Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

sector AGRO ALIMENTARIO

Cultivo de Tomate

(Solanum lycopersicum)

GUIA TÉCNICA

Ing. Stephanie Quirós Campos

2022

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

sector AGRO ALIMENTARIO

GUIA TÉCNICA

Cultivo de Tomate

(Solanum lycopersicum)

Ing. Stephanie Quirós Campos

2022

Autores

Ing. Stephanie Quirós Campos

Consejo Editorial del INTA

Ing. Kattia Lines Gutiérrez.

Ing. Laura Ramírez Cartín.

Ing. Nevio Bonilla Morales.

Ing. Francisco Arguedas Acuña.

Ing. Roberto Camacho Montero.

Ing. Kenneth Retana Sánchez.

Editora

Ing. Kattia Lines Gutiérrez, MGA. klines@inta.go.cr

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)

Diseño y diagramación

Handerson Bolívar Restrepo www.altdigital.co

San José, Costa Rica. 2022.

Tabla de Contenido

Introducción 5

Origen y botánica 6
- Etapas fenológicas 7

Requerimientos de clima y suelo 8
- Temperatura y humedad 8
- Suelo 8

Manejo del cultivo 9
- Fertilización 9
- Riego 12
- Almácigo 12
- Trasplante 13
- Podas 13
- Uso de barreras vivas 14
- Rotación de cultivos 15
- Control de arvenses (malas hierbas) 15
- Manejo de plaguicidas 15

Manejo de plagas y enfermedades 18
- Manejo integrado de plagas 18
- Manejo de enfermedades 22

Cosecha y poscosecha 33

Literatura citada 35

Anexos 40

Introducción

La producción de tomate fresco a nivel mundial para el año 2020 fue de 153 000 miles de toneladas (Statista 2021). El cultivo de tomate es una actividad agrícola de importancia en nuestro país, su consumo per cápita en el 2015 fue de 18,78 kg (PIMA 2016). Es una hortaliza que se encuentra dentro de la canasta básica tributaria pues aporta tanto valor nutricional como valor monetario a la economía nacional (Ministerio de Salud 2020).

En Costa Rica la producción de tomate está centralizada en tres regiones (Central Occidental, Central Oriental y Central Sur, no obstante, en los últimos años se ha extendido a otras regiones. Es una actividad económica que está liderada por agricultores pequeños y medianos que producen a campo abierto y en menor proporción en ambiente protegido.

De acuerdo con el censo realizado en el 2014, se reportaron unas 1759 fincas de tomate en todo el territorio nacional (INEC 2015). Los datos más actualizados, indican que durante 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 2017). No obstante, el país reporta importaciones de tomates preparados o conservados; para el año 2017 se registró el ingreso de unas 34 342 toneladas métricas (SEPSA 2018).

El cultivo de tomate depende de la importación de semilla, de acuerdo con SEPSA 2022 para el año 2021 se importaron 0,23 toneladas métricas. Además, la comercialización se ve desfavorecida por los precios fluctuantes durante el año; por ejemplo, en el año 2017 el menor precio reportado por kilo de tomate fue de 566,7 colones en el mes de abril, mientras que, en enero fue de 2 425 colones (SEPSA 2018).

En conclusión, el sector tomatero es perjudicado por los altos costos de producción, problemas con la tenencia de tierras, alta presión de plagas y enfermedades, problemas de comercialización entre otros aspectos.

Por tanto, la difusión de la información representa una estrategia para fortalecer los conocimientos de los diferentes actores de la agrocadena. La presente guía técnica recopila información acerca de los principales aspectos del cultivo de tomate con el objetivo de brindar una herramienta de consulta para los productores y técnicos del país.

Origen y botánica

La planta de tomate es originaria de especies silvestres encontradas en Perú, Ecuador y otras partes de América del Sur, incluidas las Islas Galápagos (Medina *et* al. 2017). La domesticación de la planta se desarrolló en México, no obstante, durante muchos años la recolección de especies silvestres ha sido fundamental para crear una diversidad genética a nivel mundial para procesos de mejoramiento del cultivo (OECD 2017).

El tomate es una planta herbácea dicotiledónea de tallo semileñoso que pertenece al género *Solanum*, especie *lycopersicum.* Se caracteriza por presentar un porte rastrero con hojas compuestas de cinco a nueve foliolos por hoja y flores que miden entre 9-12 mm. El tallo puede llegar a medir de 2 a 2,5 m el cual puede ramificar de forma abundante. El sistema radical está compuesto por una raíz principal de corta extensión y numerosas raíces secundarias. Posee tres tipos de crecimiento (Cuadro 1) y su fruto es clasificado como una baya que puede ser roja, rosada o amarillenta.

Cuadro 1. Tipos de crecimiento en el cultivo de tomate.

Indeterminado	Determinado	Semi-determinado
Tallo principal y lateral continúan su crecimiento en un patrón continuo.	Tallo principal y lateral detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias que varían según la variedad específica.	Las ramas dejan de crecer después de un determinado número de inflorescencias, pero normalmente esto ocurre en una etapa avanzada del ciclo del cultivo.

ETAPAS FENOLÓGICAS

La fenología del cultivo de tomate se ve influenciada por las condiciones agroclimáticas donde se cultive del manejo agronómico y de las características genéticas del cultivar que se utilice. Sin embargo, se puede clasificar en cinco fases, las cuales se describen en la Figura 1:

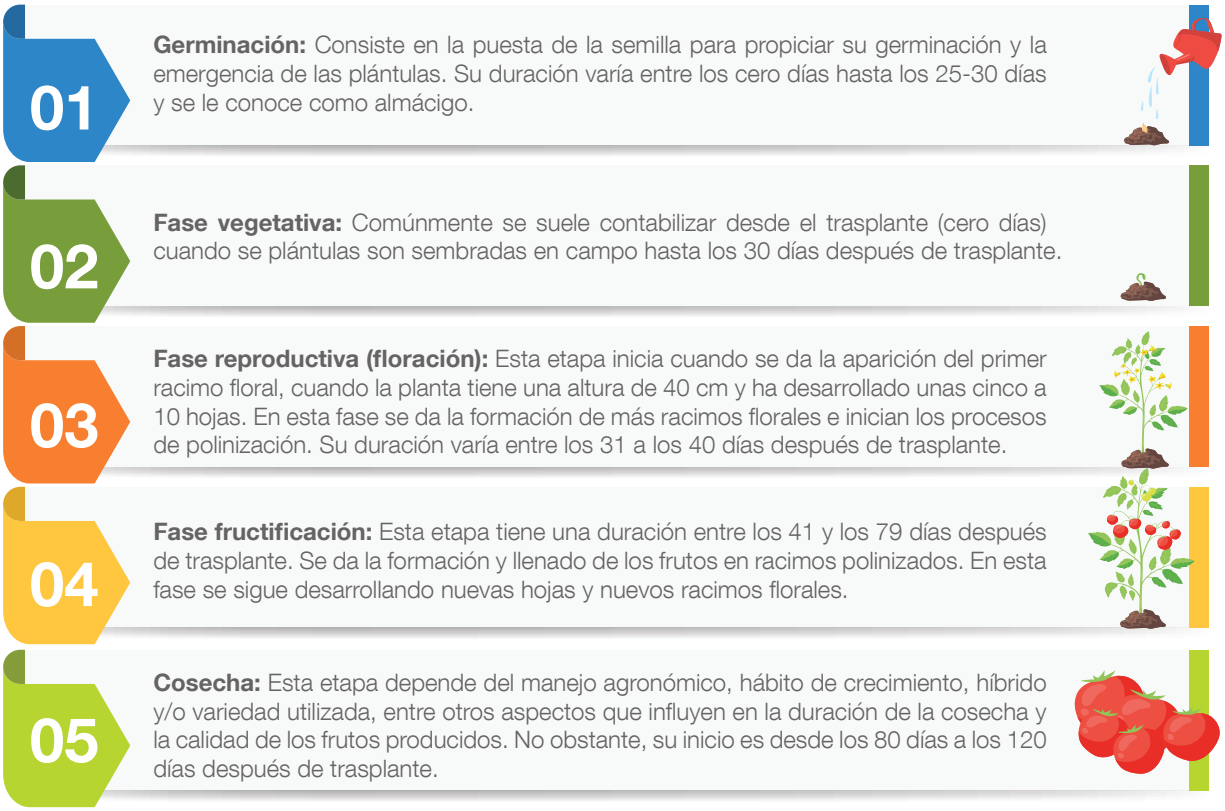

Figura 1. Descripción de las cinco etapas fenológicas del cultivo de tomate. INTA, 2022.

Requerimientos de clima y suelo

Temperatura y humedad

Para garantizar el óptimo desarrollo del cultivo de tomate, este debe desarrollarse bajo las siguientes condiciones de temperatura y humedad (Figura 2):

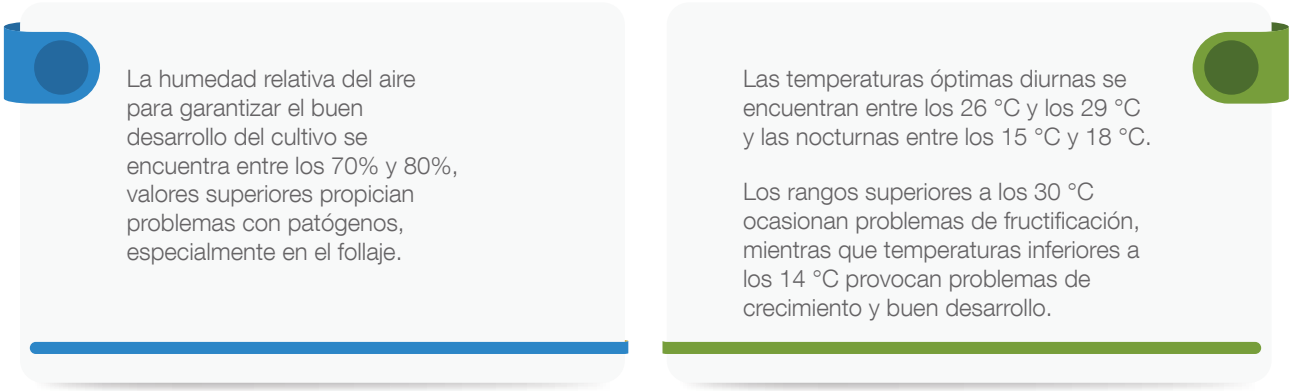

Figura 2. Rangos de temperatura y humedad adecuados para el cultivo el tomate. INTA, 2022.

Suelo

Para el cultivo de tomate, es indispensable elegir suelos de buen drenaje con pH entre los 6,0 y los 6,8, debido a que niveles inferiores impiden la disponibilidad de nutrientes como el calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg) y molibdeno (Mo).

Si el pH se encuentra en valores inferiores (<6,0), es indispensable aplicar una enmienda correctiva al suelo como carbonato de calcio o cal dolomita mínimo dos meses antes de la siembra. Bertsch (2001) recomienda que la aplicación de la cal se incorpore al inicio de las lluvias debido a su requerimiento de humedad para reaccionar adecuadamente. Por el contrario, al aplicar enmiendas en suelos con un pH superior a 8 provoca una saturación del sodio (Martínez 2007).

Otro aspecto a considerar es la conductividad del suelo, el cual es un dato que se proporciona dentro del análisis de suelo; el cultivo de tomate tolera niveles máximos de 2,5 dS/m (Allende 2017 y Villanueva 2018). Cuando los terrenos registran niveles superiores, las plantas pueden manifestar alteraciones en sus raíces y no se da una correcta absorción de nutrientes.

Manejo del cultivo

Fertilización

Para iniciar un plan de fertilización adecuado es importante realizar previamente un análisis de suelos pues éstos determinarán la recomendación del manejo nutricional de la plantación. No obstante, de acuerdo con Molina (2016), los valores óptimos de cada nutriente se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores óptimos de los macronutrientes y los micronutrientes en un análisis de suelo necesarios para el desarrollo óptimo del cultivo de tomate.

Tipo de nutrientes	Nutriente	Óptimo
Macronutriente	Calcio (Ca)	6-15 cmol/L
	Magnesio (Mg)	3-6 cmol/L
	Potasio (K)	0,5-0,8 cmol/L
	Fósforo (P)	20-50 mg/L
Micronutriente	Hierro (Fe)	10-50 mg/L
	Cobre (Cu)	1-20 mg/L
	Zinc (Zn)	3-10 mg/L
	Manganeso (Mn)	10-50 mg/L
	Boro (B)	0,5-1 mg/L
	Azufre (S)	20-50 mg/L

El valor de porcentaje de materia orgánica (% M.O) debe de rondar entre los 5-10 %, el pH entre los 5.5-7 (Naika *et* al. 2005) y la acidez ser menos que 0.3 cmol/L. Además, las relaciones de cationes deben ser las establecidos dentro de los rangos que se detallan en la Figura 3. La cantidad de nutrientes a aplicar por Ha se detalla en la Figura 4.

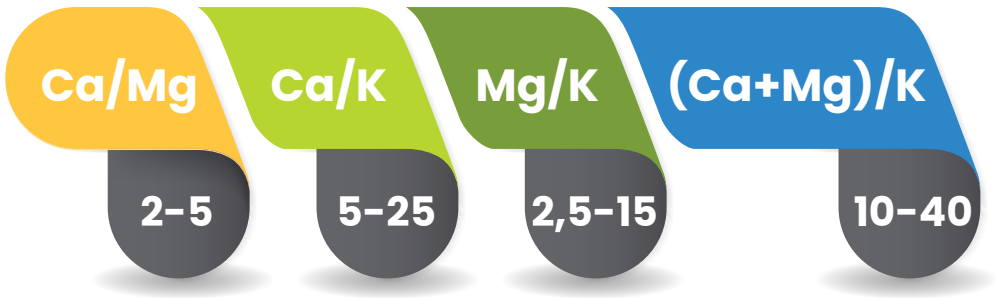

Figura 3. Rangos óptimos de las relaciones catiónicas del análisis de suelos. INTA, 2022.

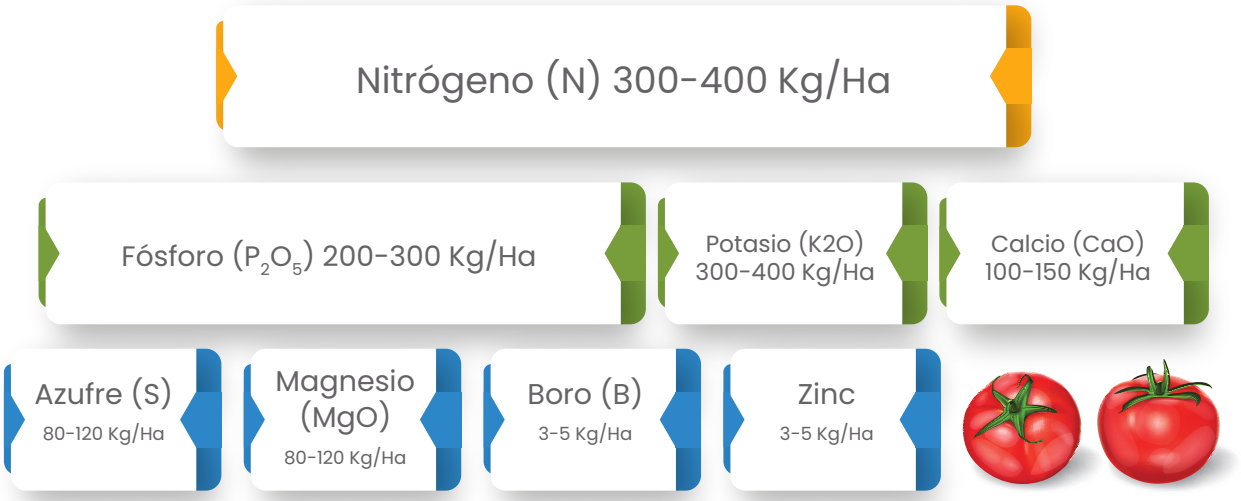

Figura 4. Cantidad de nutrientes/Ha requeridos por el cultivo del tomate.

Fuente: Molina, 2016.

Cuadro 3. Síntomas de deficiencias de nutrientes en el cultivo de tomate.

Nutriente	Sintomatología
Nitrógeno (N)	Relacionado con el crecimiento de la planta y su vigor. Las deficiencias de nitrógeno se manifiestan con coloraciones amarillentas especialmente en las hojas más viejas.
Fósforo (P)	Es importante para el crecimiento y desarrollo de las raíces y maduración del fruto, pues es un elemento vinculado al transporte de energía en la planta. Su deficiencia causa coloraciones oscuras o verde azuladas en las hojas más viejas.
Potasio (K)	Interviene en el desarrollo del fruto. Su deficiencia reduce el cuaje, el número de frutos por racimo y su peso
Calcio (Ca)	Es indispensable para el mantenimiento de las paredes celulares, por tanto, es importante para garantizar la calidad y firmeza del fruto, evitar la podredumbre apical o comúnmente
Azufre (S)	Contribuye a mantener el vigor de la planta. Funciona para fortalecer el sistema inmune de la planta.
Magnesio (Mg)	Fomenta la producción de clorofila, por ende, contribuye en el crecimiento, buen

Una buena preparación del terreno promueve un buen desarrollo del sistema radical de la planta, además ayuda a eliminar residuos de cosechas anteriores, mejora la aireación del suelo. Facilita la descomposición de la materia orgánica, destruye malezas y favorece el control de plagas y enfermedades.

En suelos con pendientes es indispensable emplear prácticas de conservación como preservar el contorno natural del terreno para disminuir pérdidas por erosión mayormente en época de invierno. Adicionalmente, se debe prever la instalación de un desagüe natural para evitar exceso de humedad.

Es necesario una preparación adecuada de los lomillos (Figura 5) para un desarrollo óptimo del sistema radical, siendo la altura ideal de 30 cm (López 2017). Las plantas sembradas a nivel de suelo son susceptibles a los encharcamientos, sobre todo en época lluviosa, asimismo, prácticas como la fertilización y eliminación de malezas son más complicadas de realizar.

Figura 5. Lomillos para siembra de plantas de tomate. INTA, 2022.

Al incorporar enmiendas o abonos orgánicos el productor debe cerciorarse que el material esté descompuesto para minimizar el riesgo de contaminación microbiana desde las fases tempranas de la producción. Es indispensable, la buena incorporación del material al suelo previo a la siembra y evitar colocarlo de manera superficial en el campo. El uso de abonos orgánicos incrementa los rendimientos productivos y la calidad de los frutos de tomate, además, pueden ser enriquecidos con *Trichoderma* spp. u otros hongos biocontroladores para combatir patógenos de suelo (Lin *et* al. 2020).

Las prácticas de conservación y enriquecimiento del suelo permiten mejorar su bioestructura (ubicada entre 0 a 20 cm), este término según Garro (2016) se define como la participación activa de la vida microbiana o microfauna (organismos microscópicos de menos de 0,2mm) y la mesofauna (organismos microscópicos de 0,2 a 2 mm de diámetro (Mancina y Cruz 2017) que en combinación con la materia orgánica hacen que el suelo sea suave, fértil, estable y permita la infiltración.

Riego

El sistema de riego por goteo es el más utilizado por los productores de tomate pues es el método más eficiente para aprovechamiento del agua, aumenta la productividad y ayuda a disminuir los excesos de humedad que favorecen la aparición de patógenos. Para su instalación se requieren cintas de riego autocompensadas (presión es igual a lo largo de toda la cinta), verificar el volumen de agua de descarga y distancia entre goteros, siendo indispensable que el gotero se encuentre cerca de la planta. En época de verano, muchos productores optan por la puesta de doble manguera de riego para aumentar el área de cobertura.

Almácigo

Otro aspecto importante es la selección de la (as) semilla (as) la cual, depende del interés del productor, no obstante, es importarte que considere sembrar híbridos y/o variedades inscritas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS). Además, debe conocer las resistencias a enfermedades y plagas que las casas comerciales reportan y verificar la calidad, sanidad y pureza genética. La semilla debe tener una buena calidad física (libre de contaminantes), poseer una buena calidad fisiológica (buena germinación, viabilidad y vigor), gozar de una pureza genética (presenta las características de la variedad y/o híbrido declarado) y ser sana (libre de enfermedades y plagas).

Cuando se opta por el uso de almácigo hay un mayor control de la cantidad de semilla utilizada, pues se disminuye la pérdida en campo por ataques de insectos, moluscos o enfermedades, se aumentan los porcentajes de germinación y se propicia un buen desarrollo del sistema radicular.

Los sustratos para almácigos más utilizados, de acuerdo con Ramírez (2018) son la piedra pómez + granza de arroz, piedra volcánica, turba, fibra de coco o suelo. Así mismo, indica que, para realizar almácigos, la profundidad del orificio debe ser aproximadamente tres veces el tamaño de la semilla. Se puede optar por el uso de un plástico negro para cubrir las bandejas para propiciar el proceso de germinación que tarda entre cinco a siete días.

Para realizar el riego y nutrición de este almácigo, se recomienda realizarlo por capilaridad, sumergiendo las bandejas dentro de otro recipiente con agua en combinación con una solución nutritiva hidropónica (A-B-C) cada dos días, utilizando la mitad de la dosis (Ramírez 2018). La duración del almácigo es de aproximadamente de 25 a 30 días.

Trasplante

Para realizar el trasplante es importante que las plántulas hayan desarrollado entre 3 a 5 hojas verdaderas (Naika *et al.* 2005). El momento más adecuado para efectuar el trasplante es en horas de la tarde para evitar el estrés de las plántulas.

La distancia entre plantas depende de la época de siembra (lluviosa-verano). La densidad de siembra utilizada en verano suele ser de 0,40 m entre plantas y 1,5 m entre lomillos, mientras que en la época lluviosa, la distancia suele aumentarse unos cuantos cm para propiciar la aireación entre plantas y disminuir la incidencia de enfermedades.

Podas

La planta de tomate requiere de podas para maximizar su rendimiento. Las podas se pueden clasificar en podas de brotes, podas de follaje y podas apicales.

1. **Brotes:** Consiste en la eliminación de los brotes axilares cuando éstos están pequeños (6 a 10 cm de longitud), con esta práctica evitamos la pérdida de energía que la planta puede invertir en estos tejidos y se incentiva la producción de flor y frutos. Es también llamada poda de deshija.
2. **Follaje:** Es la eliminación de las hojas no necesarias, lo cual beneficia a la aireación de la planta y disminuye la proliferación de enfermedades foliares. También es llamada poda de saneamiento pues se eliminan las hojas debajo del primer racimo (Figura 6).

Figura 6. Poda de follaje o saneamiento de planta de tomate, Alajuela, Costa Rica. INTA. 2022.

3. **Apical:** Es la poda del eje principal en los híbridos y/o variedades de crecimiento indeterminado. Esta práctica propicia la precocidad y tamaño de los racimos que se encuentran en desarrollo.

   Es importante recordar que los restos de poda deben ser retirados del campo y darles un tratamiento adecuado porque contienen inóculo de plagas y enfermedades. Una solución recomendada es acumularlos (Figura 7 a), retirarlos y enterrarlos en una fosa (Figura 7 b).

Figura 7. a) Recolección de desechos de las prácticas de deshoja y deshija b) Enterrado de los desechos. San Bárbara, Heredia, Costa Rica. INTA, 2022.

Uso de barreras vivas

Su principal función es la protección del cultivo ante vientos fuertes, también se conoce como rompevientos. Además, funcionan para evitar la erosión y son reductores del impacto del agua en condiciones lluviosas. Se clasifican en temporales (maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor*), permanentes (poró (*Erythrina* sp.), king grass (*Pennisetum purpureum*), caña india (*Dracena fragans*)) o semipermanentes (caña de azúcar (*Saccharum oficinarum*) (Elizondo s.f.).

Rotación de cultivos

Para realizar una rotación efectiva se deben intercalar cultivos de diferente familia. En el caso de tomate, es factible realizar una rotación con maíz o frijol u otra hortaliza y no cultivar en el mismo lote, cultivos como el chile dulce, papa o berenjena. El uso continuo de los suelos tras varios ciclos de producción puede disminuir la disponibilidad de nutrientes. La rotación beneficia la disminución de las plagas y enfermedades al acortar los ciclos de reproducción de los patógenos.

Control de arvenses (malas hierbas)

En la preparación del terreno muchas de las malezas pueden ser eliminadas por medio de la rastra o cultivador. Además, es común el uso racional de herbicidas pos emergentes antes de la siembra para disminuir la infestación al momento de trasplante, lo que disminuye la competitividad entre el cultivo y las malezas por espacio y nutrientes. Las plantas de tomate toleran cierta competencia al inicio, sin embargo, en la etapa reproductiva el rendimiento disminuye. Cuando se realiza una limpieza excesiva de los terrenos se provocan pérdidas del suelo superficial, por tanto, la desprotección del suelo debe ser moderada.

La eliminación de las malezas de tamaño pequeño puede realizarse de manera simultánea con la incorporación del fertilizante granulado y las prácticas de aporca. Cuando se siembran plantas injertadas, la práctica de aporca no se realiza, pues se pretende 1) disminuir posibles contaminaciones de algún patógeno cuando el suelo entre en contacto con la cicatriz del injerto en etapa temprana del cultivo y 2) evitar que la copa del injerto desarrolle raíces que tengan contacto con el suelo contaminado.

Una alternativa para limitar el crecimiento de las malezas es el uso de plástico negro-plata sobre los lomillos, el cual limita su crecimiento y brinda además una protección al salpique del agua en época de invierno, disminuyendo la incidencia de los patógenos de suelo y es favorable para el desarrollo de plantas injertadas. No obstante, esta opción representa un alto costo para el productor.

Manejo de plaguicidas

Dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), se incentiva todas aquellas recomendaciones que me facilitan la disminución de las plagas y enfermedades. No obstante, muchas veces se debe recurrir al uso de sustancias químicas para asegurar las cosechas. A continuación, se describe la clasificación de riesgo de los agroquímicos (Figura 8).

Color de banda	Clasificación riesgo	Clasificación peligro
	Ia. Producto sumamente	Muy tóxico
	Ib. Producto muy peligroso	Tóxico
	II. Producto moderadamente peligroso	Nocivo
	III. Producto poco peligroso	Cuidado
	IV. Producto que no ofrece peligro	Cuidado

Figura 8. Clasificación de riesgo de agroquímicos según color de banda.

Fuente: OMS, 2011.

Es indispensable destinar un lugar aislado y lejos del área de producción para el almacenamiento de los agroquímicos. A una distancia mínima de 3 m del límite de propiedad, de la vía pública y de otras edificaciones. Debe ser construido con piso de cemento con 1% de desnivel para facilitar la limpieza en caso de derrame, ser ventilado y tener buena iluminación (MAG y SFE 2010).

El techo debe tener una altura mínima de 2,5 m del piso al cielo-razo. El uso de estantes internos facilita el orden interno de los productos y es recomendable clasificarlos en insecticidas, fungicidas y herbicidas. Es recomendable colocar los herbicidas lejos de los demás productos para evitar una posible contaminación y preferiblemente, colocar los productos en polvo en las partes superiores y aquellos en presentación líquida en la parte inferior. Para la estiba de los sacos de fertilizantes deben usarse tarimas para evitar el contacto con el suelo.

Se debe disponer de un área de trabajo destinado para realizar las mezclas y pesado de los agroquímicos. Este lugar debe ser abierto y ventilado, no contiguo a fuentes o corrientes de agua destinado para uso humano, animal o de riego (Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos 2009). Esta área debe estar lejana a la bodega de agroquímicos. Las mezclas deben hacerse con el equipo de seguridad adecuado.

Para garantizar el bienestar de los trabajadores, el personal debe tener a disposición: guantes de talla adecuada, mascarilla o respirador con filtro adecuado según agroquímico usado, delantal impermeable, camisa manga larga y pantalones largos, botas impermeables y sombrero de ala ancha con cobertor en la nuca, anteojos o escudo protector para la cara (Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos 2009).

La calibración del equipo es indispensable para garantizar la aplicación de la dosis adecuada de un producto agrícola. Se considera erróneamente, que a mayor dosis del producto mayor eficacia, no obstante, esto implica en muchos casos desperdicio de producto y un impacto negativo para el ambiente y las personas. La práctica de calibración

consiste en calcular adecuadamente la dosis del agroquímico por volumen de agua en una determinada área (Villalobos y Ruíz 2016). En el caso de tomate es común que las dosificaciones se expresen en gramos (g) o centímetros cúbicos (cc)/100 litros de agua (hl).

Es indispensable tener en cuenta la vida útil de las boquillas pues depende del material que estén fabricadas. La duración de las boquillas de acero es de 250 a 300 horas, las de cerámica-porcelana de 800 a 2000 horas, las de bronce de 60-70 horas y las plásticas es de 35-40 horas (Villalobos y Ruíz 2016).

Los envases vacíos retienen cierta cantidad de producto, siendo un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, por tanto, se debe garantizar el triple lavado de aquellos envases que serán desechados. Para realizar esta actividad se llena con agua el 25% de la capacidad del envase, se agita vigorosamente hacia todos los lados y la mezcla es vertida en el equipo de aplicación. Los envases se perforan para evitar su reutilización (MAG y SFE 2010).

Otras consideraciones

Realizar las aplicaciones en las primeras horas de la mañana o en últimas horas de la tarde. Evitar las aplicaciones en condiciones de alta temperatura.

1. No realizar las aplicaciones cuando hay mucho viento o en condiciones lluviosas.
2. Para evitar el ingreso de partículas no deseadas o suciedad usar en cada aplicación los filtros.
3. Lavar adecuadamente el equipo después de cada aplicación para evitar obstrucciones o corrosión en sus componentes.
4. Colocar un letrero indicando ¨Peligro¨ en aquellos terrenos donde se ha aplicado algún agroquímico para alertar a las demás personas y restringir ingreso durante el lapso que especifica el producto para reingreso.
5. El pH del agua empleada para aplicación de productos químicos debe estar entre 5,5 y 8. Cada agroquímico posee sus especificaciones de rango de pH, las cuales deben ser verificadas antes de realizar una aplicación.
6. El agua debe estar libre de contaminantes, agroquímicos o metales pesados.
7. No desechar sobrantes de las mezclas de agroquímicos ni lavar los componentes del equipo en ríos, lagunas, acequias u otros.
8. El trabajador debe tener acceso a duchas de emergencia y fuentes lavaojos en caso de contacto con algún agroquímico. Las mismas deben estar debidamente rotuladas y accesibles.

Manejo de plagas y enfermedades

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Una plaga es definida como cualquier organismo con capacidad para aumentar su población y causar daño significativo al disminuir la producción y calidad en un cultivo. Dentro de las plagas se incluyen: insectos, hongos, arvenses, bacterias, moluscos, nematodos y vertebrados.

El manejo integrado de plagas o MIP es una estrategia conjunta que tiene como objetivo controlar las plagas y enfermedades de una manera sustentable. Con la implementación de MIP se fomenta el uso racional de los agroquímicos y productivos biotecnológicos para minimizar el impacto ambiental. Dentro de su aplicación se integran medidas de tipo cultural, biológicas y químicas, además consta de varias fases: prevención, monitoreo y control (Figura 9).

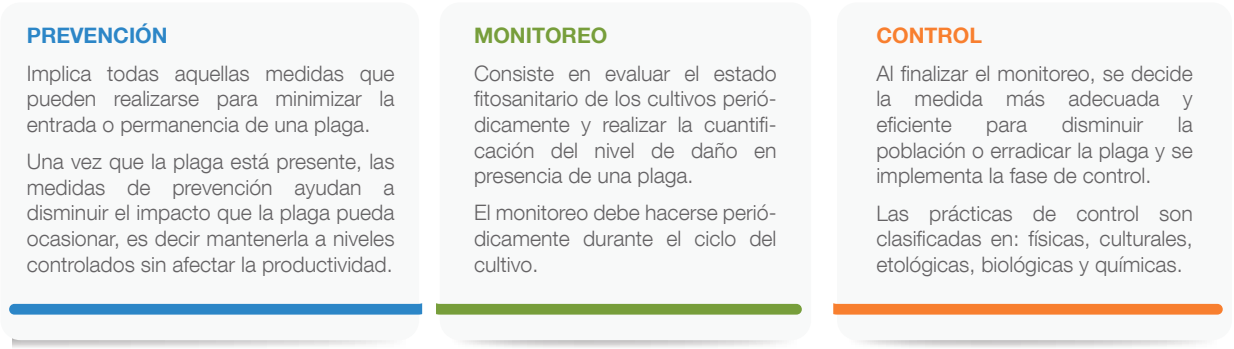

Figura 9. Fases del Manejo Integrado de Plagas (MIP). INTA, 2022.

Dentro de la fase de control hay varias opciones que el productor puede implementar para evitar o disminuir el daño que una plaga o enfermedad puede provocar. A continuación en el Cuadro 4, se describen cada una de ellas.

Cuadro 4. Tipos de control a realizar para el combate de plagas y enfermedades.

Tipo de control	Concepto	Aplicaciones
Física	Prácticas que excluyen la entrada de las plagas a los lotes de cultivo.	Uso de invernaderos con malla para la producción de almácigos para evitar entrada de insectos. Uso de barreras vivas o inertes para evitar traslado de plagas. Proceso de solarización, el cual es un proceso hidrotérmico, consiste en humedecer el suelo y cubrirlo con un plástico y exponerlo a la luz solar durante varios meses para desinfectarlo.
Cultural	Son todas aquellas medidas de mantenimiento realizadas durante el proceso productivo que disminuyen la presencia del algún insecto que pueda representar un impacto negativo en el cultivo.	Desinfección de la maquinaria, equipo, herramientas y vestimenta. Adecuado manejo de rastrojos y malezas para evitar hospederos alternos. Planificación de siembras para favorecer escape a ciertas plagas. Uso de variedades y/o híbridos resistentes. Rotación de cultivos para restringir los ciclos de los insectos
Etológico	Consiste en el uso de sustancias químicas o físicos que afectan el comportamiento de los insectos	Uso de feromonas, repelentes o atrayentes, trampas pegajosas.
Biológico	Uso de organismos vivos para controlar otras plagas	Liberación de enemigos naturales de las plagas, así como el uso racional de los agroquímicos para garantizar sobrevivencia de estas especies.
Química	El uso de moléculas químicas	Aplicación de agroquímicos bajo las dosis adecuadas y recomendaciones según fichas técnicas y de seguridad establecidas por el fabricante. Las moléculas deben estar autorizadas en el registro de Servicio Fitosanitario del Estado (SFE).

Tuta absoluta

Este insecto es un lepidóptero que fue clasificado como plaga cuarentenaria por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) en el año 2013 (SFE 2013). Es capaz de tener varias generaciones al año (Bonilla 2017). Durante su ciclo biológico posee cuatro estadios, huevo, larva, pupa y adulto (OIRSA 2015), siendo el estado larva la más perjudicial para el cultivo del tomate. La hembra es

capaz de producir entre 180-260 huevos al día desde que inicia su fertilidad (Gómez y Vargas 2018) y sobrevivir en el suelo en estado de pupa varios días.

Su daño se manifiesta en las plantas cuando la larva mina las hojas. En frutos, las larvas de *Tuta absoluta* realizan una perforación de pocos milímetros (Figura 10). Las heridas producidas, posteriormente, pueden infectarse por la entrada de algún hongo o bacteria. A pesar, de que la perforación es pequeña daña el interior del fruto eliminando su valor comercial en el mercado. En Costa Rica, es común el establecimiento de trampas que contengan la feromona sexual femenina para atracción de los adultos machos (Gómez y Vargas 2018), interfiriendo con el proceso natural de reproducción del insecto.

Figura 10. Perforación de larva de *Tuta absoluta* en fruto de tomate. INTA, 2022.

Las trampas deben ser colocadas en las partes externas al cultivo para evitar la entrada de los adultos dentro de la plantación. La cantidad de trampas a colocar es de 2-3 trampas por hectárea en invernadero y de 10 a 20 trampas por hectárea en campos abiertos (Chemtica Internacional s.f.; OIRSA 2015). Además, para prolongar su buen funcionamiento, se debe monitorear por lo menos una vez a la semana y realizar el cambio del agua jabonosa del fondo de la trampa.

Otra alternativa de combate, especial para uso en agricultura orgánica, es la aplicación de hongos entomopatógenas como *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana* y/o bacterias como *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki (Gómez y Vargas 2018). Para la agricultura convencional su uso es factible, pero es necesario evitar la aplicación de fungicidas o bactericidas para garantizar la sobrevivencia y establecimiento del organismo vivo en las plantas.

A nivel mundial, se ha estudiado y aplicado el control biológico, utilizando avispas del género Trichogramma, ya que las hembras ovipositan dentro de los huevos fértiles de la polilla impidiendo la viabilidad de estos huevos. No obstante, el uso de estos parasitoides se ha ideado mayormente para condiciones controladas como la producción en invernadero y en Costa Rica, su aplicación especialmente para combate de *Tuta absoluta* no se ha estudiado ampliamente.

Las prácticas culturales como la eliminación de los frutos con daños provocados por las larvas, la eliminación de plantaciones viejas y restos de cosecha son otras opciones para disminuir la proliferación del insecto.

Bemisia tabaci y *Trialeurodes vaporariorum*

Es uno de los insectos con mayor capacidad para transmitir varios virus al cultivo de tomate. El daño se ocasiona cuando la larva o el adulto se alimenta de la savia de las plantas en el envés de las hojas, debilitando el funcionamiento de las mismas debido a la extracción de nutrientes.

Una vez detectada la presencia de este insecto en las fincas, Barboza *et* al. 2014 enfatizan en la importancia de convivir con la mosca blanca dentro del sistema de producción, siendo indispensable, realizar las medidas necesarias de manejo del insecto durante los 50 a 60 días desde la emergencia de la planta. A parte del control químico recomendado, otra opción es el uso de trampas cromáticas con algún material de tipo adhesivo, las cuales deben ser instaladas en campo desde la siembra. La variación de color se debe a que cada plaga es atraída a un color específico y es usada con dos propósitos, el primero, como medio de monitoreo y el segundo, para controlar las poblaciones de adultos plaga. La trampa de color amarillo es usada contra la mosca blanca, la azul es destinada para control de trips y las de color blanca contra ácaros. No obstante, el productor debe estar consiente que estos tipos de trampa pueden capturar además de los insectos plaga, otros insectos que son beneficios.

Dentro de los controladores biológicos autorizados para combatir las ninfas y pupa de mosca blanca, se citan los insectos: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Eretmocerus mundus* y el ácaro *Amblyseius swirskii.*

Tetranychus sp.

Estos insectos miden aproximadamente 0,5 mm, son ovalados con tonalidades de color verde o amarillo, marrón, rojo o anaranjados (Casuso *et* al. 2020).

La araña roja suele alimentarse de la savia y comúnmente se les encuentran en el envés de las hojas. Los síntomas en el cultivo de tomate se visualizan como puntos pequeños en el haz de las hojas, las cuales causan amarillamiento debido a la pérdida de capacidad de la planta a realizar fotosíntesis. Otro síntoma característico es la aparición de telaraña en las hojas donde comúnmente se alojan las ninfas y los adultos. En altas poblaciones pueden causar retraso del crecimiento de la planta, deformidad de hojas y por ende la calidad de los frutos disminuye considerablemente (Casuso *et* al. 2020).

Se pueden realizar liberaciones masivas de algunos insectos que tienen potencial biolocontrolador como la mosca *Feltiella acarisuga* y los ácaros *Phytoseiulus persimilis* y *Amblyseius californicus* (Bulnes 2020).

MANEJO DE ENFERMEDADES

Hongos

Fusarium sp. *Rhizoctonia* sp. *Phytium* sp. *(Mal del talluelo)*

En etapas tempranas de siembra estos hongos provocan estrangulamiento del tejido de la base de la plántula el cual se torna color marrón, provocando la muerte de las plántulas.

Alternaria spp.

Esta enfermedad se le conoce comúnmente como bajera o tizón temprano. Los síntomas en la planta provocan manchas concéntricas de color marrón oscuro con tejido clorótico (amarillamiento) en los bordes (Figura 11). Es común observar su aparición en las hojas más viejas y cercanas al suelo, porque es un hongo que sobrevive en restos de cultivo, materia orgánica o malezas. Sus esporas además son capaces de transportarse por el viento.

Figura 11. Sintomatología de anillos concéntricos y clorosis *Alternaria* spp. en hojas de tomate. INTA, 2022.

Su movimiento se da de forma ascendente en la planta. Para evitar su propagación se recomienda el uso de lomillos superiores a los 30 cm para evitar el contacto de las hojas con el suelo, además las podas de saneamiento impiden que el hongo se infecte las hojas nuevas. En los frutos ocasiona lesiones oscuras cercanas al pedúnculo.

Phytophthora infestans

Este hongo es favorecido por altas condiciones de humedad y es capaz de realizar su diseminación por el viento.

En frutos las lesiones se tornan en manchas cafés de forma irregular, llegando a momificar los frutos (Figura 12). En hojas, los síntomas inician del tizón tardío inician en los bordes de las hojas (Figura 13) como lesiones necróticas de color café en el envés de las hojas (Figura 13a) y tallos (Figura 13b) que puede desarrollar un tejido blanquecino producto de crecimiento del micelio del hongo. Es recomendable que se modifique la densidad para aumentar la aireación de la plantación. Se debe realizar la recolección de frutos y plantas enfermas.

Figura 12. Frutos de tomate momificados por *Phytophthora infestans.* INTA, 2022.

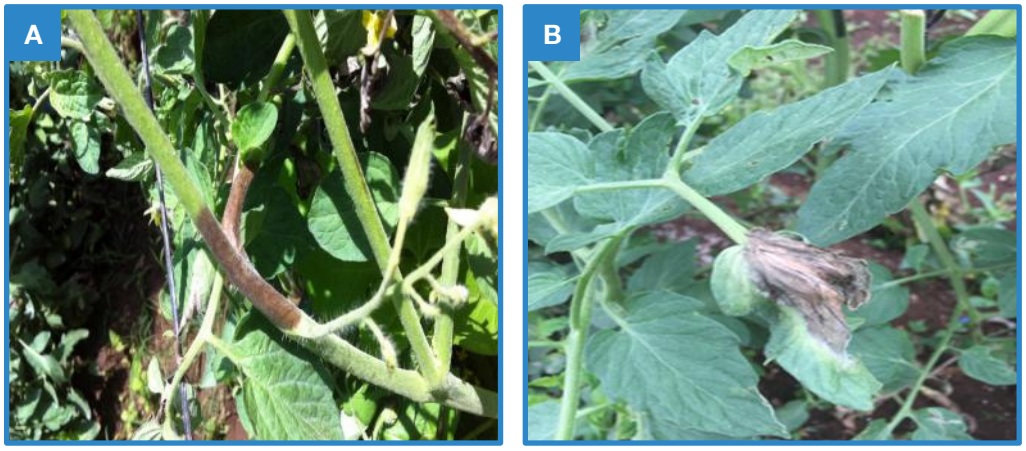

Figura 13. Lesiones provocadas por *Phytophthora infestans* en a) tallos y b) hojas. INTA, 2022.

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici*

La Marchitez Vascular provoca un amarillamiento inicial en las hojas basales, produce oscurecimiento de los tejidos del tallo, disminuyendo el crecimiento de las plantas las cuales muestran síntomas de marchitamiento. Las experiencias previas, recomiendan para el combate de *Fusarium* spp. y otros patógenos de suelo es realizar prácticas de solarización.

Otra opción, es la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (Rodríguez *et al*. 2016) como *Azotobacter* sp. y *Bacillus* sp. las cuales han demostrado una capacidad supresora de *Fusarium* spp. en el suelo (Abdel *et al.* 2012).

Botrytis cinerea

Produce lesiones pardas en las hojas y flores. Es comúnmente llamado moho gris. Puede atacar tempranamente los racimos florales produciendo un micelio gris oscuro impidiendo el desarrollo del fruto (Figura 14), cuando se desarrolla en el fruto provoca pudriciones blandas y acuosas.

Figura 14. Crecimiento de micelio en flor de tomate provocado por *Botritys cinerea.* INTA, 2022.

En las hojas produce grandes manchas color marrón las cuales también desarrollan micelio gris. Puede atacar los tallos provocando lesiones oscuras ovaladas.

Leveillula taurica

Es favorecido por las condiciones de la época de verano y en baja humedad. Los síntomas del mildiú polvoso o cenicilla se pueden presentar en las hojas, tallos y peciolos de las plantas más maduras. En el haz de las hojas se observan puntos o manchas circulares con aspecto blanquecino provocando también un amarillamiento de las hojas (clorosis).

Colletotrichum spp.

La Antracnosis es un hongo muy común en poscosecha. Las lesiones iniciales se presentan en frutos como hundimientos circulares (Figura 15), y al expandirse se deprimen y aparecen anillos concéntricos. Es capaz de sobrevivir en el suelo en residuos de plantas durante varios años. La infección en el fruto puede darse cuando está inmaduro y desarrollarse cuando madura en condiciones poscosecha.

Figura 15. Lesiones provocadas por *Colletotrichum spp*. en fruto en tomate. INTA, 2022.

Bacterias

Son organismos unicelulares que pueden ser benéficas o dañinas. Son clasificadas como saprófitas, es decir, habitan en materia orgánica en descomposición y parásitas, las cuales requieren organismos vivos para sobrevivir. Las bacterias sobreviven fácilmente en residuos vegetales, en semillas, en agua o de manera asociada a cultivos perennes.

Muchas bacterias fitopatógenas afectan el cultivo de tomate, causando enfermedades tales como la Marchitez Bacteriana, la Peca Bacteriana, Pudrición blanda, entre otras. Actualmente los estudios están enfocados en la diferenciación genética de estas bacterias debido a la variación encontrada a nivel mundial. La mayoría de los frutos muestreados en la categoría de pérdida presentaron pudriciones causadas por las siguientes bacterias:

Ralstonia solanacearum

La marchitez bacteriana puede presentarse días después del trasplante. Provoca la obstrucción de los haces vasculares de la planta, impidiendo el transporte de nutrientes, lo cual provoca síntomas de marchitamiento que inician en los brotes más jóvenes hasta provocar la muerte (Figura 16). Afecta el crecimiento de los frutos y los torna con aspecto arrugado.

Figura 16. Sintomatología de marchitez provocada por *Ralstonia solanacearum.* INTA, 2022.

Es una enfermedad distribuida en todo el país, los productores deben realizar un manejo integrado para combatirla, siendo necesario convivir con la bacteria pues tiene la capacidad de sobrevivir en el suelo varios años.

Para su combate, en Costa Rica, el uso de injertos de tomate ha permitido al productor continuar las siembras en lotes infestados con maya o marchitez bacteriana. Mediante la modificación de la técnica de injerto y la evaluación de diferentes opciones de patrones resistentes a *R. solanacearum* y aptos para condiciones tropicales, los injertos actualmente, representan una opción viable para el manejo de esta bacteria. Además, los diferentes patrones disponibles en mercado poseen resistencias (alta o intermedia) a otros patógenos como: *Fusarium* spp., *Verticillium* y nematodos del género de *Meloidogyne*.

La incorporación de enmiendas orgánicas al suelo contribuye a la disminución de la población de *R. solanacearum* (Hernández y Bustamante 2001). Algunas de las enmiendas más evaluadas han sido la ceniza, MM sólido y líquido, compost, bocashi (Lino y Portal 2013). Otra opción, ha sido la incorporación de biocontroladores como *Trichoderma* spp. el cual funciona como supresor de *R. solanacearum.* A continuación, se describen algunas de las principales bacterias patógenas del tomate y sus síntomas.

Pectobacterium carotovorum

La pudrición bacteriana provoca oscurecimiento externo del tallo que induce la descomposición de los tejidos (Figura 17a). Los frutos se descomponen hasta formar una especie de bolsa de agua adherida en la planta con fuerte olor a podrido (Figura 17b y Fugura c).

Es común que la infección en frutos ocurra en campo y se manifieste luego en poscosecha. Un fruto enfermo es capaz de infectar los frutos sanos.

Figura 17. Sintomatologías provocadas por *Pectobacterium carotovorum* a) Pudrición en tallo de tomate, b) y c) frutos de tomate podridos. INTA, 2022.

Algunas otras bacterias que atacan el cultivo de tomate son:

Pseudomonas syringae

Los síntomas de la peca bacteriana se visualizan en las hojas, tallos, o ramos florales produciendo manchas grasientas oscuras. El daño principal lo produce en frutos verdes con manchas de necróticas de aspecto sarnoso menores a los 2 mm de diámetro (Figura 18a).

Pseudomonas corrugata

Esta bacteria es conocida también como necrosis medular del tomate. Promueve lesiones pardas generalmente en la base del tallo, genera la aparición de numerosas raíces adventicias debido al agrietamiento y ablandamiento de los tallos (Figura 18b).

Figura 18. a) *Pseudomonas syringae* en fruto de tomate y b) Aparición de raíces adventicias por la presencia de *Pseudomonas corrugata* en planta de tomate. INTA, 2022.

Virus

Son parásitos obligados, es decir, dependen de sus hospederos para reproducirse, por lo que permanecen inertes hasta encontrar un hospedero que los ayude a replicarse. Muchos virus son trasmitidos por insectos como es el caso de la mosca blanca, por tanto, una de las principales acciones para combatirlos es controlar las poblaciones del insecto vector.

La eliminación de las plantas enfermas, uso de cultivares resistentes y adquisición de almácigos de buena calidad son algunas de las medidas para disminuir su aparición o daño en finca. Algunos de los virus más comunes en Costa Rica se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Principales virus que afectan el cultivo de tomate. Ciudad, INTA. 2022.

Virus del mosaico del tabaco TMV (Tobacco Mosaic Virus)	Virus del mosaico del tomate ToMV (Tomato Mosaic Virus)	Virus de la Cuchara TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus)
Se transmite por semilla y el trasiego humano. No es trasmitido por insectos. Se caracteriza por la presencia de un moteado verde claro y oscuro en las hojas. Provoca reducción del crecimiento de las plantas y frutos.	Es transmitido por acciones mecánicas y semilla. Produce alteraciones en la coloración y forma de las hojas provocando la aparición de mosaicos (Figura 38 b). Puede inducir la caída de flores. Los frutos se caracterizan por presentar manchas decoloradas desde amarillas hasta necrotidas. Provoca reducción del crecimiento de las plantas y frutos.	Los síntomas inician en las hojas más nuevas o en brotes, el virus provoca la disminución de crecimiento y amarillamiento foliar, manifestando un encrespamiento progresivo. Si la infección se da después de trasplante la producción es nula o poca, si se da de forma tardía los frutos muestran deformidad y deficiencias que impiden su comercialización (Figura19).

Figura 19. Sintomatología del virus TYLCV en planta de tomate. INTA, 2022.

Nematodos

El género más frecuente en el cultivo de tomate es *Meloidogyne* spp., conocido como nematodo agallador, su daño se manifiesta por la producción de agallas en las raíces. Puede haber presencia de podredumbres debido a la colonización de hongos en los tejidos infestados por los nematodos. En la parte aérea la planta puede manifestar síntomas de marchitamiento y clorosis.

Para su combate se debe realizar la destrucción de las raíces de cultivos anteriores para limitar el alimento del nematodo, utilización de injertos resistentes/tolerantes, desinfección de suelo con productos biológicos o químicos, incorporación de materia orgánica y rotación de cultivos. Otra alternativa es la siembra de *Tagetes erecta*, la cual es una flor

ornamental llamada comúnmente como Marigold que posee efecto nematicida en el suelo, estimula el desarrollo radicular y los sistemas de mecanismo de defensa en las plantas.

Deficiencias fisiológicas y nutricionales

Cuadro 6. Principales deficiencias fisiológicas y nutricionales que afectan el cultivo de tomate.

Deformidades	Este desorden fisiológico llamado comúnmente "cartera" son tomates con forma arriñonada con cierre pistilar no adecuado (figura 20 a). Su aparición se influye por factores de manejo agronómico, de tipo climático, genéticos, nutricionales, entre otros. Además, está acondicionado por cambios en la temperatura y la humedad que provocan un desarrollo no óptimo de la floración y excesos de fertilización nitrogenada Está malformación es común observarla en los primeros racimos de producción.
Agrietamiento	Frutos con cicatrices pronunciadas, pueden ser del pedúnculo hacia abajo del fruto o concéntricas alrededor de los hombros del tomate (figura 20 b). Se produce a causa de fluctuaciones extremas de temperatura y humedad. Se debe evitar los excesos de fertilización de potasio en época de producción. Es recomendable propiciar buscar alternativas para disminuir el impacto de altas temperaturas y luego impacto de lluvias sobre los frutos o viceversa que favorecer el agrietamiento del fruto
Necrosis apical	La zona apical se torna blanquecina y se produce un hundimiento, la lesión se va oscureciendo, se necrosa y se endurece (figura 20 c). Otros hongos pueden colonizar la lesión necrosada. Se debe garantizar la disponibilidad de agua, aplicaciones continuas de calcio y magnesio.
Cara de gato	Es una malformación del fruto el cual muestra deformaciones muy irregulares y cicatrices color gris oscuro o marrón (figura 20 d). Para evitar su aparición es indispensable favorecer la nutrición de las plantas antes de iniciar la floración para garantizar viabilidad del proceso de polinización y evitar la fertilización excesiva en nitrógeno.
Quema de sol	Ocurre cuando el fruto es expuesto excesivamente a la radiación solar el fruto se torna color blanquecino (figura 20 e). Evitar híbridos o variedades con poco follaje. Realizar adecuadas prácticas de poda de las plantas.
Daño mecánico	Son producidos durante el desarrollo del fruto o al momento de la cosecha. Los frutos pierden su calidad comercial. Entre los daños incluye: rajaduras (figura 20 f), reventaduras, golpes, magulladuras, entre otros. Usar contenedores o cajas adecuadas para la cosecha. Asesoramiento e inducción del personal sobre los cuidados cuando realiza labores de campo (amarre, deshoja, deshija) y en la cosecha. No sobrepasar carga dentro de las cajas de cosecha. Determinación de la altura máxima de estiba de las cajas. Transporte adecuado.

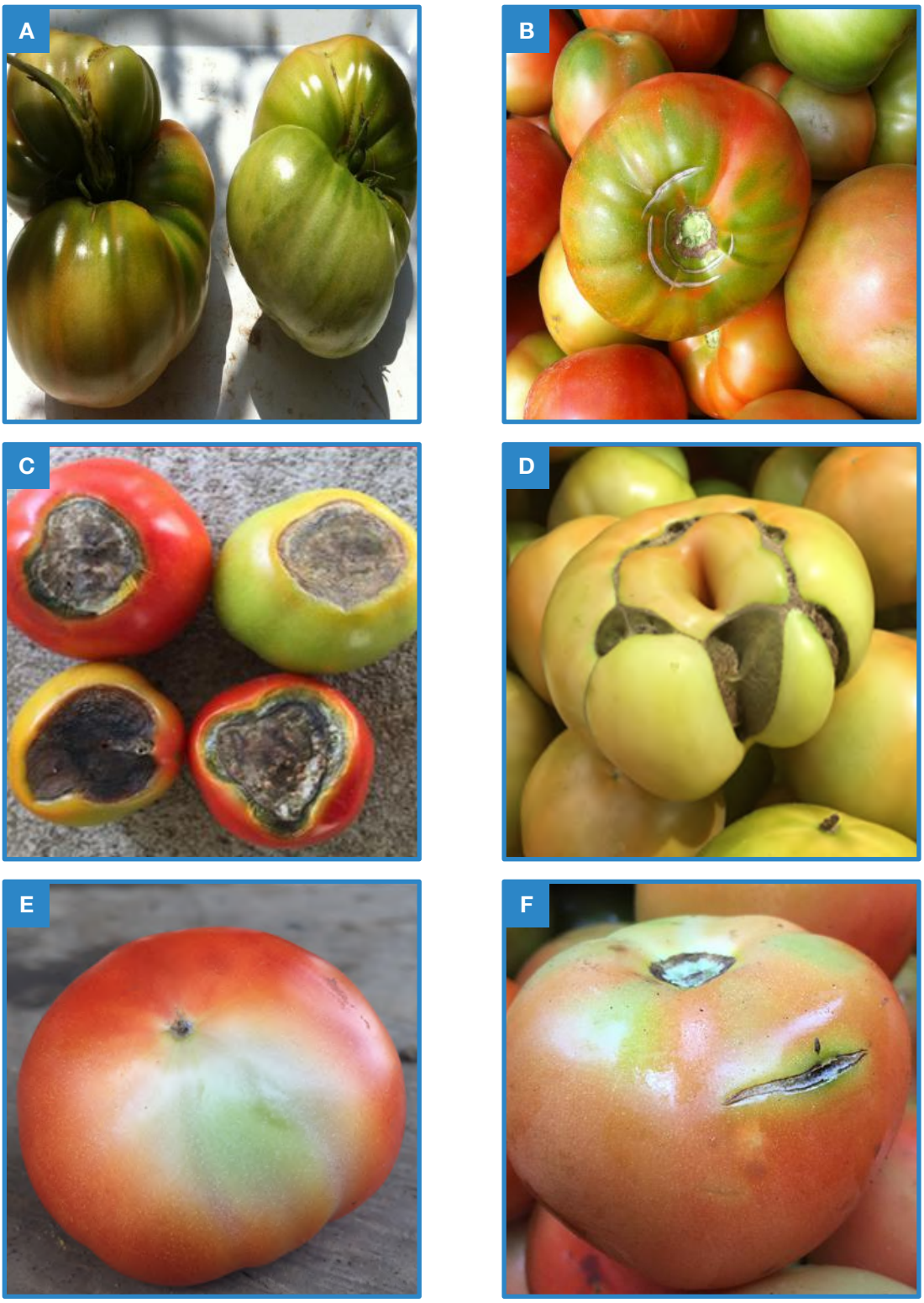

Figura 20. Deficiencias fisiológicas y nutricionales. a) Deformidades, b) Agrietamiento, c) Necrosis apical, d) Cara de gato, e) Quema de sol, f) Daño mecánico. INTA, 2022.

Cosecha y poscosecha

El país cuenta con un reglamento técnico de tomate para consumo en estado fresco, el cual fue publicado en la Gaceta el 25 de marzo de 2004. Dentro de esta normativa se indica que todos los grados de calidad (primera, segunda y tercera), los tomates deben tener una consistencia firme y compacta, estar enteros y sanos, estar exentos de humedad externa anormal, con excepción a la producida por la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica; estar limpios, libres de materias extrañas visibles, tierra y materias orgánicas. Además, deben estar libres de olores o sabores extraños y estar bien formados (Decreto N°31890-MEIC-MAG-S, 2004).

Los frutos son clasificados según su calibre en frutos grandes, medianos y pequeños (Cuadro 7) (Decreto N°31890-MEIC-MAG-S, 2004).

Cuadro 7. Calibre máximo permitido según las normas de calidad de tomate para consumo fresco. Costa Rica 2004.

Tamaño	Grande	Mediano	Pequeño
Calibre (cm)	Mayor o igual a 8	Menos de 8 hasta 6	Menos de 5 hasta 4

Fuente: Decreto N°31890-MEIC-MAG-S.

La escala de maduración para el fruto de tomate consta de seis grados (Figura 21). La adecuada cosecha de los frutos de tomate comercializados en el mercado debe hacerse en grado 2 (cuando hay una tonalidad rosada-roja en la parte inferior del fruto, comúnmente llamado tomate “pintón”). Esta selección depende del destino de mercado que tiene el producto, no obstante, en este grado los frutos son capaces de tolerar la cosecha, los procesos de selección, el transporte y comercialización hasta llegar a consumidor en grado 5 o 6 (tomates maduros).

Grado*	Descripción
1	Toda la superficie verde
2	Aparición de ligera tonalidad rosada-rojo la parte inferior del fruto
3	Cambio de color de verde a rosado o rojo no superando el 30% del fruto
4	Más del 30% pero menos del 60% del fruto con cambio definitivo de rosado o rojo
5	Más del 60% de la superficie con coloración de rosado o rojo pero menos del 90%
6	Más del 90% de la superficie madura de color rojo, pero firme

1: Sazón (inicia madurez fisiológica), 2: sazón avanzado, 3: pintón inicial, 4: pintón medio, 5: maduro firme.

Figura 21. Escala de grados de maduración de frutos de tomate según decreto N°31890-MEIC-MAG-S Reglamento Técnico RTCR 379:2004.

Para realizar las actividades de cosecha es indispensable el uso de recipientes adecuados como lo son las cajas plásticas. El personal de campo debe estar capacitado para realizar adecuadamente la cosecha y evitar dañar las plantas y los racimos que están en desarrollo. Es recomendable no exponer los frutos cosechados a condiciones adversas del ambiente como a la radiación solar, lluvia u otro agente externo contaminante.

Las actividades de selección y clasificación se deben efectuar en instalaciones o áreas que posean condiciones de higiene y seguridad adecuadas. Es necesario mantener la limpieza de las cajas pues pueden albergar inóculo de plagas y enfermedades que pueden estar en contacto con los nuevos frutos. Es preferible que esta área cuente con un piso que pueda ser lavable y se encuentre situado lejos de las bodegas de insumos agrícolas.

El transporte de los frutos del campo al centro de acopio debe realizarse mediante camiones con buena limpieza, es recomendable no usar el mismo camión que se utiliza para el traslado de agroquímicos u otras actividades de campo. Los interiores del camión deben lavarse y desinfectarse en cada transporte. Se recomienda el uso de desinfectantes como el cloro, yodo, amonio cuaternario y ácido peracético (PAA) (Saborío 2021).

Los frutos de tomate deben ser sometidos a un lavado y desinfección al momento de llegada al centro de acopio, utilizando agua potable y cloro en una concentración constante de 100 a 150 ppm de cloro libre. Posteriormente, los frutos son secados mediante aplicación de aire seco forzado. Al igual que en campo, los frutos deben ser sometidos a una selección y clasificación por calidad antes de ser empacados (Saborío 2021).

Literatura citada

Abdel-Monaim, M; Abdel-Gaid, M; El-Morsy, M; El-Morsy, A. 2012. Efficacy of rhizobacteria and humic acid for controlling Fusarium wilt disease and improvement of plant growth, quantitative and qualitative parameters in tomato (en línea). Revista Plant pathology (1) :39-48. Consultado 10 mar. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/341307652_Efficacy_of_Rhizobacteria_and_Humic_Acid_for_Controlling_Fusarium_Wilt_Disease_and_Improvement_of_Plant_Growth_Quantitative_and_Qualitative_Parameters_in_Tomato

Allende, M. 2017. Manual de cultivo del tomate al aire libre (en línea). Torres, A (ed.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. Consultado 07 abr. 2020. Disponible en https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf

Barboza, N; Castro, R; Guevara, J; Hernández, E; Hilje, L; Marín, F; Mora, F; Solórzano, A; Vargas, J; Ramírez, M. 2014. Caracterización, epidemiología y manejo del complejo moscas blancas-virus en sistemas hortícolas de Costa Rica. 1 ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 73 p.

Bertsch 2001. Memoria. Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica. Meléndez, G; Molina, E. (eds.). Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de suelos y foliares. Universidad de Costa Rica. p. 1-5.

Bonilla, K. 2017. Control biológico *in vitro* del perforador del fruto (*Tuta absoluta* Meyrick) asociado al cultivo de tomate *(Solanum lycopersicum)* mediante el uso de baculovirus (en línea). Tesis Lic. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Consultado 22 abr. 2020. Disponible en http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4328/1/41649.pdf

Bulnes, D. 2020. Producción masiva del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión de Literatura (en línea). Zamorano, Honduras. Consultado 07 jun. 2022. Disponible en https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e6d16eb3-da7e-4815-8774-a3b9021a883a/content

Casuso, N; Smith, H; López, L. 2020. La araña roja, ciclo de vida (en línea). IFAS Extension, Universidad de Florida, USA. Consultado 30 may. 2022. Disponible en https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN128700.pdf

Chemtica Internacional. s.f. *Tuta absoluta* (Minador de la hoja del tomate) Detección y manejo mediante trampeo masivo (en línea). Consultado 22 abr. 2020. Disponible en http://www.chemtica.com/site/wp-content/uploads/2011/09/Tuta-absoluta-Brochure-Espanol.pdf

Decreto N°31890-MEIC-MAG-S Reglamento Técnico RTCR 379:2004. Tomate para consumo en estado fresco. Diario Oficial La Gaceta. 25 de marzo de 2004.

Elizondo, M. s.f. Práctica: Uso de barreras vivas (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 30 may. 2022. Disponible en http://www.platicar.go.cr/images/buscador/fichas-tecnicas/SUELOS/02_USO_DE_BARRERAS_VIVAS.pdf

Garro, J. 2016. El suelo y los abonos orgánicos. INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). San José, Costa Rica. 106 p.

Gómez, Y; Vargas, C. 2018. Guía práctica para el manejo integrado de El minador de la hoja del tomate *(Tuta absoluta)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. 40 p.

Hernández, L; Bustamante, E. 2001. Control biológico de la marchitez bacterial en tomate con el uso de enmiendas orgánicas (en línea). Revista Manejo Integrado de Plagas 63(1):18-28. Consultado 09 mar. 2020. Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5964/A2111e.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2015. IV Censo Nacional Agropecuario: Resultados Generales (en línea). Consultado: Disponible: http://sistemas.inec.cr/pad5/index.php/catalog/154

Lin, Y; Xia, Z; Encai, B; Jianshe, L; Zhirong, Z; Kai, C. 2020. Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality (en línea). Scientific Reports 177. Consultado 25 feb. 2020. Disponible en https://www.nature.com/articles/s41598-019-56954-2

Lino, C; Portal, L. 2013. Efecto de enmiendas al suelo para prevenir la marchitez bacteriana, (*Ralstonia solanacearum* E. F. Smith), en el cultivo de *tomate (Lycopersicum esculentum* Mill*)* (en línea). Tesis Bach. San Salvador, El Salvador. Universidad de el Salvador. Consultado 09 mar. 2020. Disponible en http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7505/1/13101572.pdf

López, L. 2017. Manual técnico del cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. 126 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería); SFE (Servicio Fitosanitario del Estado). 2010. Uso y manejo de plaguicidas. Heredia, Costa Rica. 20 p.

Mancina, C; Cruz, D. 2017. Fauna del suelo. Diversidad biológica: monitoreo de inventario y colecciones biológicas. Instituto de Ecología y Sistemática. Editorial AMA, La Habana, Cuba. Consultado 10 ago. 2020. Disponible en http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1454/16/254-283_Libro_Biodiversidad_Cuba_Cap%C3%ADtulo%2014.pdf

Medina, T; Arroyo, G; Dzul, JG. Origin and evolution of tomato production *Lycopersicon esculentum* in México (en línea). Ciencia Rural Santa María 47(3): Consultado 03 jun. 2022. Disponible en https://www.scielo.br/j/cr/a/RnRV6zB674mWzDCHmTGpFDK/?format=pdf&lang=en

Ministerio de Salud. 2020. Canasta básica tributaria como alimentos seleccionados por consumo y elementos nutricionales (en línea). Consultado: 28 nov. 2022. Disponible: https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/vigilancia-de-la-salud/normas-protocolos-guias-y-lineamientos/vigilancia-nutricional/canasta-basica/3593-canasta-basica-tributaria-con-alimentos-seleccionados-por-consumo-y-elementos-nutricionales

Molina E. 2016. Fertilización de tomate (en línea). Charla para agricultores sobre el cultivo del tomate. PDF de presentación en Powerpoint. San José, Costa Rica. Consultado 10 mar. 2020. Disponible en http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/FERTILIZACION%20TOMATE%202016.pdf

Naika, S; Van Lidt de Jeude, J; Goffau, M; Hilmi, M; Van Dam, B. 2005. Cultivation of tomato (en línea). Agromisa Foundation and CTA, Wageningen, Paises Bajos. Consultado 03 jun. 2022. Disponible en https://core.ac.uk/download/pdf/132664169.pdf

OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2017. Tomato *(Solanum lycopersicum).* Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment (en línea). Consultado 03 jun. 2022. Disponible en https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264279728-6-en.pdf?expires=1654268415&id=id&accname=guest&checksum=5C9A51B0C3C118B38371FE8F1661EAC9 OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2015. Manual de procedimientos para la vigilancia, prevención y control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidóptera: Gelechiidae) en la región del OIRSA (en línea). México DF, México. Consultado 27

abr. 2020. Disponible en https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/Manuales%20OIRSA%202015-2018/Manual%20T%C3%A9cnico%20de%20Tuta%20absoluta%20marzo%2010,%202017.pdf

PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario). 2016. Análisis del consumo de frutas, hortalizas, pescado y mariscos en los hogares costarricenses (en línea). Consultado: 28 nov. 2022. Disponible en: https://www.pima.go.cr//wp-content/uploads/2017/07/Analisis-Consumo.pdf

Ramírez, R. 2018. Establecimiento de almácigos para la producción de hortalizas (en línea). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. Consultado 08 may. 2018. Disponible en http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1873.pdf

Reglamento de Expendios y Bodegas de Agroquímicos No 28430-S. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 14 enero 2000.

Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos Decreto Ejecutivo N°33507-MTSS y sus modificaciones según Decreto Ejecutivo N°35124. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 18 de marzo de 2009.

Rodríguez, J; Ríos, Y; Baró, Y. 2016. Efectividad de cepas de *Azotobacter* sp. y *Bacillus* sp. para el control de especies fúngicas asociadas a hortalizas (en línea). Revista Cultivos Tropicales 1(37):13-19. La Habana, Cuba. Consultado 10 mar. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000500002

Saborío, D. 2021. Manual de manejo de poscosecha del tomate fresco en Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica. 48 p.

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica). 2022. Boletín No. 32 Serie Cronológica 2018-2021 (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 29 nov. 2020. Disponible en http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA32.pdf

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica). 2019. Boletín No. 29 Serie Cronológica 2015-2018 (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 28 ene. 2020. Disponible en http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BEA-0029.PDF

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica). 2018. Boletín No. 28 Serie Cronológica 2014-2017 (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 28 ene. 2020. Disponible en http://www.sepsa.go.cr/DOCS/BEA/BEA28.pdf

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). 2013. Catálogo de plagas cuarentenarias de Costa Rica. (en línea). Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San José, Costa Rica. Consultado 22 abr. 2020. Disponible en https://www.sfe.go.cr/Publicaciones/Cat%C3%A1logo%20de%20Plagas%20Cuarentenarias%20para%20Costa%20Rica%202013.pdf

Statista 2021. Alimentación y nutrición: Volumen de tomates frescos producidos al año en el mundo en 2012 y 2020 (en miles de toneladas) (en línea). Consultado: 28 nov. 2022. Disponible en: https://es.statista.com/estadisticas/529413/produccion-de-tomates-frescos-en-el-mundo/

Villalobos, N; Ruíz, J. 2016. Calibración de equipos de aplicación: Hoja divulgativa No. 12 (en línea). Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Heredia, Costa Rica. Consultado 16 abr. 2020. Disponible en https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa12-2016.pdf

Villanueva, E. 2018. An overview of recent studies of tomato (*Solanum lycopersicum*) from a social biochemical and genetic perspective on quality parameters (en línea). Universidad de Ciencias Agrícolas de Suiza, Uppsala, Suecia. Consultado 03 jun. 2022. Disponible en https://pub.epsilon.slu.se/15792/1/villanueva_e_181211.pdf

Anexos

Cuadro 1. Ingredientes activos utilizados para el combate de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate.

	Agente causal	Nombre común	Ingredientes activos autorizados
Hongos	*Fusarium spp.* *Rhizoctonia sp.* *Phytium sp.*	Mal del talluelo	Carbendazina, Clorotalonil, Mancozeb, productos a base de extracto de árbol de té.
	Fusarium spp.	Marchitez vascular	Clorotalonil, Mancozeb, Metil tiofanato
	Alternaria spp.	Tizón temprano	Clorotalonil, Mancozeb, Metalaxil
	Phytophthora infestans	Tizón tardío	Mancozeb, Metalaxil, Azoxistrobina, Carbendazina, Clorotalonil, Dimetomorf, Folpet,
	Botrytis cinérea	Moho gris	Mancozeb
	Colletotrichum spp.	Antracnosis	Carbendazina, Clorotalonil, Mancozeb
Bacterias	*Ralstonia solanacearum*	Marchitez Bacteriana	Extracto de semillas de naranja o extracto de semillas de cítricos, productos con ingredientes activos de ácido láctico, ácido ascórbico y ácido cítrico.
	Pectobacterium carotovorum	Pudrición bacteriana	
	Pseudomonas syringae pv tomato	Peca Bacteriana	
	Pseudomonas corrugata	Necrosis medular	
Insectos	*Tuta absoluta*	Polilla del tomate	Novalurón, Spinetoram
	Keiferia lycopersicella	Gusano alfiler	Spinosad, Abamectina, Azadirachtina, productos a base de *Bacillus thuringiensis* var kurstaki
	Liriomyza spp.	Minador de la hoja	Abamectina, Azadirachtina, Extracto de ajo,
	Bemisia tabaci-Trialeurodes vaporariorum	Mosca blanca	Acetamiprid, Cipermetrina, Abamectina, uso de productos a base de extracto de ajo o chile picante
	Tetranychus sp	Araña roja	Abamectina

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Telefax: (506) 2296-2495 / Correo electrónico: transferencia@inta.go.cr
Página web INTA: www.inta.go.cr
Plataforma Gestión Conocimiento: www.platicar.go.cr