

Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Tomate



Ing. Stephanie Quirós Campos
2021

Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Tomate



Ing. Stephanie Quirós Campos
2021

635.6

C837m

Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Manual de manejo postcosecha del tomate fresco
en Costa Rica / Daniel Saborío Arguello. – San José, C.R. : INTA, 2021.
32 páginas

ISBN 978-9968-586-47-4

1. TOMATE 2. TECNOLOGIA POSTCOSECHA.
3. COSTA RICA. I. Saborío Arguello, Daniel. II. Título.

Elaborado por:

Ing. Stephanie Quirós Campos

Editado por:

Comité Editorial INTA:

Revisores Técnicos:

Diagramación:

Handerson Bolívar Restrepo - Jander Bore www.altdigital.co

San José, Costa Rica

Este estudio fue realizado con el apoyo de KoLFACI de RDA de la República de Corea



Este documento se encuentra licenciado con Creative Commons
Reconocimiento - No Comercial - Sin obra derivada 3.0 Costa Rica
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Agradecimientos



Se agradece a todos los productores de tomate de las Regiones Central Occidental, Central Oriental y Central Sur que colaboraron con la generación y recopilación de resultados durante el proyecto KoLFACI.

Se extiende un agradecimiento al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y las Agencias de Extensión Agropecuaria (AEA) de Santa Ana, Santa Bárbara de Heredia y Cervantes, por colaborar en la identificación de los productores y apoyo en el campo. Además, se reconoce el acompañamiento del Centro Agrícola Cantonal (CAC) de Santa Ana y la colaboración de las empresas Tikagro S.A y ASOPROCONA durante el período de investigación.

Se manifiesta un agradecimiento a Korea-Latin America Food & Agriculture Cooperation Initiative (KoLFACI), por el financiamiento del proyecto y a la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI) por la administración de los recursos.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	3
Presentación.....	7
Introducción.....	9
1. Generalidades del cultivo	11
2. Producción nacional	12
3. Diagnóstico de pérdidas en finca	13
4. Implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas para mejorar el sistema de cultivo de tomate	14
4.1. Definición y beneficios	14
4.2. Análisis y muestreos	17
4.3. Selección de semillas y producción de almácigo.....	18
4.4. Suelo y fertilización	21
4.5. Riego	24
4.6. Densidad de siembra.....	24
4.7. Rotación de cultivos.....	25
4.8. Control de arvenses (malas hierbas).....	25
4.9. Uso de cultivos trampa	27
4.10. Recolección de desechos	28
4.11. Actividades de cosecha	29
4.12. Selección y clasificación	31
4.13. Transporte	32
5. Manejo de plaguicidas.....	33
5.1. Clasificación del nivel de toxicidad e información de etiqueta.....	33
5.2. Almacenamiento de plaguicidas	35
5.3. Registros	36
5.4. Área de preparación mezcla	36
5.5. Uso de equipo de protección	37
5.6. Calibración de equipo	38
5.7. Manejo de desechos y residuos de plaguicidas.....	38
5.8. Otras Consideraciones	39

6.	Higiene del personal.....	40
7.	Manejo de desechos y agentes contaminantes	41
8.	Manejo integrado de plagas	42
8.1.	Físicas.....	44
8.2.	Culturales.....	44
8.3.	Etológicos	45
8.4.	Biológicas.....	45
8.5.	Químicas.....	45
9.	Aplicación de las BPA para el combate de plagas y enfermedades.....	46
9.1.	Hongos	46
9.2.	Bacterias.....	51
9.3.	Insectos	54
9.4.	Virus	58
9.5.	Nematodos	59
9.6.	Deficiencias fisiológicas y nutricionales	63
9.7.	Otros daños diagnosticados	66
10.	Certificación Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	68
11.	Legislación Nacional	69
12.	Glosario de términos	71
13.	Literatura citada	73
14.	Anexos.....	78

Presentación

Mediante financiamiento de Korea-Latin America Food and Agriculture Cooperative Initiative (KoLFACI), se desarrolló en Costa Rica el proyecto: Mejoramiento del manejo poscosecha y reducción de pérdidas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la etapa de manejo en finca y centro de acopio.

El objetivo general fue diagnosticar las principales causas de pérdida poscosecha y determinar la calidad de los frutos de tomate producidos en los eslabones antes mencionados. Por lo tanto, durante el 2018 y 2019 se realizaron estudios de caso para diagnosticar las pérdidas en finca en las regiones Central Occidental, Central Oriental y Central Sur.

Estas investigaciones determinaron que muchas de las causas de pérdida de poscosecha en el cultivo de tomate son originadas y/o producidas en la fase de precosecha y por consecuencia, repercuten directamente en poscosecha. Por tanto, los resultados evidenciaron la necesidad de buscar acciones o soluciones para optimizar la producción de tomate en finca.

Una de las alternativas propuestas para mejorar los sistemas productivos es la promoción e implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA); las cuales, propician la eficiencia en el funcionamiento de las fincas, aumentando el ingreso económico para el productor. Sus principios se basan en mejorar las condiciones productivas en términos de sostenibilidad ambiental, calidad e inocuidad alimentaria y seguridad laboral.

El presente manual surge de la necesidad de informar y transferir a los productores diferentes medidas correctivas para disminuir las pérdidas en la producción de campo, detectadas durante la ejecución de la investigación, mediante el uso de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de tomate.

Ing. Stephanie Quirós Campos
Departamento de Investigación e Innovación
Unidad de Hortalizas
INTA

Introducción

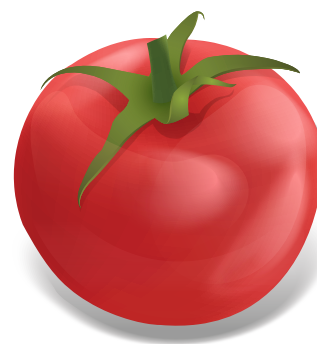
Las exigencias de los mercados actuales y de los consumidores, han generado un cambio en el funcionamiento de los diferentes sistemas productivos mundiales. Hay una gran demanda por la adquisición de hortalizas frescas de buena calidad, inocuas y producidas en sistemas sostenibles con el ambiente.

El cambio de las formas de producción y la implementación de nuevas tecnologías si bien ha aumentado la disponibilidad de alimentos a nivel mundial, también exige a los productores la reinvencción continua para mantenerse dentro del mercado.

Acerca de KoLFACI

Es una iniciativa de cooperación multilateral que surge en la República de Corea, conocida también como Corea del Sur, cuyo fundamento es fomentar el conocimiento en términos de avances tecnológicos y experiencias en beneficio del desarrollo agrícola sostenible en los países de América Latina y el Caribe (KoLFACI s.f). Fue oficialmente constituida en el 2014 en Jeonju, Corea del Sur.

KoLFACI proporciona financiamiento para el desarrollo de proyectos en países como: Bolivia, Colombia, República Dominicana, Haití, Panamá, Paraguay, Perú, Centro América y en la misma República de Corea.



Proyecto KoLFACI en Costa Rica

En nuestro país, el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) fue el encargado de liderar el proyecto. Los fondos del proyecto fueron administrados por la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI), además, mediante el convenio vigente entre el INTA y la Universidad de Costa Rica (UCR), se contó con la colaboración del Laboratorio de Poscosecha del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA).

Este proyecto tuvo como prioridad identificar las principales causas de pérdidas producidas en fincas y centros de acopio. La fase de diagnóstico demostró que muchas de las causas de pérdida registradas en poscosecha tienen su origen en la finca, siendo indispensable la búsqueda de soluciones para disminuirlas.

En este manual se mencionan brevemente los resultados obtenidos a través del proceso de diagnóstico y luego se brindan una serie de recomendaciones o alternativas para mejorar las condiciones de producción, enfocadas en la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas. Estas prácticas son alternativas y recomendaciones que el productor puede adaptar para mejorar su productividad.

1. Generalidades del cultivo



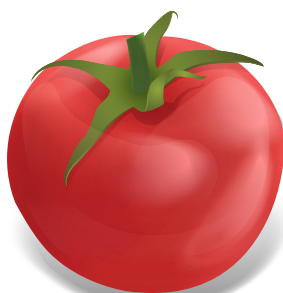
El tomate es una planta herbácea de tallo semileñoso que pertenece al género *Solanum*, especie *lycopersicum*. Se caracteriza por presentar un porte rastrero con hojas compuestas de 5 a 9 folíolos por hoja y flores que miden entre 9-12 mm. El tallo puede llegar a medir de 2 a 2,5 m el cual puede ramificar abundante. Su sistema radical está compuesto por una raíz principal de corta extensión y numerosas raíces secundarias.

El fruto es clasificado como una baya que puede ser roja, rosada o amarillenta. Posee dos hábitos de crecimiento (Allende 2017), uno determinado donde el punto de crecimiento termina en un racimo floral y uno indeterminado donde el tallo crece continuamente.

El cultivo de tomate puede presentar problemas de desarrollo, floración y cuaje de frutos si no se cultiva en las temperaturas adecuadas, por lo tanto, se consideran como temperaturas adecuadas las siguientes:

**Temperaturas
diurnas**

24°C - 26°C



**Temperaturas
nocturnas**

15 °C - 18 °C

2. Producción nacional

El cultivo de tomate es una actividad agrícola de importancia en nuestro país; según datos de SEPSA, en el 2018 fueron cultivadas 1100 ha con una producción de 57 238 toneladas. Es una actividad económica que está liderada por agricultores pequeños y medianos que producen a campo abierto (López 2017).

Las principales regiones productoras son la Central Occidental, Central Oriental y Central Sur (López 2017), por lo tanto, fueron definidas como las regiones más apropiadas para la realización del diagnóstico del proyecto.



El diagnóstico en la región Central Occidental fue realizado en el cantón de Santa Bárbara, específicamente en los distritos de San Juan, San Bosco y San Pedro. En la región Central Oriental el diagnóstico se desarrolló en el cantón de Alvarado en el distrito de Cervantes y finalmente, en la Central Sur se muestrearon los distritos de Salitral y Piedades del cantón de Santa Ana.

3. Diagnóstico de pérdidas en finca

Para diagnosticar las causas de pérdidas poscosecha en tomate, se realizaron cinco muestreos de forma aleatoria durante el ciclo de cosecha en cada finca. En cada muestreo se cuantificó la producción total y la cantidad de frutos no comercializables y sus respectivas causas de rechazo. Los diferentes resultados fueron expresados en porcentaje de pérdida.

Los resultados demostraron que la principal causa de pérdida en finca fue causada por insectos (33,45%), específicamente por la presencia de *Tuta absoluta*.

La segunda causa de pérdida fue la malformación de frutos (26,51 %), dentro de esta clasificación se incluyeron frutos originados a partir de flores en las que la polinización fue incompleta y, por lo tanto, se manifestaron deficiencias fisiológicas como cara de gato o deformación por crecimiento excesivo comúnmente llamado "cartera". La sobremaduración fue la tercera causa de pérdida de frutos (12,69%), siendo cosechas que son descartadas al no resistir los procesos posteriores a su recolección, como transporte o comercialización (Figura 1).

Además, el diagnóstico permitió identificar otras causas de pérdida en campo como la influencia de algunas enfermedades, como *Alternaria* spp., *Phytophthora infestans*, *Colletotrichum* spp. y *Erwinia* spp., problemas relacionados con daños fisiológicos o mecánicos e inmadurez. Dentro de la categoría de otros daños se incluyen condiciones climáticas no muy frecuentes como daño por granizo, pérdidas por mordeduras de roedores o picaduras de pájaros (Figura 1).

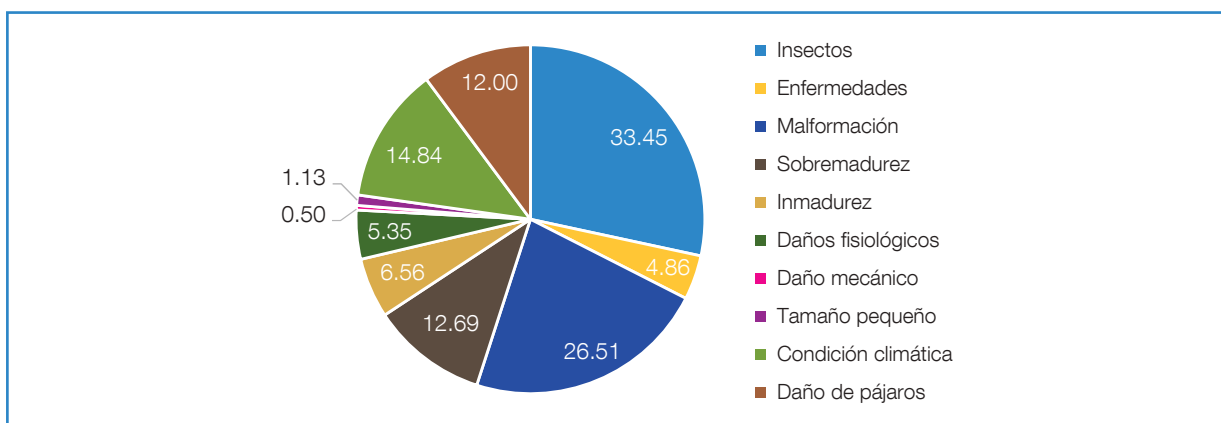


Figura 1. Distribución de pérdida según causa en finca.

4. Implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas para mejorar el sistema de cultivo de tomate

4.1. DEFINICIÓN Y BENEFICIOS



Es indispensable primeramente definir que son Buenas Prácticas Agrícolas conocidas también por las siglas BPA. El concepto de BPA se resume a:

Un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a cuidar la salud humana, proteger el medio ambiente y mejorar las condiciones de los trabajadores y su familia (FAO 2012)

La implementación de las BPA contribuye a generar mayor productividad de la finca reduciendo los costos de producción pues hay un mayor control del funcionamiento del sistema y de sus componentes, por tanto, se pueden detectar las deficiencias o problemas que estar interfiriendo para que el productor saque el máximo provecho de su cultivo. Además, la calidad e inocuidad de los frutos producidos es mayor, garantizando una mayor posibilidad de acceso a los mercados (Figura 2).

Otras ventajas de las BPA es que permite una mayor conservación del ambiente y garantiza la seguridad laboral de todos los trabajadores involucrados en la producción (Figura 2).

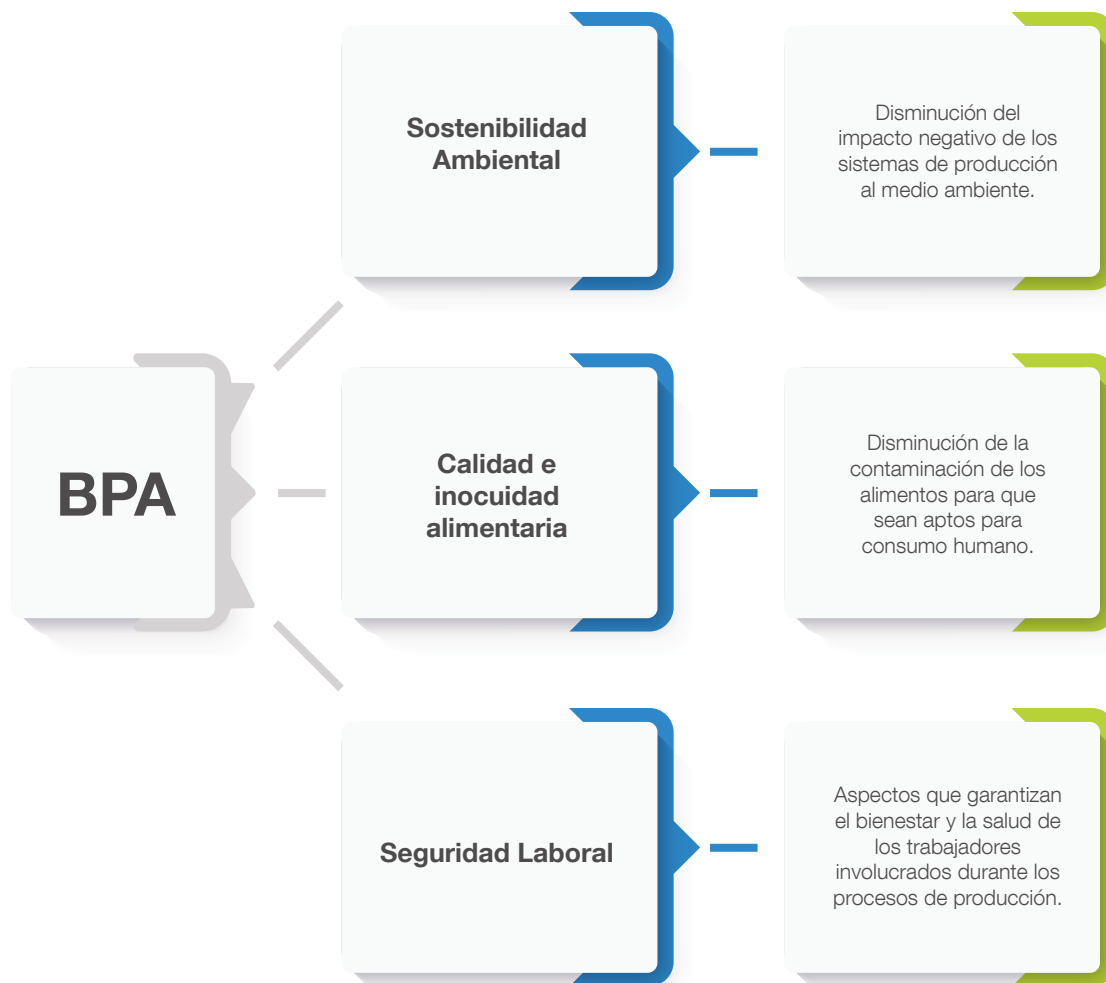


Figura 2. Principios de las Buenas Prácticas Agrícolas.

Una actividad que fomenta las BPA es iniciar los registros, es decir, el productor inicia documentando todos los procedimientos productivos que se realizan en la finca, para tener un mayor control de las actividades y aplicar el concepto de trazabilidad.

¿Qué es trazabilidad en finca?

Es el control y seguimiento de los procedimientos que se realizan desde el inicio de la producción de un alimento.

¿Por qué aplicar trazabilidad?

Para optimizar el sistema productivo y tomar nuevas decisiones que mejoren el producto final aumentando las posibilidades de comercialización e ingreso económico. Permite gestionar, inspeccionar y rastrear la información.

Para dar un seguimiento efectivo de las actividades en finca, es indispensable la generación de registros básicos de:

1. Análisis (suelo, fertilidad, agua, entre otros).
2. Fecha y detalle de cada labor realizada.
3. Cantidad, dosis de cada aplicación de agroquímicos o productos biológicos.
4. Inventario de agroquímicos, equipo o herramientas.
5. Enfermedades, plagas u otros agentes que influyeron la producción.
6. Información de los trabajadores involucrados y sus labores realizadas.
7. Cantidad de producto cosechado, cantidad de pérdida y sus causas.
8. Cantidad y calidad del producto vendido.
9. Aspectos de comercialización (precios de mercado, precios de venta, clientes, entre otros).

En este manual en la sección de anexos se presentan algunos ejemplos para iniciar con la recolección de datos. Estos registros pueden ser modificados según criterio del productor.

4.2. ANÁLISIS Y MUESTREOS

Existen algunos muestreos y análisis que el productor debe de realizar antes de iniciar sus actividades de siembra. Estos análisis tienen el objetivo de determinar qué acciones se deben programar para garantizar que la producción sea exitosa. Los análisis más importantes son los de fertilidad, los fitopatológicos, de agua y los microbiológicos (Figura 3).



Figura 3. Tipos de muestreos requeridos en una finca.

El análisis de fertilidad analiza el aspecto químico, pues mide los niveles nutricionales del suelo, debe realizarse cada 1 o 2 años (Schweizer 2010). Al obtener los resultados, se identifican las dosis de fertilización adecuadas y requeridas por el cultivo. Normalmente, si el lote es homogéneo deben recolectarse entre 15 a 20 submuestras de forma aleatoria abarcando todo el lote (aproximadamente 1 Ha). Si el terreno no es homogéneo, debe subdividirse y muestrear según diferencias identificadas (pedregosidad, inclinación, entre otros). Para cultivos anuales como el tomate, el muestreo debe realizarse entre los 0-20 cm de profundidad.

El segundo análisis es el fitopatológico, el cual, determina la presencia de hongos, bacterias, nematodos y virus. Este análisis indicará que previsiones se deben considerar para el futuro control de los patógenos presentes. El tercer muestreo, es el del agua, donde se miden los niveles de pH, conductividad eléctrica, cationes o aniones, entre otros. Finalmente, el análisis microbiológico identifica los microorganismos benéficos presentes.

4.3. SELECCIÓN DE SEMILLAS Y PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO

Otro aspecto importante es la selección de la (as) semilla (as) la cual, depende del interés del productor, no obstante, es importante 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 (Figura 4).



Figura 4. Cualidades que definen la calidad de las semillas.

En el país, la mayoría de los agricultores adquieren el almácigo de tomate en una empresa viverista (Figura 5). Cuando se compra un almácigo se debe constatar que la empresa viverista se encuentre certificada por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Estas certificaciones garantizan que el almácigo se ha desarrollado en condiciones fitosanitarias adecuadas y está libre de enfermedades y plagas.



Figura 5. Producción de almácigos

El almácigo antes de salir del vivero debe ser tratado con insecticida y fungicida para disminuir el riesgo de contaminación en la exposición de las plantas al ambiente externo. Es común realizar aplicaciones de insecticidas para evitar transmisión temprana de virus por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (insecto vector) y/o enfermedades causadas por los hongos del complejo del mal del talluelo (*Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp., *Pythium* sp.).

Sin embargo, en caso de realizar la producción de almácigos en la misma finca, debe seguir las siguientes recomendaciones:

1

Usar un buen sustrato con características de alta porosidad, con buen drenaje, libre de enfermedades, insectos y malezas.

2

El desarrollo de las plántulas debe realizarse en un ambiente aislado del exterior para evitar la entrada de agentes contaminantes, plagas o enfermedades.

3

Mantener las instalaciones limpias y libres de contaminantes, preferiblemente lejanas al área de cultivo. Además, se debe garantizar la higiene del personal que labora en esta área y evitar la entrada de los trabajadores provenientes de campo.

4

Las bandejas plásticas de polipropileno reutilizables deben desinfectarse para evitar la presencia de hongos o bacterias antes de sembrar. Para realizar la desinfección se puede utilizar una solución de hipoclorito de sodio o yodo agrícola al 5% en agua.

5

Garantizar el suministro de nutrientes y agua para el desarrollo de las plántulas

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 (Figura 6), 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.



Figura 6. Riego y nutrición por capilaridad del almácigo.
Foto: Ramírez 2019.

4.4. SUELO Y FERTILIZACIÓN

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). Según Bertsch (2001) algunos fertilizantes nitrogenados amoniacales pueden liberar hidrógenos y acidificar el suelo pues el amonio (NH_4^+) se convierte a nitrato (NO_3^-).

Si el pH se encuentra en valores inferiores 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, el sembrar en suelos con 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). Cuando los terrenos registran niveles superiores, las plantas pueden manifestar alteraciones en sus raíces y no se da una correcta absorción de nutrientes, entre otras alteraciones.



Una buena preparación del terreno promueve un buen desarrollo del sistema radical de la planta, además esta práctica 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 (Figura 7) 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.



Figura 7. Prácticas de conservación de suelo.

Es necesario una preparación adecuada de los lomillos para un desarrollo óptimo del sistema radical (Figura 8), 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 8. Preparación de lomillos antes de la siembra.

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.

De acuerdo con Molina (2016) el cultivo de tomate exige una demanda de 300-400 kg/Ha de nitrógeno (N), 200-300 kg/Ha de fósforo (P_2O_5), 300-400 kg/Ha de potasio (K_2O), 80-120 kg/Ha de azufre (S), 80-120 kg/Ha de magnesio (MgO), 100-150 kg/Ha de calcio (CaO), 3-5 kg/Ha de boro (B) y de 3-5 kg/Ha de zinc (Zn). No obstante, otros micronutrientes como el cloro, hierro, manganeso, cobre y molibdeno son relevantes para garantizar una buena producción. Estos requerimientos pueden variar según las condiciones agroclimáticas, suelo e híbrido utilizado.

4.5. RIEGO

El sistema de riego por goteo es el más utilizado por los productores de tomate pues es el método más eficiente para el 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 auto compensadas (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 (Figura 9).



Figura 9. Instalación de doble cinta de riego de goteo a ambos lados (izquierdo y derecho) de cada lomillo en época de verano.

4.6. DENSIDAD DE SIEMBRA

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 época lluviosa la distancia suele aumentarse unos cuantos centímetros para propiciar la aireación entre plantas y disminuir la incidencia de enfermedades.

4.7. ROTACIÓN DE CULTIVOS

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. Para realizar una rotación efectiva se deben intercalar cultivos de diferente familia (Figura 10). 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.



Figura 10. Rotación de terreno cultivado de tomate con hortalizas de hoja como lechuga.

4.8. 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. Una práctica cultural beneficiosa es la rotación con otros cultivos otras familias, ya que se logra romper los ciclos de las malezas (Ortega 2015). La rotación puede realizarse con maíz, frijol, cebolla, entre otros.

La eliminación de las malezas de tamaño pequeño puede realizarse de manera simultánea con la incorporación del fertilizante granulado y las prácticas de aporca (Figura 11). 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.



Figura 11. Aporcado de plantas de tomate

Una alternativa para limitar el crecimiento de las malezas es el uso de plástico negro-plata sobre los lomillos (Figura 12) el cual limita el crecimiento de las malezas 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.



Figura 12. Uso de plástico sobre lomillos

4.9. USO DE CULTIVOS TRAMPA

Esta práctica consiste en la siembra de especies que son capaces de albergar los insectos plaga que atacan el cultivo de tomate, como por ejemplo la mosca blanca (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*). De acuerdo con Díaz (2010) en nuestro país se ha aprovechado la capacidad de atracción que tiene el cultivo trampa, para luego asperjarle un insecticida y poder alejar la plaga de las plantas de tomate. No obstante, los cultivos trampa no deben cosecharse, debido a la alta cantidad de agroquímico que se usa para combatir la plaga. Además, este autor cita que se pueden utilizar plantas de tabaco o berenjena como cultivo trampa, no obstante, menciona que el productor debe cerciorarse de mantener un control constante del cultivo trampa para evitar que sea la principal fuente de infestación para el tomate. Otra alternativa mencionada por Hilje (2018), es el uso de la vainica (Figura 13).



Figura 13. Cultivo trampa de vainica

4.10. RECOLECCIÓN DE DESECHOS

Durante el diagnóstico realizado con el proyecto, se comprobó que producto de las actividades propias del cultivo como cosechas, podas, deshijas, condiciones extremas de clima u otras, siempre se produjo caída de frutos. Cuando se observen frutos caídos en el campo (Figura 14) y más importante aún, con presencia de alguna enfermedad o plaga, deben ser retirados del campo y enterrados para evitar la contaminación de las plantas y frutos en desarrollo.

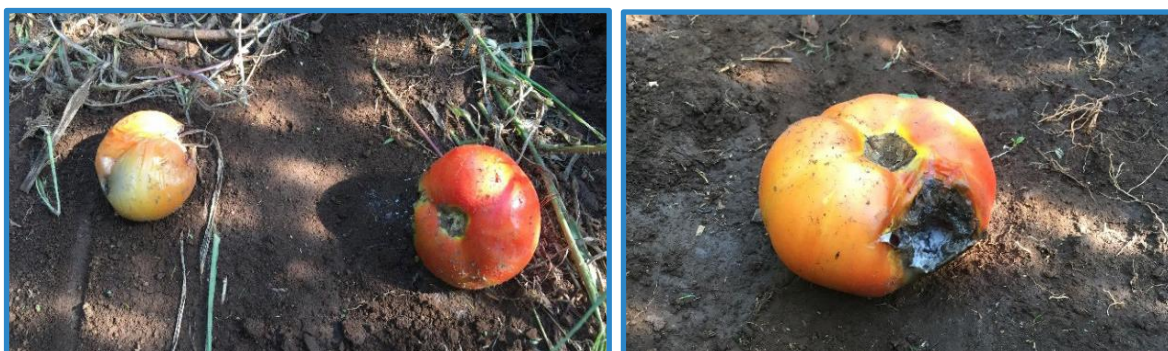


Figura 14. Frutos enfermos caídos en el campo sin recolectar.

Asimismo, los desechos vegetales deben enterrarse (Figura 15 a y 15 b). No es válido realizar una recolección efectiva de los desechos y amontonar los mismos en un lugar, pues en el interior de estos restos es posible que ocurra la reproducción de enfermedades y plagas. En la mayoría de las fincas en las que se realizó el estudio, se observó la recolección y destrucción de los desechos de cultivo, pero la recolección de los frutos no era eficiente.



Figura 15. a) Recolección de desechos de las prácticas de deshoja y deshija
b) Enterrado de los desechos.

4.11. ACTIVIDADES DE COSECHA

Es indispensable realizar una cosecha en las primeras horas de la mañana, pues la temperatura del ambiente y del fruto es menor. Además, se debe realizar una cosecha selectiva según grado de madurez de los frutos (Figura 16). Esta selección depende del destino de mercado que tiene el producto. Es común que la recolección se realice cuando los frutos poseen una madurez grado 2 (verde pintón) (Figura 17) para que tolere la cosecha, los procesos de selección, el transporte y comercialización hasta llegar al consumidor en grado 5 o 6.



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.

Figura 16. Escala de maduración de tomate.

Fuente: Decreto N°31890-MEIC-MAG-S Reglamento Técnico RTCR 379:2004



Figura 17. Fruto de tomate con grado 2 (pintón).

Para realizar las actividades de cosecha es indispensable el uso de recipientes adecuados como lo son las cajas plásticas. 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. El personal de campo debe estar capacitado para realizar adecuadamente la cosecha y evitar dañar las plantas y los racimos que están en desarrollo.

Durante los estudios realizados, se identificó que los cosechadores tienden a revolver los diferentes grados de madurez de los frutos, por tanto, los frutos sobremaduros que, en muchas ocasiones presentaban síntomas de enfermedades o plagas, estuvieron en contacto con aquellos frutos aptos para comercialización (Figura 18).



Figura 18. Cosecha de frutos utilizando cajas plásticas.

Las cajas no deben superar los 18 kg con la finalidad que el peso superior no provoque presión sobre los frutos de abajo (Figura 19).

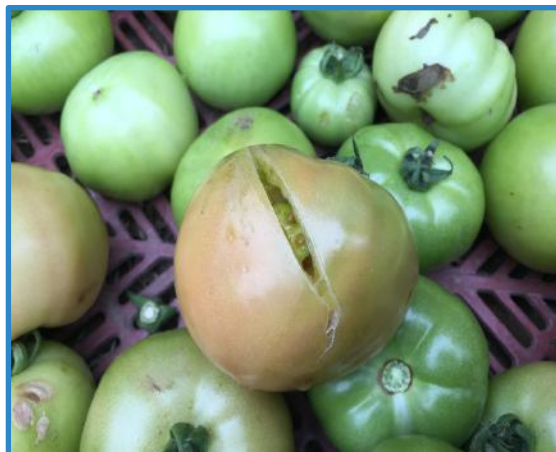


Figura 19. Fruto de tomate reventado por exceso de presión.

4.12. SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Las actividades de selección y clasificación se deben efectuar en instalaciones o áreas que posean condiciones de higiene y seguridad adecuadas. Es recomendable no exponer los frutos cosechados a condiciones adversas del ambiente como a la radiación solar (Figura 20), lluvia u otro agente externo contaminante.

Es preferible que esta área cuente con un piso que pueda ser lavable y se encuentre situado lejos de las bodegas de insumos agrícolas.



Figura 20. Apilamiento de producto seleccionado en campo expuesto al sol.

Aquellos frutos que no cumplen las exigencias del mercado deben ser manejados apropiadamente para evitar proliferación de enfermedades y plagas o contaminación de la cosecha seleccionada. De ninguna manera deben ser desechados en el campo sin darles un tratamiento adecuado (Figura 21).



Figura 21. Frutos de tomate desechados inadecuadamente.

4.13. TRANSPORTE

El transporte de los frutos 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.

5. Manejo de plaguicidas

Dentro de las BPA se incentivan todas aquellas recomendaciones que contribuyen a disminuir las plagas y enfermedades. No obstante, muchas veces se debe recurrir al uso de sustancias químicas para asegurar las cosechas. A continuación, se describen los aspectos más importantes en el uso racional de los agroquímicos.

5.1. CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE TOXICIDAD E INFORMACIÓN DE ETIQUETA

En los envases de cada agroquímico se detallan sus características, es indispensable que el empleador y el operador de campo conozca los principales aspectos y características de los envases (Figura 22).

Cuadro 1. Clasificación de riesgo y peligro de los agroquímicos según color de banda.

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

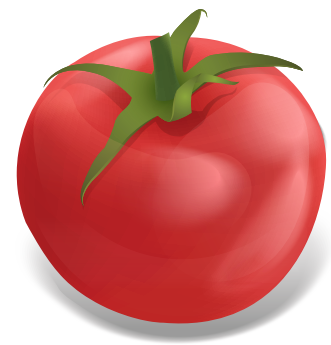
Fuente: OMS 2011.



Figura 22. Contenido de la etiqueta de un agroquímico.
Fuente: MAG-SFE 2010

La manipulación y uso de plaguicidas le exige al productor considerar algunos aspectos como:

- 1 Almacenamiento
- 2 Registros
- 3 Área para preparación de mezclas
- 4 Uso de equipo de protección
- 5 Calibración de equipo
- 6 Manejo de desechos y residuos de plaguicidas



5.2. ALMACENAMIENTO DE PLAGUICIDAS

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-raso. 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.

5.2.1. Recomendaciones

- 1 } Instalación con buena ventilación
- 2 } Revisar periódicamente las fechas de vencimiento
- 3 } Tener un extintor tipo ABC en buen estado
- 4 } Llenar registros de entrada y salida de agroquímicos
- 5 } Mantener los productos en sus envases originales
- 6 } Realizar limpieza periódica de la bodega

5.3. REGISTROS

Con la finalidad de mantener un mayor orden del manejo químico del sistema de producción, es necesario contar con un registro de las aplicaciones y actividades realizadas (Ver Anexos). Existen datos importantes que deben incorporarse como:

- Nombre del lote (área o sección de producción).
- Fecha de aplicación.
- Dosis aplicada.
- Modo de acción.
- Tipo de tratamiento (preventivo o control).
- Equipo de aplicación utilizado.
- Responsable de aplicación.
- Periodo de carencia (intervalo de días a cosecha).
- Recetas de productos recomendados.

5.4. ÁREA DE PREPARACIÓN MEZCLA

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.

5.5. USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN

Para garantizar el bienestar de los trabajadores, el personal debe tener a disposición (Figura 23):



Figura 23. Implementos necesarios para el operador en la aplicación de agroquímicos.
Fuente: Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos 2009.

Todo el equipo de protección debe mantenerse en buenas condiciones, ser inspeccionados regularmente y reemplazados si presentan partes gastadas o roturas (Fundación Limpiemos Nuestros Campos c2010).

5.6. CALIBRACIÓN DE EQUIPO

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 del 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).

5.7. MANEJO DE DESECHOS Y RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Práctica de triple lavado

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).

En Costa Rica, la Fundación Limpiemos Nuestros Campos (FLNC) es una entidad sin fines de lucro constituida en el 2004, la cual vela por el adecuado uso de los agroquímicos y la recolección de los envases vacíos. Actualmente, es reconocida por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) por contribuir con la Ley de Gestión Integrada de Residuos (GIR 8839). La Fundación está compuesta por empresas fabricantes, importadores, distribuidores de agroquímicos, agroexportadores, productores, entre otros colaboradores a nivel nacional e internacional. El FLNC posee un programa “Campo Limpio” que se encarga de la recolección, compactado, molienda y disposición de los envases de agroquímicos en el país, además de brindar capacitación y asesoría a los interesados (FNLC sf).

5.8. OTRAS CONSIDERACIONES

1. 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.
2. No realizar las aplicaciones cuando hay mucho viento o en condiciones lluviosas.
3. Calibrar el equipo de aplicación y el estado de las boquillas
4. Para evitar el ingreso de partículas no deseadas o suciedad, usar los filtros en cada aplicación.
5. Lavar adecuadamente el equipo después de cada aplicación para evitar obstrucciones o corrosión en sus componentes.
6. 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.
7. 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.
8. El agua debe estar libre de contaminantes, agroquímicos o metales pesados.
9. No desechar sobrantes de las mezclas de agroquímicos ni lavar los componentes del equipo en ríos, lagunas, acequias u otros.
10. No se comer, fumar o beber mientras se realizan aplicaciones
11. 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.
12. Tomar en consideración las disposiciones implícitas dentro del Reglamento de Expendios y Bodegas de Agroquímicos No 28659-S.

Este aspecto comúnmente es olvidado en las fincas y es un parámetro que garantiza la inocuidad del alimento producido. Es indispensable, que todo el personal tenga acceso a agua potable y servicios sanitarios para su higiene personal y sean capacitados en los procedimientos a seguir. Además, a una distancia cercana se debe tener un botiquín de primeros auxilios básico en caso de emergencia.

El personal no debe usar objetos como anillos, relojes, aretes, entre otros durante las horas laborales para evitar contaminación o algún accidente en campo. Asimismo, cada trabajador debe reportar a su empleador si padece de alguna enfermedad.

Se debe contar con un lugar apropiado para ser usado como comedor, donde se pueda almacenar e ingerir de forma adecuada sus alimentos. El horario de alimentación debe ser antes o después de la aplicación de agroquímicos.

7. Manejo de desechos y agentes contaminantes

El área de manejo de desechos debe estar lejos del cultivo, del área de cosecha y almacenamiento.

Los residuos deben organizarse en contenedores adecuados y ser clasificados en forma separada (orgánicos, vidrio y plástico).

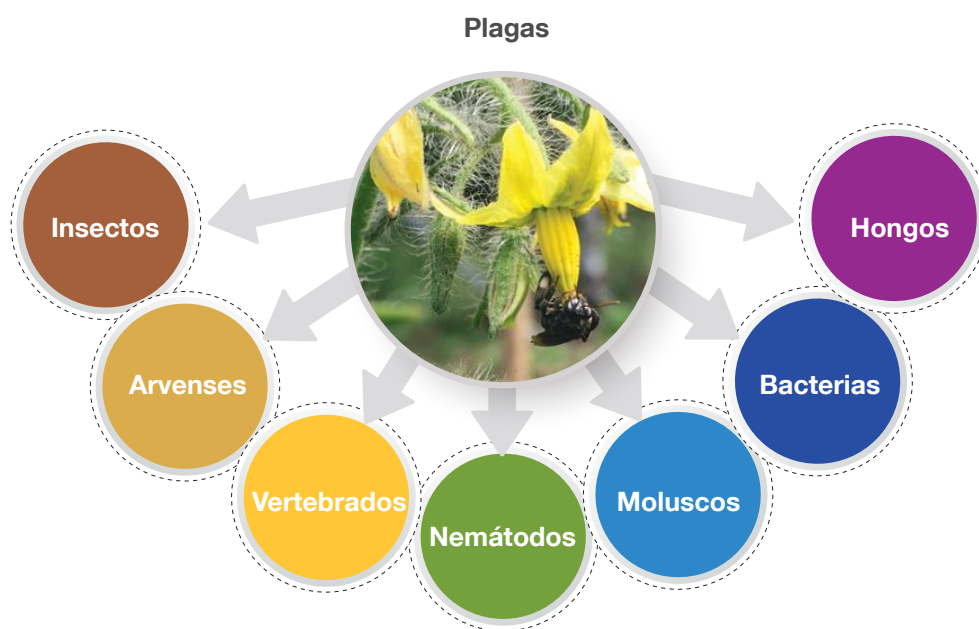
El plástico empleado para el techado del cultivo en invierno (Figura 24), cintas de riego, plástico de lomillos, entre otros residuos pueden ser reciclados. Estos residuos no deben ser quemados o desechados en el campo, por el contrario, deben preservarse limpios y buscar una empresa que los recicle.



Figura 24. Uso de plástico para proteger cultivo de tomate en campo

8. Manejo integrado de plagas

Primeramente, es importante definir que es una plaga; este término se refiere a cualquier organismo con capacidad para aumentar su población y que es capaz de causar daños productivos en los cultivos. La presencia de plagas puede bajar la producción y calidad de los cultivos producidos y, por ende, reducir el ingreso de las familias a lo cual, se le conoce como daño económico. Dentro de la definición de plaga podemos encontrar:



El segundo aspecto a comprender es el concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual constituye 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 productos 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 25).



Figura 25. Fases del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

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, se describen cada una.

8.1. FÍSICAS

Son todas aquellas 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 áfidos, mosca blanca, trips, entre otros.

Uso de barreras vivas o inertes para evitar traslado de plagas o barreras rompe vientos para disminuir el impacto de estrés causado por el viento.

Otra opción de control físico es el 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 (Parra *et al.* 2015). Durante el lapso de tiempo, los reservorios de malezas se disminuyen, se controlan los niveles de inóculo de plagas y enfermedades.

8.2. CULTURALES

Son todas aquellas medidas de mantenimiento realizadas durante el proceso productivo que disminuyen la presencia de algún insecto que pueda representar un impacto negativo en el cultivo. Algunas recomendaciones de prácticas culturales son:

1

Desinfección de la maquinaria, equipo, herramientas y vestimenta

2

Adecuado manejo de rastrojos y malezas para evitar hospederos alternos

3

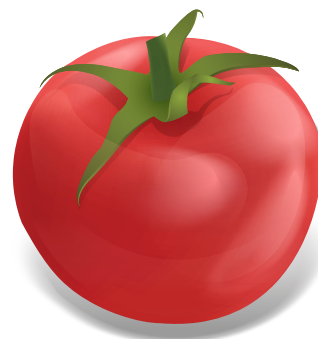
Planificación de siembras para favorecer escape a ciertas plagas

4

Uso de variedades y/o híbridos resistentes

5

Rotación de cultivos para restringir los ciclos de los insectos



8.3. ETOLÓGICOS

Consiste en el uso de sustancias químicas o físicos que afectan el comportamiento de los insectos como el uso de feromonas, repelentes o atrayentes.

8.4. BIOLÓGICAS

Liberación de enemigos naturales de las plagas, así como el uso racional de los agroquímicos para garantizar sobrevivencia de estas especies.

8.5. QUÍMICAS

El uso de moléculas químicas debe realizarse cuando los demás controles preventivos no funcionan para controlar una plaga o enfermedad. Se deben utilizar productos químicos que estén registrados para el cultivo, utilizar las dosis adecuadas y recomendaciones indicadas en las fichas técnicas y de seguridad establecidas por el fabricante. Para más información, el productor puede consultar en línea, la vigencia de un agroquímico o sustancia afín en la página del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) (<http://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/asp/Seguridad/Home.aspx>).

9. Aplicación de las BPA para el combate de plagas y enfermedades

9.1. HONGOS

Los hongos que afectan las plantas de tomate producen muchas esporas, las cuales, comúnmente son diseminadas en el campo a través del viento. Tienen la capacidad de adaptarse a muchas condiciones, siendo las temperaturas aptas para su desarrollo entre los 21°C a 30°C. Se alimentan de tejidos vivos o de materia en descomposición, su entrada a la planta se da por medio de heridas o aberturas naturales. En tomate, es común encontrar la presencia de tizones o quemas de follaje, marchitez y mohos atacando diferentes partes en las plantas.

Durante el diagnóstico las enfermedades causadas por hongo más frecuentes en finca fueron: *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans* y *Colletotrichum* spp. A continuación, se presentan los aspectos más importantes de cada uno.

***Alternaria solani* (Bajera, tizón temprano)**

Este hongo fue uno de los que se manifestaron durante la etapa de diagnóstico. Este hongo produce manchas concéntricas color marrón rodeadas con tejido clorótico en hojas (Figura 26 a) y tallos. En frutos es común encontrar la lesión cerca del tejido donde se desprende el pedúnculo (Figura 26 b). En daños severos las lesiones en tallo provocan estrangulamiento (Sepúlveda 2018) y es capaz de atacar las flores impidiendo la floración.



a



b

Figura 26. Lesiones de *Alternaria solani* a) hojas b) fruto.

Tiene la capacidad de sobrevivir en el suelo asociado a materia orgánica, en restos de cultivos enfermos o malezas. *Alternaria solani* es la especie que ataca específicamente a la familia de las solanáceas, sin embargo, se puede encontrar también la especie *Alternaria alternata* (Reyes 2016). Es común que la infección inicie en las hojas más viejas, cercanas al suelo, por lo cual, comúnmente le llaman: *bajera*. En época de invierno, el salpique del agua contra el suelo permite que las esporas latentes lleguen a las hojas; si el hongo no es controlado, continúa subiendo e infectando nuevos tejidos. Las esporas además son capaces de transportarse por el viento.

Para su combate, se insta a la aplicación de prácticas culturales como eliminación de plantas y frutos enfermos, eliminación de plantaciones viejas y podas de saneamiento especialmente en época de invierno para evitar que la enfermedad infecte los tejidos superiores. Las sustancias químicas destinadas para controlar el tizón temprano son boscalid + pyraclostrobin, sulfato de cobre pentahidratado, entre otros (López 2017).

***Phytophthora infestans* (Tizón tardío)**

Los síntomas inician en los bordes de las hojas (Figura 27), apreciándose lesiones necróticas de color café en el envés de las hojas puede desarrollarse un tejido blanquecino producto de crecimiento del micelio del hongo. En frutos las lesiones se tornan en manchas cafés de forma irregular.

El monitoreo constante de la plantación en condiciones de alta humedad permite identificar su presencia, en condiciones lluviosas se debe modificar la densidad para aumentar la aireación de la plantación. Se debe realizar la recolección de frutos y plantas enfermas.



Figura 27. Lesión de tizón tardío en la hoja de planta de tomate

***Colletotrichum* spp. (Antracnosis)**

Las lesiones iniciales se presentan en frutos como hundimientos circulares (Figura 28) 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 28. Lesión de antracnosis en fruto de tomate

El cultivo de tomate es susceptible a otros hongos, que no fueron frecuentes es los estudios de caso realizados pero que provocan pérdidas a los productores nacionales. Algunos de estos hongos son:

***Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Marchitez vascular)**

Este hongo 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 (Figura 29). Para este hongo se han identificado tres razas, conocidas como 1, 2 y 3 o 0,1, 2 (Vásquez y Castaño 2017).

Para el combate de *Fusarium* spp. y otros patógenos de suelo, las experiencias previas recomiendan realizar prácticas de solarización. Ioannou, 2000 citado por Vásquez y Castaño 2017, indica que la solarización del suelo por al menos ocho semanas puede reducir la población del hongo entre un 91% y 98%.

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* sp. en el suelo (Abdel *et al.* 2012).



Figura 29. Marchitez en plantas de tomate provocadas por *Fusarium* spp.

***Fusarium* sp. *Rhizoctonia* sp. *Sclerotium* sp. *Pythium* sp. (Mal del talluelo)**

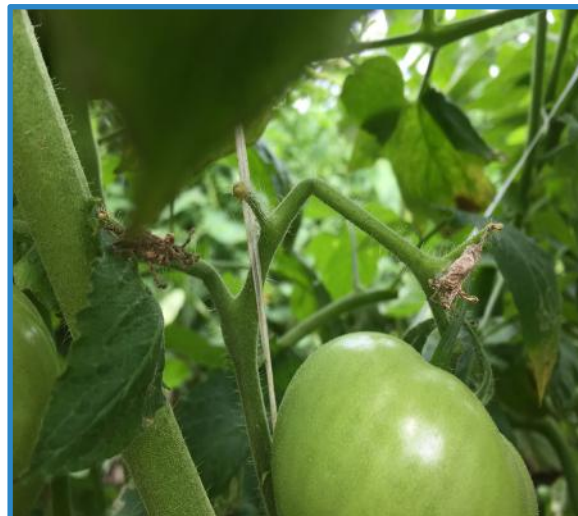
Provoca estrangulamiento del tejido de la base de la plántula el cual se torna color marrón, provocando la muerte (Figura 30 a).

***Botrytis cinerea* (Moho gris)**

Produce lesiones pardas en las hojas y flores. Puede atacar tempranamente los racimos florales produciendo un micelio gris oscuro impidiendo el desarrollo del fruto (Figura 30 b), cuando se desarrolla en el fruto provoca pudriciones blandas y acuosas. En las hojas produce grandes manchas color marrón las cuales también desarrollan micelio gris. Puede atacar los tallos provocando lesiones oscuras ovaladas.



a



b

Figura 30. a) Estrangulamiento por Mal del talluelo b) Mildiu polvo en flor de tomate.

***Leveillula taurica* (Mildiu polvoso o cenicilla)**

Es favorecido por las condiciones de la época de verano y en baja humedad. Los síntomas se pueden presentar en las hojas, tallos y peciolo 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).

9.2. 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, la 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* (Marchitez Bacteriana)**

Puede presentarse semanas después del trasplante. Provoca la obstrucción de los haces vasculares de la planta (Figura 31 a), impidiendo el transporte de nutrientes, lo cual provoca síntomas de marchitamiento que inician en los brotes más jóvenes hasta provocar la muerte (Figura 31 b). Afecta el crecimiento de los frutos y los torna con aspecto arrugado. 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.



Figura 31. a) Obstrucción de tejidos internos provocados por la bacteria en tallos de plantas de tomate b) Daño de marchitez bacteriana en campo.

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. De acuerdo con Monge (2017), el injerto posee una efectividad de 95%, no obstante, su costo es superior a una planta normal. 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*.

Además, el enriquecimiento de la fauna del suelo puede reducir el efecto de los hongos o bacterias fitopatógenas. 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* (*Erwinia carotovora*)** **Pie negro o pudrición bacteriana**

Provoca oscurecimiento externo del tallo que induce la descomposición de los tejidos. Los frutos se descomponen hasta forma una especie de bolsa de agua adherida en la planta con fuerte olor a podrido (Figura 32).

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 32. Fruto con pudrición bacteriana

Algunas otras bacterias que atacan el cultivo de tomate son:

***Pseudomonas syringae* pv *tomato* (Peca bacteriana)**

Los síntomas se visualizan en las hojas, tallos, o ramos florales produciendo manchas grasientas oscuras. El daño principal lo produce en frutos verdes con manchas necróticas de aspecto sarnoso menores a los 2 mm de diámetro (Figura 33 a).

***Pseudomonas corrugata* (Necrosis de la médula)**

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 33 b).



a



b

Figura 33. a) Peca bacteriana b) Necrosis de la médula

9.3. INSECTOS

El diagnóstico demostró que una de las principales causas de pérdida fue la perforación provocada por la polilla de tomate, cuyo nombre científico es *Tuta absoluta*. Los resultados indicaron que, del total de causas de pérdida registradas en finca, un 33,45% correspondió al daño de la polilla en los frutos. Este insecto es un lepidóptero que fue clasificado como plaga cuarentenaria por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Servicio Fitosanitario 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 larval el 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. Es indispensable reconocer la diferencia entre las minas realizadas por *Liriomyza* spp. y/o *Keiferia lycopersicella* y *Tuta absoluta*. Las minas provocadas por los dos primeros insectos son visiblemente más delgadas (Figura 34 a), mientras que, las minas realizadas por *Tuta absoluta* pueden abarcar más tejido foliar, provocando una disminución en el proceso normal de la fotosíntesis (Figura 34 b).

Además, es común que la polilla del tomate deposite sus heces en un solo punto de la galería mientras que *Liriomyza* spp. las deja de forma dispersa por toda la galería, *Keiferia lycopersicella* realiza un doblamiento de la hoja como formando un capullo de protección (Figura 34 c) (OIRSA 2015) lo cual la diferencia de las otras dos palomillas.

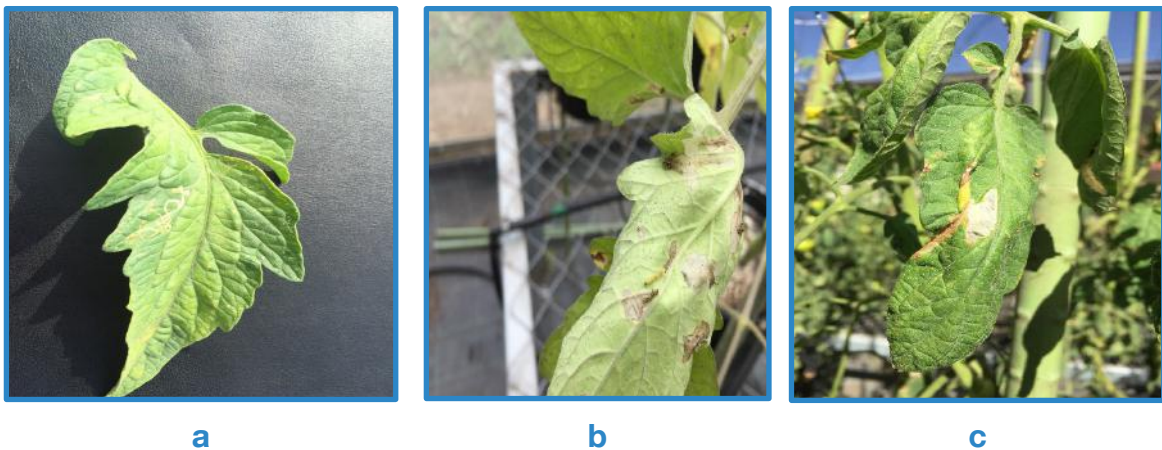
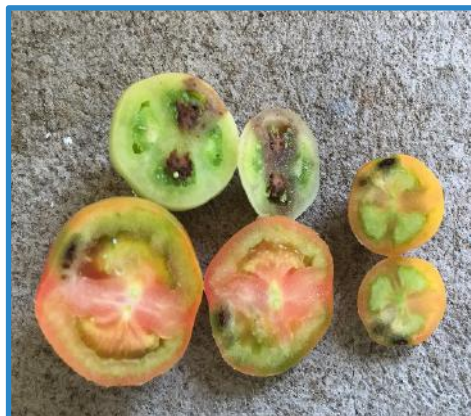


Figura 34. Minas en hojas de tomate
a) *Liriomyza* spp. b) *Tuta absoluta* c) *Keiferia lycopersicella*

En frutos, las larvas de *Tuta absoluta* realizan una perforación de pocos milímetros (Figura 35 a) Las heridas producidas, posteriormente, pueden infectarse por la entrada de algún hongo o bacteria (Figura 35 b). A pesar, de que la perforación es pequeña daña el interior del fruto eliminando su valor comercial en el mercado.



a



b

Figura 35. Perforación en fruto provocado por *Tuta absoluta*
a) perforación externa b) daño interno y desarrollo de pudrición

Para su combate, varios autores coinciden que, una vez ingresada la plaga a la finca, el productor debe coexistir con la palomilla y realizar un manejo integrado para disminuir las poblaciones y su impacto negativo en la producción.

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. Las trampas deben colocarse desde el inicio de la plantación, si la plaga está presente, pues uno de los principales errores del productor es instalarlas cuando la presión de la plaga es alta. Además, la trampa funciona como herramienta para el monitoreo durante todo el ciclo productivo.

Una opción económica es el uso de galones plásticos a los cuales, se les realiza una abertura en los dos costados, se cuelga la feromona adentro y en la parte inferior se agrega agua jabonosa (Figura 36).



Figura 36. Uso de feromona para la atracción de adultos macho de *Tuta absoluta*.

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 entomopatógenos 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 sido ampliamente estudiado.

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.

En Costa Rica, la disponibilidad de moléculas químicas no es amplia, hay una escasez de productos destinados específicamente para el combate de *Tuta absoluta* (Gómez y Vargas 2018). Usualmente, se utilizan agroquímicos con ingredientes como spinocyn, azadiractinas, indoxacarb (Gómez y Vargas 2018) y clorfenapir.

Otra plaga que provoca serios daños es la mosca blanca, existen dos especies en nuestro país, *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 (Figura 37), debilitando el funcionamiento de las mismas debido a la extracción de nutrientes.



Figura 37. Moscas blancas en el envés de hoja de tomate

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 (Figura 38 a), la azul es destinada para control de trips (Figura 38 b) 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.



a



b

Figura 38. Trampas cromáticas pegajosas para el monitoreo y control de insectos plaga.
a) mosca blanca b) trips

9.4. 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 transmitidos 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 son:

Virus del mosaico del tabaco TMV (Tobacco Mosaic Virus): Se transmite por semilla y el trasiego humano. No es transmitido 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.

Virus de la Cuchara TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus): 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 (Figura 39 a). 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.

Virus del mosaico del tomate ToMV (Tomato Mosaic Virus): Es transmitido por acciones mecánicas y semilla. Produce alteraciones en la coloración y forma de las hojas provocando la aparición de mosaicos (Figura 39 b). Puede inducir la caída de flores. Los frutos se caracterizan por presentar manchas decoloradas desde amarillas hasta necrotizadas. Provoca reducción del crecimiento de las plantas y frutos.



a



b

Figura 39. Sintomatología de virus en tomate a) TYLCV b) ToMV

9.5. 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 estos nematodos (Figura 40). En la parte aérea la planta puede manifestarse síntomas de marchitamiento y clorosis. Puede provocar la muerte (Mitidieri y Polack 2012).



Figura 40. Raíz de tomate con agallas por la presencia de *Meloidogyne* spp.

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.

Consideraciones importantes

Para el combate de todas las enfermedades y plagas que atacan al cultivo del tomate es indispensable que el productor realice un manejo integrado, es decir, una sola medida implementada en finca no asegura la disminución o erradicación de un problema fitosanitario, por el contrario, la suma de varias medidas efectuadas garantizará el éxito. Además, al implementar un manejo integrado, conforme trascorra el tiempo, el productor va a percibir una mejora en su sistema productivo y, por consiguiente, una disminución en la aplicación de sustancias químicas. Actualmente, existen diversas recomendaciones, buenas prácticas agrícolas y prácticas culturales para completar los planes fitosanitarios, los mismos se detallan a continuación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Prácticas agrícolas que contribuyen con el manejo de plagas y enfermedades en campo.

Etapa cultivo	Tipo de práctica cultural	Tipo de plaga o enfermedad que ayuda a controlar				
		Hongos	Bacterias	Insectos	Virus	Nematodos
Antes de siembra	Realizar muestreo de suelos, agua y estado fitosanitario del lote	x	x	x		x
	Desinfección de herramientas, maquinaria y calzado	x	x	x		x
	Desinfección o solarización del suelo	x	x	x		x
	Encalado del suelo y preparación de un buen lomillado	x	x	x		x
	Buena preparación del suelo y uso de prácticas de conservación de suelo	x	x	x		x
	No realizar excesivos movimientos de suelo y agua.	x	x			x
	Mejorar contenido de materia orgánica en el suelo	x	x			x
	Uso de semillas registradas y almácigo de buena calidad	x	x	x	x	x
	Desinfección de almácigo antes de siembra	x	x	x		x
	Rotación de cultivos	x	x	x	x	x
	Barreras rompe vientos			x	x	
	Cultivos trampa			x	x	
	Uso de híbridos y/o variedades resistentes	x	x	x	x	x

Etapa cultivo	Tipo de práctica cultural	Tipo de plaga o enfermedad que ayuda a controlar				
		Hongos	Bacterias	Insectos	Virus	Nematodos
Durante el desarrollo del cultivo y etapa de cosecha	Evitar iniciar siembras nuevas contiguo a cultivos que estén finalizando	X	X	X	X	
	Evitar plantaciones en alta densidad	X	X	X	X	
	Uso de riego por goteo, evitar exceso de riego y encharcamientos	X	X	X		
	Evitar fertilización nitrogenada en exceso, restringir fertilización amoniacal	X	X	X		X
	Uso de injertos	X	X			X
	Uso de biocontroladores	X	X	X	X	X
	Eliminación de arvenses hospederos de plagas o enfermedades	X	X	X	X	X
	Podas, deshijas de saneamiento, eliminación de plantas, tejidos y frutos enfermos	X	X	X	X	
	Aplicaciones químicas de tipo preventivas o de control	X	X	X	X	X
	Uso de trampas con feromonas o trampas pegajosas de colores			X		
	Control adecuado de insectos vectores (trasmisores)			X	X	
Techado plástico para protección de plantas	X	X				
Después de la cosecha	Eliminación de plantaciones cuando terminen su ciclo	X	X	X	X	X
	Incorporación de restos de cultivo al suelo	X	X	X	X	X

9.6. DEFICIENCIAS FISIOLÓGICAS Y NUTRICIONALES

De acuerdo con los análisis realizados en campo, 26,51% de las causas identificadas fueron por malformación, siendo la más común la de tipo cartera (Figura 41). El desorden fisiológico de tipo cartera consiste en tomates con forma arriñonada con cierre pistilar no adecuado. Estos frutos pierden valor comercial debido a su deformidad, sin embargo, esta deformación no impide su consumo, por lo que, en algunos casos se comercializan a bajo precio.



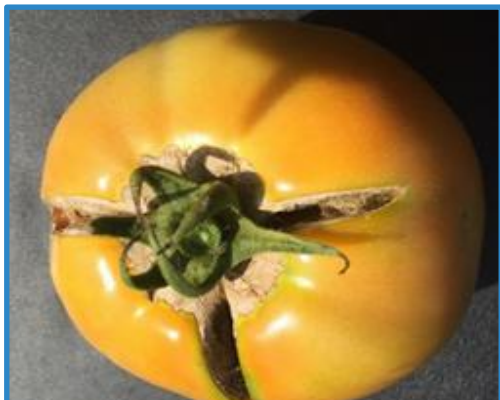
Figura 41. Frutos con deformidad tipo cartera.

Este tipo de desórdenes están condicionados por la interacción de factores de manejo agronómico, de tipo climáticos, genéticos, nutricionales, entre otros. Varios autores señalan que la deformidad en los frutos se debe al desarrollo anormal de las flores, lo cual, está condicionado a los cambios en la temperatura y humedad a las cuales son sometidas las plantas en el campo (Calderón 2013). Esta malformación es común observarla en los primeros racimos de producción.

Se suele recomendar evitar los excesos de fertilización nitrogenada para disminuir la aparición de esta deformidad, siendo indispensable ajustar las necesidades de nutrientes según los resultados de análisis de suelos y foliares.

Otras deficiencias fisiológicas y nutricionales

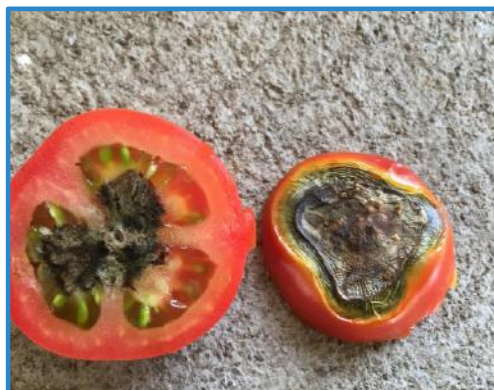
Agrietamiento (Radial o concéntrico)



Frutos con cicatrices pronunciadas, pueden ser del pedúnculo hacia abajo del fruto o concéntricas alrededor de los hombros del tomate. Se produce a causa de fluctuaciones extremas de temperatura y humedad.

Recomendaciones: Evitar excesos de fertilización de potasio en época de producción. 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. Otros hongos pueden colonizar la lesión necrosada.

Recomendaciones: 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.

Recomendaciones: Favorecer la nutrición de las plantas antes de iniciar la floración para garantizar viabilidad del proceso de polinización. 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.

Recomendaciones: Evitar híbridos o variedades con poco follaje. Realizar adecuadas prácticas de poda de las plantas

9.7. OTROS DAÑOS DIAGNOSTICADOS

Roedores (ratas, ratones, entre otros)



Síntomas: Frutos con presencia de masticaciones

Recomendaciones: Adecuados controles dentro de la parcela y dentro las bodegas de almacenamiento

Pájaros



Síntomas: Daño en frutos verdes o maduros, huecos irregulares producto de picoteos

Recomendaciones: Adecuados controles dentro de la parcela, uso de utensilios brillantes en la parte superior de la plantación para ahuyentar a los pájaros.

Daños mecánicos



Síntomas: Son producidos durante el desarrollo del fruto o al momento de la cosecha. Los frutos pierden su calidad comercial. Entre los daños incluye: rajaduras, reventaduras, golpes, magulladuras, entre otros.

Recomendaciones: 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.

10. Certificación Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

El organismo oficial gubernamental que realiza la certificación en el país es el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Su principal objetivo es garantizar al consumidor que el producto cumple con los requisitos que la institución establece para garantizar la inocuidad y la protección del ambiente (SFE c2016).

11. Legislación Nacional

Según las regulaciones nacionales existen normas que garantizan el buen funcionamiento de los recursos suelo, agua, ambiente, manejo de desechos y agroquímicos. A continuación, se citan algunas de estas leyes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Regulaciones nacionales relacionadas con la producción agrícola.

Rubro	Normativas relacionadas nacionales
Suelos	<p>Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos No. 7779</p> <p>Ley Forestal No. 7575</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente No. 7554</p>
Agua	<p>Ley de Aguas No. 276</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente No. 7554</p> <p>Ley de la Biodiversidad</p> <p>Ley de Conservación de la Vida Silvestre</p> <p>Ley General de Salud No. 5395</p> <p>Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos No. 7779</p> <p>Ley Forestal No. 7575</p> <p>Reglamento de perforación y explotación de aguas subterráneas No. 30387-MINAET</p> <p>Reglamento de Servicios de Riego, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.</p>
Ambiente	<p>Ley de Protección Fitosanitaria No. 7664</p> <p>Ley de la Biodiversidad</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente No. 7554</p>

Rubro	Normativas relacionadas nacionales
Manejo de residuos o desechos	<p>Ley de Protección Fitosanitaria No. 7664</p> <p>Ley General de Salud No. 5395</p> <p>Ley Orgánica del Ambiente No. 7554</p> <p>Reglamento de Servicios de Riego, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.</p>
Agroquímicos	<p>Reglamento sobre registro, uso y control de plaguicidas agrícolas y coadyuvantes, Decreto Ejecutivo. No. 24337-MAG-S</p> <p>Reforma Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos Decreto Ejecutivo No.33507. y modificación según Decreto Ejecutivo No. 35124</p> <p>Reglamento de Expendios y Bodegas de Agroquímicos No. 28659-S</p> <p>Reglamento para Regular la Actividad de Control de Plagas Mediante la Aplicación de Plaguicidas de Uso Doméstico y Profesional N° 38335-S-MTSS</p>
Seguridad Laboral	<p>Reforma al código de trabajo (Ley sobre riesgos del trabajo)</p> <p>Decreto No. 11074 TSS sobre levantamiento de pesos</p> <p>Norma de hidratación de las personas en actividades físicas de tipo laboral de riesgo Decreto No. 39589-S</p> <p>Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor.</p> <p>Reglamento sobre los servicios sanitarios en los centros de trabajo agrícola Decreto No. 37039-MTSS</p> <p>Reglamento sobre Disposiciones para Personas Ocupacionalmente Expuestas a Plaguicidas No. 38371-S-MTSS</p>

12. Glosario de términos

Almágo: También llamado semillero, espacio donde se sitúan las semillas para realizar su germinación y posterior trasplante.

Bacterias fitopatógenas: microorganismos unicelulares que causan enfermedades en las plantas

Biocontrolador: Organismo de origen biológico (hongo, bacteria o virus) capaz de combatir o suprimir en algún aspecto el ciclo de otro organismo.

Conductividad eléctrica: (del suelo) cantidad de sales en solución, a mayor CE más salino es el suelo.

Estibar: Acción de colocar una caja sobre otra.

Enmienda: Es un producto que se incorpora al suelo para mejorar la calidad física, química o biológica. Las enmiendas pueden ser orgánicas o minerales.

Fotosíntesis: Proceso metabólico interno de las plantas que les permite a las plantas producir su propio crecimiento y desarrollo. En este proceso el dióxido de carbono (CO₂) y el agua forman azúcares y producen oxígeno en presencia de energía lumínica.

Haz (hoja): Parte superior de la hoja de la planta de tomate.

Hidrotérmico: Proceso donde se incorpora agua y se eleva la temperatura para eliminar algún patógeno.

Hospedero alterno: Aquella planta (usualmente una arvense) que pueda albergar una plaga o enfermedad y que no es el cultivo principal del productor.

Inocuidad: Según definición de FAO 2019 es: *"la ausencia, o niveles seguros y aceptables, de peligro en los alimentos que pueden dañar la salud de los consumidores. Los peligros transmitidos por los alimentos pueden ser de naturaleza microbiológica, química o física y con frecuencia son invisibles a simple vista, bacterias, virus o residuos de pesticidas son algunos ejemplos"*.

Inóculo: Término para referirse a las partes de los microorganismos como esporas, fragmentos miceliales entre otros que pueden transmitirse y provocar una infección o simbiosis en un huésped.

Insecto vector: Aquel insecto que es capaz de transmitir una enfermedad a las plantas en algún momento de su ciclo de vida.

Lepidóptero: insectos que comúnmente se les conoce como mariposas o palomillas. Caracterizados por poseer dos pares de alas.

Mesofauna: Categoría zoológica que viven en el suelo como, por ejemplo, ácaros, colémbolos, sínfilos. Miden entre 0,2 a 2,0 mm de diámetro. Generalmente son bioindicadores de la estabilidad y fertilidad del suelo.

Patógeno: Agente que causa o produce alguna enfermedad.

Polinización: Proceso donde el polen fertiliza los órganos femeninos de las flores dando origen a nuevas semillas y frutos.

Pupa: Estadio por el cual pasan algunos insectos antes de convertirse en adultos.

Pureza genética de semilla: Aquella semilla que presenta todas sus características botánicas, agronómicas y productivas bien definidas.

Rompe vientos: Es una barrera que puede ser natural o artificial cuyo objetivo es detener el impacto y la velocidad del viento hacia los cultivos.

Sostenibilidad: Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno.

Sustrato: Material orgánico o inorgánico usados como soporte en los semilleros o almácigo.

13. 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 01 (2012) 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. Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica. Meléndez, G; Molina, E (eds). Memoria. San José, Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de suelos y foliares. Universidad de Costa Rica. 1-5 p.

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>

Calderón, L. 2013. Evaluación del rendimiento comercial y financiero de híbridos de tomate costarricenses (*Solanum lycopersicum* L.) para consumo fresco en Santa Ana, San José, Costa Rica (en línea). Tesis Lic. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Consultado 04 may. 2020. Disponible en <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2795/1/36172.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.

Díaz, C. 2010. Manejo Integrado del Cultivo de Tomate (en línea). Consultado 08 may. 2020. Heredia, Costa Rica. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H01-6829.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola. Segunda Edición. Santiago de Chile, Chile. 72 p.

FNLC (Fundación Limpiemos Nuestros Campos). c2010. Manual Buenas Prácticas de manejo de plaguicidas para una agricultura sostenible, segura y sana (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 14 may. 2019. Disponible en <http://www.flnc-cr.org/>

FNLC (Fundación Limpiemos Nuestros Campos). sf. Acerca de FNLC (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 14 may. 2019. Disponible en <http://www.flnc-cr.org/>

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

Hilje, L; Stansly, P. 2018. Preferencia de hospedantes por dos biotipos de *Bemisia tabaci* en Costa Rica y Florida (en línea). Revista Mesoamericana 29(3):Páginas? Consultado 08 may. 2020. Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212018000300585

KoLFACI (Korea-Latin America Food and Agriculture Cooperation Initiative). s.f. About KoLFACI (en línea). Consultado 08 may. 2020. Disponible en <http://kolfaci.org/site>

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 (*Lycopersicon 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*. INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). 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 (en línea). 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

Martínez, S. 2007. Suelo y preparación del terreno (en línea). Mayagüez, Puerto Rico, Consultado 25 feb. 2020. Disponible en <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Suelo-y-Preparaci%C3%B3n-del-Terreno-v2007.pdf>

Mitidieri, M; Polack, L. 2012. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 20 may. 2018. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp_guia_de_monitoreo_2012bdt22.pdf

Monge, J. 2017. Utilización de la técnica del injerto en tomate como estrategia en el manejo de la maya bacteriana (*Ralstonia* sp). PITTA Tomate (Programa de Investigación y Transferencia Tecnológica en Tomate. Memoria IV Congreso Nacional del Cultivo de Tomate (4, 2017, San José, Costa Rica). 35 p.

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>

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.

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

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2011. Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas: directrices para el control de calidad de plaguicidas (en línea). Roma, Italia. Consultado 27 feb. 2019. Disponible en https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70791/WHO_HTM_NTD_WHOPES_2011.4_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ortega, E. 2015. Manejo integrado de maleza en el cultivo de tomate (en línea). Chiriquí, Panamá. Consultado 20 may. 2019. Disponible en https://www.academia.edu/19590593/Manejo_integrado_de_malezas_en_el_cultivo_de_tomate

Parra, M; Sobrero, M; Pece, M. 2015. Solarización: Una alternativa de control de malezas para viveristas (en línea). INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). Consultado 20 may. 2019. Xalapa, México. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/497/49742125002/html/index.html>

Ramírez, R. 2018. Establecimiento de almácigos para la producción de hortalizas (en línea). INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). 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.

Reyes, M. 2016. Control de Tizón en tomate industrial mediante un sistema de alerta temprana (en línea). INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). Villa Alegre, Chile Consultado 27 abr. 2020. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40563.pdf>

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): páginas. La Habana, Cuba. Consultado 10 mar. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000500002

Schweizar, S. 2010. Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). San José, Costa Rica. 18 p.

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>

Sepúlveda, P. 2018. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades: Alternaria en tomate (en línea). INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). Consultado 28 abr. del 2019. Disponible en https://www.inia.cl/mateo/files/2018/09/FICHA_INIA_12.pdf

SFE (Servicio Fitosanitario del Estado). c2016. Certificación Voluntaria en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 06 may. 2019. Disponible en <https://www.sfe.go.cr/SitePages/Residuosdeagroquimicos/Certificacion-Voluntaria-BPA.aspx>

SFE (Servicio Fitosanitario del Estado). 2013. Catálogo de plagas cuarentenarias de Costa Rica. (en línea). 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>

Vásquez, L; Castaño, J. 2017. Manejo integrado de la marchitez vascular del tomate (*Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici (SACC.) W.C Snyder & H.N. Hansen: Una revisión. (en línea). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 20(2):363-374. Manizales, Colombia. Consultado 10 mar. 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a14.pdf>

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

14. Anexos

Cuadro 1. Registro de siembra

Fecha	No. lote	Área sembrada (m ² /Ha)	Cultivo sembrado	Variedad o híbrido sembrado	Procedencia de almácigo	Cantidad de horas	Trabajadores participantes

Cuadro 2. Registro de variedades y/o híbridos utilizados

Cultivo	Nombre de variedad / híbrido	Cantidad sembrada	No. lote	Fecha de siembra	Fecha de floración	Fecha de cosecha	Cantidad de cosecha

Fecha de floración: Día en que contabilice un porcentaje igual o mayor al 50% de plantas floreadas. Fecha de cosecha: Día donde los frutos estén aptos para ser retirados de la planta.

Cuadro 3. Inventario de herramientas, equipo y maquinaria

Fecha	Nombre	Cantidad registrada

Nombre: Tipo de herramientas, equipo o maquinaria registrada

Cuadro 4. Registro de ingreso de agroquímicos, fertilizantes o insumos

Fecha	Tipo de producto	Nombre genérico	Nombre comercial	Formulación	Color de banda	Presentación	Cantidad de ingreso	Periodo de carencia

Cuadro 5. Registro de salida de agroquímicos, fertilizantes o insumos

Fecha	Tipo de producto	Nombre genérico	Nombre comercial	Formulación	Color de banda	Presentación	Cantidad de salida

Tipo de producto: Insecticida, fungicida, herbicida, entre otros. Nombre genérico: nombre del ingrediente activo. Nombre comercial: nombre del producto dado por la empresa que lo distribuye. Formulación: líquido, polvo, granulado, entre otro. Color de banda: verde, azul, amarillo, rojo. Presentación: cantidad de litros/gramos. Periodo de carencia: Es la cantidad de días de espera antes de realizar cosecha.

Cuadro 6. Registro de aplicaciones de agroquímicos, fertilizantes o insumos

Fecha	DDT	Estado fenológico	Tipo de producto	Nombre comercial	Dosis	No lote tratado	Plaga y/o enfermedad combatida	Tipo de aplicación	Trabajadores participantes

DDT: Días después de trasplante Estado fenológico: a) vegetativo (estado de plántula y antes de floración), b) reproductivo (después de floración) c) cosecha (durante fase de producción). Tipo de producto: Insecticida, fungicida, herbicida, entre otros. Nombre comercial: nombre del producto dado por la empresa que lo distribuye. Dosis: cantidad de producto utilizado (ml, gramo, litro). Tipo de aplicación: Preventiva o de control.

Cuadro 7. Registro de riego suministrado

Fecha	Día de trasplante	Estado fenológico	Hora de inicio	Hora final	Cantidad de litros gotero	Cantidad de agua suministrada

Cantidad de litros: descarga del gotero x hora. Cantidad de agua suministrada: cantidad de litros x cantidad de minutos y/o horas de riego.

Cuadro 8. Registro de aplicaciones o tratamientos poscosecha

No. lote	Fecha	Tipo de tratamiento	Nombre comercial producto	Dosis	Plaga o enfermedad a controlar	Trabajadores participantes

Tipo de tratamiento: Lavado, aspersión, térmico, entre otros

Cuadro 9. Registro de cosecha

Fecha	Lote cosechado	Cultivo cosechado	Cantidad cosechada			Cantidad rechazo	Causa rechazo	Trabajadores participantes
			Kg primera	Kg segunda	Kg tercera			

Cantidad rechazo: kilogramos/gramos que no cumplen con las características establecidas por el mercado. Causa rechazo: hongo, bacteria, insecto, sobremadurez, inmadurez, entre otras.

***Este estudio fue realizado con el apoyo de KoLFACI
de RDA de la República de Corea***

