



Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria



sector
AGRO
ALIMENTARIO

MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE TOMATE

Solanum lycopersicum



UNIÓN EUROPEA



Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (UE/IICA)

*Innovación para la seguridad alimentaria
y nutricional en Centroamérica y Panamá*



MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE TOMATE

Solanum lycopersicum

Ligia Mayela López Marín
2016



Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (UE/IICA)

*Innovación para la seguridad alimentaria
y nutricional en Centroamérica y Panamá*

635.6
C837m Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en
Tecnología Agropecuaria
Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) /
Ligia López Marín. – San José, C.R. : INTA, 2017.
126 p.
ISBN 978-9968-586-27-6
1. SOLANUM LYCOPERSICUM 2. CULTIVO. I. López Marín, Ligia.
II. Título.

Autora:

Ing. Agr. Ligia Mayela López Marín, MSc.
Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Editora:

Laura Ramírez Cartín, INTA.

Comité Editorial del INTA:

Alfredo Bolaños Herrera
Carlos Cordero Morales
Juan Mora Montero
Laura Ramírez Cartín
María Mesén Villalobos
Nevio Bonilla Morales

Revisoras:

Laura Brenes Peralta, TEC.
Stephanie Quirós Campos, INTA.

Diseño y diagramación:

Handerson Bolívar Restrepo / www.altdigital.co

San José, Costa Rica, 2017

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| AGRADECIMIENTO | 7 |
| PRESENTACIÓN | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| GENERALIDADES DEL CULTIVO | 13 |
| Taxonomía del cultivo | 13 |
| Características botánicas del tomate | 13 |
| Hábito de crecimiento del tomate | 17 |
| Etapas fenológicas del cultivo de tomate | 18 |
| Condiciones agroecológicas del cultivo | 20 |
| MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO | 25 |
| La semilla y su manejo | 25 |
| Cultivares registrados en Costa Rica | 26 |
| Cultivares utilizados para la agricultura familiar | 29 |
| Producción del semillero en ambientes protegidos | 29 |
| Ventajas de producir semilleros en ambientes protegidos | 32 |
| Sustratos más utilizados en la producción de semilleros | 33 |
| Germinación del semillero | 36 |
| Endurecimiento de las plantas | 36 |
| Zonas de producción de tomate en Costa Rica | 37 |
| Épocas de siembra | 37 |
| Sistemas de siembra | 38 |
| Sistemas de siembra según la época del año | 40 |
| Siembra | 41 |
| Trasplante | 42 |
| Fertilización y riego | 43 |
| Riego y fertirrigación | 53 |
| Riego del almácigo | 53 |
| Riego del cultivo en el campo | 53 |
| Fertirrigación | 55 |
| Distancia de siembra | 56 |
| Colocación de postes o tutorado | 57 |
| Amarre de las plantas | 57 |
| Colocación de bandas o techos plásticos | 58 |
| Formación de las plantas | 59 |
| Poda | 60 |
| Poda de formación | 60 |
| Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos | 62 |
| Aporca de la planta | 62 |
| Manejo de la polinización de los frutos | 62 |
| Tapavientos | 62 |

| | |
|---|------------|
| Manejo de arvenses (malezas)..... | 63 |
| Manejo de las principales enfermedades abióticas..... | 65 |
| Manejo de enfermedades fungosas..... | 68 |
| Manejo de las principales enfermedades bacterianas..... | 76 |
| Manejo de las principales enfermedades virales..... | 81 |
| Manejo de las principales plagas..... | 86 |
| COSECHA Y POSCOSECHA..... | 97 |
| Comercialización..... | 101 |
| AGROINDUSTRIA..... | 105 |
| SEGURIDAD ALIMENTARIA..... | 107 |
| Usos y beneficios del tomate..... | 107 |
| Contenido nutricional..... | 108 |
| GLOSARIO..... | 109 |
| LITERATURA CONSULTADA..... | 117 |

Índice de cuadros

| | |
|--|-----|
| Cuadro 1. Características sobresalientes de algunas variedades e híbridos de tomate inscritos en la Oficina Nacional de Semillas, 2016..... | 26 |
| Cuadro 2. Datos de regiones y áreas de siembra de tomate en 2015..... | 37 |
| Cuadro 3. Nivel medio de nutrientes en el suelo requerido para el cultivo de tomate..... | 44 |
| Cuadro 4. Interpretación de nutrientes y relaciones catiónicas en un análisis de suelo destinado a la siembra de tomate. Costa Rica, 2017..... | 45 |
| Cuadro 5. Funciones de los nutrientes en el cultivo de tomate, síntomas de deficiencias, excesos y generalidades en el cultivo de tomate..... | 48 |
| Cuadro 6. Arvenses comunes en zonas del trópico húmedo, subhúmedo y seco..... | 63 |
| Cuadro 7. Prácticas culturales para minimizar la competencia de las malezas..... | 64 |
| Cuadro 8. Manejo de enfermedades abióticas más comunes..... | 65 |
| Cuadro 9. Manejo de las principales enfermedades fungosas..... | 68 |
| Cuadro 10. Manejo de las principales enfermedades bacterianas..... | 76 |
| Cuadro 11. Manejo de las principales enfermedades virales..... | 81 |
| Cuadro 12. Manejo de las principales plagas..... | 86 |
| Cuadro 13. Grados de madurez de la fruta de tomate..... | 98 |
| Cuadro 14. Contenido nutricional de la fruta del tomate..... | 108 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Tallo del tomate..... | 14 |
| Figura 2. Tipos de hojas del tomate..... | 14 |
| Figura 3. Flor del tomate..... | 15 |
| Figura 4. Frutos del tomate en estado verde..... | 16 |
| Figura 5. Semillas del tomate..... | 16 |
| Figura 6. Establecimiento del semillero y de la planta joven..... | 18 |
| Figura 7. Crecimiento vegetativo del tomate..... | 18 |
| Figura 8. Proceso de floración e inicio del cuaje de la fruta del tomate..... | 19 |
| Figura 9. Cuaje, desarrollo y crecimiento de la fruta del tomate..... | 19 |
| Figura 10. Frutos en proceso de maduración y maduros..... | 20 |
| Figura 11. Suelo preparado en lomillos..... | 22 |
| Figura 12. Aplicación de enmiendas previa a la siembra..... | 23 |
| Figura 13. Llenado de bandejas plásticas y siembra de semillas comerciales de tomate..... | 30 |
| Figura 14. Colocación del semillero de tomate en los germinadores..... | 31 |
| Figura 15. Producción de almácigo en invernaderos..... | 31 |
| Figura 16. Producción de plántulas empleando bandejas de estereofón..... | 32 |
| Figura 17. Lombricompost empleado en semilleros..... | 33 |
| Figura 18. Fibra de coco desmenuzada, utilizada en semilleros..... | 34 |
| Figura 19. <i>Peat most</i> utilizado como sustrato en almácigos de tomate..... | 35 |
| Figura 20. Germinación de plántulas de tomate con un sustrato de lombricompost y fibra de coco..... | 36 |
| Figura 21. Almácigo de tomate listo para ser trasplantado..... | 36 |
| Figura 22. Plantación de tomate a campo abierto..... | 38 |
| Figura 23. Plantación de tomate a campo abierto y asociado con café..... | 38 |
| Figura 24. Plantación de tomate por medio de monocultivo..... | 39 |
| Figura 25. Plantación de tomate mediante un sistema semiprotegido..... | 39 |
| Figura 26. Plantaciones de tomate en ambientes protegidos..... | 40 |
| Figura 27. Acolchado de plástico negro-plata previo a la siembra..... | 41 |
| Figura 28. Trasplante de plántulas de tomate en un sistema de asocio con café..... | 42 |
| Figura 29. Toma de muestras de suelo con la ayuda de un barreno para efectuar el análisis de nutrientes..... | 43 |
| Figura 30. Sistema de riego por aspersión en almácigos de tomate..... | 53 |
| Figura 31. Riego por goteo en fincas de productores de Cartago..... | 54 |
| Figura 32. Distancia de siembra de las plantas en el campo..... | 56 |
| Figura 33. Tutorado de tomate con caña brava para sostener la planta..... | 57 |
| Figura 34. Proceso de amarre de la planta de tomate..... | 58 |

| | |
|---|-----|
| Figura 35. Colocación del plástico tomatero sobre los tutores en la época lluviosa..... | 58 |
| Figura 36. Sistema de amarre del plástico entre los lomillos..... | 59 |
| Figura 37. Sistema de poda de la planta..... | 60 |
| Figura 38. Poda de formación de la planta a dos ejes..... | 60 |
| Figura 39. Finca de tomate que aplica una práctica de control cultural de arvenses mediante la chapea..... | 64 |
| Figura 40. Síntomas de enfermedades abióticas A, B. Necrosis apical, C. agrietamiento. D. rayado del fruto, E, F, G. Cara de gato. H. Quema por sol. Alajuela, Costa Rica. 2014-2015..... | 67 |
| Figura 41. Síntomas de enfermedades fungosas A, B. Apagón en hojas y frutos (<i>P. infestans</i>), C, D. Necrosis foliar y de fruto de bajera (<i>Alternaria</i> sp), E, F. Síntomas por <i>F. oxysporum</i> . G. Síntomas por <i>F. solani</i> , H. Síntomas de mal de talluelo (<i>R. solani</i>), I, J. mildiú polvoso (<i>Leveillula taurica</i>), K. Daño por cenicilla (<i>Botrytis cinerea</i>), L, M. Daño y micelio de <i>Cladosporium</i> , N. Daño ocasionado por antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp)..... | 75 |
| Figura 42. A, B, C. Síntomas de marchitamiento y muerte por <i>Ralstonia</i> , D. Exudado bacteriano de <i>Ralstonia</i> , E, F. Síntomas de Peca bacteriana (<i>Pseudomonas syringae</i>). G, H. Síntomas de Pudrición suave en frutos (<i>Pectobacterium carotovorum</i>), I, J. Síntomas foliares de Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>). Alajuela, Costa Rica. 2014-2015..... | 80 |
| Figura 43. A, B. Síntomas del virus de la cuchara. C, D. Síntomas del virus de ToCV. E, F. Síntomas del virus del torrado del tomate. Alajuela, Costa Rica. 2014-2015. Fotografías C y D de la Dra. Natalia Barboza Vargas del CIBMC, UCR, Costa Rica. 2016..... | 84 |
| Figura 44. Diagrama de la presencia de las enfermedades según el ciclo de vida del tomate (210 días). 85 | |
| Figura 45 A, B. Mosca blanca en follaje y frutos de tomate con <i>Fumagina</i> , C, D. Trampas con pegamento para la captura de insectos plaga, E. Larvas de jobotos, F, G. Daños en el follaje y los frutos ocasionados por <i>Tuta</i> , H. Trampas con feromonas de <i>Tuta</i> o <i>Keiferia</i> , I. Babosa en un terreno preparado para sembrar tomate, K. Caracol alimentándose del fruto de tomate. Alajuela, Costa Rica. 2015-2016. Fotografías G y H de la Ing. Adriana Flores González del INA, Costa Rica. 2016..... | 95 |
| Figura 46. Diagrama de la presencia de las plagas durante el ciclo de cultivo del tomate (210 días). 96 | |
| Figura 47. Proceso de cosecha en el campo y maduración de la fruta de tomate tipo bola..... | 97 |
| Figura 48. Patrón de color para frutos del tomate..... | 98 |
| Figura 49. Cajas plásticas óptimas para cosechar y transportar la fruta de tomate a los centros de acopio..... | 99 |
| Figura 50. Calibrador de tomate para tamaño primera, segunda y tercera. | 100 |
| Figura 51. Diagrama del diagnóstico de los circuitos de comercialización del tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>). Costa Rica..... | 102 |
| Figura 52. Proceso de clasificación del tomate en un centro de acopio..... | 103 |
| Figura 53. Elaboración de productos agroindustriales con productores de Valverde Vega, región Central Occidental. | 105 |
| Figura 54. Productos agroindustriales elaborados a base de tomate. A) Cherry deshidratado, B) Salmuera de tomate cherry y C) Pulpa..... | 106 |

AGRADECIMIENTO

La autora expresa su agradecimiento a los siguientes actores de la agrocadena del cultivo de tomate por su colaboración en el desarrollo de este manual: al Ing. Jordi Monge Jeremías, de la empresa Almatropic; al Lic. Jorge Gutiérrez Quirós, de la firma Tomatísimo; y al Sr. Franklin Navarro Martínez, agricultor de la Unión de Pequeños Productores Agropecuarios Costarricenses (UPANACIONAL), por brindar información actualizada sobre el desarrollo de almácigos, los costos de producción en ambientes protegidos y el manejo del cultivo a campo abierto y por permitir la toma de fotografías de diferentes procesos de producción. Asimismo, agradece a la Ing. Stephanie Quirós Campos por dibujar los esquemas del ciclo del cultivo de tomate y de la presencia de plagas y enfermedades y por facilitar algunas de las fotografías incluidas en este documento.

PRESENTACIÓN

Mediante un financiamiento de la Unión Europea (UE) se desarrolló el Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA), administrado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y ejecutado por especialistas de los institutos de Investigación Agropecuaria (INIA) de América Central. Una parte fundamental de la tarea del PRIICA fue integrar el Consorcio Nacional de Investigación e Innovación Agrícola (CLIITA) del cultivo del tomate, en coordinación con el sector agropecuario, asociaciones de productores y la academia, en el que representantes de cuatro regiones productoras de Costa Rica (Central Occidental, Central Oriental, Central Sur y Pacífico Central) conformaron un equipo de trabajo dirigido a promover las innovaciones tecnológicas generadas a través del proyecto y mejorar la competitividad del cultivo en las fases de reproducción, producción, agroindustrialización y comercialización.

Entre las iniciativas del consorcio se incluyó la elaboración de un manual técnico acerca del cultivo de tomate, que tuviera afinidad con la Política de Estado del Sector Agropecuario 2011-2014, los planes nacionales de desarrollo de los periodos de gobierno 2011-2014 y 2015-2018 y el Plan Estratégico del Programa Nacional Sectorial de Tomate 2014-2020.

Mediante este documento técnico, productores y técnicos dispondrán de información actualizada y desarrollada en el país sobre temas generales del cultivo y diversos procesos agroindustriales a base de tomate. Casi todas las fotografías incluidas en el documento fueron tomadas durante el desarrollo del PRIICA por Ligia López Marín y Stephanie Quirós Campos, investigadoras del Instituto de Investigación e Innovación de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Ing. Agr. Ligia Mayela López Marín
Investigación e Innovación, INTA

INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza que más se siembra y consume en el ámbito nacional. Se caracteriza por ser un cultivo intensivo, realizado durante todo el año por pequeños y medianos productores y cuya producción se concentra en el Valle Central. En el periodo 2015-2016 se registraron 1014 productores, con un área de siembra de 1171,9 ha y una producción de 69 040,45 t (López y Quirós, Y 2016).

El 90 % de la producción se realiza a campo abierto (época seca) o en un ambiente semiprotegido (época lluviosa), mientras que el 10 % restante se efectúa en un ambiente protegido. En 2015 la actividad generó ganancias cercanas a los USD 37 millones y el consumo per cápita fue de 17,3 kg (López 2016).

En el ámbito mundial constituye la hortaliza más consumida y de mayor valor económico. Es cultivada en más de cien países, entre los cuales se destacan China, Estados Unidos, India, Turquía y Egipto (Cestoni *et al.* 2006). La producción mundial de tomate está en constante crecimiento, no solo por el aumento de las áreas cultivadas, sino también porque los agricultores aplican tecnologías que les permiten elevar los rendimientos (Díaz, V 2014).

En 2011 la producción mundial de tomate para consumo fresco superó las 211 021 843 t, lo que representa un incremento de 2,2 % con respecto al año anterior y demuestra que la producción sigue en ascenso. China ocupa el primer lugar con 50 125 055 t, seguido por la India con 17 500 000 t y Estados Unidos con 13 206 950 t (Horto.info c2011).

El 75 % de la producción mundial de tomate se destina al consumo en fresco, mientras que el 25 % restante, a la industria, para la elaboración de pasta concentrada, salsas y tomate pelado, rebanado y deshidratado (Horto.info c2011).

GENERALIDADES DEL CULTIVO

El origen de la especie *Solanum lycopersicum* se ubica en la región Andina, desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Posiblemente desde allí fue trasladada a América Central y México, donde se domesticó (Monardes 2009).

Taxonomía del cultivo

| Reino | Plantae |
|----------|---------------------|
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Asteridae |
| Orden | Solanales |
| Familia | Solanaceae |
| Género | <i>Solanum</i> |
| Especie | <i>lycopersicum</i> |

Fuente: Semillaria 2015.

Características botánicas del tomate

El tomate pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta dicotiledónea (Cestoni *et al.* 2006) y herbácea perenne, que se cultiva en forma anual para el consumo de sus frutos (Semillaria 2015).

Tallo

Es grueso, pubescente, anguloso y de color verde. Mide entre 2 y 4 cm de ancho y es más delgado en la parte superior (figura 1). En el tallo principal se forman tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares (Monardes 2009).

Inicialmente el tallo tiene una apariencia herbácea; está compuesto de epidermis con pelos glandulares, corteza, cilindro vascular y tejido medular (Escobar y Lee 2009).



Figura 1. Tallo del tomate.

Hoja

Es pinnada y compuesta. Presenta de siete a nueve folíolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y, por lo general, de color verde, glanduloso-pubescente por el haz y ceniciento por el envés (figura 2). Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuestos en posición alternada sobre el tallo (Monardes 2009). La posición de las hojas en el tallo puede ser semierecta, horizontal o inclinada. Puede ser de tipo enana, hoja de papa, estándar, *peruvianum*, *pimpinellifolium* o *hirsutum* (IPGRI 1996).



Figura 2. Tipos de hojas del tomate.

Flor

Es perfecta y regular. Los sépalos, los pétalos y los estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos y de cinco pétalos de color amarillo, que se encuentran dispuestos de forma helicoidal. Poseen cinco o seis estambres que se alternan con los pétalos (figura 3), formando los órganos reproductivos. El ovario tiene dos o más segmentos (Infoagro Systems S.L. 2016).



Figura 3. Flor del tomate.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo, en grupos de tres a diez en variedades comerciales de tomate medianas y grandes. Las inflorescencias se ubican en las axilas, cada dos o tres hojas (INTA 2014). Es normal que se forme la primera flor en la yema apical, mientras que las demás aparecen en posición lateral y por debajo de la primera, siempre colocándose alrededor del eje principal, siendo el pedicelo el que une la flor al eje floral (Infoagro Systems S.L. 2016).

Fruto

Es una baya bilocular o plurilocular, subesférica globosa (figura 4) o alargada, que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 g. El fruto está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo (EDIFORM 2006). Existen cultivares de tomate con frutos de color amarillo, rosado, morado, naranja y verde, entre otros.



Figura 4. Frutos del tomate en estado verde.

El fruto contiene las semillas, que tienen un tamaño promedio de 5 x 4 x 2 mm. Son ovoides, comprimidas, lisas o muy velludas, parduzcas (figura 5) y están embebidas en una abundante masa mucilaginosa. Cada semilla está compuesta por el embrión, el endospermo y la cubierta seminal (Díaz y Hernández 2003).

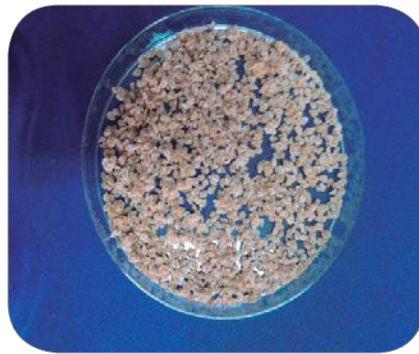


Figura 5. Semillas del tomate.

Sistema radicular

Ayuda a la planta a anclarse al suelo o al sustrato, absorbe y transporta nutrientes y agua a la parte superior de la planta. Está constituido por la raíz principal y las raíces secundarias y adventicias; estas últimas son numerosas y potentes y no superan los 30 cm de profundidad (Monardes 2009, INTA 2014).

El interior de la raíz presenta tres partes: epidermis, córtex y cilindro vascular. La epidermis contiene pelos que absorben el agua y los nutrientes, mientras que el córtex y el cilindro vascular cumplen la función de transportar los nutrientes (Infoagro Systems S.L. 2016).

Hábito de crecimiento del tomate

Plantas de crecimiento determinado

Son plantas cuyos tallos principal y lateral detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias, según la variedad. Son de porte bajo y compacto y producen frutos durante un periodo relativamente corto. Su crecimiento se detiene después de la aparición de varios racimos de flor con la formación de un último racimo apical. La cosecha puede realizarse de una a tres veces durante el ciclo de cultivo.

Plantas de crecimiento indeterminado

Son plantas cuyos tallos principal y lateral crecen en un patrón continuo, siendo la yema terminal del tallo la que desarrolla el siguiente tallo. La floración, la fructificación y la cosecha se extienden por periodos muy largos, por lo que son usualmente cultivadas en invernaderos o casas sombra con tutoreo. Poseen condiciones adecuadas para un crecimiento continuo, dado que forman hojas y flores de manera ilimitada. La aparición de flores en los racimos y su grado de desarrollo son escalonados: las primeras flores del racimo pueden estar totalmente abiertas, mientras que las últimas aún no se abren. En Costa Rica son utilizadas en plantaciones a campo abierto para disponer de cosecha durante un periodo de tres a cuatro meses.

Plantas de crecimiento semideterminado

Se caracterizan por la interrupción del crecimiento de sus tallos después de un determinado número de inflorescencias, usualmente en una etapa muy avanzada del ciclo del cultivo (Haifa Chemicals 2014).

Etapas fenológicas del cultivo de tomate

La fenología está determinada por la variedad y las condiciones climatológicas de la zona donde se establece el cultivo. Las etapas se pueden dividir en cinco periodos (Haifa Chemicals 2014).

Establecimiento de la planta joven

Constituye el periodo de formación inicial de las partes aéreas de la planta, conocido como desarrollo del semillero (figura 6).



Figura 6. Establecimiento del semillero y de la planta joven.

Crecimiento vegetativo

Comprende los primeros cuarenta a cuarenta y cinco días desde la siembra de la semilla, después de los cuales las plantas comienzan su desarrollo continuo (figura 7). A esta etapa le siguen cuatro semanas de crecimiento rápido.



Figura 7. Crecimiento vegetativo del tomate.

Floración e inicio del cuaje de la fruta

Este periodo se extiende desde el inicio de la floración (de veinte a cuarenta días luego del trasplante) hasta la finalización del ciclo de crecimiento de la planta. El cuaje tiene lugar cuando la flor es fecundada y empieza el proceso de su transformación en fruto (figura 8).



Figura 8. Proceso de floración e inicio del cuaje de la fruta del tomate.

Inicio del desarrollo de la fruta

El cuaje de la fruta ocurre luego de la polinización, que tiene lugar por medio del viento y las abejas. En esta etapa, una vez iniciado su crecimiento, la fruta no suele caerse y no presenta rastros de la flor. El crecimiento de la fruta y la acumulación de materia seca presentan un ritmo relativamente estable, hasta llegar a dos o tres grados de maduración (figura 9).



Figura 9. Cuaje, desarrollo y crecimiento de la fruta del tomate.

Maduración de la fruta

Por lo general la maduración ocurre aproximadamente ochenta días después del trasplante, dependiendo del cultivar, la nutrición y las condiciones climáticas (figura 10). Luego, la cosecha continúa hasta llegar de los 180 a 210 días después del trasplante (Haifa Chemicals 2014).



Figura 10. Frutos en proceso de maduración y maduros.

Condiciones agroecológicas del cultivo

Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo del cultivo oscila entre 20 °C y 30 °C durante el día y entre 10 °C y 17 °C durante la noche. Temperaturas superiores a los 30 °C reducen la fructificación y la fecundación de los óvulos, afectan el desarrollo de los frutos y disminuyen el crecimiento y la biomasa de la planta. Las plantas de tomate se desarrollan mejor con temperaturas de entre 18 °C y 24 °C (Díaz 2007).

Temperaturas diurnas inferiores a 12-15 °C pueden originar problemas en el desarrollo de la planta, mientras que temperaturas diurnas superiores a 30 °C e inferiores a 12 °C afectan la fecundación (Díaz, C 2007).

Humedad relativa

La humedad relativa (HR) óptima, que se ubica entre 60 % y 80 %, favorece el desarrollo normal de la polinización y garantiza una buena producción. El exceso o déficit de HR produce desórdenes fisiológicos y favorece la presencia de enfermedades. Una humedad relativa superior al 80 % favorece la permanencia de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificulta la fecundación, ya que el polen se humedece y hay aborto floral. Una alta humedad relativa y una baja iluminación reducen la viabilidad del polen y pueden limitar la evapotranspiración, disminuir la absorción del agua y los nutrientes, generar déficit de elementos como el calcio e inducir desórdenes fisiológicos. Una humedad relativa menor al 60 % dificulta la polinización (Infoagro Systems S.L. 2016).

Luminosidad

Cuando la luminosidad es reducida, ello puede afectar en forma negativa los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. Durante los periodos críticos del desarrollo vegetativo de la planta la interrelación entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad es fundamental (Infoagro Systems S.L. 2016). Por tal motivo se recomienda no cultivar tomate en sitios que permanecen nublados, ya que los rendimientos disminuyen considerablemente (INTA 2014).

Altitud

En Costa Rica las principales áreas cultivadas comercialmente se concentran en el Valle Central; su altitud oscila entre los 700 y los 2000 m s. n. m. (Bertsch 2006). En el ámbito mundial las zonas donde más se ha adaptado esta especie son las de clima templado, ubicadas entre 1000 y 2000 m s. n. m. en ambientes protegidos (Vallejo 1999). En la actualidad se encuentran cultivares adaptados a rangos de altitudes más amplios.

Suelo

La cultivo de tomate no es muy exigente en términos de suelo, excepto en lo que respecta al drenaje; no obstante, se obtienen mejores resultados en suelos profundos (de 1 m o más de profundidad), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en su perfil (Infoagro Systems S.L. 2016).

El tomate tolera la acidez y crece adecuadamente en pH de 5,0 a 6,8. Es medianamente tolerante a la salinidad, con valores máximos de 6400 ppm (10 mmho) (Infoagro Systems S.L. 2016).

En Costa Rica los tipos de suelo predominantes en el cultivo de tomate son de origen volcánico, de textura franco a franco limosa.

Preparación del suelo a campo abierto

El suelo se prepara (figura 11) al menos un mes antes de la siembra. La mayoría de los productores de tomate realizan una pasada de arada, una de rastra y una alomillada para levantar surcos de unos 30 cm de alto y con una distancia de 1,2 m a 1,8 m entre ellos. Esta práctica se aprovecha para hacer drenajes en el terreno y evitar la erosión generada por el exceso de agua de escorrentía (Navarro 2015)¹. Durante la preparación del suelo se pueden incorporar residuos de cosecha y malezas, se exponen al sol las plagas y enfermedades del suelo y se mejora la aireación, el escurrimiento del agua y el establecimiento de la planta en el suelo (Ramos *et al.* 2015).



Figura 11. Suelo preparado en lomillos.

Encalado

Es el proceso mediante el cual se agrega calcio al suelo para corregir su acidez y reducir su contenido de aluminio y manganeso, que en altas cantidades puede ser tóxico para las plantas (Cosmoagro 2012).

Por medio de dicho proceso se favorece el crecimiento radical de las plantas, la producción de biomasa aérea, el rendimiento del cultivo y la sanidad de las plantas (Molina 2001).

Para que la aplicación de la cal sea efectiva, normalmente se aplica a los primeros 15 cm o 20 cm de suelo (capa arable). Este proceso se facilita con la arada o rastreada, mezclando la cal para que pueda reaccionar. No debe coincidir con la aplicación de fertilizantes nitrogenados amoniacales porque ello favorece la formación de carbonato de amonio, que se transforma en amoníaco y produce la pérdida de N por volatilización. Asimismo, el contacto con fertilizantes

1 Navarro, F. 6 feb. 2015. Manejo cultivo de tomate (correspondencia personal). Cartago, Costa Rica, UPANACIONAL.

fosfatados causa pérdidas del calcio al formarse fosfatos de calcio insolubles (figura 12) (Molina 2001).

Entre los productos a base de cal disponibles en el país se incluyen el carbonato de calcio, la dolomita, mezclas de cales (Nutrical, Sur Dolomag, Triple Cal, cal magnesiana) y cales líquidas o flovables (Cal 56, Alcaplant, Surkal, Sur Flow Calcio) (Molina 2016).



Figura 12. Aplicación de enmiendas previa a la siembra.

MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

La semilla y su manejo

En Costa Rica los cultivares desarrollados por los sectores público y privado nacionales o extranjeros con fines de certificación y comercialización deben estar inscritos en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Nacional de Semillas.

En dicho país todas las semillas de tomate son importadas, excepto el híbrido nacional Prodigio F1. Las semillas de los diferentes cultivares, introducidas desde Estados Unidos de América, Holanda, Israel y China, entre otros países, se destinan en su mayoría a la siembra de tomate tipo bola (redondo o ligeramente achatado) para consumo en fresco, mientras que una cantidad baja, a la de tomate cherry (tipo uva o redondo) y tipo roma o saladet (OFINASE 2015).

Para lograr una siembra exitosa, la selección del cultivar es el criterio más importante a considerar. Los agricultores buscan cultivares productivos y frutos de tamaño grande resistentes a daños durante el transporte y a ciertas enfermedades comunes en el medio, que pueden ser limitantes a la producción (INTA 2014).

En las diferentes regiones del país se siembran cultivares que presentan un buen comportamiento en los diferentes microclimas de las dos estaciones del año, a campo abierto y en ambiente protegido y con crecimiento semideterminado a indeterminado, esto por cuanto el agricultor prefiere estratificar las cosechas y aprovechar diferentes precios durante su producción.

Algunos de los cultivares de tomate que se comercializan en el país son resistentes a varias enfermedades, como la marchitez por *Verticillium sp*, *Fusarium* raza 1 y 2, el virus del mosaico del tabaco, el virus del mosaico del tomate (ToMV), *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne javanica*, cáncer del tallo por *Alternaria sp*, *Stemphyllium sp*, *Cladosporium fulvum* y el virus de la cuchara (TYLCV), aunque son susceptibles a *Ralstonia solanacearum*, *Fusarium oxysporum* (Fernández 2016).

Además, es importante considerar que, cuando se escogen cultivares resistentes a estos patógenos y plagas, se pretende a la vez reducir el uso de agroquímicos.

Cultivares registrados en Costa Rica

Se recomienda la siembra de variedades e híbridos que estén registrados en la Oficina Nacional de Semillas. Actualmente se encuentran registradas veintiocho variedades y treinta híbridos, de los cuales el híbrido Prodigio F1 es el único que se ha generado (OFINASE 2016). A continuación, se describen características sobresalientes de algunas variedades e híbridos de tomate.

Cuadro 1. Características sobresalientes de algunas variedades e híbridos de tomate inscritos en la Oficina Nacional de Semillas, 2016.

| Cultivar | Tipo de crecimiento | Peso del fruto | Tipo y color del fruto | Rendimiento por planta | Observaciones |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------------|--|
| Alpino (US) | Indeterminado | De 250 g a 270 g | Bola* y rojo | 8,12 kg | Resistencia intermedia a <i>F. oxysporum</i> razas 1, 2 y 3, <i>M. arenaria</i> , <i>M. incognita</i> y <i>M. javanica</i> . |
| Alteza villa 768 | Determinado | De 280 g a 300 g | Bola* y rojo | 7,19 kg | No se reporta resistencia a plagas o enfermedades. |
| Audaz | Indeterminado | De 280 g a 320 g | Bola* y rojo | 7,5 kg | Resistencia intermedia a <i>Meloidogyne</i> y al TYLCV; alta resistencia al ToMV, <i>Fusarium</i> 1 y 2, <i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>V. dahliae</i> y al TSWV. |
| Belfast | Indeterminado | De 220 g a 250 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia al ToMV y <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> ; resistencia intermedia al TSWV, <i>M. arenaria</i> , <i>M. incognita</i> y <i>M. javanica</i> . |
| Caroni | Indeterminado | De 250 g a 300 g | Bola* y rojo | 10,8 kg | Resistencia a <i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>V. dahliae</i> y a los ToMV y TSWV; resistencia intermedia a <i>M. arenaria</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> y al TYLCV. |
| Catyba | Semideterminado | De 300 g a 350 g | Bola* y rojo | 9,25 kg | Resistencia al virus del mosaico del tabaco (TMV), <i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>V. dahliae</i> y <i>F. oxysporum</i> razas 1 y 2. |
| Colossus | Indeterminado | De 240 g a 260 g | Bola* y rojo | 6,47 kg | Resistencia al ToMV, <i>F. oxysporum</i> 1 y 2, <i>Verticillium</i> , nematodos y al TYLCV. |
| Cordillera | Indeterminado | De 240 g a 260 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia al TMV, <i>Fusarium</i> 2, <i>Verticillium</i> , nematodos y a los TSWV, TYLCV. |

| Cultivar | Tipo de crecimiento | Peso del fruto | Tipo y color del fruto | Rendimiento por planta | Observaciones |
|---------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------------|---|
| Cherry (US) | Indeterminado | 15 g | Cherry y rojo | ----- | Requiere grandes cantidades de luz. |
| Cherry Shani | Indeterminado | 15 g | Cherry y rojo | ----- | Resistencia intermedia a nematodos, <i>Verticillium</i> , razas 1 y 2 de <i>F. oxysporum</i> y al ToMV. |
| Chungara | Indeterminado | De 220 g a 280 g | Bola* y rojo | 5,5 kg | Alta resistencia a estrés salino y temperaturas bajas, al TYLCV, <i>Verticillium</i> , al ToMV, <i>Alternaria</i> sp, <i>F. oxysporum</i> y nematodos. |
| DRD 8539 | Determinado | De 250 g a 280 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia intermedia al TYLCV, especies de <i>Meloidogyne</i> , al ToMV, <i>Fusarium</i> 0 a 2 y <i>Verticillium</i> . |
| DRW 7834 | Indeterminado | De 270 g a 320 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia al ToMV, razas de 0-2 de <i>F. oxysporum</i> , <i>Fulvia fulva</i> (<i>Cladosporium fulvum</i>), <i>Verticillium albo-atrum</i> , ToMV y resistencia intermedia al TYLCV. |
| Granadero | Indeterminado | 150 g | Saladet y rojo | 8,74 kg | Resistencia al TMV, <i>Verticillium</i> , razas 1 y 2 de <i>Fusarium</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> . |
| Hayslip (US) | Determinado | ----- | Bola* y rojo | ----- | Resistencia a <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium</i> . |
| JR special | Indeterminado | De 280 g a 320 g | Bola* y rojo | 7,19 kg | Resistencia a <i>Verticillium</i> , <i>F. oxysporum</i> razas 1, 2, 3 y TMV. |
| Juliet | Indeterminado | De 28 g a 30 g | Rojo | 6,54 kg | Resistencia a <i>Cladosporium fulvum</i> , Virus del Mosaico del Pepino (CMV), al TMV y raza 1 de <i>F. oxysporum</i> . |
| Kartier | Semideterminado | De 240 g a 300 g | Bola* y rojo | De 8 kg a 10 kg | Resistencia al ToMV, <i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>F. oxysporum</i> 1, 2, <i>Fulvia fulva</i> razas A, B, C, D, E y nematodos. |
| Liro 42 | Indeterminado | De 250 g a 280 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia al ToMV, TSWV, <i>Cladosporium fulvum</i> (Cf: 1-5), <i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> raza 1, <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>M. incognita</i> y <i>M. javanica</i> . |
| Marglobe (US) | Indeterminado | 190 g | Rojo | ----- | Tiene precocidad media. |

| Cultivar | Tipo de crecimiento | Peso del fruto | Tipo y color del fruto | Rendimiento por planta | Observaciones |
|--------------------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------------|---|
| Milán | Indeterminado | De 250 g a 300 g | Bola* y rojo | 9,24 kg | Resistencia a <i>F. oxysporum</i> razas 1, 2, 3 y al TMV. |
| Mountain Fresh Plus (US) | Determinado | De 227 g a 396 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia a condiciones de frío y humedad, alta resistencia a razas 1 y 2 de <i>F. oxysporum</i> , nematodos y <i>Verticillium</i> . |
| Prodigio | Semideterminado | De 260 g a 320 g | Bola* y rojo | 7,5 kg | Resistente a <i>F. oxysporum</i> y <i>R. solanacearum</i> . |
| Pik ripe 748 | Semideterminado | De 198 g a 255 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia alta a razas 1 y 2 del ToMV, razas 1 y 2 de <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> , <i>Alternaria alternata</i> y <i>V. albo-atrum</i> . |
| Rambo | Indeterminado | ----- | Bola* y rojo | ----- | Resistencia al ToMV, <i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i> razas 1, 2, <i>F. oxysporum f.sp. radicis-lycopersici</i> , <i>V. albo-atrum</i> y <i>Stemphylium</i> spp. Resistencia intermedia a <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> y al TYLCV. |
| Sakura | Indeterminado | 15 g | Cherry y rojo | ----- | Resistente al calor, a <i>Verticillium</i> , <i>F. oxysporum razas 1 y 2</i> , al ToMV, al TMV, <i>Cladosporium fulvum</i> y resistencia intermedia a nematodos. |
| Sanibel | Determinado | 340 g | Bola* y rojo | ----- | Resistencia al calor, <i>Verticillium</i> , <i>F. oxysporum</i> , nematodos, <i>Alternaria</i> y <i>Stemphylium</i> . |
| Titán | Indeterminado | 178 g | Rojo | ----- | Resistencia a <i>Verticillium</i> raza 1 y <i>F. oxysporum</i> raza 1, susceptible a nematodos. |

Bola*= fruto del tomate de forma redondeada o ligeramente redondeada.
 (US): variedades de cruzamiento libre.
 ToMV: virus del mosaico del tomate.
 TVM: virus del mosaico del tabaco.
 TSWV: virus del bronceado del tomate.
 TYLCV: virus de la cuchara.

Fuente: Seminis 2004, Nirit seeds Ltd. c2009, Echandi 2016, Fernández 2016, Monge 2016, Seminis 2016.

Cultivares utilizados para la agricultura familiar

En el marco del proyecto del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) y el PRIICA, investigadores del INTA trabajaron durante seis años en la adaptación con variedades de tomate tipo roma (INTA Valle de Sébaco) y *cherry* (INTA-41 e INTA-112), que se caracterizan por poseer genes de resistencia a *Begomovirus*, *R. solanacearum* y *Fusarium oxysporum* (López *et al.* 2016).

La variedad INTA Valle de Sébaco presenta un fruto tipo roma, de crecimiento determinado, muy precoz y productiva y con rendimientos superiores a 6.5 kg/planta.

El INTA-41 es una variedad tipo *cherry*, de crecimiento semideterminado, con frutos de color amarillo, tipo uva, con buena firmeza, de 15 g de peso en promedio, con sabor dulce y una producción superior a los 6 kg/planta.

El INTA-112 es de tipo *cherry*, de crecimiento indeterminado, presenta frutos de color rojo y con forma de uva. El peso promedio del fruto ronda los 15 g y la producción es de 6,3 kg/planta.

Las tres variedades son utilizadas en la agricultura familiar, que se destaca por el uso de mano de obra familiar sobre la mano de obra asalariada.

Producción del semillero en ambientes protegidos

Elaboración del semillero

Las plántulas de tomate son adquiridas por los productores a través de empresas especializadas en la producción de almácigos. Sus precios son similares en caso de que el productor elabore sus propios almácigos. La producción de plántulas tiene un costo de ₡20 y el valor de la semilla se encuentra en un rango de ₡78 a ₡120 (1 USD = ₡566,11).

El semillero puede ser establecido en recipientes (vasos y bandejas) adecuados para depositar las semillas, en condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de obtener una mejor emergencia desde su primera etapa de desarrollo hasta su trasplante al campo.

El monitoreo de las plántulas en el semillero es fundamental, por ser el periodo donde aparecen las primeras plagas y enfermedades. Los problemas más serios que se presentan son las enfermedades virales transmitidas por la mosca blanca, de ahí la importancia de obtener plántulas sanas (Hilje 2002).

El costo de la semilla es alto, en especial el de la semilla híbrida, por lo que el método de siembra en bandejas plásticas resulta eficiente, ya que se obtienen plantas sanas y vigorosas. En el mercado nacional existe una amplia gama de bandejas para la producción de plántulas, siendo las de polipropileno las más utilizadas, con un costo relativamente bajo. El tamaño y número de las celdas varía de acuerdo con el fabricante. Son económicas y pueden ser reutilizadas (figura 13) (Monge 2016)².



Figura 13. Llenado de bandejas plásticas y siembra de semillas comerciales de tomate.

En el mercado nacional se utilizan bandejas plásticas de polipropileno (figura 14) de 98 hoyos, normalmente con celdas de $9,7 \text{ cm}^3$, que permiten mejorar el control de condiciones ambientales como la humedad y la temperatura. Su disposición facilita el manejo de las plagas y la selección de plantas sanas y vigorosas (Monge 2016)².

Una vez realizada la siembra, las bandejas son colocadas en cuartos oscuros, de etiolación o germinadores (figura 14). El tiempo que se mantienen en la oscuridad ronda los cuatro o cinco días, a fin de que la semilla germine. Otra alternativa común y que brinda resultados similares es cubrir las bandejas con un plástico negro, que es removido cuando inicia la emergencia de las plántulas.

² Monge, J. 20 jul. 2016. Producción de plántulas de tomate mediante ambiente protegido (correspondencia personal). Alajuela, Costa Rica, Almatropic S.A.



Figura 14. Colocación del semillero de tomate en los germinadores.

Las plántulas poseen tejidos tiernos y efectúan una gran actividad fotosintética, por lo que son sensibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad, lo que amerita tener cuidados máximos. Estas condiciones se pueden controlar mejor en un invernadero (figura 15). La disponibilidad de agua es muy importante, debido a que las semillas y las plántulas requieren riegos cortos, pero frecuentes, realizados preferiblemente por aspersion.



Figura 15. Producción de almácigo en invernaderos.

El área de los semilleros debe estar iluminada, libre de sombras y protegida de vientos fuertes que puedan provocar volcamientos o intensificar la transpiración, hasta el extremo de producir quemaduras o marchitamiento de las plántulas. La estructura debe ubicarse de este a oeste, para que las plantas reciban la máxima iluminación solar y no se vean afectadas por los cambios bruscos de temperatura que se producen entre el día y la noche (FAO s.f.)

También se pueden utilizar bandejas de estereofón con una capacidad de 240 plántulas/recipiente y con excelente desarrollo (figura 16) (Gutiérrez 2015)³.

3 Gutiérrez, J. 12 set. 2015. Producción de tomate bajo ambiente protegido (comunicación personal). Cartago, Costa Rica, Tomatísimo S.A.



Figura 16. Producción de plántulas empleando bandejas de estereofón.

La duración de las plántulas producidas en ambiente protegido oscila entre veinticinco y treinta días y varía según las condiciones climatológicas y de manejo (Monge 2016)⁴.

Ventajas de producir semilleros en ambientes protegidos

En ambientes protegidos el desarrollo de las plántulas es uniforme, se mejora la calidad de las plántulas, hay mejor drenaje, la presencia de malezas es nula o escasa, los tallos de las plántulas son más gruesos y fuertes, las hojas son más frondosas y de mayor tamaño y son menos propensas al ataque de enfermedades y plagas, se ahorra área en el cuidado de las plántulas y se acorta el ciclo del cultivo en el campo (FAO s.f.).

El éxito en la producción del almácigo lo determina el adobe obtenido. El adobe es el agregado que se forma de las raíces de la planta y el sustrato. Un sustrato es de calidad cuando permite un buen desarrollo radical, mantiene la integridad de las raíces, posibilita extraer la plántula de la celda con facilidad y sin dañarla, además de que adopta la forma y el tamaño del recipiente donde se coloca (Quesada y Méndez 2005).

⁴ Monge, J. 20 jul. 2016. Producción de plántulas de tomate mediante ambiente protegido (correspondencia personal). Alajuela, Costa Rica, Almatropic S.A.

Sustratos más utilizados en la producción de semilleros

Los sustratos deben servir de soporte a la planta, ser livianos, tener un alto porcentaje de espacio poroso (80 %), una elevada capacidad de retención de la humedad, una buena aireación y un drenaje apropiado, una baja tendencia a la compactación y ser libres de patógenos, semillas y malezas (Escobar y Lee 2009).

Los sustratos más utilizados en el país son el compost, el humus o lombricompost, la cascarilla de arroz, la fibra de coco, el aserrín y la turba o *peat most*.

Compost

Está compuesto por residuos orgánicos que han pasado por un proceso de descomposición, poseen una estructura fina, tienen la capacidad de aumentar la aireación, retener la humedad, absorber los nutrientes y evitar su lavado al liberar lentamente la solución en forma de nutrientes. Normalmente se utiliza mezclado con otros sustratos inertes o inorgánicos, tales como arena, turba, fibra de coco o cascarilla de arroz, en una proporción del 35 % al 50 %. En el proceso de elaboración del compost las altas temperaturas eliminan la mayor parte de las malas hierbas y de los microorganismos dañinos (FAO s.f.).

Humus o lombricompost

Está formado por los excrementos de las lombrices (*Eisenia foetida*), que son producto de la digestión de residuos vegetales o excrementos animales descompuestos (figura 17). Presenta buenas características químicas, sirve de fertilizante y es un sustituto del compost.



Figura 17. Lombricompost empleado en semilleros.

Cascarilla de arroz

Es un sustrato orgánico de baja descomposición por su alto contenido de sílice, que le confiere a las plántulas resistencia contra insectos y patógenos y favorece el drenaje y la aireación. Se recomienda su uso en mezcla hasta en un 30 %. La granza debe ser fermentada, cocinada o carbonizada antes de ser utilizada, para evitar la germinación de las semillas que pueda contener.

Fibra de coco

Tiene un bajo contenido de nitrógeno, uno alto de potasio y uno de aproximadamente 2 ppm de boro. Es una buena alternativa, ya que su costo es menor que el de sustratos importados como la turba (figura 18) (FAO s.f.). Algunos productos que se venden en el país presentan un alto contenido de sales, por lo que se deben lavar previamente.



Figura 18. Fibra de coco desmenuzada, utilizada en semilleros.

Aserrín

El pH del aserrín es ácido, por lo que puede ser tóxico para algunas plantas según el tipo de árbol de procedencia. Se recomienda lavarlo previamente a su utilización y realizar una prueba antes de la siembra.

Turba (*peat most*)

Está formada por sustratos orgánicos naturales que son el resultado de la descomposición completa de musgos (género *Sphagnum*) (figura 19). Se produce en países de las zonas templadas, entre los que se incluyen Canadá y Alemania.



Figura 19. *Peat most* utilizado como sustrato en almácigos de tomate.

Quesada y Méndez (2005) evaluaron varias mezclas de sustratos compuestos de abono orgánico Juan Viñas. La de lombricompost + abono orgánico Juan Viñas + granza y la de abono orgánico Juan Viñas + granza dieron los mejores resultados, ya que a través de ellas se obtuvo el mejor desarrollo de las plantas.

El tomate presenta semillas pequeñas y bajas reservas, lo que lo vuelve más sensible a las condiciones propias del ambiente donde se coloca o al sustrato empleado (Quesada y Méndez 2005).

La turba es el sustrato que ofrece las mejores condiciones para la germinación y el enraizamiento en semilleros, no contiene nutrientes y tiene una alta capacidad de intercambio de cationes, retención de humedad y porosidad. Es ácida, su contenido de materia orgánica es de 95 % y su costo es alto, por tratarse de un producto importado (FAO s.f.).

Germinación del semillero

La semilla germina en promedio de cinco a ocho días después de la siembra (figura 20). Sin embargo, la germinación depende de la calidad de la semilla (vigor), en la que influye la temperatura (óptima de 16 °C a 28 °C) y la humedad del sustrato (capacidad de campo) (Monge 2016)⁵.



Figura 20. Germinación de plántulas de tomate con un sustrato de lombricompost y fibra de coco.

Endurecimiento de las plantas

Consiste en reducir las aplicaciones de agua de riego y fertilizantes una semana antes de que las plántulas sean trasladadas al campo (figura 21). Tiene como finalidad controlar el crecimiento de las plántulas, endurecer los tejidos para su adaptación al campo y acelerar el desarrollo de las raíces.



Figura 21. Almacigo de tomate listo para ser trasplantado.

5 Monge, J. 20 jul. 2016. Producción de plántulas de tomate mediante ambiente protegido [correspondencia personal]. Alajuela, Costa Rica, Almatropic S.A.

Zonas de producción de tomate en Costa Rica

En el país se produce tomate en las zonas Central Occidental, Central Oriental, Central Sur, Brunca, Chorotega y Pacífico Central. Sin embargo, existe información sobre siembras incipientes en la región Huetar Norte (López y Quirós, Y 2016).

Las zonas de mayor siembra son la región Central Occidental, con un área de 602 ha, y la región Central Oriental, con una de 353 ha (cuadro 2).

Cuadro 2. Datos de regiones y áreas de siembra de tomate en 2015.

| Zonas de producción | Área sembrada (ha) |
|---------------------------|--------------------|
| Región Central Occidental | 602 |
| Región Central Oriental | 353 |
| Región Central Sur | 30 |
| Región Brunca | 75 |
| Región Chorotega | 19 |
| Región Pacífico Central | 40 |
| Región Huetar Norte | 6 |

Fuente: López y Quirós, Y 2016.

Épocas de siembra

- ✓ La siembra del semillero se efectúa en abril y la cosecha se concluye en octubre (siembra de invierno o inverniz). Se aprovecha cuando van a iniciar las lluvias.
- ✓ La siembra se efectúa en octubre o noviembre y la cosecha se finaliza en abril (siembra de verano, normalmente la realizan productores que cuentan con agua para riego por goteo).
- ✓ La siembra se lleva a cabo durante todo el año. Es comúnmente utilizada por los agricultores de las diferentes regiones que siembran cortes todos los meses para abastecer las necesidades del mercado. Además, cuentan con riego durante todo el año o migran en busca de tierras con facilidades de riego (López 2012).

Sistemas de siembra

La actividad agroproductiva de tomate se caracteriza por presentar cuatro sistemas de producción: (1) a campo abierto en asocio con el cultivo de café; (2) a campo abierto en monocultivo; (3) semiprotegido (cualquiera de las dos opciones anteriores con la colocación de bandas plásticas sobre el cultivo); y (4) en ambiente protegido.

Sistema de siembra a campo abierto

Es el más utilizado en el país y consiste en exponer la planta de manera directa a las condiciones del medioambiente (figura 22). Suele aplicarse en época seca (Díaz 2007).



Figura 22. Plantación de tomate a campo abierto.

Sistema de siembra a campo abierto en asocio con el cultivo de café

Se emplea en fincas de café con poda total por lotes, a fin de aprovechar el remanente de la fertilización de dicho cultivo. El cafetal se beneficia mediante el aporte del fertilizante del tomate. De este modo se dispone de dos cultivos en el mismo terreno (figura 23). Este sistema es común encontrarlo en la región Central Occidental, Pacífico Central y en Coto Brus. Los agricultores que siembran tomate por medio de este sistema carecen de terrenos propios. El cultivo de café se ve favorecido también por las labores culturales realizadas en el tomate.



Figura 23. Plantación de tomate a campo abierto y asociado con café.

Sistema a campo abierto y en monocultivo

Se caracteriza por la siembra única de tomate en el terreno. Es utilizado en todo el país y comúnmente se cultivan en forma rotativa hortalizas como pepino y chile dulce, entre otras. El agricultor expone la planta directamente a las condiciones del ambiente, por lo general condicionado a la estación seca del país (figura 24).



Figura 24. Plantación de tomate por medio de monocultivo

Sistema semiprotegido o con bandas plásticas

Su uso es común en siembras de tomate durante la época lluviosa (figura 25), con el fin de reducir los problemas de enfermedades fungosas y bacterianas.



Figura 25. Plantación de tomate mediante un sistema semiprotegido.

Sistema en ambiente protegido

Consiste en la siembra del cultivo en invernaderos. Puede efectuarse con estructuras de bajo costo y poco sofisticadas o en invernaderos más complejos y con ambiente controlado (figura 26). Este sistema permite la siembra en cualquier época del año y el producto que genera es de mejor calidad que el obtenido a campo abierto (EDIFORM 2006).



Figura 26. Plantaciones de tomate en ambientes protegidos.

En Costa Rica el 99 % de la producción de almácigos se realiza en ambiente protegido, para mejorar la calidad de las plántulas que van al campo y para prevenir la aparición de virus transmitidos principalmente por moscas blancas de los géneros *Bemisia* y *Trialeurodes* (López 2012).

Sistemas de siembra según la época del año

Siembra en época lluviosa (inverniz)

El semillero de tomate es plantado a finales de abril y su cosecha termina en octubre. Se emplean bandas plásticas para protegerlo de la lluvia, cuyo ancho oscila entre los 90 cm y los 120 cm. En la región Central Occidental es común observar a los agricultores sembrando tomate a alturas inferiores a los 1400 m s. n. m. durante la época lluviosa (Díaz 2007).

Siembra en época de verano (veranera)

El tomate es sembrado a mediados de octubre o a principios de noviembre. Incluye aquellos tomates que se cosechan hasta abril. En la región Central Occidental los productores se trasladan a sembrar a zonas con alturas superiores a los 1400 m s. n. m., para escapar de enfermedades virales transmitidas por moscas blancas (Díaz 2007).

Siembra

Se pone *mulching* o acolchados en el campo de siembra. Algunos agricultores prefieren efectuar la plantación después de colocar el acolchado. La técnica consiste en utilizar materiales como pasto picado o plástico para cubrir el suelo. El pasto picado es empleado en época seca para mantener una buena humedad en el suelo (Castillo y Alvarado 2003). El acolchado más comúnmente utilizado en el país es el plástico negro-plata.

Cuando se emplea acolchado de plástico, también se utiliza fertirriego por goteo. El plástico mide 1,20 m de ancho, tiene un grosor de 80 o 100 micras y debe colocarse de manera que no queden bolsas de aire entre él y el suelo (Ramos 2014).

Entre las ventajas de esta práctica se incluyen la reducción de la aparición y la proliferación de malezas; el aumento en la temperatura del suelo, que genera la precocidad de la cosecha e incrementa los rendimientos; el ahorro de agua; la disminución de la compactación del suelo, que hace que este permanezca suelto y bien aireado; la conservación de la humedad del suelo; la reducción de la evaporación y la lixiviación de los fertilizantes; y la evitación del contacto de los frutos con el suelo (figura 27) (Castillo y Alvarado 2003).



Figura 27. Acolchado de plástico negro-plata previo a la siembra.

Trasplante

Es un proceso mediante el cual las plántulas del semillero pasan a su lugar definitivo, sea al campo o al invernadero. Se realiza aproximadamente entre veinticinco y treinta días después de la siembra, de acuerdo con la calidad y el vigor de la planta.

El almácigo debe ser transportado del vivero al campo durante las horas frescas de la mañana o después de las tres de la tarde y debe ser colocado en un sitio sombreado, para evitar la desecación y la deshidratación de las plántulas (Monge 2016)⁶.

En el campo, ya preparadas las eras o los lomillos, se hacen los hoyos con la ayuda de un espeque, asegurándose de que queden en línea recta y de que tengan un tamaño ligeramente mayor al volumen ocupado por el recipiente que contiene la planta que se va trasplantar. Si el terreno está muy seco, se hace un riego previo al espequeado y a la siembra.

Seguidamente, se coloca el fertilizante, evitando el contacto con el sistema radical de las plántulas, lo que asegura su sobrevivencia y rápido crecimiento. El fertilizante granulado se sustituye por fertilizantes solubles en agua cuando se emplea fertirriego. Las plántulas se colocan en los hoyos y se les adiciona tierra a 2 cm o 3 cm de la base de la plántula, lo que facilita el crecimiento de las raíces (figura 28).



Figura 28. Trasplante de plántulas de tomate en un sistema de asocio con café.

Las recomendaciones para realizar el trasplante son: hacerlo en horas de la mañana, efectuar un riego previo al almácigo y al terreno de siembra para que las plantas dispongan de humedad suficiente, evitar el trasplante de plantas con coloración púrpura o deficiencias en las hojas, utilizar plantas que cuenten con un buen desarrollo radical y se encuentren libres de plagas o enfermedades, usar un hoyo levemente más grande que el adobe.

⁶ Monge, J. 20 jul. 2016. Producción de plántulas de tomate mediante ambiente protegido y producción a campo abierto [correspondencia personal]. Alajuela, Costa Rica, Almatropic S.A.

Fertilización y riego

Una fertilización eficiente es aquella que proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y en el momento en que el cultivo tiene la mayor demanda. A través de la fertilización se aplica el elemento faltante y se mantiene un equilibrio adecuado entre los elementos del suelo y la planta (Jaramillo *et al.* 2007).

Para calcular la cantidad de fertilizante que se debe aplicar es necesario conocer las necesidades del cultivo. El aporte se calcula como la diferencia entre lo que necesitan las plantas y la cantidad que contiene el suelo. En este caso se recomienda hacer un análisis químico del suelo. La muestra puede ser tomada con la ayuda de un barreno, un palín o una pala (figura 29). Es recomendable tomar veinticinco muestras de cada lote y revolverlas bien. Luego se coloca 1 kg o 2 kg de tierra en una bolsa de plástico. Seguidamente, la muestra de suelo se lleva a la Agencia de Extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería más cercana y luego es analizada en el Laboratorio de Suelos del INTA. También se puede analizar en otro laboratorio de suelos. Los resultados son entregados al agente de extensión, quien verifica las necesidades de nutrientes de la planta de tomate y se realizan los cálculos de las cantidades de fertilizante que requerirá el cultivo en el terreno muestreado.



Figura 29. Toma de muestras de suelo con la ayuda de un barreno para efectuar el análisis de nutrientes.

Cuadro 3. Nivel medio de nutrientes en el suelo requerido para el cultivo de tomate.

| Nivel medio | | |
|-------------|--------------|--------|
| pH | De 5 a 6 | |
| Acidez | De 0,3 a 1 | cmol/l |
| Ca | De 4 a 6 | cmol/l |
| Mg | De 1 a 3 | cmol/l |
| K | De 0,2 a 0,5 | cmol/l |
| P | De 12 a 20 | mg/l |
| Cu | De 0,5 a 1 | mg/l |
| Zn | De 2 a 3 | mg/l |
| Mn | De 5 a 10 | mg/l |
| Fe | De 5 a 10 | mg/l |
| Fe/Mn | 3 | |
| Ca/Mg | De 2 a 5 | |
| Ca/K | De 5 a 25 | |
| Mg/K | De 2,5 a 15 | |
| (Ca + Mg)/K | De 10 a 40 | |
| MO | | % |

Fuente: Molina 2016.

Si se toma una muestra de suelos de un lote determinado y se analiza su contenido de nutrientes de la siguiente manera:

De acuerdo con los resultados del análisis anterior, el pH, la acidez y el % MO fueron bajos. Los contenidos de los elementos mayores de Ca y Mg son bajos. El microelemento Zn en el suelo se encuentra en un nivel bajo; los nutrientes K, P, Cu y Mn, en un nivel medio, y el Fe, en uno alto. Existe un desequilibrio de cationes del Mg/K y (Ca + Mg)/K porque hay deficiencias de los nutrientes Ca y Mg y su relación con el K y el contenido de MO está también bajo (cuadro 4) (Gómez 2017)⁷.

⁷ Gómez, R. 15 feb. 2017. Interpretación de análisis de suelo y recomendación técnica de fertilización (correspondencia personal). Santa Bárbara, Costa Rica, AEA Santa Bárbara, MAG.

Cuadro 4. Interpretación de nutrientes y relaciones catiónicas en un análisis de suelo destinado a la siembra de tomate. Costa Rica, 2017.

| | Resultado | Unidades | Nivel |
|-------------|-----------|----------|--------|
| pH | 4,9 | | Bajo |
| Acidez | 0,10 | cmol/l | Bajo |
| Ca | 1,20 | cmol/l | Bajo |
| Mg | 0,40 | cmol/l | Bajo |
| K | 0,2 | cmol/l | Medio |
| P | 11 | mg/l | Bajo |
| Cu | 10 | mg/l | Alto |
| Zn | 0,9 | mg/l | Bajo |
| Mn | 12 | mg/l | Alto |
| Fe | 111 | mg/l | Alto |
| Fe/Mn | 9,25 | | Alto |
| Ca/Mg | 3 | | Normal |
| Ca/K | 6 | | Normal |
| Mg/K | 2 | | Bajo |
| [Ca + Mg]/K | 8 | | Bajo |
| M0 | 3 | % | Bajo |

Fuente: Gómez 2017⁷.

De acuerdo con los resultados del análisis del suelo, se recomienda aplicar fertilizantes a los 15, 35, 55 y 75 DDT y multiminerales una vez por semana (Gómez 2017)⁸.

Una propuesta de fertilización puede ser la siguiente:

| | Fórmula completa | Sacos |
|------------|------------------|-------------|
| Trasplante | 10-30-10 | 6 sacos*/ha |
| 15 DDT** | 15-15-15 | 6 sacos/ha |
| 35 DDT | 18-6-12-4 | 8 sacos/ha |
| 55 DDT | 15-3-31 | 5 sacos/ha |
| 75 DDT | Magnesamón | 4 sacos/ha |

DDT: días después del trasplante
Sacos*= 42 kg

Fuente: Gómez 2017⁸.

8 Gómez, R. 15 feb. 2017. Interpretación de análisis de suelo y recomendación técnica de fertilización (correspondencia personal). Santa Bárbara, Costa Rica, AEA Santa Bárbara, MAG.

Fertilización requerida en la etapa de almácigo

En Costa Rica Quesada y Méndez (2005) recomiendan que en la etapa de almácigo de tomate se aplique la fórmula completa 12-60-0, a razón de 2,5 g/l de agua a los cuatro, ocho y doce días después de la siembra, ya que esta contiene más fósforo para el desarrollo de las raíces. Seguidamente, sugieren aplicar la fórmula completa 20-20-20 a razón de 2,5 g/l a los diez, catorce, dieciséis, dieciocho, veinte y veintidós días posteriores a la siembra, que aporta durante el periodo del almácigo un contenido de macronutrientes de 4400 ppm de N, 3520 ppm de P y 2900 ppm de K.

Fertilización requerida después del trasplante

El tomate requiere una alta disponibilidad de macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, S y micronutrientes como Fe, Mn, Cu, B y Zn. A partir del trasplante y hasta la floración, la relación de fertilización de nitrógeno y potasio debe ser 1:1. Al inicio del llenado del fruto la cantidad de K debe ser mayor (N/K 1:2 o 1:3) por su contribución en la maduración y el llenado de frutos (Jaramillo *et al.* 2013).

La absorción de macronutrientes se eleva a partir de la floración (45 días) y hasta el inicio de la maduración de los frutos (noventa días), donde se acumula la mayor cantidad de nutrientes (Jaramillo *et al.* 2013).

Rojas y Castillo (2007) recomiendan que en Costa Rica se aplique al cultivo de tomate 200 kg/ha de nitrógeno, 450 kg/ha de fósforo y 150 a 200 kg/ha de potasio, distribuidos durante el ciclo de cultivo. Cuando se aplica el fertilizante granulado, debe colocarse alrededor de la planta y taparse con tierra. También puede aplicarse en espeque a la par de la planta.

Los micronutrientes se aplican al follaje para que sean absorbidos por las hojas. Las fuentes de fertilizantes foliares son sales o quelatos y compuestos orgánicos (Molina 2016). El agricultor aplica al menos una vez por semana elementos menores al follaje, junto con insecticidas o fungicidas.

La nutrición foliar brinda una nutrición rápida y asegura altos rendimientos cuando la absorción de nutrientes del suelo es ineficiente o cuando el ciclo de cultivo es corto. En épocas críticas los fertilizantes foliares son ideales para el tratamiento de deficiencias nutricionales. Si hay problemas de deficiencia de calcio o de un microelemento, se suplementa con aplicaciones dirigidas al follaje una vez por semana (Haifa Chemicals 2014).

Para realizar una fertilización adecuada durante el desarrollo del cultivo es conveniente llevar a cabo un muestreo de las hojas con pecíolos más recientes y totalmente abiertas, ubicadas debajo del racimo de la última flor abierta (Haifa Chemicals 2014). Se deben tomar de quince a veinte muestras a media floración, en el punto de crecimiento de la tercera y cuarta hoja de la planta, con el fin de complementar la fertilización del suelo (Aldana 2011).

En el comercio se encuentran diversas fórmulas para la siembra de tomate, entre ellas 10-30-10, 10-30-10-3,6 (S), 12-24-12, 12-24-12-2, 13-26-6, 12,30-8, 8-40-12, 12,4-37,4-12,4 y 15-30-15 (Molina 2016).

Las fórmulas que se encuentran a la venta para el crecimiento y el desarrollo de la planta de tomate son: 15-15-15, 19-19-19, 19-4-19-30-0,1-1,8(S), 15-3-20-6, 12-11-18-3-8(S), 26-0-26, 15-3-31, 18-5-15-6-0,2-7,3(S), 15-2,5-24-3-0,5-2(Zn) y 18-0-26-4-0.3-5(S) (Molina 2016).

Cuadro 5. Funciones de los nutrientes en el cultivo de tomate, síntomas de deficiencias, excesos y generalidades en el cultivo de tomate.

| Nutriente | Funciones | Deficiencias | Excesos | Corrección de la deficiencia | Generalidades |
|-------------|---|--|--|---|---|
| Nitrógeno | <p>Es parte de compuestos orgánicos esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, la pared celular y los citocromos.</p> <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> | <p>Se presenta amarillamiento en las hojas viejas, las hojas nuevas son más pequeñas, los tallos son espesos y duros, hay caída de botones florales, el cuaje es pobre y los frutos son de menor tamaño.</p> | <p>Produce un exagerado crecimiento vegetativo, provoca la caída de las flores, una maduración irregular y afecta la producción. Puede producir deficiencia de K o Mg.</p> | <p>Abonar con nitratos (ni-trato amónico, nitrato de calcio, nitrato potásico), urea, soluciones N-P-K, materia orgánica a largo plazo.</p> | <p>La planta requiere cantidades altas de N durante el crecimiento y aplicaciones suplementarias después del inicio de la etapa de fructificación.</p> <p>Aplicar al menos el 50 % del N total como nítrico (NO₃-).</p> <p>El nivel óptimo de N en la hoja es de 3,5 % a 5 %.</p> |
| Fósforo | <p>Es parte de compuestos orgánicos esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, la pared celular, los citocromos, las enzimas o es un activador enzimático.</p> | <p>Las hojas viejas se tornan de color púrpura intervenal, los tallos aparecen más delgados y pequeños, las hojas maduras se curvean hacia abajo, hay pocas ramas laterales y las raíces cambian a color café.</p> | <p>Bloquea elementos como Fe, Zn o Cu.</p> | <p>Aplicar abono al fondo con un fertilizante fosforado: superfosfato de cal, fosfato monoamónico (MAP), fosfato monopotásico (MKP), ácido fosfórico y fosfatos naturales, entre otros.</p> | <p>El nivel más bajo en que se debe encontrar el análisis foliar es de 0,1 % y el nivel óptimo es de 0,4 % a 0,8 %.</p> |
| AEA Potasio | <p>Intervienen en la regulación del potencial hídrico u osmótico de las células y su turgencia.</p> <p>Forman parte de enzimas o son activadores enzimáticos.</p> <p>Mejoran la resistencia a la marchitez, aumentan la resistencia a enfermedades, elevan el contenido de sólidos y el sabor y el contenido de licopeno en el fruto.</p> | <p>Hay necrosis marginal en las hojas más viejas, clorosis, tallos más pequeños e internudos cortos, aborto del fruto y las frutas no tienen sabor.</p> | <p>Bloquea elementos como el hierro, el zinc, el magnesio o el manganeso.</p> | <p>Aplicar nitrato potásico, sulfato potásico o fosfato monopotásico.</p> | <p>Al inicio el potasio se absorbe en forma lenta y se aumenta en la etapa de floración y durante el desarrollo del fruto. El contenido de K en el análisis foliar debe encontrarse entre el 2,8 % y el 4,5 %. El potasio es el nutriente que la planta consume más; el 73,8 % de este es absorbido durante el proceso de fructificación.</p> |

| Nutriente | Funciones | Deficiencias | Excesos | Corrección de la deficiencia | Generalidades |
|-----------|--|--|--|--|--|
| Calcio | <p>Es parte de compuestos orgánicos esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, la pared celular y los citocromos.</p> <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> <p>Es necesario para mantener el equilibrio electroquímico de las células.</p> | <p>Produce la muerte del punto de crecimiento y las yemas florales, las hojas de las plántulas jóvenes se deforman, se produce necrosis en el ápice del fruto y la quema de las raíces.</p> | <p>Produce manchas doradas causadas por la acumulación de oxalato de calcio bajo la piel y manchas pequeñas en los hombros de la fruta.</p> | <p>Efectuar una pulverización foliar o aplicar al suelo con nitrato de calcio, calcio quelatado.</p> | <p>El transporte del Ca se da en forma pasiva por el xilema. El consumo mayor se da desde la floración, el desarrollo del fruto y la cosecha. Solo el 5 % del Ca se encuentra en el fruto.</p> <p>El contenido de Ca en el análisis foliar debe encontrarse de 0,9 % a 2,0 %.</p> |
| Magnesio | <p>Es parte de compuestos orgánicos esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, la pared celular y los citocromos.</p> <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> <p>Es necesario para mantener el equilibrio electroquímico de las células.</p> | <p>El tejido intervenal de las hojas más viejas se torna de color amarillo y blanco necrótico. Las hojas se curvan hacia el haz, se necrosan y caen en forma prematura. Cuando la deficiencia es severa, las hojas viejas se mueren y se reduce la producción.</p> | <p>Dificulta la asimilación del potasio y puede ocasionar una carencia inducida del K por antagonismo.</p> | <p>Aplicar dolomita, nitrato o sulfato de magnesio, magnesio en quelato.</p> | <p>El Mg se requiere mayormente en la etapa de desarrollo y maximiza la concentración en el follaje, desde la prefloración hasta la etapa de maduración de los frutos.</p> <p>Un cultivo de tomate consume hasta 60 kg/ha de Mg. En caso de realizar un análisis foliar, el Mg no debe encontrarse por debajo del 0,4 %.</p> |
| Azufre | <p>Es parte de compuestos orgánicos esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, la pared celular y los citocromos.</p> <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> <p>Estimula el crecimiento y la producción de la semilla.</p> | <p>Las plantas jóvenes presentan tallos delgados, leñosos y alargados, las hojas son rígidas y curvadas hacia abajo, hay clorosis intervenal. Los tallos, las venas y los pecíolos adquieren una coloración púrpura, hay manchas necróticas en los márgenes y las puntas de las hojas viejas, los frutos tienen maduración incompleta.</p> | <p>Puede provocar fitotoxicidad en las hojas, la presencia de manchas amarillas que se necrosan y un crecimiento retardado de la planta.</p> | <p>Aplicar azufre al suelo o cualquier fertilizante que contenga sulfato.</p> | <p>Se debe aplicar todo en la aplicación base y junto con el nitrógeno. El contenido normal de S en la hoja es de 0,2 % a 0,4 %.</p> |

| Nutriente | Funciones | Deficiencias | Excesos | Corrección de la deficiencia | Generalidades |
|-----------|---|--|--|---|---|
| Boro | <p>Es parte de compuestos orgánicos esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, la pared celular y los citocromos.</p> <p>Forma parte de las enzimas o es un activador enzimático.</p> <p>Asegura el buen crecimiento de los brotes, una buena floración, cuajado, fructificación y maduración uniforme del fruto.</p> | <p>Los puntos de crecimiento mueren y se pierde la producción.</p> <p>Las hojas son pequeñas, se enrollan hacia dentro y se deforman.</p> <p>Hay puntos cloróticos entre las venas de color amarillo-anaranjado, frutos con grietas o lesiones corchosas similares a roces por viento o el oscurecimiento interno.</p> | <p>Se producen pequeñas manchas café a lo largo de los márgenes de las hojas.</p> | <p>Aplicar foliar o vía en el fertirriego boro quelatado, en la prefloración.</p> | <p>El nivel más bajo del análisis foliar es <15 ppm y el nivel óptimo se encuentra entre 35 ppm y 60 ppm.</p> |
| Cobre | <p>Es parte de compuestos orgánicos esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, la pared celular y los citocromos.</p> <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> | <p>Las hojas se enrollan, los pecíolos se doblan hacia abajo, se pierde la turgencia en las hojas jóvenes. Algunas hojas desarrollan manchas necróticas hundidas.</p> | <p>Crea una deficiencia de hierro.</p> | <p>Pulverización foliar con oxiclورو de cobre (0,4 %).</p> | <p>En el análisis foliar el Cu debe encontrarse entre 8 ppm y 20 ppm.</p> |
| Hierro | <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático. Interviene en los procesos respiratorios de la planta.</p> | <p>Hay presencia de clorosis foliar, los pecíolos se tornan de color rojo, se produce un amarillamiento generalizado en la planta. Si la deficiencia es severa, pueden aparecer manchas necróticas a lo largo del pecíolo, las hojas se hacen erectas, frágiles y se enrollan.</p> | <p>Es muy poco común, por la rapidez de la conversión del Fe soluble en compuestos insolubles no disponibles para la planta.</p> | <p>Aplicar quelato de hierro vía foliar, en fertirrigación o al suelo.</p> | <p>Las hojas necesitan por lo menos 60 mg/kg de hierro antes de la floración para impulsar el crecimiento. En el análisis foliar debe encontrarse por igual o por encima de 80 ppm.</p> |

| Nutriente | Funciones | Deficiencias | Excesos | Corrección de la deficiencia | Generalidades |
|----------------|---|--|--|--|--|
| Mangane- so | <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> <p>Constituye un elemento importante en la formación de la clorofila.</p> | <p>En las hojas sucede una ligera clorosis intervenal.</p> | <p>Se producen depósitos negros alrededor de las venas y amarillamiento en los alrededores, la deficiencia es poco común. Ocurre por un mal manejo de la fertilización con aguas muy ácidas o suelos con un pH inferior a 5.5.</p> | <p>Emplear un corrector a base de manganeso.</p> | <p>El manganeso no es muy móvil en la planta y para prevenir la deficiencia es mejor realizar aplicaciones foliares. De acuerdo con los análisis foliares, el Mn debe aparecer en cantidades iguales o por encima de las 50 ppm a las 125 ppm.</p> |
| Zinc | <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> <p>Promueve un buen crecimiento de los brotes y el crecimiento vegetativo.</p> <p>Interviene en la formación de la clorofila.</p> | <p>Se dan anomalías en el desarrollo de la planta (entrenudos más delgados y cortos, hojas pequeñas y más gruesas, manchas irregulares cloróticas. Cuando la deficiencia es severa, las hojas mueren y se caen, las flores se marchitan, los frutos son pequeños y maduran prematuramente.</p> | <p>Tiene lugar un amarillamiento intervenal en las hojas.</p> | <p>Aplicar un corrector de carencias a base de zinc, con mezclas de Mn + Zn, Bo + Mn + Zn.</p> | <p>Aplicarlo durante todo el ciclo del cultivo y antes de la floración. Las aplicaciones se efectúan directamente al follaje. El contenido de Zn en el análisis foliar óptimo debe ser de 25 ppm a 60 ppm.</p> |
| Molibdeno | <p>Forma parte de enzimas o es un activador enzimático.</p> | <p>Las hojas adquieren un moteado y hay clorosis intervenal.</p> | <p>Afecta el rendimiento, los síntomas son similares a los de la toxicidad del hierro, puede provocar deficiencia de otros nutrientes</p> <p>(Mg y Ca) y se manifiesta en suelos ácidos.</p> | <p>Aplicar en pulverización o por fertirriego molibdeno, con otros microelementos o molibdato de amonio al suelo en dosis muy bajas.</p> | <p>El contenido de Mo en el análisis foliar óptimo es de 1 ppm a 5 ppm.</p> |

| Nutriente | Funciones | Deficiencias | Excesos | Corrección de la deficiencia | Generalidades |
|-----------|---|--|--|--|--|
| Cloro | Interviene en la regulación del potencial hídrico u osmótico de las células y la turgencia. | Se presenta marchitez y clorosis en la planta. | Produce quemaduras en las hojas que inician por el ápice y estas pueden caerse. | Muy poco común, ya que al aplicar agua de riego se suministra el Cl. | Por los bajos requerimientos de cloro no es común ver plantas con deficiencia en condiciones normales. |
| | Forma parte de enzimas o es un activador enzimático. Es necesario para mantener el equilibrio electroquímico de las células. | | | | |
| Sodio | Es necesario para el mantener el equilibrio electroquímico de las células. | Hay manchas cloróticas con puntos necróticos entre las venas o en los bordes de las hojas más jóvenes y marchitez. | Hay necrosis foliar y reducción del crecimiento de la raíz. Es común en suelos alcalinos sin drenaje y agua de riego con alta cantidad de Na. | | El contenido óptimo en la hoja es de 0,01 % a 0,10 %. |

Fuente: Tjalling 2006, FAO 2007, Medina *et al.* 2009, Bermejo 2011, Viveros Barber 2011, Cosmoagro 2012, Guerra 2013, Jaramillo *et al.* 2013, Haifa Chemicals 2014, Bloodnick 2016, Infojardín 2016, Richmond 2016.

Riego y fertirrigación

El cultivo de tomate, al igual que el resto de productos hortícolas, requiere una determinada cantidad de agua para obtener buenos rendimientos comerciales en épocas en las que la precipitación resulta insuficiente para el cultivo (Rojas y Castillo 2007).

Riego del almácigo

Debido a que las raíces del tomate son superficiales en la primera etapa de crecimiento, la aplicación de agua debe ser continua para proporcionar un óptimo desarrollo de las plántulas. La frecuencia del riego dependerá del sitio donde esté ubicado el semillero (lugares frescos o cálidos), el tipo de sustrato y las condiciones climáticas de cada región, para evitar deficiencias de humedad en el sustrato que afecten la germinación de las semillas. El riego debe aplicarse suavemente (figura 30) para evitar daños mecánicos.



Figura 30. Sistema de riego por aspersión en almácigos de tomate.

Riego del cultivo en el campo

Cuando la lluvia es escasa, se debe completar la cantidad de agua requerida por la planta a través del riego. Su manejo es fundamental para asegurar un buen rendimiento y la calidad de la fruta.

Se pueden aplicar uno o varios tipos de riego, dependiendo de las condiciones del cultivo y la accesibilidad del equipo adecuado: a. riego por gravedad, b. riego por goteo, y c. riego manual (Martínez *et al.* s.f.). En Costa Rica el más comúnmente utilizado es el riego por goteo, ya que

requiere una menor cantidad del líquido que el realizado por gravedad. Algunos productores lo utilizan para distribuir el fertilizante disuelto en el agua. Mediante el riego por goteo se logra un aumento en la cantidad y la calidad de la cosecha y en la sanidad general del cultivo (Rojas y Castillo 2007).

El riego por goteo permite un suministro constante y uniforme de agua gota a gota, que permite mantener el agua de la zona radicular en condiciones de baja tensión. Resulta más eficiente porque se pierde menos líquido, evita excesos de humedad en el follaje y reduce la incidencia de enfermedades (Fajardo *et al.* 2016).

Los productores emplean el riego por goteo también debido a las modificaciones en los patrones de lluvia derivados del cambio climático (figura 31). Incluso en la época lluviosa se utiliza para prevenir una posible merma del agua de lluvia que pueda afectar el cultivo. Los volúmenes y las frecuencias de aplicación del líquido van a depender de la textura, la estructura y la porosidad del suelo, y de la variedad de las plantas y del ciclo de vida en el que se encuentren (Rojas y Castillo 2007).

Los requerimientos de agua se calculan con base en la evapotranspiración potencial (Etp), que varía según el lugar. Además, es importante contar con información proveniente de la estación meteorológica más cercana (Ramírez 2017)⁹.



Figura 31. Riego por goteo en fincas de productores de Cartago.

Cuando hay escasez de agua en el cultivo de tomate se produce una reducción del crecimiento de las plantas, la absorción del calcio se ve disminuida y se genera un desequilibrio por deficiencia de calcio. La floración se ve afectada y se pueden perder algunos racimos. Por el

⁹ Ramírez, R. 28 mar. 2017. Dotación de agua para tomate (comunicación personal). Guanacaste, Costa Rica, Departamento de Investigaciones, INTA.

contrario, cuando se aplica agua en exceso, las raíces se mueren y se presenta un retraso en la floración y en los frutos (Tjalling 2006).

A fin de conocer los requerimientos de agua de la planta se utilizan instrumentos como los tensiómetros, que sirven para medir la disponibilidad del líquido en el suelo. Estos deben ser colocados en el área de riego, a la profundidad donde se ubique la mayor cantidad de raíces activas. De esta manera se obtiene el grado de pérdida de agua.

De acuerdo con algunos estudios, los máximos rendimientos del cultivo de tomate se obtienen efectuando el riego cuando los tensiómetros ubicados a una profundidad de 25 cm a 50 cm marcan de 50 a 70 centibares. El cultivo de tomate presenta la mayor sensibilidad del rendimiento al estrés de humedad en la etapa de floración (Alvarado 2009).

Fertirrigación

La fertirrigación es una técnica mediante la cual se aportan nutrientes a través del agua de riego. Entre sus ventajas se incluyen una uniforme aplicación del fertilizante y la determinación de la cantidad de agua y nutrientes adecuados según la demanda del cultivo (Rincón 2003).

Los fertilizantes utilizados normalmente en el fertirriego son sólidos o líquidos. Los sólidos deben ser altamente solubles en agua y tener las concentraciones más altas de nutrientes (Molina 2016).

Los fertilizantes a base de nitrógeno son: el nitrato de amonio, el nitrato de calcio, el nitrato de potasio y la urea; los que contienen fósforo son: el fosfato monopotásico, el ácido fosfórico y el fosfato monopotásico; los que llevan potasio son: el sulfato de potasio y el nitrato de potasio; los fertilizantes a base de magnesio son: el sulfato de magnesio y el nitrato de magnesio. Otros fertilizantes empleados en el fertirriego son el sulfato de zinc, el sulfato de manganeso, el sulfato de cobre, el ácido bórico y el molibdato sódico, entre otros (Molina 2016).

El tomate es relativamente tolerante a la salinidad. En el suelo saturado la conductividad eléctrica debe ser menor a 2,5 mS/cm y en el agua de riego, menor a 1,8 mS/cm, aunque puede elevarse un poco para mejorar los brix y la vida poscosecha de la fruta (Tjalling 2006).

Se recomienda utilizar agua de buena calidad y colocar dos cintas de riego a cada lado de la planta y cubiertas plásticas (Tjalling 2006).

Distancia de siembra

La distancia de siembra adecuada es aquella que permite un rendimiento máximo, una madurez uniforme de la fruta y una adecuada aireación de las plantas.

Cuando la densidad es alta, puede ocurrir competencia por los nutrientes, el agua y la luz entre las plantas y haber presencia de plagas y enfermedades, lo que dificulta la fertilización, el amarre, la poda y la cosecha, entre otras prácticas.

En el cultivo de tomate a campo abierto se utiliza el sistema de siembra de línea simple o lineal en todas las zonas productoras. En Costa Rica se siembra a una distancia de 1,2 m a 1,6 m entre surcos y de 35 cm a 50 cm entre plantas (figura 32), dejando la arquitectura de la planta a dos ejes. En la época seca la distancia entre las plantas utilizada por los agricultores es menor porque la biomasa no es tan abundante como en la época lluviosa (Monge 2016)¹⁰.



Figura 32. Distancia de siembra de las plantas en el campo.

Es común utilizar el sistema de doble línea en invernaderos. Se hacen eras de 90 cm de ancho, espaciadas a 50 cm o 60 cm. Las plantas se colocan en hileras dobles con 50 cm o 60 cm entre estas. La distancia entre centros de cama puede variar de 1,40 m a 1,60 m, y los pasillos son de 0,8 m a 1 m de ancho (FAO s.f.).

Según el estudio de la agrocadena de tomate efectuado en la región Central Occidental, las densidades de siembra oscilan entre 14 000 y 16 000 plantas/ha. Los rendimientos obtenidos se ubican entre 35 000 kg/ha y 80 000 kg/ha en campo abierto. La densidad de siembra en ambientes protegidos se encuentra entre 20 000 plantas/ha y 22 000 plantas/ha (Díaz 2007).

¹⁰ Monge, J. 20 jul. 2016. Distancias de siembra en tomate a campo abierto (correspondencia personal). Alajuela, Costa Rica, Almatropic S.A.

Colocación de postes o tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida. Facilita el manejo general de la plantación y evita que los frutos toquen el suelo (Rojas y Castillo 2007). Se realiza de quince a veintidós días posteriores al trasplante.

Los postes pueden ser de caña india, caña brava (Díaz 2007) o bambú. Se colocan al centro de cada lomillo o cama y generalmente con una distancia entre postes de 2,5 m a 3 m de largo. En las cabeceras o al final de cada lomillo se coloca una caña de bambú con mayor grosor que el de los internos. Se recomienda enterrar los postes a 40 cm o 50 cm de profundidad y con una altura aérea de 2.5 m, para dar mejor soporte a las plantas y facilitar su desarrollo final (figura 33) (Monge 2016)¹¹.



Figura 33. Tutorado de tomate con caña brava para sostener la planta.

Amarre de las plantas

Es una práctica que se emplea para dar sostén y mantener las plantas erectas. Se utiliza un mecate tomatero para amarrar en forma horizontal los tutores o postes; es colocado a partir de los primeros 60 cm de altura de la planta. Conforme la planta va creciendo se colocan hiladas de mecate tomatero que sirve como espaldera para la planta de tomate. La planta se amarra al mecate tomatero con ayuda de rafia, hilo o hebra tomatera a un extremo del tallo de la planta y se debe tener cuidado de no tensarlo para que no se estrangule. El número de hileras de mecate tomatero depende del crecimiento de la planta. Los cultivares de crecimiento

11 Monge, J. 20 jul. 2016. Tutorado en tomate [correspondencia personal]. Alajuela, Costa Rica, Almatropic S.A.

indeterminado necesitan tres o cuatro hileras de mecate, mientras que las de crecimiento determinado requieren una o dos hileras. Esta labor se debe hacer lo antes posible para evitar que la rama o el tallo principal se doble (figura 34).



Figura 34. Proceso de amarre de la planta de tomate.

Colocación de bandas o techos plásticos

Es una práctica de campo que se utiliza para proteger las plantas de la lluvia. Estas bandas o techos son de bajo costo, fáciles de instalar y eficientes para disminuir la incidencia de enfermedades fungosas y bacteriales en la plantación.

Se emplean plásticos transparentes cuyo ancho oscila entre 0,8 m y 1,2 m. Deben quedar tensados con un mecate en otra regla, manteniendo cierto grado de inclinación para evitar la acumulación de agua. En caso de ser destruidas por el viento, se deben sustituir las bandas plásticas para evitar problemas con patógenos (figura 35) (López 2014).



Figura 35. Colocación del plástico tomatero sobre los tutores en la época lluviosa.

Para evitar que el viento levante el plástico, se recomienda utilizar mecates que tensen la parte superior y formen una estructura de amarre entre los plásticos de cada lomillo. Algunos productores colocan en los extremos de los plásticos bolinchas (canicas) o piedra cuarta, luego les dan una vuelta y amarran el plástico. De esa manera queda una estructura firme y sostenida por medio de los mecates. Otros colocan mecate cruzado sobre el plástico para evitar que se levante con el viento (figura 36) (Navarro 2015)¹².



Figura 36. Sistema de amarre del plástico entre los lomillos.

Formación de las plantas

Existen dos sistemas de manejar el crecimiento de las plantas: (1) La planta crece hacia arriba y puede sobrepasar los 2 m de altura hasta topar con el plástico y (2) la planta crece en forma vertical hasta 1,5 m y luego el agricultor empieza a dirigir la planta en forma horizontal encima de los mecates de sostén del tutorado (Infoagro Systems S.L. 2016). El número de tallos o ejes a emplear por planta se considerará en la poda de formación.

12 Navarro, F. 6 feb. 2015. Manejo cultivo de tomate [correspondencia personal]. Cartago, Costa Rica, UPANACIONAL.

Poda

Es una práctica dirigida a controlar el desarrollo de la planta a conveniencia del agricultor (figura 37), limitando el número de tallos productivos y la cantidad de frutos por planta. A cambio se obtiene una mayor precocidad y frutos más grandes con un mejor cuajado y de mayor calidad (Escobar y Lee 2009).



Figura 37. Sistema de poda de la planta.

Poda de formación

Esta práctica, importante para los cultivares de crecimiento semideterminado e indeterminado, se realiza entre los veinte y treinta días posteriores al trasplante. Consiste en dejar uno, dos o tres ejes (tallos) por planta. Lo más común es utilizar dos ejes por planta, conservando el tallo con mayor vigor y grosor y el eje ubicado por debajo de la primera inflorescencia, a fin de formar una arquitectura en forma de V. A través de esta práctica se eliminan los primeros tallos laterales y las hojas más viejas que se hallan por debajo del primer racimo floral. En el cultivo del tomate tipo *cherry* suelen dejarse de tres a cuatro ejes (figura 38) (Escobar y Lee 2009).



Figura 38. Poda de formación de la planta a dos ejes.

Esta práctica mejora la aireación de la planta, facilita la aporca y la aplicación de agroquímicos e influye en el tamaño de los frutos (Infoagro Systems S.L. 2016).

Poda de brotes axilares o destallado

Esta poda se basa en la eliminación de los brotes axilares o yemas y tiene el propósito de mejorar el desarrollo del tallo principal. Generalmente se realiza una vez cada quince días, junto con la aplicación de un fungicida-bactericida para evitar la entrada de patógenos a la planta (Infoagro Systems S.L. 2016).

Poda de hojas o deshojado

Es el proceso mediante el cual se eliminan las hojas bajas viejas o enfermas. Facilita la ventilación y reduce la humedad relativa en la planta y la fuente de inóculo de patógenos. Si la variedad de tomate tiene bastante follaje, se puede deshojar en la parte media de la planta.

Se debe evitar la eliminación de más de tres hojas por encima del racimo de los frutos, ya que la planta podría ser sometida a un estrés (Rojas 2015)¹³.

Poda apical o despunte

Consiste en eliminar la parte apical del tallo con el objetivo de detener el crecimiento vertical en los cultivares de crecimiento indeterminado, para mejorar el calibre de los frutos, dejando dos o tres hojas arriba de la última inflorescencia para dar sombra, nutrir el ramo y proteger el fruto del golpe de sol. Generalmente se realiza entre el sexto y el octavo racimo floral. El manejo de esta poda depende del cultivar a sembrar, las condiciones climatológicas, el desarrollo de la planta y su vigor, así como de las exigencias del mercado (Escalona *et al.* 2009).

13 Rojas, J. 20 jun. 2015. Manejo cultivo de tomate [correspondencia personal]. San José, Costa Rica, MAG.

Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Es una técnica que consiste en eliminar flores o frutos para homogeneizar y aumentar el tamaño y calidad de estos (Gásquez 2008).

Aporca de la planta

La aporca es una práctica de campo que se realiza después de la poda de formación, para favorecer el desarrollo de un mayor número de raíces. Consiste en cubrir la parte inferior de la planta con suelo, sustrato o abono orgánico. Se debe tener cuidado de no dañar los tallos ni las raíces, ya que las heridas sirven de entrada a los patógenos (Rojas y Castillo 2007). En plantas injertadas no se realiza porque puede contaminar la planta en el sitio de la unión del injerto.

Manejo de la polinización de los frutos

Se lleva a cabo en condiciones de invernadero y consiste en hacer vibrar las plantas para que ocurra el desprendimiento del polen. También se pueden utilizar abejorros (*Bombus terrestris*). La empresa Tomatísimo y productores de tomate en ambiente protegido de Zarcero emplean esta técnica. En otros países se ha comprobado que esta práctica incrementa en un 34 % la producción, además de eliminar la malformación de la fruta (Escobar y Lee 2009).

Tapavientos

Es una práctica que sirve para proteger los cultivos del viento; se le denomina tapavientos o rompevientos. Normalmente se utilizan cercas vivas como caña india (*Dracaena* spp), poró (*Erythrina* spp) y trueno (*Ligustrum lcidum*), entre otros. Asimismo, en el mercado nacional se usan barreras altas de lonas o mallas verdes o negras (*cover*) alrededor de los lotes de siembra, lo que evita que la fruta sufra aborto previo a su cosecha por el viento. Generalmente las mallas son tejidas para garantizar una gran resistencia a vientos de hasta 150 km/h.

Manejo de arvenses (malezas)

Las malezas son plantas indeseables, de cualquier especie vegetal, capaces de crecer de forma silvestre y no son el objeto directo de las actividades agrícolas, que compiten con el cultivo y afectan las cosechas (Enríquez 2015).

Las malezas compiten por luz, agua y nutrientes del suelo, algunas son capaces de excretar al medioambiente sustancias alelopáticas y son hospederas de patógenos e insectos plaga, aunque algunas de ellas pueden proveer refugio o alimento a enemigos naturales de plagas de los cultivos (Escobar y Lee 2009).

En los países en desarrollo las pérdidas anuales causadas por las malezas en la agricultura se estiman en 125 000 000 t de alimentos (Labrada y Parker 2016).

En lo que respecta al cultivo de tomate, la época crítica de competencia ocurre entre los treinta y cinco y los setenta días después del trasplante. Las arvenses comunes en zonas del trópico húmedo, subhúmedo y seco se indican en el cuadro 6 (Enríquez 2015).

Cuadro 6. Arvenses comunes en zonas del trópico húmedo, subhúmedo y seco.

| Arvenses comunes de zonas del trópico húmedo | Arvenses comunes de zonas del trópico subhúmedo | Arvenses comunes de zonas del trópico seco |
|---|--|---|
| <i>Blechum pyramidatum</i> camaroncillo Familia Acanthaceae | <i>Ageratum conyzoides</i> santa lucía Familia Compositae | <i>Sida acuta</i> Burm f. escobilla Familia Malvaceae |
| <i>Commelina difusa</i> canutillo | <i>Emilia fosbergii</i> L. clavelillo | <i>Amaranthus spinosus</i> L. bleado |
| <i>Bidens pilosa</i> moriseco | <i>Galinsoga ciliata</i> (Raf) Blake mielcilla | <i>Polanisia viscosa</i> cachitos |
| <i>Eclipta alba</i> botón blanco o botoncillo | <i>Galinsoga ciliata</i> (Raf) Blake mielcilla | <i>Baltimora recta</i> L. mirasol |
| <i>Phyllanthus niruri</i> L. tamarindillo | <i>Melampodium divaricatum</i> L. y <i>M. perfoliatum</i> L. flor amarilla | <i>Cyperus rotundus</i> L. coyolillo |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> L. guardarrocío o hierba de conejo | <i>Eleusine indica</i> L. pata de gallina | <i>Portulaca oleracea</i> L. verdolaga |
| <i>Mimosa púdica</i> L. dormilona | <i>Borreria laevis</i> (Lam) Griseb botoncillo | <i>Cynodon dactylon</i> L. grama Familia Graminae |
| <i>Richardia scabra</i> L. chiquizacillo | <i>Solanum americanum</i> yerbamora | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) W.D. Clayton caminadora |
| <i>Drymaria cordata</i> nervillo | <i>Verbena litoralis</i> verbena | <i>Desmodium</i> sp pega pega |
| | | <i>Boerhavia erecta</i> L. golondrina |

Fuente: Enríquez 2015.

Control cultural

Una vez que el cultivo está establecido en la finca, se realizan las deshierbas con azadón, moto guadaña o machete, comunes en fincas pequeñas. En la época lluviosa las deshierbas son más frecuentes porque las malezas crecen más rápidamente que en la época seca (figura 39).



Figura 39. Finca de tomate que aplica una práctica de control cultural de arvenses mediante la chapea.

A continuación, se presentan algunas prácticas culturales para el control de malezas (cuadro 7).

Cuadro 7. Prácticas culturales para minimizar la competencia de las malezas.

| Tipo de práctica | Descripción de la práctica |
|-----------------------------------|---|
| Prevención | Contempla cualquier práctica que reduzca la introducción, el establecimiento y la diseminación de nuevas malezas a otras áreas. Limpiar los equipos de labranza y las herramientas y utilizar trasplantes libres de semillas o propágulos de malezas son maneras de prevenir el ingreso de nuevas malezas al área de siembra. |
| Interferencia de los cultivos | Es el uso de diferentes técnicas como la siembra de multicultivos, el aumento de la densidad de siembra, el empleo de una variedad precoz y de crecimiento rápido, para que escape de la competencia de las malezas, o de coberturas vivas para reducir nichos disponibles para las malezas. |
| Periodo de plantación del cultivo | Se efectúa el trasplante de tomate con treinta días de ventaja del cultivo ante las malezas presentes en un lote. Es una práctica común en todo el país en el cultivo de tomate. |
| Enmiendas de suelo | Se aplican enmiendas para hacer el cultivo más competitivo. |
| Manejo del agua | El riego por goteo es localizado y favorece al cultivo, aunque no a las malezas. |
| Rotación de cultivos | Si el mismo cultivo se desarrolla continuamente durante varios años en el mismo lote, las malezas presentes pueden generar poblaciones altas y ser de difícil combate. Un ejemplo en el cultivo de tomate es rotar el terreno con una gramínea. |
| Uso de acolchados | Son capaces de inhibir la germinación de las semillas de malezas y se pueden usar residuos de cosecha de gramíneas o plásticos. |
| Deshierba o control mecánico | Se hace con machetes o azadones dos o tres veces durante el ciclo del cultivo. |

Fuente: Shenk 2010.

Control químico

En Costa Rica los agricultores utilizan los herbicidas para facilitar las labores de manejo del cultivo. Se pueden utilizar herbicidas selectivos o quemantes. La metribuzina es un herbicida selectivo, que se aplica en posemergencia y a los veinte días después del trasplante. Es eficiente para plantas anuales de hoja ancha y zacates y se aplica cuando las malezas tienen menos de 4 cm de altura. Otros herbicidas, que funcionan como quemantes, se aplican a las malezas que crecen en las calles, los surcos, los bordes del cultivo y brindan un control eficiente (Lozano 2010).

Manejo de las principales enfermedades abióticas

Independientemente de la región y las condiciones agroecológicas del país, algunas enfermedades fisiológicas o abióticas se presentan comúnmente en el cultivo de tomate, como se detalla en el cuadro 8.

Cuadro 8. Manejo de enfermedades abióticas más comunes.

| Enfermedad | Síntomas | Condiciones favorables para el desarrollo | Manejo de la enfermedad |
|--|---|---|---|
| Necrosis apical, pudrición distal del fruto (culo negro) | Se presenta cuando los frutos se encuentran a la mitad de su desarrollo y causa lesiones claras que se vuelven café oscuras y hundidas en el ápice de la fruta. Las lesiones crecen y se vuelven más hundidas y aparece una pudrición seca. Puede crecer moho negro en la superficie de la lesión, que puede afectar el tejido interno del fruto sin manifestar síntomas externos. | Ocurre por deficiencia de calcio. | Usar variedades resistentes, aplicar fertilizantes a base de calcio antes de la siembra; regar en épocas secas o aplicar abono foliar para suministrar humedad constante a la planta; evitar el uso excesivo de nitrógeno en forma de amonio, ya que aumenta la necesidad de calcio de la planta y reduce la disponibilidad del elemento en el suelo; y evitar daño a las raíces. |
| Agrietado, estrellado o rayado del fruto | Ocurren dos tipos de agrietamiento en la fruta: (1) agrietamiento radical, que causa la ruptura de la epidermis de la fruta y (2) agrietamiento concéntrico, que es la ruptura de la epidermis en patrones circulares alrededor del pedúnculo de la fruta. Estos agrietamientos ocurren hasta que la fruta ha madurado. Las lesiones que provoca al fruto son indeseables y le impiden calificar como producto comercializable. | Se presentan por desequilibrios hídricos, de fertilización o por la ocurrencia de temperaturas altas y humedades relativas bajas, cambios bruscos de temperaturas nocturnas después de un periodo de calor. | Usar variedades resistentes al agrietado, proporcionar riego y nutrición adecuada; en siembras desarrolladas bajo invernadero, hacer un manejo adecuado de la temperatura para reducir las pérdidas. |

| Enfermedad | Síntomas | Condiciones favorables para el desarrollo | Manejo de la enfermedad |
|----------------------------|--|--|--|
| Fruto hueco | Se presenta por fecundaciones anómalas; forma frutos huecos. | Tiene lugar como resultado de una excesiva aplicación de fitoreguladores y por efecto de la temperatura. | Hacer aplicaciones de desestresantes como ácidos húmicos y fúlvicos. |
| Enrollamiento de las hojas | Las plantas de tomate presentan un enrollamiento de las hojas viejas hacia arriba, las hojas se mantienen firmes y coriáceas. Aparentemente el crecimiento y la cosecha de las plantas no se ven afectados. | Ocurre por exceso de humedad del suelo o por excesiva poda. | Realizar drenajes adecuados para mantener los suelos aireados y usar cultivares con resistencia. |
| Planchado de las hojas | Los síntomas son hojas manchadas de color blanco y en el envés, la consistencia es acuosa. | Ocurre por exceso de radiación solar. | Hacer manejo de la sombra para evitar estos daños por luz excesiva. |
| Caída o aborto de flores | Aborto de las flores. | Ocurre por la presencia de temperaturas excesivamente altas y baja humedad, o por períodos demasiado largos de temperaturas bajas. | Utilizar cultivares resistentes, evitar aplicaciones excesivas de nitrógeno y aplicar riego en forma constante. |
| Cara de gato | Presencia de malformaciones y cicatrices severas en el fruto asociadas al extremo donde se cae la flor. Ocurre al final de la floración y algunas veces quedan orificios en la fruta que exponen sus lóbulos. Es común en la fruta grande. | Ocurre por cambios bruscos de temperaturas entre el día y la noche o por el herbicida 2,4 D. | Evitar aplicar altos niveles de nitrógeno en el suelo. |
| Quema de sol | Se presenta en frutos en estado verde maduro y se presenta como una decoloración de la cáscara del fruto como consecuencia de la exposición al sol y no hay un color homogéneo del fruto. | Sucede cuando el fruto se expone al sol, principalmente en época seca. | Usar variedades resistentes al marchitamiento; emplear un buen programa de aplicación de fungicidas, que reduzca las pérdidas por la insolación; reducir la poda, y cosechar la fruta con cuidado para reducir la defoliación y exposición del fruto a la luz directa del sol. |

Fuente: Jaramillo *et al.* 2007, Rojas y Castillo 2007, Díaz 2015, Seminis 2015, Botanical-online 2016, Ramírez s.f.



A



B



C



D



E



F



G



H

Figura 40. Síntomas de enfermedades abióticas A, B. Necrosis apical, C. agrietamiento. D. rayado del fruto, E, F, G. Cara de gato. H. Quema por sol. Alajuela, Costa Rica. 2014-2015.

Manejo de enfermedades fúngicas

La enfermedad foliar más común en las mayores zonas productoras del país es *Alternaria solani*, aunque la que afecta en la época lluviosa es el tizón tardío o apagón provocado por *P. infestans* (López *et al.* 2016). A continuación se detalla el manejo de las principales enfermedades fúngicas (cuadro 9).

Cuadro 9. Manejo de las principales enfermedades fúngicas.

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión y condiciones favorables | Síntomas | Manejo y control |
|--|--|--|--|
| Tizón tardío o apagón (<i>Phytophthora infestans</i>) | Está distribuido en todo el mundo y los hospederos son las solanáceas. Se ve favorecido por humedades relativas superiores a 90 % y temperaturas entre 10 °C y 25 °C. | Destruye el follaje, los tallos y los frutos de la planta en cualquier etapa de su crecimiento. Las lesiones son necróticas y pueden ser extensivas, son de color café y de forma circular, delimitadas por las nervaduras y con un halo clorótico a su alrededor, con un pequeño margen de agua sobre el follaje. En los frutos inmaduros las lesiones se presentan como grandes manchas café, vítreas, con superficie y contorno irregular. | Hacer lomillos altos para evitar el empozamiento, usar genotipos con resistencia, hacer rotación de cultivos (brassicas, gramíneas, cucurbitáceas, umbelíferas), emplear nutrición balanceada, aumentar la distancia de siembra en la época lluviosa, colocar bandas plásticas sobre el cultivo, eliminar los residuos vegetales del cultivo, las plantas voluntarias y las malezas. Usar fungicidas bajo un manejo integrado de plagas y de manera rotativa con clorotalonil, azoxitrobina y metalaxil + mancozeb, entre otros. |
| Tizón temprano o bajera (<i>Alternaria sp.</i> , <i>A. solani</i> , <i>A. lycopersici</i>) | Se trata de solanáceas. El tomate y la papa son los principales hospedantes. Se dispersa por acción del viento, la lluvia, el salpique de la lluvia y restos de plantas enfermas. Sobrevive en el suelo y en residuos de cosechas por más de un año. El patógeno es portado en la semilla y se favorece cuando hay rocío en periodos secos o cuando se aplica riego por aspersión. | Afecta cualquier etapa del desarrollo de la planta, siendo más frecuente en la fructificación. Causa daños severos y forma un chancro negro en el tallo a ras del suelo, afecta las hojas, los tallos, los frutos y los pecíolos. Aparece en las hojas bajas en forma de manchas pequeñas circulares o angulares, con anillos concéntricos. En los tallos y pecíolos son negras, alargadas y con anillos concéntricos. En los frutos las lesiones son de color café oscuro, levemente hundidas y cubiertas de numerosas esporas del hongo. | Hacer control de arvenses, eliminar los residuos de cosecha, aplicar riego por goteo y en la mañana, favorecer la aireación de las plantas, usar semillas o plántulas sanas y desinfectadas, mantener las poblaciones de nematodos bajas y utilizar fertilización adecuada para evitar el estrés de la planta. Emplear cultivares resistentes, utilizar abonos orgánicos y rotación de cultivos con leguminosas. Dentro de un manejo integrado de plagas se pueden utilizar en forma alterna fungicidas como boscalid + pyraclostrobin, ferban o sulfato de cobre pentahidratado para el control del patógeno. |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión y condiciones favorables | Síntomas | Manejo y control |
|---|---|---|---|
| <p>Fusarium o marchitez fungosa (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>)</p> | <p>Se encuentra en todo el mundo y se dispersa por medio de semillas contaminadas, el viento, labores del cultivo, plantas enfermas o herramientas contaminadas. Sobrevive en el suelo durante años. La temperatura óptima de desarrollo del hongo es de 28 °C.</p> | <p>La planta manifiesta una marchitez en verde de la parte aérea, aunque puede ser reversible. Los síntomas comunes son: caída de pecíolos de las hojas superiores y amarillamiento de las hojas inferiores, que avanza hacia el ápice hasta provocar la muerte de la planta.</p> | <p>Hacer control de arvenses, eliminar residuos de cosecha, aplicar riego preferiblemente por goteo y en la mañana, favorecer la aireación de las plantas, usar semillas o plántulas sanas y desinfectadas, emplear cultivares resistentes, hacer aplicaciones de abonos orgánicos y rotación de cultivos con leguminosas. Mantener bajas poblaciones de nematodos y una fertilización adecuada para evitar el estrés de la planta.</p> <p>Usar fungicidas en forma alterna y racional como clorotalonil, oxicloruro de cobre, mancozeb.</p> |
| <p>Pudrición de la base del tallo por fusarium (<i>Fusarium solani</i>)</p> | <p>Es favorecida por los suelos con pobre drenaje y compactados, el estrés hídrico, una fertilización desequilibrada o la aplicación de nitrógeno en forma de amonio. Los daños son severos en suelos desgastados y erosionados.</p> | <p>Los síntomas pueden ocurrir en plántulas recién sembradas, con una decoloración rojiza a café oscura, que luego se agrietan longitudinalmente. Las hojas bajas se vuelven amarillas y, paulatinamente, afecta el resto de la planta. También puede haber pudrición del tallo y marchitez de la planta.</p> | <p>Hacer una buena preparación del suelo, desinfectar las herramientas de trabajo, realizar la rotación de cultivos, eliminar plantas enfermas y restos de cultivos, sembrar variedades con resistencia, usar semilla certificada y plantas sanas, efectuar la solarización al suelo y elevar los lomillos o camas de siembra para evitar el empozamiento, usar coberturas plásticas para evitar el agua de lluvia sobre la planta y evitar el salpique, emplear fungicidas bajo un manejo integrado de plagas y fungicidas aprobados para el cultivo de tomate por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE).</p> |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión y condiciones favorables | Síntomas | Manejo y control |
|--|---|---|--|
| <p>Mal de talluelo (<i>Pythium aphanidermatum</i>, <i>P. myriotylum</i>, <i>P. arrhenomanes</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>)</p> | <p>Son comunes en todas las áreas tropicales donde se cultiva chile y tomate. El hongo sobrevive durante largos periodos en el suelo y puede persistir en residuos vegetales, raíces y arvenses. Se desarrollan con mayor facilidad en suelos húmedos, mal drenados o compactados, cuando existe alta humedad del suelo, alta densidad de plantas, mala ventilación, alta fertilización nitrogenada, en climas fríos, húmedos y nublados.</p> | <p>Se presenta en la etapa de emergencia o después de la germinación de las plántulas, por lo que la plántula no alcanza a emerger del suelo y aquellas que emergen, presentan daños en la base del tallo, como adelgazamiento y necrosis de los tejidos, que causa doblamiento del tallo. En los semilleros la enfermedad se presenta distribuida en pequeños parches. <i>Pythium</i> provoca lesiones oscuras que inician en el sistema radical y avanzan hasta la base de la planta. <i>Rhizoctonia</i> causa lesiones color café rojizo a oscuras y pueden afectar las raíces y el cuello de la plántula.</p> | <p>Usar semillas certificadas y trasplantes sanos, evitar sembrar las semillas directamente en el campo y emplear sustratos limpios, evitar el riego en exceso y semilleros mal drenados o cualquier exceso de humedad. Realizar solarizaciones al suelo, rotaciones de cultivos con gramíneas, la desinfección de las semillas y mantener buenos drenajes, lomillos altos para evitar el empozamiento y los riegos pesados.</p> |
| <p>Pudrición del cuello (<i>Sclerotium rolfsii</i>)</p> | <p>Es polífago y se encuentra en todo el mundo, afectando el tomate y otras hortalizas. Se disemina por suelos infestados, equipo y herramientas contaminadas, plántulas infestadas, el agua de riego, el viento y semillas. El hongo sobrevive en residuos de plantas o cultivos alternos hasta el siguiente ciclo de cultivo. La severidad es mayor cuando las temperaturas están entre los 30 °C y los 35 °C y la humedad es elevada.</p> | <p>El hongo causa mal de talluelo, marchitez gradual de las plantas, pudrición de las raíces, la corona y los frutos. Los síntomas inician en la base del tallo, luego se va secando y se observa micelio blanco. Es común ver las estructuras del hongo de color café y de forma circular. Los frutos pueden verse afectados si están en contacto con el suelo.</p> | <p>Eliminar plantas enfermas, hacer limpiezas y aporcas cuando las malezas están pequeñas, evitar el exceso de agua en el suelo o el riego excesivo, rotar los cultivos con gramíneas.</p> <p>Por otro lado, se recomienda el uso de fungicidas que se encuentren registrados para el cultivo de tomate ante el SFE.</p> |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión y condiciones favorables | Síntomas | Manejo y control |
|---|---|--|--|
| Mildiu polvoso o cenicilla (<i>Leveillula taurica</i> , <i>Erysiphe orontii</i> y <i>Oidium lycopersicum</i>) | Es un hongo parásito que ocasiona problemas serios en algunas regiones del mundo, tiene un amplio rango de hospederos (tomate, papa, berenjena, chile dulce, zanahoria, cebolla, alcachofa y otras especies de las malváceas, euforbiáceas y leguminosas). Sus estructuras pueden viajar largas distancias a través de fuertes corrientes de aire. Es capaz de desarrollarse en rangos de 10 °C a 35 °C, con un óptimo de 27 °C y una humedad relativa entre 52 % y 75 %. | Afecta el follaje de la planta e inicia con pequeñas manchas de color café amarillento en el haz de las hojas, que se vuelven necróticas en el centro y se puede mirar un micelio de color blanco en el envés. Seguidamente, las lesiones pueden unirse y la hoja se seca y se desprende. Los frutos se desarrollan pequeños y la producción se reduce. <i>O. lycopersicum</i> presenta micelio blanco superficial con bordes amarillos, seguido por amarillamiento, necrosis, desecación y defoliación. | Eliminar las arvenses y los restos de residuos del cultivo, usar variedades resistentes y trasplantar sanos. Bajo un manejo integrado de plagas se pueden emplear fungicidas como azufre, trifloxistrobina y carbendazina, entre otros. |
| Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>) | El hongo es un saprófito eficiente y un parásito débil, está distribuido por todo el mundo y tiene un amplio rango de hospederos. Sobrevive en el suelo o en residuos de plantas enfermas por largos periodos e infecta el tejido a través de heridas. Se disemina por la acción del viento y la enfermedad se ve favorecida por días nublados, condiciones húmedas y frescas o por la falta de ventilación. Los climas nublados, fríos y húmedos son indispensables para el desarrollo de la enfermedad. | Infecta a las plantas a través de lesiones, todas las partes superficiales de la planta y la infección inicial aparece como lesiones elípticas y acuosas, que pueden rodear el tallo y la planta muere. Bajo condiciones de humedad alta, las lesiones crecen y se vuelven grises y con moho. También afecta las flores y los frutos, formando lesiones esporuladas de color gris a café, que llegan a causar una pudrición acuosa. | Evitar la mala ventilación, hacer podas y desinfección de las heridas, eliminar las malas hierbas, los restos de cultivo y las plantas infectadas, controlar los niveles de nitrógeno y de calcio. En los invernaderos es mejor usar cubiertas plásticas que absorban la luz ultravioleta, hacer un manejo adecuado de la ventilación en bandas y en especial de la cenital y el riego. Utilizar fungicidas en forma racional y en alternancia, como carbendazina, clorotalonil y sulfato de cobre pentahidratado. |
| Marchitez por verticillium (<i>Verticillium albo-atrum</i> y <i>Verticillium dahliae</i>) | La marchitez por <i>Verticillium</i> es ocasionada por un hongo de suelo muy importante por la severidad de su ataque. Tiene un amplio rango de hospederos. Permanece en residuos de cosecha y su control es difícil, se ve favorecido por condiciones de temperaturas más frías. | La enfermedad causa marchitamiento en las hojas más viejas e inicia desde el margen de un foliolo, en forma de V amarilla, luego se vuelve café claro. Las hojas bajas cambian a color amarillo y se secan. Las plantas se mantienen pequeñas y no hay respuesta a la aplicación de fertilizantes o agua. El hongo penetra a las plantas por las raíces e interfiere en el transporte del agua, debido al bloqueo de los tejidos vasculares. | Usar variedades resistentes, material sano, eliminar plantas infectadas y malas hierbas, hacer solarización. |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión y condiciones favorables | Síntomas | Manejo y control |
|---|--|---|--|
| Cladosporiosis o Moho de la hoja (<i>Fulvia fulva</i> conocido anteriormente como <i>Cladosporium fulvum</i>) | Es ampliamente distribuido en regiones donde se cultiva el tomate en todo el mundo y su gravedad es superior en el tomate cultivado en invernadero. Es un saprofito efectivo y las estructuras del hongo sobreviven en el suelo y los residuos vegetales por al menos un año. Se disemina por la acción del viento, la lluvia, la ropa de los trabajadores y el equipo de cultivo. La humedad relativa alta (90 %) y las temperaturas cálidas (24 °C) son ideales para el desarrollo de la enfermedad, mientras que esta puede ocurrir entre 10 °C y 32 °C y no hay desarrollo de la enfermedad con HR por debajo de 85 %. | Las lesiones son de color verde o amarillento en el envés de las hojas más viejas y se desarrollan masas de las estructuras del hongo de color verde olivo a café, similares al terciopelo. A medida que avanza la enfermedad, las hojas inferiores se vuelven amarillas y se caen. Puede infectar los tallos, las flores y las frutas. En la fruta ocurre un daño en la parte apical, de color oscuro en la punta del cáliz. Es la segunda enfermedad de importancia de la fruta, después de <i>Alternaria</i> . | Procurar una buena circulación del aire y reducir la humedad relativa en menos del 85 %, utilizar variedades resistentes, hacer un manejo integrado de plagas, eliminar rastrojos y utilizar un buen programa de aplicación de los fungicidas registrados para el cultivo de tomate en el SFE. |
| Antracnosis o podredumbre negra (<i>Colletotrichum coccodes</i> , <i>C. dematium</i> , <i>C. gloesporioides</i> y otras especies). | Tiene un amplio rango de hospederos. El hongo puede permanecer varios días debajo la cutícula y la epidermis y al producirse bajas temperaturas, se activa y comienza a desarrollarse. La enfermedad se ve favorecida por temperaturas de 20 °C a 24 °C y una humedad libre en el follaje y los frutos. | Producen manchas en las hojas y los frutos similares a quemaduras de sol y no llegan a afectar la planta en general. La infección puede ocurrir en las frutas, los tallos, las hojas y las raíces, siendo los daños más severos los que tienen lugar en las frutas y raíces. La fruta se infecta cuando está verde, pero los síntomas no aparecen hasta que está madura. Las lesiones iniciales son hundidas y circulares y, al expandirse, se hunden y aparecen anillos concéntricos. Los centros de las lesiones se vuelven pardos y se desarrollan muchas manchas oscuras por las estructuras del hongo. | Evitar el riego por aspersión y que los frutos permanezcan en el suelo; realizar un control de malezas; utilizar un programa de aplicación de fungicidas, iniciando con la primera etapa del fruto verde y continuando hasta la cosecha para el control; efectuar una rotación de cultivos con no-hospederos y evitar las lesiones en la raíz. |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión y condiciones favorables | Síntomas | Manejo y control |
|---|---|---|--|
| Pudrición del fruto por <i>Rhizopus</i> o <i>Geotrichum</i> <i>Rhizopus</i> (<i>Rhizopus stolonifer</i>) | Es un hongo zigomicete que puede encontrarse en las frutas y la materia orgánica, formando una especie de moho. Es un patógeno débil y su importancia como tal se restringe a frutas almacenadas. | Las lesiones se desarrollan rápidamente y tienen apariencia acuosa. Se observa un micelio blanco del hongo junto con estructuras pequeñas y negras en tallos elevados, que puede propagarse a través de la superficie afectada. La pudrición de los frutos puede tener olor a fermentado. | Evitar lesiones al fruto o que este entre en contacto con el suelo, mejorar la aireación dentro de la plantación, hacer el riego por goteo, emplear variedades firmes y antigrietas para reducir las pudriciones y usar fungicidas que protejan contra algunos tipos de pudrición en el fruto. |
| Pudrición ácida (<i>Geotrichum candidum</i>) | El patógeno es un habitante del suelo, permanece viable sobre el suelo durante un año y afecta los frutos en la poscosecha. | La pudrición ocurre en tomates verdes y maduros e inicia desde la cicatriz del tallo y se extiende a otras partes del fruto. Puede formarse un crecimiento blanco del micelio del hongo y luego la fruta se agrieta. El fruto puede mantenerse firme hasta que la pudrición sea muy avanzada y, posteriormente, desarrolla un olor ácido. | |

SFE= Servicio Fitosanitario del Estado, MAG.

Fuente: Martínez *et al.* 2006, Infojardín 2007, Morsy *et al.* 2009, Cepeda *et al.* 2010, Díaz y López 2010, Martínez 2012, Sánchez 2012, Yaghmour *et al.* 2012, Rivera *et al.* 2014, Infoagro Systems S.L. 2015, SATA 2015, Seminis 2015.



A



B



C



D



E



F



G



H

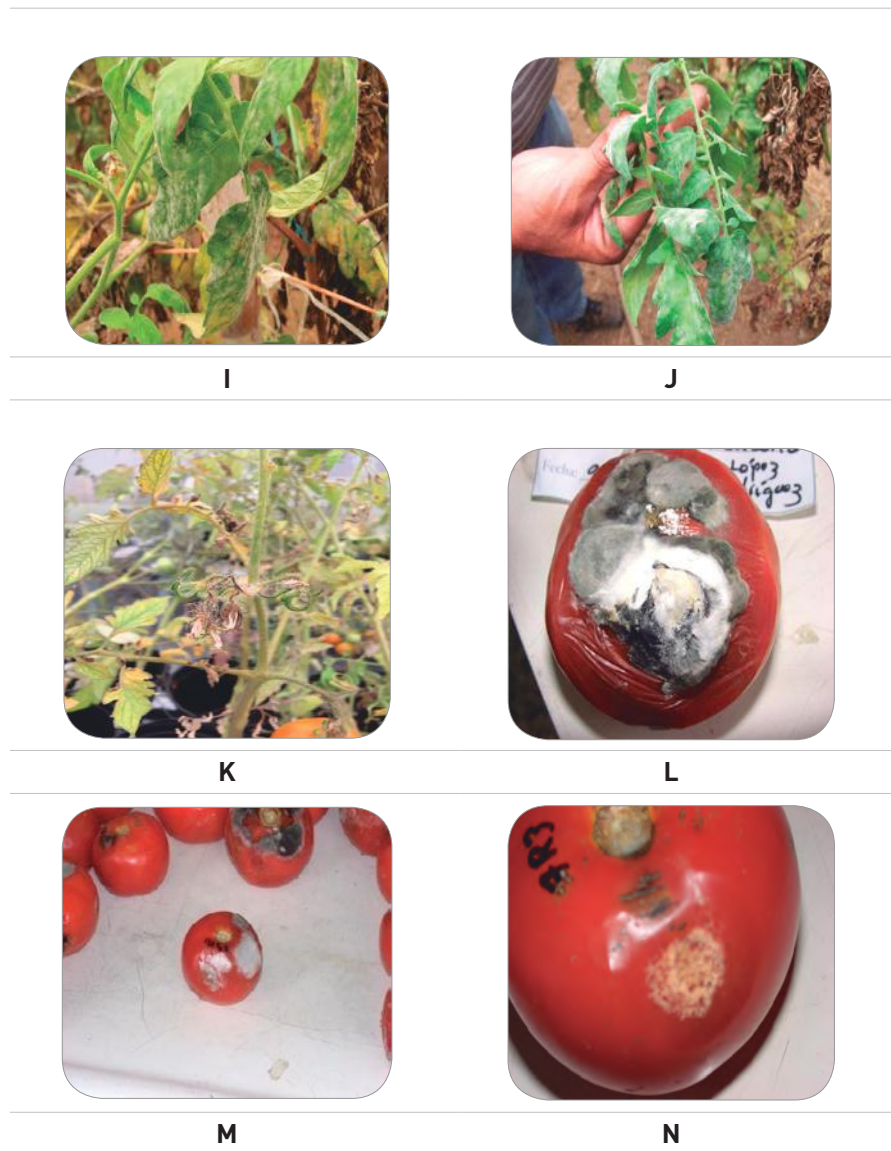


Figura 41. Síntomas de enfermedades fungosas A, B. Apagón en hojas y frutos (*P. infestans*), C, D. Necrosis foliar y de fruto de bajera (*Alternaria* sp), E, F. Síntomas por *F. oxysporum*. G. Síntomas por *F. solani*, H. Síntomas de mal de talluelo (*R. solani*), I, J. mildiú polvoso (*Leveillula taurica*), K. Daño por cenicilla (*Botrytis cinerea*), L, M. Daño y micelio de *Cladosporium*, N. Daño ocasionado por antracnosis (*Colletotrichum* sp).

Manejo de las principales enfermedades bacterianas

Entre las enfermedades bacterianas más limitantes en Costa Rica, está la marchitez bacteriana, la cual es muy severa, debido al uso continuado de siembras de tomate o solanáceas en el mismo lote de siembra.

Investigaciones realizadas por López y Quirós, S (2016) en el marco del PRIICA para determinar la resistencia de los genotipos ante *R. solanacearum*, indican que los híbridos de la Estación Fabio Baudrit Moreno presentaron menor incidencia y menor desarrollo de la enfermedad.

Cuadro 10. Manejo de las principales enfermedades bacterianas.

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión | Síntomas | Condiciones favorables para su desarrollo | Manejo y control |
|---|---|--|--|--|
| Maya o mancha bacterial (<i>Ralstonia solanacearum</i>) | Se distribuye en todo el mundo; se presenta en zonas tropicales y cálidas. Afecta cultivos como tomate, chile dulce, papa y berenjena. Otros hospedantes son <i>Solanum dulcamara</i> (amaradulce o uva de zorro), <i>Solanum nigrum</i> y el ornamental <i>Pelargonium hortorum</i> . Se propaga por agua de riego, tierra contaminada, equipos de preparación del suelo, plantas enfermas y residuos vegetales. | Se presenta en tejidos conductores del agua y bloquea los conductos, la planta se queda sin agua y muere manteniendo los frutos unidos a la planta. Los síntomas iniciales causan marchitamiento de hojas en la parte superior de la planta y amarillamiento en las hojas bajas. La marchitez se revierte en la noche, hasta que se hace irreversible y la planta muere. El exudado bacterial se nota, haciendo un corte transversal al tallo. | La enfermedad se favorece por temperaturas altas, suelos deficientes en nitrógeno o en potasio y excesiva humedad. | Utilizar cultivares con resistencia a la bacteria y plántulas libres de la enfermedad, hacer rotación de cultivos, elaboración de drenajes en la plantación, sembrar en suelo libre de la bacteria, eliminar plantas enfermas, residuos vegetales, evitar el riego por gravedad, utilizar riego por goteo y desinfectar equipo de campo, hacer aplicaciones de <i>Trichoderma</i> dirigido al suelo y a la base de la planta para el combate de la bacteria. |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión | Síntomas | Condiciones favorables para su desarrollo | Manejo y control |
|---|---|---|--|---|
| <p>Peca bacteriana/ Pringue bacterial/ Mancha negra del tomate (<i>Pseudomonas syringae</i> pv <i>tomato</i>).</p> | <p>Es una bacteria aeróbica facultativa, se distribuye por todo el mundo y dos razas del patógeno identificadas.</p> <p>Se dispersa por el viento, la lluvia, gotas de agua y cuando se emplea riego por aspersión. La bacteria penetra por estomas y heridas, y se puede encontrar semillas y restos vegetales contaminados.</p> | <p>Ataca todas las partes aéreas de la planta, hojas, tallos, pecíolos y flores, provocando manchas redondeadas en las hojas y más alargadas en los pecíolos y tallos, las cuales pueden coalescer, formando manchas necróticas irregulares a manera de pústula. Puede haber caída de las flores y deformación de los frutos. Los frutos aparecen con manchitas deprimidas o manchas pequeñas y sobresalientes. El problema más serio es cuando afecta plantas jóvenes, afectando las flores y puede reducir en un 75 % la cosecha.</p> | <p>Es favorecido por períodos largos de humedad, temperaturas entre 20-25 °C y agua libre sobre el tejido.</p> | <p>Evitar agua libre sobre las plantas y favorecer la ventilación, hacer aplicaciones preventivas de cobre al follaje, eliminar arvenses, plantas y frutos enfermos, utilizar semillas sanas o desinfectadas, manejar adecuadamente el riego, hacer una fertilización adecuada y según las necesidades del cultivo, emplear variedades resistentes y riego por goteo.</p> |
| <p>Pudrición suave bacteriana/ Necrosis de la médula (<i>Pectobacterium carotovorum</i>)= (<i>Erwinia carotovora</i>, <i>E. chrysanthemi</i>)</p> | <p>Es una bacteria peptolítica de regiones tropicales, que afecta hortalizas (lechuga, ajo, papa, camote, coliflor, chile dulce, melón, pepino, okra, tomate, arracache, entre otros).</p> | <p>Afecta plantas jóvenes, que presentan hojas de color amarillo y el daño inicia en la base del tallo y se extiende por los nervios principales. Planta o frutos afectados tienen olor muy fuerte por podredumbre de los tallos. En frutos causa pequeñas lesiones húmedas, que se vuelven blandas y decoloradas, se arruga y forma ampollas. Si afecta a las raíces, causa oscurecimiento de la base de la planta.</p> | <p>Es muy agresiva cuando las temperaturas son cercanas o superiores a los 30 °C.</p> | <p>Eliminar arvenses, plantas y frutos enfermos, utilizar semillas sanas o desinfectadas, desinfectar materiales y equipo de trabajo y productos a base de cobre a nivel preventivo.</p> |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión | Síntomas | Condiciones favorables para su desarrollo | Manejo y control |
|---|---|--|--|---|
| Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> , <i>X. perforans</i> , <i>X. gardneri</i>) | Está distribuida en todo el mundo. La bacteria penetra a la planta por aberturas naturales o heridas. Se propaga por semilla contaminada o por heridas en la planta. El patógeno persiste en residuos de plantas infectadas en el suelo durante al menos un año. | Al inicio, las hojas infectadas muestran lesiones pequeñas, oscuras que luego causan el amarillamiento de la hoja y apariencia mojada por la alta infección. Afecta hojas, tallos y frutos, y causa manchas de 2 a 3 mm que se vuelven angulares y la superficie puede parecer grasienta, con el centro traslúcido y el borde negro. El follaje joven es más susceptible y con más lesiones. | Se favorece por alta humedad, fuertes lluvias y vientos, el riego por aspersión y temperaturas cálidas entre 24 y 30 °C. | Usar semilla sana o tratada y variedades resistentes, limpiar el equipo de campo, evitar que la planta tenga agua libre y que haya buena ventilación, hacer aplicaciones preventivas de cobre al follaje, después de que llueva o haya condiciones favorables para la enfermedad. |
| Cáncer bacteriano del tomate (<i>Clavibacter michiganensis</i>) | La enfermedad es muy seria en tomate y está distribuida a nivel mundial. Sobrevive en el suelo, en restos de cosecha durante varios años, en plantas de tomate espontáneas, malezas, estructuras del invernadero y herramientas. Se transmite por semilla y por trasplante. Se disemina por la lluvia, riego por aspersión, viento, maquinaria y por las labores de manejo del cultivo. | La infección inicia en plantas jóvenes ocasionando necrosis en los márgenes de las hojas color café claro a oscuro en las hojas y tallos, y se observan pequeñas ampollas prominentes de color blanco. En plantas desarrolladas, ocurre amarillamiento de las hojas y necrosis marginal, en tallos y pecíolos se puede observar decoloración de los tejidos vasculares al realizar un corte. Las hojas infectadas mueren. Los tejidos vasculares toman un color café claro a rojizo, aunque las plantas más viejas son menos susceptibles que las jóvenes. Afecta los frutos, provocando manchas oscuras rodeadas de un halo blanco, similar a un ojo de pájaro. | Condiciones de elevada temperatura y humedad (18-24 °C y más del 80 % de humedad), son favorables para el desarrollo de la enfermedad y aplicación en exceso de nitrógeno. | Usar semilla limpia o material de trasplante sano, desinfectar el equipo de poda o injerto, eliminar plantas y frutas infectadas, desinfectar las manos del personal de trabajo para evitar la transmisión del patógeno, evitar las altas densidades de siembra y aplicaciones excesivas de fertilizante a base de nitrógeno. |

Fuente: Elaborado con base en Martínez *et al.* 2006, Urbina 2009, Martínez 2012, Araujo 2014, Ceballos *et al.* 2014, ASTA 2015, Infoagro Systems 2015, Alexander 2016, Ecured 2016, Infoagro Systems S.L. 2016, Junta de Andalucía 2016, López y Quirós, S 2016.



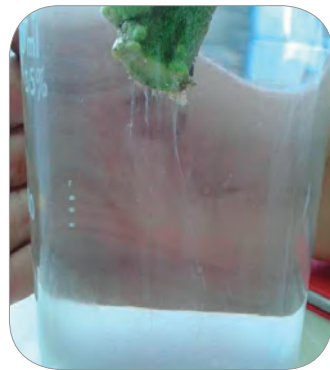
A



B



C



D



E



F



G



H



I



J

Figura 42. A, B, C. Síntomas de marchitamiento y muerte por *Ralstonia*, D. Exudado bacterial de *Ralstonia*, E, F. Síntomas de Peca bacteriana (*Pseudomonas syringae*). G, H. Síntomas de Pudrición suave en frutos (*Pectobacterium carotovorum*), I, J. Síntomas foliares de Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*). Alajuela, Costa Rica. 2014-2015.

Manejo de las principales enfermedades virales

Los virus son parásitos obligados del huésped, capaces de adueñarse de los mecanismos moleculares de la célula e inducir diversas enfermedades en las plantas. Existen ochenta géneros que provocan grandes daños a los cultivos (Armenta 2012).

La enfermedad ocasionada por el TYLCV ha ido en aumento, afectando con mayor severidad las plantas más jóvenes y menores de mes y medio después del trasplante (López 2016, López *et al.* 2016).

A continuación se analizan las enfermedades virales comunes en Costa Rica (cuadro 11).

Cuadro 11. Manejo de las principales enfermedades virales.

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión | Síntomas | Manejo y control |
|---|--|--|--|
| Virus del mosaico del tabaco (TMV) | Tiene muchos hospederos cultivables y otros silvestres, entre los que se incluyen la calabaza, el chile dulce, la lechuga, el frijol, la papa, el tomate, el melón y el pepino, entre otros. Es un <i>Begomovirus</i> y sobrevive en restos de plantas secas por cien años. Se transmite por medio de semillas y de forma mecánica (contacto) y no es transmitido por insectos. | Aparece en forma de mosaico verde claro y oscuro en las hojas. Los frutos no presentan síntomas y en las plantas afectadas se reduce el número y el tamaño de los frutos, que no maduran. Las hojas se encrespan y deforman y se reduce el follaje de la planta. En las plantas jóvenes infectadas se produce la reducción del crecimiento. | Usar variedades resistentes, sembrar plántulas sanas, eliminar las plantas enfermas, desinfectar las herramientas de trabajo y efectuar el lavado de manos de los trabajadores, tratar las semillas con un bactericida o realizar tratamiento térmico de dos a cuatro días a 70 °C sin afectar la germinación, utilizar plántulas vigorosas, controlar los insectos vectores, eliminar los residuos de cultivo, emplear una fertilización equilibrada y realizar un buen control de malezas. |
| Virus del enrollado de la hoja, virus de la cuchara (TYLCV) | Es ocasionado por el complejo de la mosca blanca- <i>Begomovirus</i> y adquirido por la larva de la mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> , que es transmitido por el adulto. La transmisión ocurre en forma persistente y circulativa. Los hospederos son el tomate, la berenjena, las plantas solanáceas y otras dicotiledóneas. Se transmite también a través de semilla contaminada proveniente de campos enfermos. | Los síntomas se presentan en los brotes con folíolos enrollados hacia el haz, clorosis marcada y reducción del área foliar, se reduce el tamaño de la lámina foliar, hay aborto de flores y los frutos reducen su tamaño y se vuelven pálidos. Puede haber abscisión de flores, falta de cuajado, frutos más pequeños y pálidos. En plantas jóvenes, provoca la reducción del crecimiento y de los rendimientos. | Utilizar trampas amarillas para la detección y la captura de insectos portadores del virus, colocar tapavientos, eliminar los residuos de cosecha, erradicar las plantas enfermas y los reservorios del virus, evitar el ingreso a plantaciones infectadas, usar cultivares resistentes e insecticidas para reducir las poblaciones de la mosca blanca en los primeros sesenta días a partir de la siembra de la semilla. |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión | Síntomas | Manejo y control |
|---|---|--|--|
| Virus del bronceado del tomate o marchitez manchada del tomate (TSWW) | El virus es polífago, pertenece a la familia de los tospovirus, se transmite por trips de modo persistente circulativo y se multiplica dentro del insecto. Ha sido encontrado en muchos países de los cinco continentes, situados en la zona templada y subtropical del mundo. Los principales hospedantes del virus son los crisantemos, las cucurbitáceas, el frijol, el geranio, la manzana, la lechuga, el maní, la papa, el pimiento, el tabaco y el tomate, entre otros. El virus no se transmite por medios mecánicos. | Provoca síntomas como enanismo, necrosis, clorosis, atrofia-miento y lesiones locales en las plantas, lesiones negras en los pecíolos, manchas foliares necróticas, hojas curvadas y reducción del crecimiento, frutos con lesiones de color amarillo o café y maduración irregular. Algunas plantas afectadas pueden morir por necrosis severa. | Efectuar el control del insecto transmisor del virus (trips), disminuir las fuentes de inóculo provenientes de plantas infectadas, malezas, residuos de cosecha y frutos, sembrar variedades resistentes, usar control biológico de trips utilizando ácaros <i>fitoseidos</i> del género <i>Amblyseius</i> y antocócidos del género <i>Orius</i> , dentro de un manejo integrado de plagas, hacer rotación de cultivos, colocar mallas finas en puertas y ventanas en los invernaderos, usar trampas pegajosas de color azul para capturar trips y llevar a cabo un control químico según un manejo integrado de plagas con insecticidas como cipermetrina y deltametrina. |
| Virus de la clorosis del tomate (ToCV) | Es un crinivirus transmitido de forma semipersistente por moscas blancas como <i>Bemisia tabaci</i> y <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . En Costa Rica este virus fue detectado por primera vez en el año 2007 en tomate sembrado a campo abierto y en invernadero en El Guarco de Cartago. | Los síntomas inician con una clorosis muy marcada en las hojas bajas o intermedias de la planta, que va agravándose conforme la hoja envejece. En las hojas se presentan manchas de color café a ligeramente púrpura o lesiones necróticas. Cuando la enfermedad avanza, las hojas viejas se enrollan hacia arriba y se vuelven frágiles y quebradizas. El desarrollo de las plantas se ve reducido, así como los frutos y el rendimiento. | Usar almácigos producidos en invernaderos, con malla anti-insectos y en buenas condiciones, utilizar trampas pegajosas amarillas para la captura del insecto, eliminar los residuos de cosecha y las plantaciones viejas, hacer rotación de cultivos con especies diferentes a la familia de las solanáceas, efectuar un control químico de las arvenses y del insecto y utilizar variedades resistentes. |

| Enfermedad | Distribución, hospederos, dispersión | Síntomas | Manejo y control |
|-------------------------------------|---|---|--|
| Virus del mosaico del tomate (ToMV) | Pertenece al género <i>Tobamovirus</i> , se encuentra distribuido por todo el mundo y provoca daños en cultivos de tomate en ambientes protegidos y a campo abierto. Afecta otros cultivos de la familia Solanaceae como el chile dulce, la berenjena, el tabaco y otras especies como el pepino dulce, las familias Aizoaceae, Rosaceae, Amaranthaceae y Chenopodiaceae, entre otras. Es transmitido de planta a planta por las manos de los trabajadores, la ropa y las herramientas. Sobrevive en las semillas, los residuos del cultivo y el suelo y puede persistir durante largos periodos. | Tienen lugar alteraciones en la forma y el color de los folíolos, moteados verde claro y oscuro (mosaicos), hay deformación de los folíolos, que se vuelven rizados. En las plantas jóvenes afecta el crecimiento de la planta, produce la caída de las flores y reduce el número de frutos, lo que afecta el rendimiento. Los frutos presentan manchas decoloradas amarillas, irregulares o en forma de anillo, o alteraciones necróticas externas e internas. | Usar variedades con resistencia, destruir las plantas con síntomas de la enfermedad y sacarlas de la plantación, evitar la transmisión mecánica. |
| Virus del torrado del tomate | Infecta a otras especies de la familia de las solanáceas, es muy agresivo y causa pérdidas cuantiosas. Aparece en algunas familias de arvenses como Malvaceae, Cruciferae, Alzoaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae y Polygonaceae, que sirven de hospedantes alternos y relacionados con los sistemas de producción de los cultivos. | Causa necrosis similares a quemaduras y presenta manchas necróticas rodeadas por un área verde claro o amarillo que empieza en la base de los folíolos. La infección produce una severa necrosis de las hojas y los frutos, lo que tiene graves consecuencias económicas. | Sembrar variedades resistentes, controlar los vectores del virus, colocar trampas amarillas para reducir las poblaciones de insectos, colocar doble malla en los cenitales y las puertas de los invernaderos, eliminar hospederos de los vectores, poner barreras con cultivos trampa como el sorgo y el maíz. |

Fuente: Rubio *et al.* 2002, Martínez *et al.* 2006, Contreras *et al.* 2007, Urbina 2009, Alfaro *et al.* 2010, Bernal 2010, Cosme 2011, Sierra *et al.* 2011, Solórzano 2011, Armenta 2012, Hernández 2013, Bayer Crop Science 2015, Infoagro Systems 2015, Fitodiagnóstico 2016, Kil *et al.* 2016.



A



B



C



D



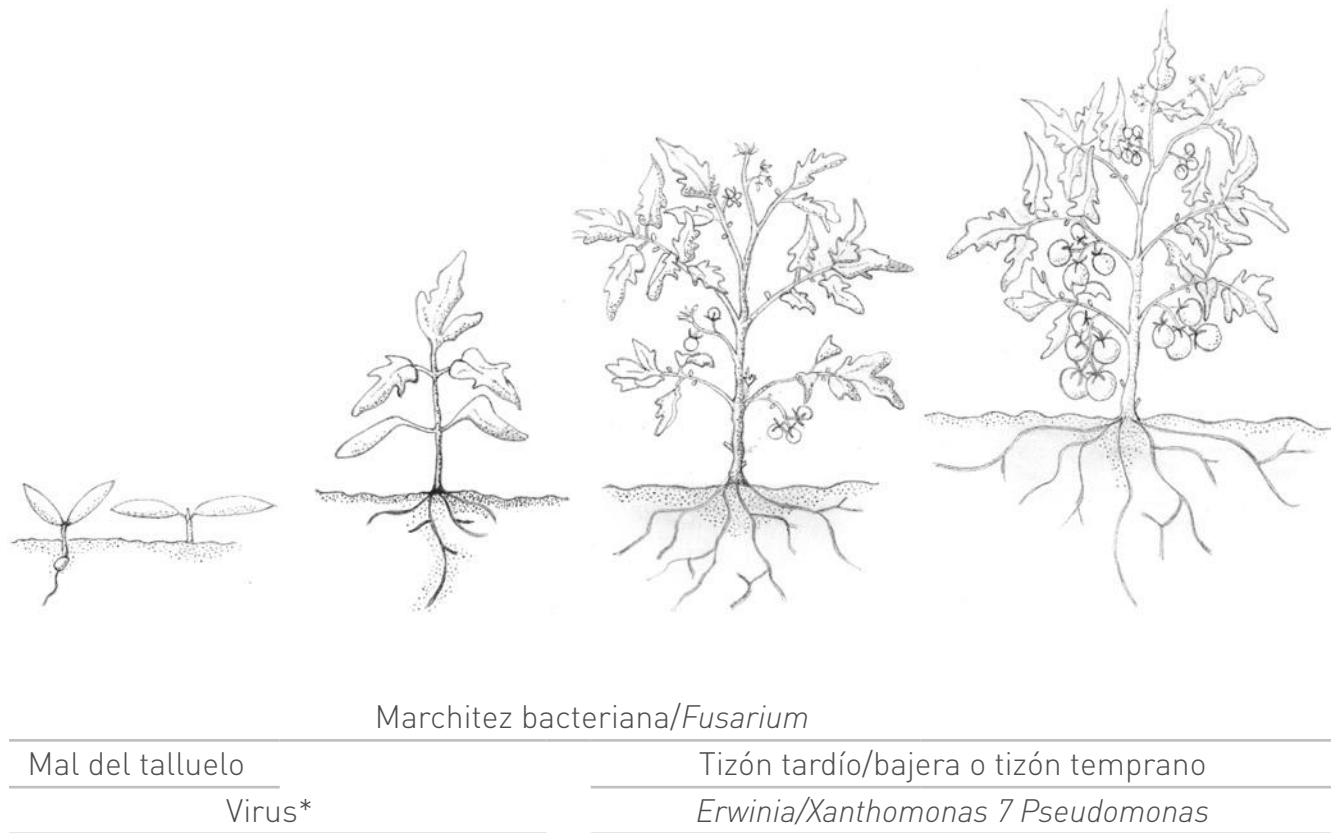
E



F

Figura 43. A, B. Síntomas del virus de la cuchara. C, D. Síntomas del virus de ToCV. E, F. Síntomas del virus del torrado del tomate. Alajuela, Costa Rica. 2014-2015. Fotografías C y D de la Dra. Natalia Barboza Vargas del CIBMC, UCR, Costa Rica. 2016.

A continuación se presenta un diagrama del ciclo de vida del cultivo y las etapas que se ven afectadas por las distintas enfermedades (figura 44).



* Primeros sesenta días

Figura 44. Diagrama de la presencia de las enfermedades según el ciclo de vida del tomate (210 días).

Fuente: López y Quirós, S 2016.

Manejo de las principales plagas

Entre las plagas más importantes en Costa Rica están la mosca minadora (*Liriomyza*), las moscas blancas (*Bemisia* y *Trialeurodes*) y *Tuta absoluta* (López et al. 2016). A continuación se mencionan las principales plagas y su manejo (cuadro 10).

Cuadro 12. Manejo de las principales plagas.

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|--|--|---|--|
| Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> / <i>Trialeurodes vaporariorum</i>) Homóptera: Aleyrodidae | Afecta diversos cultivos. En Costa Rica aparecen los géneros <i>Bemisia tabaci</i> y <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . Los ataques son mayores en la época seca. Las moscas adultas <i>Bemisia tabaci</i> tienen las alas inclinadas sobre el cuerpo y las <i>Trialeurodes vaporariorum</i> tienen las alas horizontales. | Afecta la planta desde la germinación hasta la cosecha y transmite virus. Los daños directos son amarillamiento, debilitamiento de la planta y caída de las hojas. Los daños indirectos son la proliferación del hongo fumagina sobre la melaza que excreta la mosca blanca, que mancha y deprecia los frutos y dificulta el desarrollo normal de la planta, así como la transmisión de virosis (hojas terminales enroscadas, moteados o enanismo cuando el ataque es significativo). | Hacer semilleros en ambiente protegido, realizar la limpieza de arvenses (escobilla), sembrar coberturas vivas (culantro) para que los adultos de la mosca blanca no puedan localizar con facilidad las plantas de tomate, usar repelentes (aceite de neem, madero negro, apazote, hombre grande, sorosí y tabaco cimarrón), emplear entomopatógenos (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Verticillium lecanii</i>). Dentro de un manejo integrado de plagas se pueden emplear sales potásicas de ácidos grasos, thiametoxán y pimetrozina, entre otros |
| Falsos medidores (<i>Pseudoplusia includens</i> y <i>Trichoplusia ni.</i>) | Son insectos polívoros que atacan las hortalizas y diversos cultivos. Son más activos por la noche, aunque pueden verse en las horas previas al anochecer y en los días muy nublados. | Se alimentan del follaje y sus larvas hacen agujeros irregulares, que reducen el área foliar y destruyen los tejidos de las plantas. Son muy voraces cuando alcanzan su máximo desarrollo y su presencia resulta evidente por la presencia de grandes cantidades de material fecal húmedo y pegajoso. | Eliminar las crisálidas mediante una roturación profunda del suelo, quitar las malezas, los residuos de cosecha y los hospedantes alternativos, colocar feromonas para eliminar a los insectos adultos, realizar aplicaciones de insecticidas para reducir las poblaciones del insecto o insecticidas biológicos como <i>Bacillus thuringiensis</i> y <i>Tricogramma</i> sp. |

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|--|--|--|---|
| Gusanos grises (<i>Agrotis</i> spp., Lepidoptera: Noctuidae) | Son polívoros. Los adultos son polillas nocturnas. Las larvas se alimentan por la noche y pasan enterradas en el suelo a 2 cm de la superficie durante el día. Los adultos aparecen en el verano y depositan los huevos sobre el envés de las hojas del cultivo, en malas hierbas o en el suelo. | Las larvas son las que provocan los daños, alimentándose de plantas jóvenes y masticando el su cuello, provocando la caída de las plántulas. También se alimentan de las raíces y, en las plantas adultas, de las partes verdes más próximas al suelo. Los daños son más grandes en las plantas jóvenes. Pueden dañar los frutos haciendo perforaciones en ellos. | Hacer un control de arvenses; eliminar los restos de cultivos, ya que son un reservorio de plagas y enfermedades; llevar a cabo una fertilización adecuada, una rotación de cultivos; utilizar plántulas sanas y de variedades resistentes o la solarización del sustrato o del terreno con historial de ataques de los insectos; usar trampas con feromonas o de luz y contenedores con agua para capturar los insectos adultos; hacer una buena preparación del suelo; evitar colindancias de áreas con diferencias fenológicas del cultivo; emplear un control biológico mediante la liberación de depredadores como: <i>Trichogramma</i> sp, <i>Macrolophus</i> sp para los |
| <i>Spodoptera latifascia</i> , <i>S. sunia</i> , <i>S. eridania</i> , <i>S. exigua</i> | Afecta a sesenta especies pertenecientes a veintitrés familias distintas, cultivos, malas hierbas y plantas espontáneas. Dentro de las especies cultivadas sobresalen los cultivos herbáceos extensivos como los hortícolas y las especies ornamentales. | Causan defoliación al morder las hojas. Cuando es prequeña, la larva destruye el envés, sin afectar la epidermis de la hoja. Al crecer, sus mandíbulas son mayores y ya pueden comer la hoja completa. Si la larva destruye la yema apical de crecimiento, la planta no se desarrolla. Los restos de excrementos en la planta demuestran la presencia de estos lepidópteros. Pueden depreciar los frutos al masticarlos. Afectan el cultivo del tomate desde la etapa de floración hasta la cosecha. | géneros <i>Agrotis</i> y <i>Spodoptera</i> . En el caso del gusano cachón, usar parasitoides de huevo como <i>Telenomus</i> spp, <i>Trichogramma</i> spp, parasitoides de larvas como <i>Apanteles</i> spp y depredadores larvales como <i>Polystes</i> spp. Otros bioplaguicidas como <i>Bacillus thuringiensis</i> o <i>Bacillus thuringiensis</i> Var. <i>Kurstaki</i> son efectivos. Usar racionalmente insecticidas como cipermetrina, betaciflutrina y |
| Gusano del fruto: <i>Helicoverpa</i> sp | Es de hábitos nocturnos, periodo en el que muestra una mayor actividad. Ataca los cultivos de berenjena, calabacín, judía, melón, pepino, pimiento, sandía y tomate. | Las larvas son muy voraces, por lo que ocasionan serios daños en un corto periodo. Los primeros estadios larvarios se localizan sobre las flores y las hojas, de las que se alimentan. Cuando la planta es pequeña puede matarla, ya que afecta la yema apical del tallo. Por otro lado, las heridas ocasionadas por esta plaga facilitan la entrada de otros patógenos (hongos, bacterias). | cyflutrín, entre otros. |
| Gusano cachón: <i>Manduca sexta</i> (Linnaeus) | Es conocido como gusano cachón, gusano cornudo, gusano del tabaco, gusano de tomate. Afecta a las solanáceas y a otros cultivos. Se presenta siempre en el tomate, pero por lo general es de menor importancia. | Se alimentan de las hojas, los tallos y los frutos. Defolían la planta entera y destruyen frutos de cualquier tamaño. | |

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|--|---|---|--|
| <p>Joboto, gallina ciega, abejón de mayo, <i>Phyllophaga</i> sp.</p> | <p>Agrupación de escarabajos de la subfamilia Melolonthinae. Al adulto lo llaman abejón de mayo y a la larva, joboto o gallina ciega. Los hospedadores que afecta son el maíz, el sorgo, el arroz, el frijol, la papa, el tomate, el café y los zacates, entre otros muchos cultivos.</p> | <p>Las larvas de este insecto se alimentan de las raíces de las plantas, causando daño solo en el tercer estadio. El daño se presenta por parches y generalmente ocurre en los meses de mayo y junio, lo que afecta significativamente la agricultura de América Latina.</p> | <p>Efectuar aradas profundas treinta días antes de la siembra, eliminar malezas, zacates y plantas hospederas, usar cultivos trampa para controlar el joboto. La rotación de cultivos con leguminosas y la labranza cero reducen las poblaciones del insecto. En Costa Rica se emplean las trampas de luz para capturar los insectos adultos.</p> |
| <p>Áfidos o pulgones (<i>Myzus persicae</i> (Sulzer), <i>M. ornatus</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Aphis gossypii</i> (Glover), <i>A. fabae</i>)</p> | <p>Es cosmopolita y polífago, causa daño en cultivos hortícolas como berenjena, calabacín, judía, melón, pepino, chile dulce, sandía y tomate. <i>Myzus persicae</i> puede sobrevivir a temperaturas muy bajas, pero a 6 °C se inmovilizan.</p> | <p><i>Aphis gossypii</i> causa daños directos, como deformaciones y abolladuras en las hojas de la zona de crecimiento, y daños indirectos, como la transmisión de virus. Se alimentan de plantas jóvenes, tiernas y en desarrollo. Los adultos y las ninfas extraen la savia elaborada, lo que ocasiona el debilitamiento general de la planta, un retraso en el crecimiento y el amarillamiento del follaje. Además, inyectan saliva, que contiene sustancias tóxicas, y ocasionan deformaciones en las hojas, enrollamiento y curvaturas. Son capaces de transmitir el virus del mosaico de la alfalfa (AMV), el CMV y el virus Y de la papa (PVY). Además, segrega una melaza que favorece el ataque del hongo <i>Fumagina</i>, que reduce la capacidad fotosintética de la planta.</p> | <p>Usar mallas antiinsectos en las aberturas laterales, las cenitales y las puertas de los invernaderos, evitar roturas en los plásticos, proteger los primeros estados vegetativos de las plantas, realizar la rotación de cultivos, distanciar el tiempo de siembra, hacer uso racional de los insecticidas, utilizar material vegetal sano y proveniente de viveros o semilleros registrados, colocar trampas amarillas pegajosas para el monitoreo y la captura del insecto, abonar de forma equilibrada, utilizar el control biológico, no escalonar cultivos de diferente edad fenológica en el mismo lote, eliminar los residuos de cultivo, usar tapavientos y utilizar alternativas orgánicas como extracto de ajo, aceite agrícola, sales potásicas y compuestos de chile-mostaza.</p> |

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|--|--|--|---|
| Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>E. americanus</i> , <i>T. tabaci</i>) | Afecta a cultivos como tomate, chile dulce y otras hortalizas. Se encuentra en el suelo en forma de pupa y en las flores cuando es adulto. | Se alimenta de cualquier planta con flor y chupa los fluidos de la planta, es vector del TSWV, se alimenta de la base de las hojas jóvenes. Provoca que las hojas se deformen y enrollen hacia arriba. Las infestaciones retardan la maduración de la planta. | Hacer rotación de cultivos para evitar reinfestaciones, eliminar los residuos de cosecha y las malas hierbas, producir semilleros en invernaderos para evitar el ingreso del trips al almácigo de tomate, utilizar enemigos naturales como <i>Amblyseius</i> sp y <i>Chrysopa</i> sp o controladores biológicos como <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Verticillium lecanii</i> . Usar productos orgánicos como el extracto de ajo, sales potásicas, compuestos de chile-mostaza, Spinosad y control etológico mediante el uso de bandas pegajosas de color azul. Si se utilizan insecticidas, debe ser en forma racional. |
| Gusano alfiler o polilla del tomate <i>Tuta absoluta</i> | Es fitófago y plaga cuarentenaria. Se le conoce como polilla del tomate y causa graves daños al cultivo. Se caracteriza por tener un alto potencial reproductivo en ausencia de enemigos naturales nativos. La polilla vive normalmente en el cultivo del tomate, aunque se ha detectado en el chile dulce y otros cultivos, de forma minoritaria. No aparece en alturas superiores a los 1000 m, ni en zonas de temperaturas bajas, ya que la temperatura es un factor limitante para su supervivencia. | Provoca daños en los frutos y la destrucción de las hojas y los brotes. Cuando la larva emerge, comienza a caminar y ubica su punto de penetración, rompe la epidermis y se introduce en la hoja, consumiendo el mesófilo. La larva puede abandonar la mina en un momento dado y construir otra en una hoja vecina. Se puede dispersar con gran rapidez a otras plantas por medio de hilos de seda, sobre los cuales se deja colgar y luego es transportado con la ayuda del viento. Su duración promedio es de doce días, para lo cual necesitan pasar por cuatro periodos. | Utilizar material vegetal sano, hacer una buena preparación del suelo, eliminar los residuos de cosecha y vegetales, realizar una rotación de cultivos y un manejo de arvenses, respetar un periodo mínimo de seis semanas entre cada ciclo de cultivo, realizar la limpieza de los recipientes de recolección del fruto y emplear controles biológicos como <i>Bacillus thuringiensis</i> y usar insecticidas químicos como cipermetrina, clorfenapir o cyflutrín, entre otros. Emplear extractos botánicos como aplicaciones de extracto de neem y el trapeo masivo con feromonas durante todo el ciclo del cultivo, esto es, un total de 20 trampas/ha. |
| Gusano alfiler: <i>Keiferia spp</i> | Es una plaga de importancia económica. Los huevos son depositados de manera individual o en pequeños grupos sobre la superficie de la hoja y son casi invisibles. | Afecta el cultivo del tomate desde el trasplante hasta la maduración de los frutos. En los primeros estadios minan las hojas, formando galerías en parches y, posteriormente, las enrollan y las pegan con seda para formar un refugio. En los últimos estadios perforan los frutos, dejando un agujero característico de entrada. | |

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|---|--|--|--|
| <p>Minador de la hoja, <i>Liriomyza trifolii</i> (Diptera: Agromyzidae)</p> | <p>Es muy polífaga, con más de 120 hospederos. Se distribuye en Europa, Oceanía y América y es originaria de Florida, Estados Unidos. Ocasiona daños en los cultivos hortícolas de berenjena, calabacín, judía, melón, frijol, pepino, papa, chile dulce, sandía y tomate, y en plantas ornamentales.</p> | <p>Las larvas se desarrollan en el interior de las hojas, causando galerías o minas. Se alimentan primero de hojas viejas, que se secan y caen. Los adultos son móviles, es decir, pueden encontrarse en cualquier zona de la plantación. Los daños iniciales al follaje se presentan como puntos similares a la cabeza de un alfiler, que aparecen tanto en zonas apicales como basales. Las larvas, al alimentarse del parénquima foliar, realizan galerías que posteriormente se necrosan, lo que reduce la capacidad fotosintética de la planta.</p> | <p>Colocar mallas antiinsectos y plástico en las aberturas laterales, las cenitales y las puertas de invernaderos, hacer doble puerta, eliminar malezas, utilizar material vegetal sano y preferiblemente que provenga de viveros autorizados, usar trampas adhesivas amarillas desde el inicio del cultivo, efectuar una rotación de cultivos, usar abonos orgánicos maduros, eliminar las hojas de las zonas bajas de la planta en ataques severos, distanciar en el tiempo la realización de la nueva plantación, abonar de forma equilibrada para evitar un exceso de vigor, eliminar los residuos de cosecha, realizar la preparación del suelo con una profundidad de 20 cm a 25 cm y retrasar la poda y efectuarla en tiempo seco, emplear productos orgánicos como el extracto de ajo o el aceite de neem y controles biológicos como <i>Bacillus thuringiensis</i>. Otros insecticidas químicos, como el metomil o la abamectina, pueden ser empleados dentro de un manejo integrado de plagas.</p> |
| <p>Vaquitas, <i>Diabrotica balteata</i></p> | <p>Se alimenta de diversos cultivos. Es una especie polífaga, afecta a más de treinta cultivos y es transmisora de virus.</p> <p>Su presencia se limita al continente americano; sus hospederos son numerosos. Se puede encontrar como plaga de cucurbitáceas, crucíferas, solanáceas, leguminosas, gramíneas, especies de flores de plantas silvestres y cultivadas, entre otros. Es capaz de sobrevivir en temperaturas que van desde los 10 °C hasta los 35 °C.</p> | <p>Las larvas se alimentan de raíces e hipocótilos, mientras que los adultos lo hacen del follaje, dejan huecos grandes y redondos en las hojas y reducen la capacidad fotosintética. Los adultos son vectores mecánicos de enfermedades virales.</p> | <p>Realizar una buena preparación del suelo para destruir larvas y pupas presentes, usar enemigos naturales, mantener el área limpia de malezas y eliminar malezas como bledo hierba de hilo y caminadora (<i>Rottboellia</i>), entre otras, hacer aporca para sostener las plantas cuyas raíces han sido dañadas por las larvas, utilizar insecticidas registrados para el cultivo de tomate en el SFE.</p> |

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|--|---|---|---|
| <p>Ácaro rojo o arañita roja (<i>Tetranychus urticae</i> Kosh)</p> | <p>Es un artrópodo polífago que se encuentra por todo el mundo. Tiene un ciclo de vida muy rápido y se ve favorecido por las altas temperaturas y una baja humedad relativa.</p> | <p>Los primeros daños se manifiestan como punteos o manchas amarillentas en el haz de las hojas, que forman para extraer la savia del envés de las hojas. En presencia de altas poblaciones del ácaro, se produce desecación e incluso defoliación y los ataques son más graves en los primeros estadios fenológicos de la planta. El follaje infestado tiene aspecto blanquizco o bronceado y se torna pálido y seco. El envés de las hojas se ve recubierto de tejido sedoso, sobre el cual los ácaros se arrastran y se observan cubiertas de telarañas. Las larvas son las que inician los daños.</p> | <p>Desinfectar el suelo previo a la siembra y en sitios con antecedentes de ataques de ácaros, eliminar los arvenses y los residuos de cosecha y emplear variedades resistentes.</p> |
| <p>Ácaro bronceado del tomate (<i>Aculops lycopersici</i>)</p> | <p>Los hospederos son el tomate, la papa, la berenjena y algunas otras solanáceas. Es menos frecuente que la araña roja y es común en cultivos efectuados en ambiente protegido. Se caracteriza por aparecer por focos y se ve favorecido por las temperaturas altas y una humedad relativa baja.</p> | <p>Los frutos afectados reducen su desarrollo y adquieren un color marrón. Se produce el resquebrajamiento de la epidermis o pasa a tener un aspecto plateado, según la gravedad del ataque. Luego invade la planta de forma ascendente, iniciando desde la base. Aparece por focos.</p> | <p>Usar enemigos naturales como el ácaro <i>Phytoseulus</i> spp, promover el uso de insecticidas en forma racional con productos a base de azufre o abamectina, hacer aplicaciones de entomopatógenos como <i>Beauveria bassiana</i> o de aceite de parafina, extracto de ajo, sales potásicas, azufre y compuestos de chile-mostaza.</p> |
| <p>Ácaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)</p> | <p>Es polífago, se distribuye en todo el mundo, principalmente en zonas subtropicales y templadas y ataca un gran número de cultivos. Una población de más de tres adultos y tres huevos por hoja se considera de importancia económica.</p> | <p>Los daños directos los ocasionan las larvas y los adultos, que introducen el estilete en los tejidos y extraen los jugos celulares, provocando deformaciones en los órganos. Las hojas se abomban y presentan nervios salientes de aspecto filiforme. Al principio del ataque presentan una coloración verde oscuro. La floración es reducida, hay aborto de botones florales y los frutos se deforman. Cuando el daño es severo, la planta no se desarrolla, quedando pequeña y con apariencia raquítica, que puede causar muerte descendente de la planta.</p> | |

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|---|--|--|---|
| Nematodo de las agallas (<i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i>) | Tiene una amplia distribución, por sobreponerse a las condiciones ambientales desfavorables y al grado de parasitismo en la planta. Los hospederos más comunes son el chile dulce, el tomate, el pepino y la berenjena. | El cultivo de tomate es muy susceptible al ataque por nematodos fitoparásitos. Los primeros síntomas superficiales se presentan como atrofia, marchitamiento y una apariencia descolorida de la planta en general. En las raíces produce abultamientos o agallas por la transformación de los tejidos, los cuales son fácilmente visibles. | Usar variedades resistentes en combinación con prácticas culturales que reducen las poblaciones de nematodos, hacer una buena preparación del suelo, una rotación de cultivos, una aplicación de abonos verdes y la solarización previa a la siembra. |
| Babosas (<i>Lehmannia valentina</i> , <i>Deroceras reticulatum</i> , <i>Vaginatus occidentalis</i> , <i>V. plebellus</i>) | Son moluscos de hábitos nocturnos, la especie más polífaga en todo el mundo y que afecta cultivos agrícolas es la babosa chica gris (<i>Deroceras reticulatum</i> Müller), se ve favorecida por sitios húmedos, frescos y sombríos. | Las babosas comen principalmente en los primeros días posteriores a la siembra, cortando las plántulas a ras del suelo. Los daños son parecidos a los provocados por los gusanos cortadores. Se alimentan de las plantas, tanto a nivel de semillero como después del trasplante, destruyendo el follaje y dejando solo las nervaduras. Cuando la babosa es joven, daña solo las hojas de las plantas y cuando es adulta, puede consumir raíces, tubérculos, hojas y tallos. La babosa es vector del nematodo parásito <i>Angiostrongylus costaricensis</i> y <i>A. cantonensis</i> , que causa daños a la salud humana. | Hacer una buena preparación del terreno antes de la siembra para destruir los huevos y los adultos, utilizar cebos envenenados a base de insecticidas metaldehídos, que son nocivos para los moluscos y de baja toxicidad para los humanos, hacer cebos con grano de maíz molido-melaza-cerveza, eliminar las malezas y los rastrojos de cosecha, hacer rotación de cultivos, utilizar plantas repelentes (extracto de hoja de manzanillo o cascabel y eucalipto, aplicados al follaje del cultivo. Existen varios químicos sintéticos en el mercado y registrados para el cultivo de tomate en el SFE. |
| Caracoles (<i>Pomatiopsis</i> sp, <i>Opeas pumilum</i> , <i>Cecilioides aperta</i>) | Son moluscos de la familia gasterópoda, tienen hábitos nocturnos y salen cuando hay condiciones de humedad, días nublados o de algún riego o lluvia. Prefieren esconderse cuando hay frío o calor excesivo. | Se comen el follaje y los frutos, dejando pequeños agujeros o franjas completas. | |

| Plagas | Distribución, hospederos, condiciones favorables | Daño en la planta | Manejo y control |
|--|---|---|--|
| <p>Paratrioza o psílido del tomate (<i>Bactericera cockerelli</i>)</p> | <p>Es un homóptero, de la familia de los psílidos. Predomina en la papa y el tomate, aunque se puede presentar en otras solanáceas como la berenjena, el chile y otras solanáceas silvestres. No se ha observado su presencia en Costa Rica. La plaga por su naturaleza puede desplazarse por sí misma dentro de la plantación y puede migrar a otras cercanas.</p> | <p>Es capaz de transmitir un fitoplasma que provoca la punta morada y puede ocasionar pérdidas del 30 % al 95 % de la cosecha. En la etapa de ninfa es cuando el insecto causa el daño: libera una toxina que inyecta en las plantas mientras se alimenta, que causa trastornos fisiológicos en las plantas que afectan su desarrollo y rendimiento y la calidad de la producción. Los síntomas son: hojas enrolladas, color rojizo (similar al que produce el micoplasma de la punta morada) en las zonas meristemáticas de los tallos y lesiones en las raíces, parecidas a las que produce <i>Rizoctonia solani</i>. El ataque se inicia en las orillas de las plantaciones y avanza lentamente hacia el interior, pero también pueden observarse manchones de color amarillo pálido rodeados de zonas de color verde.</p> | <p>Usar trampas amarillas con pegamento para captura de adultos o trampas verdes o anaranjadas fosforescentes, colocadas en el tercio superior de la planta y en la posición de este a oeste para capturar más adultos; hacer muestreos al follaje inferior, a fin de detectar ninfas; eliminar malezas hospederas o plantas voluntarias en las áreas cercanas al cultivo; destruir los rastrojos; hacer rotación de cultivos para reducir las poblaciones del insecto.</p> <p>Utilizar bioplaguicidas como <i>Paecilomyces fumosorocceus</i>, <i>Metarhizium anisopliae</i>, <i>Beauveria bassiana</i>, <i>Verticillium lecanii</i> e insecticidas bajo un manejo integrado de plagas, como neonicotinoides o piretroides, entre otros.</p> |

SFE= Servicio Fitosanitario del Estado, MAG.

Fuente: Ramírez *et al.* 2001, Céspedes *et al.* 2002, France *et al.* 2002, Hilje 2002, Arasa 2003, Cadena *et al.* 2003, Martínez *et al.* 2006, Productores de Hortalizas 2006, Díaz y López 2010, Bermejo 2011, Carrillo, JA 2012, Rodríguez, C 2012, Ruiz *et al.* 2013, Comité Estatal de Sanidad Vegetal 2014, Hortoinfo 2014, INTA 2014, Jiménez y Rodríguez 2014, Rodríguez, M 2014, Infoagro Systems S.L. 2015, Ecured 2016, Goldense 2016, Hortoinfo 2016.



A



B



C



D



E



F



G



H



I



J

Figura 45 A, B. Mosca blanca en follaje y frutos de tomate con *Fumagina*, C, D. Trampas con pegamento para la captura de insectos plaga, E. Larvas de jobotos, F, G. Daños en el follaje y los frutos ocasionados por *Tuta*, H. Trampas con feromonas de *Tuta* o *Keiferia*, I. Babosa en un terreno preparado para sembrar tomate, K. Caracol alimentándose del fruto de tomate. Alajuela, Costa Rica. 2015-2016. Fotografías G y H de la Ing. Adriana Flores González del INA, Costa Rica. 2016.

A continuación se presenta un diagrama del ciclo de cultivo del tomate y las plagas que lo afectan en las diferentes etapas de desarrollo (figura 46).



Moscas blancas/cortadores/vaquitas

Minador de la hoja/gusano alfiler/*Tuta*

Jobotos/nematodos/babosas

Perforadores

Figura 46. Diagrama de la presencia de las plagas durante el ciclo de cultivo del tomate (210 días).

Fuente: López y Quirós, S 2016.

COSECHA Y POSCOSECHA

El momento más importante para la vida poscosecha del fruto del tomate es el preciso instante de la cosecha. La que se realiza para consumo fresco se lleva a cabo manualmente, siendo la persona que cosecha quien decide si el fruto ha alcanzado la madurez necesaria para ser cosechado. Para ello el cosechador debe saber si el fruto alcanzó la madurez fisiológica y comercial.

La madurez fisiológica es la etapa del desarrollo de la fruta en que se produce el máximo crecimiento y maduración. La madurez comercial valora las condiciones del fruto requeridas por un mercado. Puede no guardar relación con la madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier fase del desarrollo o envejecimiento.

El grado de madurez del fruto para el mercado local es el grado 2 o 3 (sazón avanzado). Debe disponer de buena firmeza, a fin de que soporte el manejo desde que se cosecha hasta que llegue al consumidor. La firmeza del fruto es una de las consideraciones más importantes y sirve para evaluar la calidad y su potencial en términos de transporte y almacenamiento. A medida que el fruto madura, resiste menos los daños mecánicos (Cerdas y Montero 2002, FAO 2007).

Normalmente, cuando cosechan el fruto, los agricultores eliminan el cáliz y el pedúnculo (Escalona *et al.* 2009). Cuando los frutos se venden en racimos (cluster) le dejan el pedúnculo adherido al fruto.

La cosecha se debe realizar con mucho cuidado (figura 47) para evitar hacerle heridas al fruto y este se debe colocar en tinas plásticas limpias, sin tirarlos, para evitar golpes, magulladuras y heridas (Cerdas y Montero 2002).



Figura 47. Proceso de cosecha en el campo y maduración de la fruta de tomate tipo bola.

La cosecha debe ir acorde con las exigencias del mercado, considerando las variedades o híbridos sembrados para consumo fresco. Las frutas se pueden cosechar desde su etapa verde-madura hasta las etapas de coloración completa. El periodo de cosecha varía dependiendo de la variedad sembrada y del tipo de crecimiento de la planta. (Cerdas y Montero 2002).

En caso de cosechar frutas de diferente madurez, se recomienda clasificarlas según el Reglamento Técnico RTCR 739-2004 específico para Tomate para Consumo en Estado Fresco. Se debe evitar cosechar fruto cele, que equivale a frutos verdes que no han llegado a la madurez fisiológica y nunca llegan a madurar (MEIC-MAG 2004).

El grado de madurez de la fruta y cosecha se determina mediante una escala de madurez de la fruta que contiene seis grados (cuadro 13) (Cerdas y Montero 2002, FAO 2007).

Cuadro 13. Grados de madurez de la fruta de tomate.

| Grados de madurez | Nomenclatura nacional | Características |
|-------------------|-----------------------|---|
| 1 | Sazón | Superficie de la fruta verde 100 %, con cambio del tono y con estrella beige en el ápice floral |
| 2 | Sazón avanzado | Hay cambio de color hasta de un 10 % (rosado o amarillo) |
| 3 | Pintón inicial | Desarrollo de color amarillo, rosado o rojo superior al 10 % pero inferior al 30 % |
| 4 | Pintón medio | Desarrollo de color amarillo, rosado o rojo superior al 30 % pero inferior al 60 % |
| 5 | Pintón | Desarrollo de color rosado o rojo superior al 60 % pero inferior al 90 % |
| 6 | Maduro firme | Desarrollo de color rojo en más del 90 %, aunque se mantiene firme |

Fuente: MEIC-MAG 2004.

A continuación se presentan los grados de madurez, de acuerdo con su color (figura 48).



Figura 48. Patrón de color para frutos del tomate.
Fuente: Quirós, S. 2017.

La cosecha del fruto se realiza en forma manual. La mayoría de los cultivares son de crecimiento indeterminado, lo que permite que se realicen cosechas escalonadas durante tres a cuatro meses en el periodo productivo del cultivo (Rojas 2015)¹⁴.

La cosecha debe realizarse preferiblemente en horas de la mañana para evitar la desecación del fruto, empleando tinas plásticas rectangulares, firmes y limpias, con aberturas a los cuatro lados para que el aire fluya. Luego se colocan las tinas cargadas, formando una estiba vertical y sin aplastar el producto, sobre tarimas de madera o plástico, dentro de un galerón con buena aireación y a la sombra para evitar la transpiración y la elevación de la temperatura. De ello depende la vida poscosecha del fruto (FAO 2007) (figura 49).



Figura 49. Cajas plásticas óptimas para cosechar y transportar la fruta de tomate a los centros de acopio.

Se recomienda que los frutos no se cosechen cuando hay presencia de rocío, ya que ella favorece el desarrollo de patógenos, o cuando las temperaturas superan los 25 °C, dado que el fruto se deshidrata. Se debe realizar la cosecha con cuidado para evitar daños mecánicos. Es importante considerar hacer una preselección en la finca y descartar aquellos frutos que presenten daños por insectos y enfermedades (FAO 2007).

Para el mercado local, el productor corrientemente realiza una preselección de los frutos, separando las calidades en primera, segunda, tercera y tomate descartado por daños mecánicos o daños por insectos, deformaciones de la fruta o enfermedades. Algunos agricultores instalan un sistema de lavado en la finca para comercializarlo directamente a los centros mayoristas, o bien, los transportan hacia un centro de acopio para venderlos (Carter 2015)¹⁵. Para estandarizar los tamaños del fruto que se comercializa en el mercado nacional, de acuerdo con el Reglamento Técnico de tomate para consumo en fresco, se elaboró un instrumento de medida para frutos de tomate, que facilitará la entrega del producto a los centros de comercialización de tomate. El calibrador está adaptado para medir tomate de primera,

14 Rojas, J. 20 jun. 2015. Manejo cultivo de tomate [correspondencia personal]. San José, Costa Rica, MAG.

15 Carter, K. 4 feb. 2015. Manejo cultivo tomate [correspondencia personal]. San José, Costa Rica, ASOPROCONA.

segunda y tercera calidad y ayuda a homogenizar la entrega del fruto a los centros de acopio o de mayoreo (figura 50).



Figura 50. Calibrador de tomate para tamaño primera, segunda y tercera.

Fuente: PIMA 2008.

Si se analiza el proceso de desarrollo y maduración de la fruta, en la fase inicial el crecimiento es lento y ocurre una alta división celular; luego ocurre un incremento en tamaño y peso, una mayor expansión celular y, finalmente, el crecimiento decrece, siendo en esta etapa donde se inicia la maduración organoléptica del fruto. Es importante considerar que el sabor y el aroma del fruto son el resultado de la combinación de azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles (FAO 2007).

El tomate es un fruto climatérico (madura aún después de ser cosechado con la madurez fisiológica requerida). Una vez cosechado el fruto, el proceso de maduración se acelera, así como la velocidad de la respiración y el contenido de etileno. Cuando las frutas climatéricas maduran, la velocidad de la respiración se eleva, llegando a un máximo, para luego declinar hasta comenzar el envejecimiento (FAO 2007).

Corrientemente los productores de tomate cosechan la fruta de pintón inicial a pintón maduro. Cuando hay mayor demanda o se presenta escasez del producto, los agricultores cosechan el fruto en estado fisiológico, color verde con beige en el ápice distal (Cerdas y Montero 2002).

La selección del fruto de buena calidad es un aspecto importante a considerar. Los frutos con daños producidos por insectos o enfermedades también aceleran la respiración, por lo que cualquier fruto que se encuentre a su alrededor madura antes de lo esperado (FAO 2007).

Es importante hacer el lavado del fruto antes de su comercialización, ya que puede estar expuesto a contaminantes como residuos de agroquímicos, bacterias que afectan la salud humana u otros patógenos que reducen la calidad del fruto. Como el fruto se consume en fresco en ensaladas, es recomendable que se lave con agua con cloro a razón de 3 ml/l de agua y al menos por un minuto de contacto (Cerdas y Montero 2002).

Otro aspecto importante a considerar es el cuidado en el manejo y el transporte del producto cuando se traslada a los centros de comercialización. Se debe evitar el maltrato del fruto, que puede provocar pérdidas poscosecha durante el transporte o en el anaquel.

Comercialización

Existen distintos canales para la comercialización del fruto del tomate. El centro de acopio del Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA), es el sitio donde se comercializan los mayores volúmenes de tomate (en el año 2016 alcanzó volúmenes del 76 %) (PIMA 2017).

La producción de tomate se traslada desde todas las regiones del país a dicho centro de mayoreo.

Aquí, como en el resto de puntos de venta al por mayor, el productor maneja el concepto de calidad de acuerdo con la oferta y la demanda, siendo más riguroso cuando hay sobreoferta que cuando hay escasez del fruto.

Al comercializador le interesa disponer de frutos con alta firmeza para evitar pérdidas, por lo que excluye frutos de cultivares con menor firmeza, aunque presenten características de sabor y calidad aceptadas por los consumidores.

En los centros de acopio los problemas que se manifiestan corrientemente son frutos con mal cierre del ápice por deficiencia de calcio o con daños mecánicos (López y Brenes 2014).

La producción de tomate se destina principalmente al consumo en fresco. El tipo de tomate de mayor producción y consumo es el fruto tipo bola, aunque también se comercializa una pequeña cantidad de cherry y roma o saladet. Las principales zonas productoras se concentran en el Valle Central, siendo la principal región la Central Occidental (Alajuela y Heredia) con 28 758 t, seguida por la región Central Oriental (Cartago, Coronado, Moravia, Desamparados) con 10 634 t (López y Quirós, Y 2016).

Con la apertura del mercado estadounidense al tomate maduro, Costa Rica logró exportar un total de 1600 cajas, lo que representó 13 154 kg durante 2012. La primera exportación se realizó el 15 de marzo de 2012 y generó USD 24 500 en tomates frescos (Jiménez 2016).

Durante 2015 la empresa Tomatísimo estuvo exportando a las islas del Caribe de habla francesa tomate tipo bola producido en ambiente protegido con alta tecnología. Además, existe la posibilidad a corto plazo de abrir el mercado a Panamá (Gutiérrez 2015)¹⁶.

De acuerdo con un estudio realizado por López y Brenes (2014) sobre los circuitos de comercialización del tomate para el consumo nacional, el Programa Nacional Sectorial de Tomate, en conjunto con la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica (TEC), el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA) y bajo la coordinación del IICA, elaboraron un diagrama de la comercialización del tomate, donde se representan seis formas diferentes de comercializar la fruta en el ámbito nacional. A excepción del circuito C3, en toda la comercialización hay intermediación para la comercialización del producto. Es de esta manera como se nota un mercado dinámico, en el que intervienen diversos agentes económicos (figura 51).

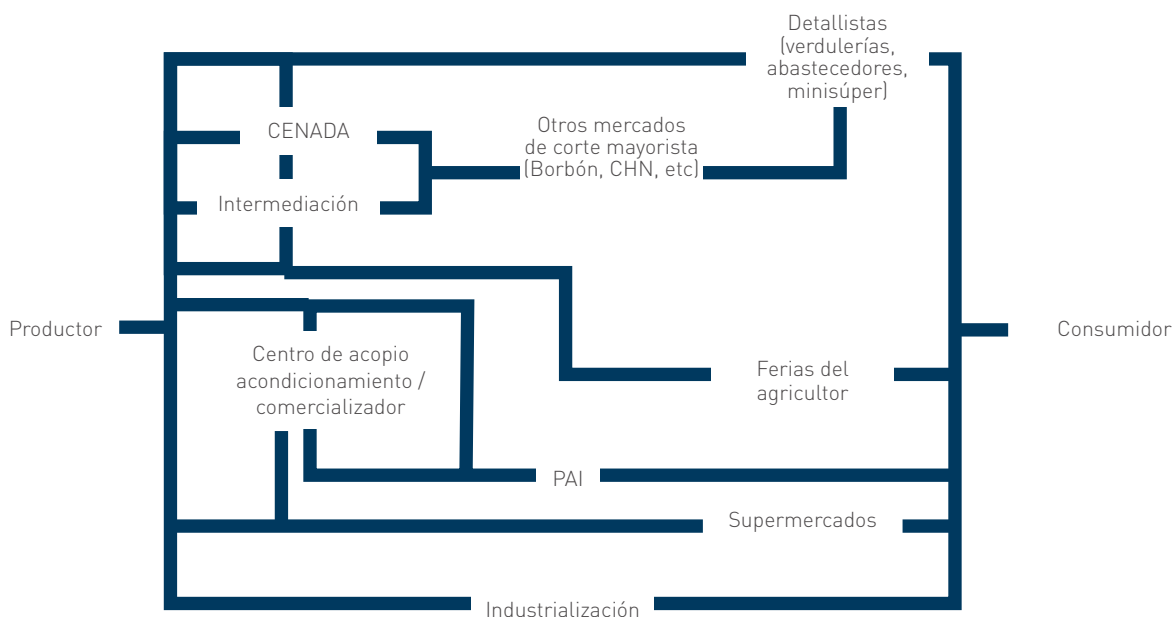


Figura 51. Diagrama del diagnóstico de los circuitos de comercialización del tomate (*Solanum lycopersicum*). Costa Rica.

Fuente: López y Brenes 2014.

16 Gutiérrez, J. 15 mar. 2015. Tomatísimo [correspondencia personal]. Cartago, Costa Rica, Tomatísimo.

En Costa Rica los centros de acopio del producto de tomate (figura 52) se encuentran a cargo de asociaciones de productores o de comercializadores independientes. Estos venden el producto a mercados mayoristas, supermercados y otros, debidamente clasificado y según las normas de calidad del tomate para consumo en fresco en el ámbito nacional, ya que lo que se pretende hacer dentro de la cadena de comercialización es vender fruta de la mejor calidad. Por otro lado, los pequeños agricultores comercializan el producto en las ferias del agricultor a granel y lo venden por kilogramos (figura 52) (López y Brenes 2014).



Figura 52. Proceso de clasificación del tomate en un centro de acopio.

AGROINDUSTRIA

En Costa Rica la mayoría de la materia prima destinada a la agroindustria es importada. Sin embargo, a partir de 2012, el TEC inició los primeros esfuerzos dirigidos a elaborar productos agroindustriales a base de tomate (figura 53). Estos estudios de agroindustria han dado pie a otros proyectos de investigación y transferencia de tecnología (Brenes *et al.* 2015).



Figura 53. Elaboración de productos agroindustriales con productores de Valverde Vega, región Central Occidental.

Fuente: Brenes *et al.* 2015.

A través de investigaciones realizadas en la planta agroindustrial de la Escuela de Agronegocios, el TEC identificó la prefactibilidad del mercado de dos productos: salsa y mermelada de tomate, que fueron aceptados por consumidores finales, comercios detallistas, consumidores intermedios y sodas y restaurantes. El análisis de prefactibilidad mostró que, de acuerdo con los costos de producción, dichos productos podrían ser competitivos y permitirían la obtención de utilidades al productor (Brenes *et al.* 2015).

En el marco del PRIICA se realizaron pruebas de transformación industrial a nivel piloto con muestras de varios genotipos del banco de germoplasma de tomate del INTA, como son: INTA Valle del Sébaco y L4AxMultichilic, algunos genotipos tipo cherry, genotipos tipo saladet y promisorios de la Universidad de Costa Rica tipo bola (FBM 17-03, FBM 17-13, FBM 17-04 y FBM 17-10). Los productos desarrollados fueron estables y reproducibles, como el tomate deshidratado osmóticamente, la pulpa de tomate, el bocadillo de tomate (jalea en barra), el tomate en salmuera, el tomate deshidratado (figura 54) y la jalea de tomate. En el tomate deshidratado el cultivar INTA-41 obtuvo el mayor rendimiento de producción, con 23 %. Con la pulpa de tomate, todos los cultivares de tomate estudiados dieron rendimientos similares, en un rango de 82,14 % a 86,34 %. Para la elaboración del bocadillo de tomate, el cultivar Milán obtuvo el mayor rendimiento, con 62,98 %. FBM 17-03 y JR obtuvieron los mejores valores en la elaboración de jalea de tomate, con 59,84 % y 74,95 %, respectivamente, y en el caso del

jugo de tomate V8, los mejores cultivares fueron INTA-114 (92,04 %) y CLN-3022F2-37-8-1 (96,54 %) (Hernández y Segreda 2016).

Se determinaron los parámetros de calidad para evaluar sensorialmente el fruto fresco (brix, pH) y se confeccionó un instrumento (análisis sensorial) que permitió evaluar las características de los productos agroindustriales desarrollados (sabor, sensación bucal y color). La jalea de tomate con frutos del cultivar INTA-38 agradó más en sabor con 66,67 % y la sensación bucal fue de 47,5 %. Asimismo, cuando se evaluó sensorialmente el jugo de tomate con vegetales (V-8), gustó mucho el cultivar INTA-38, seguido de CLN-3022F2-37-6-2-0 e INTA Valle de Sébaco. Finalmente, el color tuvo un “me gusta mucho” mayor para la pulpa de los cultivares CLN-3022 F2-37-6-2-0, INTA-38 e INTA Valle de Sébaco (Hernández y Segreda 2016).



Figura 54. Productos agroindustriales elaborados a base de tomate.
A) Cherry deshidratado, B) Salmuera de tomate cherry y C) Pulpa.

Este tipo de agroindustria tendrá viabilidad y rentabilidad, dependiendo del nicho de mercado al que se dirija. Además, los productos agroindustriales desarrollados pueden ser elaborados por micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME), considerando los tipos de técnicas de procesamiento utilizadas (Hernández y Segreda 2016).

SEGURIDAD ALIMENTARIA

Usos y beneficios del tomate

Existe una gran variedad de tomates. De acuerdo con su consumo o uso, se clasifican en dos grupos. El grupo (1) incluye a aquellos frutos que se destinan al consumo en fresco, que normalmente se emplean para hacer ensaladas, acompañando a otros vegetales. Se incluyen algunas variedades pequeñas como el cherry y se combinan con quesos o se utilizan en preparaciones caseras para acompañar un sinnúmero de platos. El grupo (2) incluye a las variedades que se destinan a la industria. Debido a sus características de sabor, dulzura, acidez, color y sólidos, entre otros, se usan en la elaboración de salsas y pastas, a fin de combinarlos en diversas preparaciones culinarias (Díaz 2014).

Bernacer (c2016) reconoce al tomate como uno de los alimentos más importantes del mundo, en tanto que Díaz (2014) lo cataloga de relevancia por la variedad de sus usos y su generalizado consumo, siendo parte de numerosas recetas como ingrediente principal o como base de otras preparaciones. Existe una amplia gama de productos que se elaboran a partir del fruto del tomate: ensaladas con queso, rellenos con diversos ingredientes, gratinados, compotas, gelatinas, sopas, caldos, sofritos y salsas (PPC c2016).

Desde el punto de vista de la salud humana, el tomate ayuda a mantener una buena salud visual e intestinal, mantiene la tensión arterial baja por ser un producto bajo en sodio, protege contra enfermedades cardiovasculares, controla la diabetes y combate las infecciones del tracto urinario, por ser un excelente diurético (Anaeriana 2014). Además, previene los cálculos biliares, combate diferentes formas del cáncer al poseer un gran número de antioxidantes, promueve la salud del sistema nervioso, es depurativo, tiene propiedades desinfectantes y antiescorbúticas, ayuda a mantener la piel, los dientes, los huesos y el cabello sanos, alivia las quemaduras, previene la aparición de enfermedades de la vista como las cataratas y baja el colesterol (Díaz Hermanos 2015).

Contenido nutricional

Según Bernacer (c2016), el fruto del tomate presenta un alto contenido de agua, cercano al 94 %. La glucosa y fructosa son los principales carbohidratos que contiene. Además, constituye uno de los alimentos vegetales con un menor aporte energético y es una fuente importante de fibra, vitamina C, provitamina A, vitamina B1, B2, B6, niacina, folatos, potasio, hierro y otros minerales (cuadro 14). También es una fuente importante de fitoquímicos, dentro de los cuales destacan: el licopeno, el betacaroteno (Escobar y Lee 2009), los flavonoides (que tienen una acción antioxidante y eliminan los radicales libres) y los fitoesteroles (que aportan colesterol bueno al organismo) (Martínez *et al.* 2002).

Cuadro 14. Contenido nutricional de la fruta del tomate.

| Valor nutritivo | Rojo | Verde |
|---------------------|------|-------|
| Calorías (kcal) | 21 | 21 |
| Proteínas (g) | 1,10 | 1,10 |
| Carbohidratos (g) | 4,60 | 4,60 |
| Colesterol (mg) | 0 | 0 |
| Fibra dietética (g) | 1,20 | 1,10 |
| Vitamina A (mcg) | 42 | 32 |
| Vitamina B1 (mg) | 0,06 | 0,06 |
| Vitamina B2 (mg) | 0,04 | 0,04 |
| Vitamina C (mg) | 23 | 18 |
| Potasio (mg) | 237 | 204 |
| Calcio (mg) | 13 | 13 |
| Folatos (mcg) | 15 | 9 |
| Magnesio (mg) | 20 | 20 |
| Hierro (mg) | 0,60 | 0,60 |

Fuente: Natursan 2015.

Adicionalmente, el tomate contiene licopeno en cantidades elevadas dentro de sus células, que es el componente responsable de su color rojo y posee un poder antioxidante. Toda vez que el tomate se cocina, se rompen las paredes celulares y el contenido de licopeno se libera, incrementando la cantidad del producto final y su biodisponibilidad (Gamboa 2012).

GLOSARIO

Ácaros: Animales muy pequeños, de la familia de las arañas, que miden aproximadamente medio milímetro de longitud. Suelen vivir en ambientes cálidos y húmedos por debajo de los 1000 m s. n. m. Se alimentan de plantas hospederas.

Ácido abscísico: Fitohormona con importantes funciones dentro de la fisiología de la planta. Participa en los procesos de desarrollo y crecimiento, así como en la respuesta adaptativa al estrés de tipo biótico y abiótico.

Ambiente protegido: Producción de un cultivo agrícola bajo cobertura.

Antioxidante: Molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células.

Auxinas: Sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo y regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal. Afectan el crecimiento del tallo, las hojas y las raíces y el desarrollo de las ramas laterales y los frutos. Las auxinas influyen en el crecimiento de estos órganos vegetales, estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de auxina presente en el tejido vegetal y su distribución.

Babosa: Molusco gasterópodo terrestre, sin concha externa, que cuando se arrastra deja abundante baba. Algunas especies son dañinas para las huertas: la mayoría de las babosas se alimentan de materia en descomposición y hojas tiernas.

Bacterias: Microorganismos unicelulares de tipo procariótico, es decir, organismos que solo se pueden observar por medio de un microscopio, constituidos por una sola célula autónoma que además carece de membrana nuclear.

Baya: Cualquier fruto, monocárpico o sincárpico, con el epicarpo generalmente muy delgado y el mesocarpo y el endocarpo carnosos y más o menos jugosos. Por lo común tiene forma redondeada o elipsoidal y colores llamativos.

Beta caroteno: Tipo de pigmento presente en las plantas. Es lo que otorga a las frutas y verduras amarillas y naranjas su intenso color.

Brix: Porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En los alimentos este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en el producto. Se mide con un refractómetro.

Caracol: Molusco gastrópodo provisto de una concha espiral. Según el hábitat, existen caracoles terrestres, marinos o de aguas dulces. Al alimentarse de las plantas les ocasionan daños.

Cherry: Tomate que, por su tamaño, color y sabor dulce, se asemeja a una cereza. Tiene un diámetro de entre 1 cm y 3 cm y su peso oscila entre los 10 g y 15 g. Su sabor es menos ácido y más dulce que el del tomate tradicional.

Cloroplastos: Orgánulos celulares que, en los organismos eucariontes fotosintetizadores, se encargan de la fotosíntesis. Transforman la energía lumínica en energía química, que es aprovechada por las plantas.

Conductividad eléctrica: Se utiliza en la agricultura para conocer los niveles de salinidad del agua líquida y del suelo. En un suelo salino se puede deducir que el agua es salina y que el problema de salinidad irá en aumento. Se mide mediante deciSimmens/m.

Cotiledón: Hoja seminal embrionaria producida por el embrión de una planta con semilla. Sirve para reservar y absorber nutrientes ubicados en la semilla hasta que la plántula pueda producir hojas verdaderas y realizar la fotosíntesis.

Crecimiento simpodial: Tiene lugar cuando la yema terminal del eje central (o de una rama) muere sistemáticamente (en el invierno o por floración) y una yema lateral retoma el crecimiento.

Cuaje del fruto: Transformación de la flor a la aparición del fruto. Para que se logre un buen cuaje, deben presentarse condiciones determinadas de humedad y temperatura en el día y la noche. Las temperaturas superiores a los 35 °C afectan la polinización.

Cultivar: Línea de una planta seleccionada que mostrará características deseables que se traspan de generación en generación. Puede ser una variedad o un híbrido.

Deficiencia: Carencia de un nutriente en una solución, que crea una anomalía dentro de la estructura fisiológica de la planta, como la presencia de plantas enanas, poco follaje, tallos flácidos, follaje amarillento y clorosis intervenal, entre otros.

Desinfección: Eliminación de todos los microbios patógenos que se encuentran o que se sospecha que podrían encontrarse en un substrato, sobre una superficie o en utensilios agrícolas.

Enfermedades de las plantas: Son las respuestas de las células y los tejidos vegetales a los microorganismos patogénicos o a factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, la función o la integridad de la planta y pueden conducir a una incapacidad parcial o a la muerte de la planta o de sus partes.

Entomopatógenos: Microorganismos que causan enfermedades letales en insectos y arácnidos.

Enzimas: Moléculas conformadas principalmente por proteína que producen las células vivas, cuya función primordial es actuar como catalizador y regulador en los procesos químicos del organismo, es decir, catalizan las reacciones bioquímicas del metabolismo.

Epifitía: Enfermedad que afecta simultáneamente a un gran número de plantas de la misma especie en la misma región y puede deberse a agentes químicos, físicos o bióticos.

Epidermis: Membrana o tejido formado por una capa de células que se encuentran unidas entre sí. Se encuentra en los tallos, las hojas y las raíces de todas las plantas jóvenes. Entre sus funciones se incluyen proteger a la planta del ataque de agentes externos que pudieran dañarla e impedir la desecación y el intercambio gaseoso con el entorno.

Estrés: Cambio de cualquier factor ambiental que actúa sobre la planta, afectando su respuesta bioquímica y fisiológica, pudiendo provocar ocasionalmente daños o lesiones. En general, su función es mantener las condiciones vitales del organismo.

Etiolación: Proceso que se da cuando las plantas crecen en la oscuridad. Se desarrollan con muy poca o nada de clorofila, lo que causa palidez en sus tejidos, entrenudos alargados, tallos débiles, insuficiente desarrollo vascular y hojas rudimentariamente desarrolladas.

Fenología: Ciencia que estudia la relación entre los factores climáticos y los ciclos de cultivos o seres vivos. Estudia los efectos de las variables meteorológicas en las manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas (floración, fructificación, engrosamiento de frutos, maduración).

Fertirriego: Aplicación del riego y de la fertilización en forma conjunta. Esta técnica se realiza comúnmente por goteo.

Filotaxia: Disposición de hojas en un tallo.

Fitoesteroides: Esteroles vegetales saturados que forman las membranas de las células.

Fitopatógenos: Organismo que causa enfermedades en las plantas por medio de disturbios en el metabolismo celular causados por la secreción de enzimas, toxinas, fitoreguladores y otras sustancias y, además, por la absorción de nutrientes de la célula para su propio crecimiento. Algunos fitopatógenos pueden causar también enfermedades que crecen y se multiplican en el xilema y en el floema de la planta, pudiendo bloquear el transporte del agua y los nutrientes desde la raíz hacia las hojas o el flujo de savia desde las hojas hacia el resto de la planta.

Flores hermafroditas: Flores que poseen los elementos masculinos y femeninos, denominados estambres y carpelos, en la misma planta.

Flores actinomorfas: Flores que, según su corola, se pueden dividir en dos partes iguales, es decir, que tienen simetría bilateral.

Haces vasculares: Cada uno de los cordones individuales que forman el sistema vascular primario de las plantas. Es un conjunto formado por los tejidos vasculares, el xilema y el floema, que incluye a veces tejidos mecánicos asociados (parénquima y esclerenquima).

Herbicidas: Productos utilizados para eliminar plantas indeseadas. Algunos interfieren en el crecimiento de las malas hierbas. Se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas.

Herbicida selectivo: Herbicidas que, respetando el cultivo indicado, eliminan las hierbas indeseadas, o al menos, un tipo de ellas.

Híbrido: Organismo vegetal procedente del cruce de dos organismos por la reproducción sexual de razas, especies o subespecies distintas, o de alguna o más cualidades diferentes.

Hoja pinnada: Hoja dividida en segmentos.

Hongos: Organismos eucariotas que pertenecen al reino Fungi. Forman un grupo polifilético (no existe un antepasado común a todos los miembros) y son parásitos o viven sobre materias orgánicas en descomposición. Sus paredes celulares están compuestas por quitina.

Hormona: Molécula pequeña que transporta información desde la célula donde se creó hasta determinadas células destinatarias. Originan un cambio como respuesta a las necesidades internas o a los estímulos externos, y pueden estimular o inhibir respuestas, lo que puede variar dependiendo de su concentración, tipo y localización en relación con las células en las que actúa.

Licopeno: Pigmento vegetal soluble en grasas, que aporta el color rojo característico a los tomates, las sandías y otros frutos y bayas. Perteneció a la familia de los carotenoides.

Monocultivo: Plantación con el cultivo de una misma especie.

Mulch o acolchado: Cubierta protectora que se utiliza para cubrir el suelo, principalmente para modificar los efectos del clima local. Existe una amplia variedad de materiales, tanto naturales como sintéticos, que se emplean con este propósito.

Nematodos: Gusanos nematelmintos del superfilo Ecdysozoa. Estos animales disponen de un aparato digestivo con forma de conducto recto, que ocupa toda la extensión del cuerpo. Por lo general, viven en el medio acuático o habitan en la superficie. Entre las más de veinticinco mil especies detectadas por los científicos, hay nematodos de existencia autónoma y otros parásitos de los seres humanos, las plantas y los animales. Hay nematodos de existencia autónoma y otros que son parásitos de los seres humanos, las plantas y los animales.

Nutracéuticas: Presencia y acción de compuestos que presentan propiedades biológicas activas, beneficiosas para la salud y con capacidad preventiva y/o terapéutica.

Parénquima: Tejidos fundamentales que prevalecen en la mayoría de los órganos vegetales formando un tono continuo. Se localizan en todos los órganos vegetales y llenan espacios libres que dejan otros órganos y tejidos. Las células parenquimatosas están poco especializadas y su forma puede ser muy variable: más o menos isodiamétricas, casi poliédricas o alargadas y lobuladas, entre otras. Las paredes celulares son flexibles y delgadas de celulosa, aunque pueden presentar paredes secundarias lignificadas.

Pedicelo: Estructura que une la flor o el fruto a la rama que la sostiene o a otra estructura más compleja. También se le conoce como pedúnculo.

Pericarpio: Parte del fruto que recubre su semilla y consiste en el ovario fecundado. Presenta tres capas: epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

Plagas: Organismos como insectos, animales u otros organismos de una misma especie que provocan diversos tipos de daños a las plantas.

Polen: Los granos de polen se hallan en los órganos masculinos de las flores y presentan los gametofitos de la planta. Está formado por un par de células recubiertas por membranas. Se compone de una cubierta externa que es muy dura (exina) y otra cubierta interna (intina).

Polisombra: Mallas sombra compuestas por material tejido y manufacturado de polietileno de alta densidad que sirven para dar sombra. Son de alta resistencia y tienen protección UV que garantiza su durabilidad, para utilizarlas en campos a cielo abierto y en invernaderos.

Polinización: Proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o la parte receptiva de las flores en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, haciendo posible la producción de las semillas y los frutos.

Polipropileno: Polímero utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos y álcalis y ácidos.

Precoz: Una planta es precoz cuando su floración es temprana o puede ocurrir antes de la floración de otros genotipos de la misma especie.

Resistencia a enfermedades: Resistencia de las plantas a las enfermedades, que frecuentemente resulta de la interacción específica de los genes de resistencia (R) de las plantas con los correspondientes genes de avirulencia (Avr) de los patógenos. La incorporación de fuentes de resistencia no específica proporciona los principales recursos para el control de enfermedades. La resistencia es una característica heredable y es controlada principalmente por el sistema genético nuclear y en algunos casos por el citoplasmático. La resistencia citoplasmática es controlada por unidades hereditarias dentro del citoplasma, que se supone que están ubicadas dentro de los cloroplastos y la mitocondria. La resistencia citoplasmática es transmitida a través del progenitor femenino y puede ser incorporada por la retrocruza con el progenitor recurrente deseado, como padre, con la fuente parental deseada, como madre.

Siembra invernal: Siembra de un cultivo en época lluviosa.

Siembra veranera: Siembra de un cultivo en época seca.

Suelos oxisoles: Suelos tropicales ricos en sesquióxidos de hierro y aluminio. Presentan proporción de arcillas 1:1. Se forman sobre antiguos suelos de trópicos húmedos, muy meteorizados y de escasa fertilidad. Tienden a presentar texturas finas debido a su alto grado evolutivo y al tamaño de las partículas. Son de alta evolución. Se relacionan con climas húmedos y muy húmedos. Debido a la alta precipitación, son suelos lavados que presentan condiciones ácidas.

Suelos ultisoles: Suelos de trópico con poca materia orgánica, que poseen un bajo pH, que producen una baja CIC y poca fertilidad, además de altos niveles de Al y poco fósforo disponible. El manejo dirigido a mejorar estas características se realiza por medio del uso de enmiendas, la incorporación de materia orgánica, la fertilización fosforada y la utilización de plantas tolerantes al bajo pH y al bajo contenido de fósforo cambiante.

Variedad: En botánica y agronomía, la variedad es una población con caracteres que la hacen reconocible y que se cruza libremente con otras poblaciones de la misma especie.

Vida anaquel: Periodo en que el producto o la fruta mantiene características sensoriales y de seguridad aceptables para el consumidor y el almacenado bajo condiciones óptimas preestablecidas.

Vigor: El vigor en una planta es la expresión de todas las características internas y externas, que se traducen en la presencia de ella en un medio determinado y que cumplen la función que le corresponde. El vigor de la semilla es la suma de aquellas propiedades de esta que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla o de un lote durante la germinación y la emergencia de la plántula.

Virus: Partículas infecciosas que actúan como parásitos obligados dentro de la planta y solo pueden multiplicarse y completar su ciclo de infección dentro de una célula hospedera adecuada.

Vivero: Conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. La producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre.

Volatilización: Proceso que consiste en el cambio de estado de la materia sólida al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido.

LITERATURA CONSULTADA

- Aldana, JM. 2011. Análisis foliares (en línea). Guadalajara, México. Laboratorios A-L de México de C.V. 21 p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <https://fuentesdeinformacioniapb.files.wordpress.com/2013/11/analisis-foliar.pdf>
- Alexander, LA. 2016. Métodos de control para la mancha bacteriana y la marchitez manchada. Guía de plagas de chiles y pimientos [Parte 1/2] (en línea). Ohio, Estados Unidos de América. 12 p. Consultado 20 may. 2016. Disponible en <http://www.hortalizas.com/cultivos/metodos-de-control-para-la-mancha-bacteriana-y-la-marchitez-manchada/>
- Alfaro, F; Medina, V; Córdoba, MC; Font, MI; Jornet, J; Cebrián, MC; Jordá, C. 2010. Ultrastructural aspects of tomato leaves infected by torrado virus (ToTV) and co-infected by other viruses (en línea). *Tomato Plant Pathology* 59:231-239. Consultado 9 ago. 2016. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3059.2009.02215.x/references;jsessionid=13A876FB85D5564B-D2D6AFA30967D24E.f01t01?globalMessage=0>
- Alvarado, P. 2009. Manual del cultivo de tomate: Riego en tomate (en línea). (Chile, Nodo Hortícola). Universidad de Chile. 25-29 p. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/ManualCultivotomate.pdf>
- Anaeriana. 2014. Propiedades de algunas verduras y hortalizas (en línea). Consultado 18 ene. 2016. s.p. Disponible en <https://recetascontiento.Wordpress.com/2014/02/14/propiedades-de-algunas-verduras-y-hortalizas/>
- Arasa, F. 2003. Daños causados por las babosas (en línea). *Horticultura*, España, 1 ago. 1 p. Consultado 18 ene. 2016. Disponible en <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/71794-Danos-causados-por-las-babosas.html>
- Araujo, EG. 2014. Podredumbre blanda (*Erwinia carotovora*) (en línea). s.p. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en <http://enfermedadesdeltomate1.blogspot.com/2014/10/podredumbre-blanda-erwinia-carotovora.html>
- Armenta, R. 2012. Presencia del virus de la marchitez del tomate (ToMarv) en el noroeste de México e identificación de hospedantes alternos (en línea). Sinaloa, México. 74 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13072/Rogelio%20Armenta%20Ch%C3%A1vez.pdf?sequence=1>
- ASTA (American Seed Trade Association). 2015. Cáncer bacteriano del tomate: Una guía para el productor comercial (en línea). Ontario, Canadá. 6 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en www.lincolnu.edu
- Bayer Crop Science. 2015. Enfermedades por virus y organismos de tipo bacteriano del chile y tomate en México (en línea). México D.F. México. 49 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en: [http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/Product_cont/\\$file/manual_virosis.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/Product_cont/$file/manual_virosis.pdf)
- Bermejo, J. 2011a. Agrobiológico de plagas: *Agrotis* spp (en línea). Valencia, España. 1 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/gusanos-grises-agrotis-spp/>

- Bermejo, J. 2011b. Deficiencias y excesos nutricionales en tomate: síntomas y corrección (en línea). Agrológica. s.p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://blog.agrologica.es/deficiencias-y-excesos-nutricionales-en--cultivo-tomate-sintomas-y-correccion-fertilizantes-nitrogeno-fosforo-potasio-magnesio-calcio-azufre-hierro-zinc-manganeso-boro-molibdeno-cloro/>
- Bernacer, C. 2016. Dieta y nutrición: Tomate (en línea). Madrid, España. 1 p. Consultado 20 mar. 2016. Disponible en <http://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/propiedades-nutricionales-del-tomate-13085>
- Bernal, R. 2010. Enfermedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero en las zonas de Salto y Bella Unión (en línea). Uruguay, Montevideo. INIA. (Serie técnica 181). 52 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3748/1/ST-18-1.pdf>
- Bertsch, F. 2006. El recurso tierra en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 30(1):133-156
- Bloodnick, E. 2016. La función del sodio y del cloruro en el cultivo de plantas (en línea). PROMIX. 1 p. Consultado 20 dic. 2016. Disponible en <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-sodio-y-del-cloruro-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Botanical-online S.L. 2016. Plagas y enfermedades de los tomates (en línea). s.p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://www.botanical-online.com/enfermedadesdelostomates.htm>
- Brenes, L; Gamboa, M. N; Jiménez, M. F. 2015. Informe Final de Proyecto F04-14: Desarrollo de productos saludables con valor agregado a partir de tomate para brindar alternativas de comercialización de los excedentes de producción primaria a los productores nacionales y pre-factibilidad de mercado de dichos productos. Cartago, Costa. Rica: FITTACORI-TEC. 88 p.
- Cadena, M; Guzmán, R; Díaz, M; Magaña, O; Almeyda, H; López, H; Rivera, A; Rubio, O. 2003. Distribución, Incidencia y Severidad del Pardeamiento y la Brotación Anormal en los Tubérculos de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Valles Altos y Sierras de los Estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal, México (en línea). *Revista Mexicana de Fitopatología* 21(3):248-259. Consultado 20 mar. 2016. Disponible en www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221302
- Carrillo, JA. 2012. Manejo del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp) en Hortalizas (en línea blog). Horticultivos. Sinaloa, México. 30 may. 1 p. Consultado 8 oct. 2014. Disponible en <http://horticultivos.com/manejo-del-nematodo-agallador-meloidogyne-spp-enhortalizas-2/>
- Castillo, P; Alvarado, H. 2003. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno (en línea). Biblioteca Virtual Universal. Chile, Editorial el Cardo. 10 p. Consultado 15 abr. 2016. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/8862.pdf>
- Ceballos, G; Alvarea, E; Bolaños, M. 2014. Reducción de poblaciones de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith) en plátano (*Musa AAB* Simmonds) con aplicación de extractos de *Trichoderma* sp. (*Alexopoulus* y Mims) y bacterias antagonistas (en línea). Palmira, Colombia, CIAT. *Acta Agronómica* 63(1):1-8. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/rt/printerFriendly/43121/45819
- Cepeda, K; Espinoza, C; Gajardo, JT; Hojas, B; Margozzini, A; Parro, JI; Pasache, M; Pérez, C; Pérez, J; Utili, B; Wellmann, W. 2010. Enfermedad: Antracnosis del tomate (en línea blog). Estación Experimental de Pirque. *Agronomía UC* 2010. s.p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://desafio1710.blogspot.com/2010/04/enfermedades-del-tomate.html>

- Cerdas, MM; Montero, M. 2002. Manual del manejo poscosecha de tomate. Convenio Poscosecha CNP-UCR-MAG. San José, Costa Rica, 95 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-poscosecha-tomate-introd.pdf
- Céspedes, C; Cortez, M; Gerding, M; France, A. 2002. Control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) con *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (Nematodo: RHABDITIDAE) en suelos con sistema de cero labranza (en línea). Revista Agricultura Técnica 62 (2): 181:190. Chillán, Chile. Agricultura Técnica. 62(2). Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0365-28072002000200001>
- Cestoni, F; De Jovel, G; Urquilla, A. 2006. Perfil de negocios de tomate cherry o cereza hacia el mercado de los Estados Unidos (en línea). El Salvador. 73 p. Consultado 5 feb. 2015. Disponible en http://www.academia.edu/7215115/PERFIL_DE_NEGOCIOS_DEL_TOMATE_CHERRY_O_CEREZA_HACIA_EL_MERCADO_DE_LOS_ESTADOS_UNIDOS
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal. 2014. Manejo integrado de Paratrioza (*Bactericera cockerelli*): Campaña Fitosanitaria de jitomate (en línea). México. 8 p. Consultado 8 oct. 2015. Disponible en <http://www.Cesavem.org/img/fitosanitariodeljitomate/jitomate2.pdf>
- Contreras, R; Depestre, T; Rodríguez, Y. 2007. El virus del bronceado del tomate TSWV y su incidencia en el cultivo de pimiento (en línea). Revista Temas de Ciencia y Tecnología 11(32):33-39. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/nota1t32.pdf>
- Cosme. J. 2011. Hortalizas: Control de enfermedades virosas en tomate (en línea). México. 1 p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/control-de-enfermedades-virosas-en-tomate/>
- Cosmoagro. 2012. La importancia del Encalado en la regulación del pH (en línea blog). Bolivia. 1 p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.cosmoagro.com/site/blog/articulo-tecnico-la-importancia-del-encalado-en-la-regulacion-de-ph/>
- Díaz, C. 2007. Caracterización Agro cadena de Tomate. Dirección Regional Central Occidental. M.A.G. Grecia, Costa Rica. 46 p.
- Díaz, C; López, L. 2010. Boletín Manejo Integrado del Cultivo de Tomate y el Combate Químico de las Principales Plagas y Enfermedades. Dirección Regional Central Occidental. Agrocadena Regional de Tomate. MAG. Grecia, Costa Rica. Boletín 2010-02.
- Díaz Hermanos. 2015. Propiedades y beneficios del tomate (en línea). Río Negro, Argentina. 1 p. Consultado 18 ene. 2016. Disponible en http://www.diazhermanos.com/articulo.php?id_art=26#.V5EFGdKGuko
- Díaz, S. 2015. Tomate: Plagas y enfermedades comunes (en línea blog). Aranjuez, España. Agrohuerto. s.p. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://www.agrohuerto.com/tomate-plagas-y-enfermedades-comunes/>
- Díaz, T. y Hernández, DA. 2003. Comportamiento de la germinación de las semillas tratadas con cloro (Cl) (en línea). Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Cuba. 63-66 p. Consultado 18 ene. 2016. Disponible en <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/nota4t19.pdf>
- Díaz, V. 2014. Perfil comercial tomate (en línea). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala. 11 p. Consultado 21 feb. 2015. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20tomate.pdf>

- Echandi, CR. 2016. Caracterización del manejo en la producción comercial de frutos de tomate para mesa del híbrido Prodigio F1. Informe para registro del híbrido Prodigio a la Oficina Nacional de Semillas. Alajuela, Costa Rica, UCR. 8 p.
- Ecured. 2016. Gusano Falso Minador (en línea). 1 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en http://www.ecured.cu/Gusano_falso_medidor
- Ecured. 2016. Pudrición húmeda bacteriana (en línea). 1 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en https://www.ecured.cu/Pudrici%C3%B3n_h%C3%BAmeda_bacteriana
- EDIFORM. 2006. VADIAGRO: Principales problemas fitosanitarios. Tomo I. Curridabat, Costa Rica, Edifarm Internacional Costa Rica. 3 ed. 89-92, 193-212 p.
- Enríquez, E. 2015. Manejo Integrado de Maleza en el cultivo de tomate (en línea). Escuela de Ciencias Agroambientales. Universidad Tecnológica Oteima. Chiriquí, Panamá. 68 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en http://www.academia.edu/19590593/Manejo_integrado_de_malezas_en_el_cultivo_de_tomate
- Escalona, V; Alvarado, P; Monardes, H; Urbina, C; Martín, A. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) (en línea). Nodo Hortícola. Universidad de Chile. 60 p. Consultado 19 set. 2016. Disponible en http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf
- Escobar, H; Lee, R. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero (en línea). v.2. 2 ed. Bogotá, Colombia. 180 p. Consultado 22 de jul. 2016. Disponible en pdf-manual_produccion_de_tomate_-_pag.-_web-11-15.pdf
- Fajardo, E; Benitez, D; Rodríguez, N; Rivera, A; Bernal, R. 2016. Sustrato y sistema de riego óptimos para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero (en línea). Investigación Innovación Ingeniería. Bogotá, Colombia 3(1):1-16 Consultado 22 de mar. 2017. Disponible <https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-v=2&ie=UTF-8#q=riego+para+tomate+en+costa+rica&start=10&instant&ion=1&esp>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2007. Manual de manejo poscosecha de frutas Tropicales (en línea). Roma, Italia. 136 p. Consultado 2 jun. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). s.f. Preparación de semilleros (en línea). Roma, Italia. 56 p. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a1374s/a1374s03.pdf>
- Fernández, JB. 2016. Generalidades de semillas comerciales de tomate. Informe técnico. San José, Costa Rica. OFINASE. 6 p.
- Fitodiagnóstico. 2016. ToCVVirus de la clorosis del tomate (en línea). Zayinsoft. 1 p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://www.fitodiagnostico.com/Elemento/89ee692a5cfa4b97bdaca3a76b8fe773>
- France, A; Gerding, M; Céspedes, C. Cortez. 2002. Control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) con *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (Nematoda: RHABDITIDAE) en suelos con sistema de cero labranza. Chile. Agricultura Técnica. 62(2):181-190. Consultado 10 may. 2016. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0365-28072002000200001&script=sci_arttext
- Gamboa, M. 2012. Productos a partir de tomate, características y posibilidades de innovación (en línea). Congreso Nacional de Tomate. Cartago, Costa Rica. 41 p. Consultado 11 may. 2016. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00310.pdf>

- Gázquez, JC. 2008. El cultivo del tomate: Labores específicas del cultivo de tomate (en línea). Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Hoyos. 1-9 p. Consultado 11 may. 2016. Disponible en http://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/Docs/LABORES_ESPECIFICAS_TOMATE.pdf
- Goldense, D. 2016. Guía de plagas de chiles y pimientos [Parte 1/2] (en línea). Ohio, Estados Unidos de América. 1-4 p. Consultado 20 may. 2016. Disponible en <http://www.hortalizas.com/cultivos/guia-de-plagas-de-chiles-y-pimientos-2/>
- Guerra, VI. 2013. Cuando los nutrientes esenciales se vuelven tóxicos (en línea). INTA. Argentina. sep. 2013. 1 p. Consultado 20 may. 2016. Disponible en <http://inta.gob.ar/noticias/cuando-los-nutrientes-esenciales-se-vuelven-toxicos>
- Haifa Chemicals. 2014. Recomendaciones nutricionales para tomate en campo abierto, acolchado o túnel e invernadero (en invernadero) (en línea). Miami, Estados Unidos de América. 39 p. Consultado 10 mar. 2015. Disponible en http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate_2014.pdf
- Hernández, A. 2013. Un nuevo virus quema los cultivos de tomate: Los productos naturales. (en línea blog). set. 2013. España. 1 p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://www.losproductosnaturales.com/2013/09/un-nuevo-virus-quema-los-cultivos-de.html>
- Hernández, H; Segreda, AC. 2016. Generar valor agregado a cuatro variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*), que contribuyan a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de pequeños productores costarricenses. Proyecto PRIICA-INTA-IICA. Cartago, Costa Rica. 90 p.
- Hilje, L. 2002. Semilleros para el manejo de la mosca blanca. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 18 p.
- Horto.info. c 2011. Más de 211 millones de toneladas de tomate se producen en el mundo (en línea). Consultado 10 may. 2016. 1 p. Disponible en <http://www.Horto.info.es/index.php/noticias/3084-tomate-mundo-100314>
- Horto.info. 2016. *Helicoverpa sp.* (en línea). Diario digital de información hortofrutícola. Consultado 20 may. 2016. 1 p. Disponible en: <http://www.horto.info.es/index.php/plagas/2688-helicoverpa-armigera-13-01-14>
- Horto.info. 2016. *Liriomyza trifolii* (en línea). Diario Digital de información hortofrutícola. Consultado 20 may. 2016. 1 p. Disponible en <http://www.horto.info.es/index.php/plagas/2876-minador-hojas-trifolii-09-02-14>
- Horto.info. 2016. Pulgón verde, *Mysus persicae* (en línea). Diario Digital de información hortofrutícola. s.p. Consultado 31 ago. 2016. Disponible <http://www.horto.info.es/index.php/plagas/2982-pulgon-verde-persicae-22-02-14>
- Horto.info. 2014. *Tuta absoluta* (en línea). Diario digital de información hortofrutícola. 1 p. Consultado: 20 may. 2016. Disponible en <http://www.horto.info.es/index.php/plagas/2931-tuta-absoluta-17-02-14>
- Infoagro Systems S.L. 2015. El cultivo de tomate. Segunda parte (en línea). Madrid, España. s.p. Consultado 31 ago. 2016. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate2.htm>
- Infoagro Systems S.L. 2016. El cultivo de tomate: Parte I. (en línea). Madrid, España. s.p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp

- Infojardín. 2007. Cultivo del tomate: Plagas, enfermedades y fisiopatías en cultivo de tomates (en línea). Madrid, España. s.p. Consultado 31 oct. 2007. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-tomate-tomates.htm>
- Infojardín 2016. Carencia de cobre, molibdeno, boro y cloro (en línea). s.p. Consultado 31 oct. 2016. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/articulos/carencias-cobre-molibdeno-boro.htm>
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2014. Manejo integrado de plagas. Cultivo de tomate: Guía MIP (en línea). Managua, Nicaragua. 66 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MIP%20tomate%2014.pdf>
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1996. Descriptores para tomate (*Lycopersicon* spp L.) (en línea). 47 p. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/73043/Descriptores_tomate_489.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jaramillo, J; Rodríguez, V; Gil, L; García, M; Clímaco, J; Quevedo, D; Sánchez, G; Aguilar, P; Pinzón, L; Zapata, M; Restrepo, J; Guzmán, M. 2013. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas (en línea). Bogotá, Colombia. 282 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/200000905/Tecnologia-para-el-cultivo-del-Tomate-CLIENTE-pdf>
- Jaramillo, J; Rodríguez, V; Guzmán, M; Zapata, M; Rengifo; T. 2007. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (en línea). Manual técnico. CORPOICA-FAO-MAMA. Antioquia, Colombia. 314 p. Consultado 31 oct. 2015. Disponible en <http://www.fao.org.co/manualtomate.pdf>
- Jiménez, E; Rodríguez, O. 2014. Insectos plaga de cultivos de Nicaragua (en línea). Universidad Nacional Agraria. 226 p. Managua, Nicaragua. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>
- Jiménez, P. 2016. Un buen año para la exportación de chile y tomate (en línea). Consultado 31 oct. 2016. s.p. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/AgroNoticias/Paginas/Exportaci%C3%B3ndeChileytomate.aspx>
- Junta de Andalucía. 2016. Marchitez bacteriana del tomate *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi (en línea). Consejería de Agricultura y Pesca Delegación Provincial de Almería, Andalucía. España. s.p. Consultado 31 oct. 2007. Disponible en http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Ralstonia_solanacearum.pdf
- Kil, EJ; Kim S; Lee, Y; Byun, H; Park, J; Seo, H; Kim, C; Shin, J; Lee, J; Kim, J; Lee, K; Choi, H; Lee, C. 2016. Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV-IL): a seed-transmissible geminivirus in tomatoes (en línea). Scientific reports 6(19013). Springer Nature. Macmillan Publishers Limited. s.p. Consultado 31 oct. 2016. Disponible en <http://www.nature.com/articles/srep19013>
- Labrada, R; Parker, C. 2016. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas: Manejo de malezas en países en desarrollo (en línea). Roma, Italia. FAO. s.p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s05.htm>
- López, L. 2012. Importancia del cultivo de tomate. Informe técnico Programa Nacional Sectorial de tomate. MAG. San Ramón. Alajuela, Costa Rica. 29 p.
- López, L. 2014. Evaluación del comportamiento agronómico de 6 cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) en San Francisco, Cartago. Región Central Oriental de Costa Rica. Informe final. San José, Costa Rica. Proyecto PRIICA-INTA. Cartago, Costa Rica. 21 p.

- López, L. 2016. Rendición de cuentas de la agrocadena de tomate (Power point). (San José, Costa Rica). Programa Nacional Sectorial de tomate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 16 p.
- López, L; Brenes, L. 2014. Ficha Técnica: Circuitos de comercialización de tomate en Costa Rica. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería-TEC. 9 p.
- López, L; Guzmán, J; Quirós, S; Barrantes, L; Saborío, D. 2016. Informe ejecutivo del componente 1B: Selección de cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) que contribuyan a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de pequeños productores costarricenses. San José, Costa Rica. INTA. 30 p.
- López, L; Quirós, S. 2016. Evaluación de cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) con tolerancia a *Ralstonia solanacearum* bajo condiciones de invernadero y campo. Informe ejecutivo. San José, Costa Rica. Proyecto PRIICA-INTA-IICA. 17 p.
- López, L; Quirós, Y. 2016. Estadísticas de áreas de siembra y rendimientos por región para tomate período 2015-2016. Comisión estadísticas de tomate. San José, Costa Rica. MAG. 9 p.
- Lozano, JM. 2010. Guía para producir tomate (en línea). Consultado 20 mar. 2016. 47 p. Disponible en <http://es.slideshare.net/JuanManuelLozano/guia-para-cultivar-tomate>
- Martínez, E; Barrios, G; Rovesti, L; Santos, R. 2006. Manejo Integrado de Plagas: Manual Práctico (en línea). La Habana, Cuba. 11 p. Consultado 31 may. 2016. Disponible en http://www.inisav.cu/OtrasPub/Red%20de%20Extension%20Fitosanitaria%20de%20Cuba%20_2008_.pdf
- Martínez, J.A. 2012. Bacteria Clavibacter (en línea). Montecillo. Texcoco, México. Universidad Rafael Landívar. 87 p. Consultado 31 oct. 2015. Disponible en <http://fitopatologiajam.blogspot.com/2012/06/bacteria-clavi-bacter.html>
- Martínez, S.; González, J; Culebras, J.M; Tuñón, M.J. 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes (en línea). León, España. Nutrición Hospitalaria 27(6):271-278. Consultado 21 ago. 2016. Disponible en <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
- Medina, A; Cooman, A; Escobar, H; Slamanka, C; Monsalve, O. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero: Riego y fertilización (en línea). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Colombia. Editores Hugo Escobar y Rebeca Lee. 164 p. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en <http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/tomate/files/assets/basic-html/index.html#37>
- MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, Costa Rica)-MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). 2004. Reglamento técnico RTCR 739-2004: Tomate para Consumo en Estado Fresco (en línea). (jul. 2004. San José, Costa Rica). MEIC-MAG. 13 p. (N° 141). Consultado 10 may. 2016. Disponible en http://www.cnp.go.cr/agronegocios/pai/normas_calidad_productos/Tomate_RTCR_379-2004.pdf
- Molina, E. 2001. Manejo de la acidez y encalado de los suelos (en línea). Curso de fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica CIA, UCR. San José, Costa Rica. 27-39 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilidad%20de%20Suelos.pdf>
- Molina, E. 2016. Fertilización de tomate (en línea). Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 51 p. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/FERTILIZACION%20TOMATE%202016.pdf>

- Monardes, H. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill): Características botánicas. Origen (en línea). Chile. Universidad de Chile 13 p. Consultado 8 oct. 2016. Disponible en http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf
- Monge, J. 2016. Liro 42: Generalidades del híbrido. Informe técnico. Alajuela, Costa Rica. Almatropic S.A. 1 p.
- Morsy, EM; Abdel-Kawi, KA; Khalil, MNA. 2009. Efficiency of *Trichoderma viride* and *Bacillus subtilis* as Biocontrol Agents against *Fusarium solani* on Tomato Plants (en línea). Egypt Journal Phytopathological 37(1):47-57. Gyza, Egipto. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en <http://www.ejpegypt.net/vol37.no1/5.pdf>
- Natursan. 2015. Tomates: beneficios y propiedades. Cualidades nutricionales del tomate (en línea). 1 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.natursan.net/tomates-beneficios-y-propiedades/>
- Nirit seeds Ltd. c2009. Cherry Shani (en línea). Moshav Hadar Am, Israel. 1 p. Consultado 31 oct. 2007. Disponible en <http://www.niritseeds.com/ProductPage.aspx?VarietyId=117&ProductId=1>
- OFINASE (Oficina Nacional de Semillas). 2015. Resumen General de Importaciones y Exportaciones de Semillas Año 2012 (en línea). San José, Costa Rica. s.p. Consultado 31 ene. 2016. Disponible en http://www.ofinase.go.cr/images/documentos/totales_hortalimp15.pdf
- OFINASE (Oficina Nacional de Semillas). 2016. Variedades Comerciales Vigentes (en línea). San José, Costa Rica. s.p. Consultado 31 abr. 2016. Disponible en http://www.ofinase.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=62%3Ariedadescomerciales&catid=56%3Aregistro-variedades&Itemid=95&lang=es
- PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario). 2008. Calibrador para fruta de tomate. Heredia, Costa Rica. Proyecto de Modernización Institucional. 1 p.
- PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario). 2017. Volúmenes, precio por kg y moda de precio de tina de 18 kg de tomate para consume fresco. Informe técnico. Heredia, Costa Rica. 1 p.
- PPC (Plantas para curar). 2016. Usos medicinales y aplicaciones curativas de tomate: Par qué sirve el tomate (en línea). s.p Consultado 31 oct. 2015. Disponible en <http://www.plantasparacurar.com/usos-medicinales-y-aplicaciones-curativas-del-tomate/>
- Productores de Hortalizas. 2006. Plagas y enfermedades de tomate: Guía de Identificación y Manejo (en línea). 23 p. Consultado 31 oct. 2015. Disponible en http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf
- Quesada, G; Méndez, C. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. San José, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 16(2):171-183
- Ramírez, J. s.f. Daños fisiológicos y físicos en el cultivo de tomate (en línea). Monografías.com. s.p. Consultado 2 nov. 2016. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos102/danos-fisiologicos-y-fisicos-tomate/danos-fisiologicos-y-fisicos-tomate.shtml#enrollamia>
- Ramírez, S; Salazar, A; Nakagome, T. 2001. Manual de Plagas y enfermedades del cultivo de jitomate, tomate de cáscara y cebolla (en línea). Morelos, México. Boletín INIFAP. 2001-28:1-47. Consultado 2 nov. 2016. Disponible en http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenido_web/indice/unidadmorelos/libros/hortalizas/hortalizas15.pdf

- Ramos, F. 2014. Hortalizas: Plantación y uso apropiado de acolchado plástico en el cultivo de chile (en línea). Meister Media Worldwide. México. 1 p. Consultado 11 set. 2016. Disponible en <http://www.hortalizas.com/cultivos/chiles-pimientos/uso-apropiado-de-acolchado-plastico-en-el-cultivo-del-chile/>
- Ramos, F; Vásquez, O; García, A. 2015. Hortalizas: Prepara el suelo para la producción de tomate. Meister Media Worldwide. México. 1 p. Consultado 11 mar. 2016. Disponible en <http://www.hortalizas.com/cultivos/prepara-el-suelo-para-la-produccion-de-tomate/>
- Richmond, F. 2016. Factores que inciden en el desarrollo de los síntomas de deficiencia de calcio en los cultivos (en línea). Boletín ProNap (57):5-7. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. Consultado 20 may. 2015. Disponible en http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/es/estructura/oficinas/prog-nac-aprot.html
- Rincón, L. 2003. La fertirrigación del tomate y del pimiento grueso (en línea). Murcia, España. Vida Rural. 48-54 p. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdfvru ral/Vrural_2003_164_36_40.pdf
- Rivera, J; Brown, J; Weller, S; Melgar, J. 2014. Consideraciones técnicas para el efectivo manejo integrado del tizón tardío en papa (en línea). Cortés, Honduras. 10 p. Consultado 22 dic. 2015. Disponible en http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccionveg_pdfs/consideraciones_tec_nicas_para_manejo_de_tizon_tardio_en_papa.pdf
- Rodríguez, C. 2012. Uso de trampas y feromonas en el cultivo de tomate. (en línea). Congreso Nacional de Tomate. Cartago, Costa Rica. 31 p. Consultado: 10 may. 2016. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00310.pdf>
- Rodríguez, M. 2014. Guía de identificación y manejo integrado de plagas y enfermedades en piña (en línea). Limón, Costa Rica. Consultado 10 may. 2016. 57 p. Disponible en <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-banacol/guia%20identificacion5.pdf>
- Rojas, J; Castillo, M. 2007. Diagnóstico de la Agro Cadena del cultivo de tomate de la Región Central Sur (en línea). MAG. San José, Costa Rica. 72 p. Consultado 20 mar. 2015. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00063.pdf>
- Rubio, L; Font, I; Jordá, C; Serra, J; Durán, N; Moreno, P; Guerri, J. 2002. Incidencia de los virus del rizado amarillo del tomate en cultivos de tomate de la Comunidad Valenciana, España (en línea). Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas, España. 2002-28:599-607. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas/BSVP-28-04-599-607.pdf
- Ruíz, JA; Bravo, E; Ramírez, L; Báez, AD; Álvarez, M; Ramos, JL; Nava, U; Byerly, KF. 2013. Plagas de importancia económica en México: Aspectos de su biología y ecología (en línea). INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). Morelos, México. Boletín 2013-2:398. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4069/CIRPAC_010106185000052663.pdf?sequence=1
- Sánchez M. 2012. Manejo de enfermedades del tomate. Curso Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Tomate, Chile y Papa (en línea). (Veracruz, México). Curso de Incapa. 18 p. Consultado 27 de may. 2014. Disponible en <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Manejo%20de%20Enfermedades%20del%20Tomate.pdf>

- SATA. 2015. *Alternaria solani*: Guía para la protección y nutrición vegetal (en línea). Paraguay. 81 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en http://www.laguiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=145:alternaria-solani&catid=67:nombres-cientifico&Itemid=69
- Semillaria. 2015. Clasificación taxonómica de tomate (en línea). s.p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://semillaria.es/index.php/cultivos-ok/29-cultivos/94-taxonomia>
- Seminis. 2004. Chungará (en línea). México D.F, México. 1 p. Consultado 10 dic. 2015. Disponible en <https://www.seminis.com/global/cl/products/Pages/tomatechungar%C3%A1.aspx>
- Seminis. 2015. Guía de la enfermedad del Tomate (en línea). Barcelona, España. 48 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <https://www.seminis.com/global/es/growerresources/Documents/guia%20enfermedades/GUIA%20ENFERMEDAD%20TOMATE.pdf>
- Seminis. 2016. DRW 7834 (en línea). México D.F, México. 1 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.seminis.mx/product/drw-7834/396>
- Shenk, M. 2010. Prácticas culturales para el manejo de malezas: Manejo de malezas para países en desarrollo (en línea). Roma, Italia. s.p. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0c.htm>
- Sierra, J; Acon, C; Jiménez, A; Arnau, J; Malagón, J; Forcuna, JL. 2011. Desarrollo epidemiológico de las virosis en la Comunidad Valenciana: El caso del "virus de la cuchara" del tomate (en línea). Servicio de Sanidad Vegetal. Valencia, España. Hortícolas. 47-53 p. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863600/Desarrollo+epidemiol%C3%B3gico+de+las+virosis+en+la+comunidad+valenciana++el+caso+del+virus+de+la+cuchara+de+tomate/b3dd435f-80e2-49aa-84d9-3ff12dbd2929;jsessionid=54D7966E726D4E14E84DEB3FE99B910B.node1>
- Solórzano, A. 2011. Detección de geminivirus y crinivirus en almácigos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y chile dulce (*Capsicum annuum* L.) durante el período crítico del desarrollo (en línea). San José, Costa Rica. 42 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://cro.ots.ac.cr/rdmcnfs/datasets/biblioteca/pdfs/nbina-13249.pdf>
- Tjalling, H. 2006. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad: tomate (en línea). CropKit. SQM. 80 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.Pdf
- Urbina, C. 2009. Manual del Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.): Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades (en línea). Chile. Universidad de Chile. Nodohortícola. 36-45 p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf
- Vallejo, F. 1999. Mejoramiento genético y producción de tomate en Colombia (en línea). Palmira, Colombia. 216 p. Consultado 10 mar. 2016. Disponible en <http://www.uneditorial.net/uflip/Mejoramiento-genetico-y-produccion-de-tomate-en-Colombia/pubData/source/Mejoramiento-genetico-y-produccion-de-tomate-en-Colombia.pdf>
- Viveros Barber. 2011. Fertilización de la vid: Magnesio: Propiedades, efectos, carencia, exceso (en línea). Viver-vit Seleccionador S.L. 1p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://www.vitivicultura.net/fertilizacion-de-la-vid-magnesio-mg.html>
- Yaghmour, MA; Bostock, RM; Morgan, DP; Michailides, TJ. 2012. Biology and sources of inoculum of *Geotrichum candidum* causing sour rot of peach and nectarine fruit in California (en línea). Plant disease 96:204-210. Consultado 20 abr. 2016. Disponible en <http://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-05-11-0391/tomate/>



CONTÁCTENOS

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Ing. Agr. Ligia Mayela López Marín, MSc.
mlopez@inta.go.cr
Departamento de Investigación e Innovación-INTA
Teléfono: 2231-2344 ext.: 461

**Web INTA: www.inta.go.cr
Plataforma INTA: www.platicar.go.cr**

Unidad Coordinadora del PRIICA (UCP) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Sede Central. San José, Vásquez de Coronado,
San Isidro 11101-Costa Rica, América Central
Apartado 55-2200
Teléfonos: [506] 2216-0313 / 0320
Fax: [506] 2216-0233
Correo electrónico: infopriica@iica.int

**www.iica.int
www.priica.sictanet.org**