



Tomate

Manual de buenas prácticas agrícolas con enfoque de adaptación al cambio climático

Elaborado por CEDECO y la Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria del MAG



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

GOBIERNO DE COSTA RICA

INTA



Instituto Nacional de Aprendizaje



Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible

con el apoyo de
Tu-Modelo
TURISMO - MOTOR DE DESARROLLO LOCAL



ADAPTATION FUND



Tomate

Manual de buenas prácticas
agrícolas con enfoque de
adaptación al cambio
climático

Elaborado por CEDECO y la Dirección
Nacional de Extensión Agropecuaria del MAG



MINISTERIO DE
AGRICULTURA
Y GANADERÍA

GOBIERNO
DE COSTA RICA

INTA

 Instituto
Nacional de
Aprendizaje
Llave del Progreso

 Fundecooperación
para el Desarrollo Sostenible

con el apoyo de
Tu-Modelo
TURISMO - MOTOR DE
DESARROLLO LOCAL

 ADAPTATION FUND

Ministerio de Agricultura
y Ganadería de Costa Rica

Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria

Instituto Nacional de Innovación

y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Instituto Nacional de Aprendizaje
FUNDECOOPERACIÓN para
el Desarrollo Sostenible

Tomate

(Solanum lycopersicum)

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS CON ENFOQUE DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Coordinación

Karen Rodríguez López
Mauricio Chacón Navarro
Laura Ramírez Cartín
Mario Regidor Fernández
Andrea Rodríguez Marín

Revisión Técnica

Stephanie Quirós Campos

San José, Costa Rica
2024





Tabla de contenidos	5
Agradecimientos	7
Listado de Figuras	8
Listado de Cuadros	9
Presentación	10
I. Introducción	12
Enfoques: una salud, sostenibilidad, adaptación al cambio climático	13
Cambio climático	13
Adaptación y su importancia hoy en día en la agricultura	15
Aspectos de atención técnica para la adaptación al cambio climático en la agricultura	16
Importancia del cultivo de tomate en Costa Rica	18
Principales beneficios del tomate para la salud	20
II. Aspectos generales de la planificación del cultivo	22
Diagnóstico de la finca	23
Plan de manejo	25
Sistema de registros	25
III. Generalidades del cultivo	27
Taxonomía	28
Descripción botánica	28
Requerimientos de clima y suelo	30
Etapas fenológicas	32
IV. Manejo del cultivo	34
Preparación del suelo	35
Uso de coberturas	36
Prácticas de conservación del suelo	37
Semilla	40
Variedades	40
Selección de la semilla o plántulas	41
Elección de sustratos	42
Elaboración de almácigo	43

Tabla de contenidos



Siembra y trasplante _____	45
Distancias de siembra recomendadas _____	46
Requerimientos nutricionales del tomate _____	54
Nutrición _____	54
Análisis de suelo e interpretación _____	58
Uso de fertilizantes y enmiendas _____	60
Enmiendas _____	60
Fertilizantes _____	61
Tipos de riego recomendado _____	69
Riego _____	69
Calidad del agua _____	73
Conservación del agua _____	74
Tutorado o amarre _____	76
Poda _____	77
Control de plagas y enfermedades _____	78
Manejo Integrado de Plagas (MIP) _____	78
Principales enfermedades abióticas _____	79
Principales plagas y control recomendado _____	81
Principales enfermedades y control recomendado _____	86
Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades _____	93
Límite Máximo de Residuos _____	95
Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades _____	96
Uso y manipulación de agroquímicos _____	103
Equipos de aplicación _____	106
Envases vacíos de agroquímicos _____	107
Control de arvenses _____	109
V. Cosecha y postcosecha _____	111
Momento de la cosecha _____	112
Manipulación del producto _____	115
Transporte del producto _____	116
Gestión de residuos _____	117
VI. Tecnologías de precisión en la producción de tomate _____	119
VII. Bibliografía _____	123
VIII. Anexos _____	128
Anexo 1. Lista de chequeo para evaluar la aplicación de buenas prácticas agrícolas para la adaptación del cultivo de tomate (<i>Solanum Lycopersicum</i>) al cambio climático _____	129
Anexo 2. Hoja muestreo plagas tomate Región Chorotega _____	141





Queremos extender nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han dedicado su tiempo y esfuerzo para contribuir en la elaboración de este manual. Cada aporte ha sido invaluable, desde la generación de ideas hasta la revisión y validación final del material. Sin su colaboración, este proyecto no habría sido posible. Agradecemos profundamente su dedicación y compromiso.

- Francisco Abdallah Arrieta, INA
- Luis Blanco Vargas, Productor Zarcero
- Carlos Mauricio Blanco Rojas, Productor Zarcero
- Paola Brenes Ugalde, INA
- Héctor Campos Morgan, AEA de Sarchí
- Alfredo Garita Hernández, AEA de Santa Bárbara
- Henry Guerrero Rodríguez, Productor Zarcero
- Guillermo Guillén Sánchez, AEA de Jiménez
- Kathy Lines Guitiérrez, INTA
- Oscar Milton Vargas Hernández, AEA de Carillo
- José Monge Palma, INA
- Hugo Montero González, INTA
- Katherine Murillo Murillo, AEA de San Ramón
- Didier Núñez Cordero, AEA de Jiménez
- José Carlos Picado, INTA
- Stephanie Quirós Campos, INTA
- Mainor Rojas Barrantes, AEA de Zarcero
- Rolando Tencio Camacho, Unidad de Extensión Agropecuaria Región de Desarrollo Central Oriental
- Luis Daniel Ureña Alvarado, Productor San Ramón
- Jairo Vásquez Vásquez, Productor San Ramón
- Alejandro Valenciano, Productor Zarcero

Elaborado con el financiamiento del **Fondo de Adaptación** por medio del **Programa Adapta2+** implementado por **Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible**.

Agradecimientos

Listado de figuras

Figura 1.	Tomate comercializado en CENADA según calidad. En Kilos. 2012–2022	19
Figura 2.	Tomate Fresco. Importación anual. En toneladas. 2017–2022	19
Figura 3.	Vegetales con mayor porcentaje de cumplimiento a los LMR	20
Figura 4.	Cultivo de tomate	29
Figura 5.	Fotografía Aparato A	38
Figura 6.	Marcado curvas de nivel	38
Figura 7.	Banda plástica para la producción de tomate	48
Figura 8.	Invernadero dedicado a la producción de tomate	51
Figura 9.	Tecnología de macrotúneles	51
Figura 10.	Práctica instalación riego por goteo	72
Figura 11.	Presencia de mosca blanca <i>Bemisia sp.</i> en cultivo de tomate	84
Figura 12.	Daño de gusano alfiler o polilla del tomate (<i>Tuta absoluta</i>) en follaje y fruta	85
Figura 13.	Daño por minador de la hoja <i>Liriomyza sp</i>	85
Figura 14.	Diferentes estadios de araña roja <i>Tetranychus urticae</i> Kosh	86
Figura 15.	Daño tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i> en tomate	89
Figura 16.	Daño por Tizón temprano o bajera (<i>Alternaria alternata f. sp. lycopersici</i> , <i>Alternaria solani</i>)	89
Figura 17.	Daño en cultivo de tomate por Maya o mancha bacterial	91
Figura 18.	Virus TYLCV en tomate	93
Figura 19.	Banda toxicológica de plaguicidas	94
Figura 20.	Equipo de Protección Personal (EPP) según el consejo Salud Ocupacional de Costa Rica	105
Figura 21.	Triple lavado	107
Figura 22.	Grado de madurez de tomate	113





Cuadro 1. Principales variedades de tomate registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS)	40
Cuadro 2. Deficiencias nutricionales en el cultivo de tomate	56
Cuadro 3. Ventajas y desventajas del riego por goteo	70
Cuadro 4. Enfermedades fisiológicas o abióticas en el cultivo de tomate	80
Cuadro 5. Principales plagas en el cultivo de tomate	81
Cuadro 6. Principales enfermedades fungosas en el cultivo de tomate	86
Cuadro 7. Enfermedades bacterianas en el cultivo de tomate	90
Cuadro 8. Enfermedades virales en el cultivo de tomate	92
Cuadro 9. Tipos de sustancias desinfectantes para el lavado de los empaques de plástico utilizados en la cosecha y transporte del tomate	114

Listado de cuadros

Presentación

En un mundo donde los efectos del cambio climático son cada vez más evidentes, la agricultura se enfrenta a desafíos sin precedentes. Los patrones climáticos cambiantes, las variaciones en las precipitaciones y las temperaturas extremas, afectan directamente tanto a los cultivos como a la seguridad alimentaria global. Ante este desafío, Costa Rica ha venido trabajando para preparar los sectores en medidas de acción climática, para reducir los impactos y avanzar hacia la adaptación.

Existe mucha de esta información disponible, sin embargo, la dispersión existente en fuentes varias, como instituciones del sector agropecuario, la academia y entidades privadas, justifican un esfuerzo de sistematización, que permita a futuro, a una actualización periódica.

La amenaza del cambio climático, tiene potenciales efectos sobre la disponibilidad de alimentos y sobre el cumplimiento de los parámetros permitidos de uso de pesticidas. Cultivos como el tomate, chile dulce y hojas verdes, son particularmente importantes en la dieta del costarricense, y a su vez, altamente sensibles a factores del clima, lo que demanda una mayor atención en la aplicación de prácticas agrícolas adecuadas, que aseguren la producción en cantidad y calidad.





Este manual de buenas prácticas agrícolas está diseñado para contribuir a la adaptación al cambio climático en el cultivo, se presenta como una guía integral destinada a apoyar a las personas involucradas en el asesoramiento técnico, busca:

- Proporcionar una guía práctica para el manejo integral de los factores que afectan el desarrollo del cultivo en su entorno, lo cual facilita el uso adecuado de insumos de síntesis.
- Promover prácticas agrícolas para un manejo óptimo del suelo, pues en él se llevan a cabo una serie de procesos beneficiosos, tanto para los cultivos como para el medio ambiente.
- Ofrecer información acerca de prácticas de adaptación destinadas a fortalecer la resiliencia de los sistemas de producción ante un clima cambiante.

Es un esfuerzo de la Dirección Nacional de Extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el patrocinio de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y la participación activa del INTA y el INA, en beneficio de la persona productora, los consumidores y el ambiente.

**Dirección Nacional de Extensión
del Ministerio de Agricultura y Ganadería**

Introducción





Enfoques: una salud, sostenibilidad, adaptación al cambio climático

Este manual adopta tres enfoques interconectados y de igual importancia:

- 1. Sostenibilidad:** se aboga por una perspectiva holística que preserve y mejore los recursos naturales, lo cual reduce los impactos ambientales y asegura la viabilidad a largo plazo de la producción de tomate. Esto, a su vez, garantiza la sostenibilidad económica a largo plazo para los agricultores y las comunidades agrícolas.
- 2. Una salud:** reconociendo la relación intrínseca entre la salud de los cultivos, la salud de los suelos, la salud de los ecosistemas, la salud humana y la seguridad alimentaria, en este manual se promueven prácticas agrícolas que incentiven la equidad y minimicen los riesgos para la salud, tanto de las personas agricultoras como de las consumidoras. Por ello, se abordan prácticas destinadas a reducir el uso de plaguicidas, impulsar la biodiversidad y fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas.
- 3. Adaptación al cambio climático:** este manual se centra en acciones concretas para enfrentar los desafíos climáticos. Por ende, ofrece herramientas destinadas a gestionar la variabilidad climática, mitigar los impactos negativos y capitalizar las oportunidades que puedan surgir en este nuevo contexto.

Cambio climático

El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo en los patrones climáticos de la Tierra, especialmente los relacionados con el aumento de la temperatura promedio global. Estos cambios son causados principalmente por actividades humanas, como la extracción y uso de combustibles fósiles, la industria, la deforestación y la agricultura intensiva, que liberan gases de efecto invernadero a la atmósfera, razón por la cual se atrapa radiación y se aumenta la temperatura de la Tierra. Entonces, como consecuencia del cambio climático se da:

Aumento de la temperatura: las temperaturas promedio están aumentando en todo el mundo. Esto puede resultar en olas de calor más intensas y prolongadas, lo que puede dañar los

cultivos y disminuir la producción agrícola.

Cambios en los patrones de lluvia: el cambio climático puede alterar los patrones de lluvia, lo cual puede llevar a sequías más largas y severas en algunas regiones, así como a inundaciones más intensas en otras. Estos eventos climáticos extremos pueden dañar suelos y cosechas.

El ENOS es un fenómeno oceánico-atmosférico que involucra la interacción de las aguas superficiales del océano Pacífico tropical con la atmósfera. Este fenómeno genera dos eventos: El Niño, con anomalías cálidas, y La Niña, con anomalías frías. El calentamiento climático ha intensificado estos fenómenos. En el 2018/2019, decretos ejecutivos declararon estado de emergencia en 25 cantones y 16 distritos debido al déficit hídrico provocado por El Fenómeno del Niño. En los cantones de Cartago y Oreamuno, las pérdidas en el sector agrícola alcanzaron los 103,793,223 millones de colones (CNE, 2019).

Aumento del estrés hídrico: el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones pueden aumentar el estrés hídrico en las plantas, lo que dificulta su crecimiento y desarrollo.

Aumento en la incidencia de plagas y enfermedades: las condiciones climáticas cambiantes pueden favorecer la proliferación de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, lo cual requiere un control más intensivo y costoso.

Migración de zonas de cultivo: a medida que las temperaturas aumentan, y se alteran los patrones de distribución de agua, las zonas con potencial uso del suelo para un cultivo en particular pueden cambiar. Esto podría obligar a las personas agricultoras a cambiar de actividad productiva o migrar a otras zonas.

Pérdida de biodiversidad: el cambio climático también puede afectar la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas, lo cual puede impactar negativamente la polinización de cultivos y la disponibilidad de recursos naturales.

Impacto en la economía familiar: los efectos adversos derivados de la variabilidad climática asociada al calentamiento global se reflejarán en la disminución de los ingresos económicos de los pequeños productores, lo cual ejerce presión hacia la migración y desmotiva a las generaciones jóvenes para asumir el relevo en la actividad agrícola.





Adaptación y su importancia hoy en día en la agricultura

La adaptación en la agricultura es fundamental para responder de manera efectiva a los cambios en las condiciones del clima y desafíos ambientales, climáticos, económicos y sociales. Esta adaptación desempeña un papel crucial en el sector agropecuario de Costa Rica y en otras partes del mundo debido a diversos factores clave.

En primer lugar, Costa Rica ha experimentado cambios significativos en los patrones climáticos que afectan directamente a la agricultura. Estos cambios incluyen el aumento de las temperaturas, variaciones en los patrones de lluvia y la ocurrencia de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones. La adaptación se convierte en una necesidad apremiante para que las personas productoras puedan hacer frente a estos desafíos, ajustar sus prácticas agrícolas y asegurar la continuidad de la seguridad alimentaria.

Además, la promoción de la agricultura sostenible es un objetivo primordial en Costa Rica. La adaptación en este contexto implica la implementación de prácticas agrícolas que preserven los recursos naturales, como los suelos y el agua, al mismo tiempo que reduzcan la contaminación, lo cual contribuye a un desarrollo agrícola más equilibrado y sostenible.

La Política Pública para el Sector Agropecuario Costarricense 2023–2032 tiene como objetivo promover la sostenibilidad económica, social y ambiental en el sector a través de herramientas y mecanismos que impulsen el desarrollo y el bienestar de la población vinculada. Su Eje 3, Productividad y Competitividad, busca aumentar la productividad y sostenibilidad mediante mecanismos eficientes para enfrentar los desafíos del mercado. Así pues, para lograrlo ha establecido cinco líneas estratégicas para su desarrollo:

- 1. Eficiencia en el uso de los recursos naturales para la producción:** procura orientar el uso responsable de recursos naturales en la producción agropecuaria para obtener beneficios económicos y asegurar su sostenibilidad.
- 2. Disponibilidad y uso de semillas y material genético:** mejorar la productividad agrícola con semillas resistentes a plagas, ya sea mediante innovación nacional o importación de material genético adecuado.
- 3. Producción sostenible y gestión del riesgo:** orientar el sector agropecuario hacia oportunidades tecnológicas e

innovadoras para aumentar su competitividad, rentabilidad y atraer a la población joven, lo cual facilita el relevo generacional.

4. Aprovechamiento del desarrollo tecnológico en el sector: orientar al sector agropecuario para aprovechar oportunidades tecnológicas, mejorar competitividad y rentabilidad, motivando la participación de la población joven y contribuyendo al relevo generacional.

5. Investigación y transferencia de tecnología agropecuaria: fomentar tecnologías adecuadas y avanzar en biotecnología para su aprovechamiento general en el sector agroindustrial.

Otro aspecto fundamental de la adaptación es el acceso a tecnologías agrícolas modernas que contribuyan a mejorar la competitividad del sector agrícola. Esto implica elevar el nivel de conocimientos de las personas productoras y profesionales en prácticas que mitiguen los efectos de la variabilidad climática. Este enfoque no solo incrementa la eficiencia de la agricultura, sino que también fortalece la capacidad de las y los productores para ajustarse a las cambiantes circunstancias.

Finalmente, la adaptación en la agricultura tiene un componente socioeconómico crucial, lo cual se refiere a la capacidad de las y los productores y las comunidades rurales para mantener su nivel de vida y prosperidad en un entorno en constante transformación. Esto implica la necesidad de estrategias de desarrollo rural que fomenten la resiliencia y la estabilidad económica.

En resumen, la adaptación en la agricultura es esencial para garantizar la seguridad alimentaria, conservar los recursos naturales y mejorar la resiliencia de las comunidades rurales. Estos esfuerzos deben estar respaldados por políticas gubernamentales, investigación agrícola y colaboración entre agricultores, científicos y entidades gubernamentales, con el objetivo de asegurar un futuro sostenible para la agricultura costarricense.

Aspectos de atención técnica para la adaptación al cambio climático en la agricultura

Las prácticas de adaptación en la agricultura son estrategias y acciones que los agricultores y el sector agrícola pueden implementar para hacer frente a los desafíos derivados de factores ambientales, climáticos, económicos y sociales





cambiantes. A continuación, algunas de las principales prácticas de adaptación empleadas en la agricultura:

- 1. Administración eficiente:** al tomar decisiones informadas, gestionar recursos y tecnología de manera efectiva, cumplir con estándares de calidad y manejar los riesgos de manera efectiva, las personas agricultoras pueden adaptarse mejor a estas condiciones cambiantes, con lo cual protegen sus cultivos y sus ingresos.
- 2. Selección de cultivos y variedades resistentes o adaptadas:** elegir cultivos y variedades que sean más resistentes o de mayor adaptación a condiciones climáticas adversas, enfermedades o plagas, puede aumentar la capacidad de adaptación de las y los agricultores.
- 3. Uso de registros:** el uso de registro permite a las personas agricultoras recopilar y analizar datos relevantes sobre su gestión. Al contar con un historial de información, los agricultores pueden ajustar sus estrategias de producción, reducir pérdidas y optimizar el uso de recursos. Esta capacidad es fundamental para afrontar las cambiantes condiciones en la agricultura, con lo cual se asegura tanto la sostenibilidad como la competitividad en el sector.
- 4. Gestión del recurso hídrico:** el agua es un recurso limitado y su disponibilidad puede ser influenciada por factores climáticos y humanos. Una gestión eficiente de este recurso es fundamental para asegurar su uso sostenible. Los agricultores pueden emplear sistemas de riego de precisión, adoptar sistemas de captación de agua de lluvia y aplicar prácticas de conservación del suelo y el agua, lo cual maximiza la eficiencia y reduce el desperdicio.
- 5. Cosecha de agua, reservorios de agua:** estas prácticas permiten a los agricultores asegurar un suministro confiable de agua, fortalecer su resiliencia frente a eventos climáticos adversos y disminuir su dependencia de fuentes de agua naturales, lo que en conjunto contribuye a una agricultura más sostenible y adaptable a las cambiantes condiciones climáticas.
- 6. Manejo sostenible del suelo:** la implementación de prácticas como la siembra en contorno, el uso de barreras vivas, barreras rompevientos y coberturas, son

algunas alternativas que contribuyen a mitigar el impacto de la erosión del suelo causada por la escorrentía del agua o las pérdidas debidas al efecto del viento.

- 7. Manejo integrado de plagas y enfermedades:** es una estrategia que combina prácticas y enfoques específicos de gestión biológica, química, física y agrícola, con el fin de promover la producción de cultivos saludables y minimizar la dependencia de plaguicidas. Esta metodología busca mitigar o reducir al mínimo los riesgos que estos productos plantean para la salud humana y el medio ambiente (FAO, 2023).
- 8. Uso de tecnologías para la automatización:** la adopción de tecnologías agrícolas avanzadas, como sensores de clima, sistemas de información geográfica y aplicaciones móviles, puede ayudar a las y los agricultores a tomar decisiones más informadas, y así anticiparse a los cambios en las condiciones; es decir, se generan ambientes protegidos y ambientes controlados.

Importancia del cultivo de tomate en Costa Rica

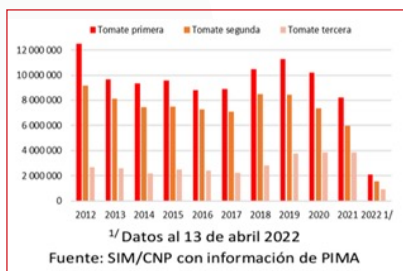
El cultivo del tomate se lleva a cabo en prácticamente todas las regiones del país, lo cual incluye la Región Central Occidental, Región Central Oriental, Región Brunca, Región Chorotega y Región Pacífico Central. Se cultivan alrededor de 888 hectáreas de tomate, con una producción anual aproximada de 45,500 toneladas y un rendimiento promedio de 51.2 toneladas por hectárea. Los estudios de caracterización del cultivo han identificado pérdidas después de la cosecha, atribuidas a problemas fisiológicos y la presencia de la “polilla del tomate” (*Tuta absoluta*) (Caravaca, 2022).

Luego, en el ámbito mayorista, el tomate se vende en cajas de plástico que tienen una capacidad de 18 kilogramos. Todas las tres categorías de calidad utilizan la misma unidad de comercialización. Desde el año 2012 hasta el 13 de abril de 2022, según los registros de CENADA, se observa que el tomate de primera calidad es el que se comercializa en mayor cantidad en comparación con las otras dos categorías, lo cual representa un 48 % del volumen total de comercialización, mientras que el tomate de segunda calidad constituye el 38 %, y el tomate de tercera calidad representa el 14 % (Caravaca, 2022).





Figura 1. Tomate comercializado en CENADA según calidad. En kilos, 2012-2022.



Fuente: Caravaca, 2022.

Entre 2017 y marzo de 2022, según Caravaca (2022), se registró una disminución en la importación de tomate fresco, siendo México el principal proveedor con un total de 367 toneladas, lo que representa el 83 % del volumen total importado en ese período. Otros países (Honduras, Nicaragua, Colombia, Panamá) han provisto de tomate fresco al país en porcentajes que oscilan entre 1 % y 9 %.

Figura 2. Tomate Fresco. Importación anual. En toneladas, 2017-2022.



Fuente: Caravaca, 2022.

Con respecto a la exportación entre 2017 y marzo de 2022, el volumen total de exportación de tomate alcanza las 604 toneladas, de las cuales un 71 % ha tenido como destino el Caribe, específicamente las islas de Guadalupe y Martinica. Otros destinos de importancia en el mismo período, aunque en porcentajes menores, incluyen a Estados Unidos, Colombia y Guatemala (Caravaca, 2022).

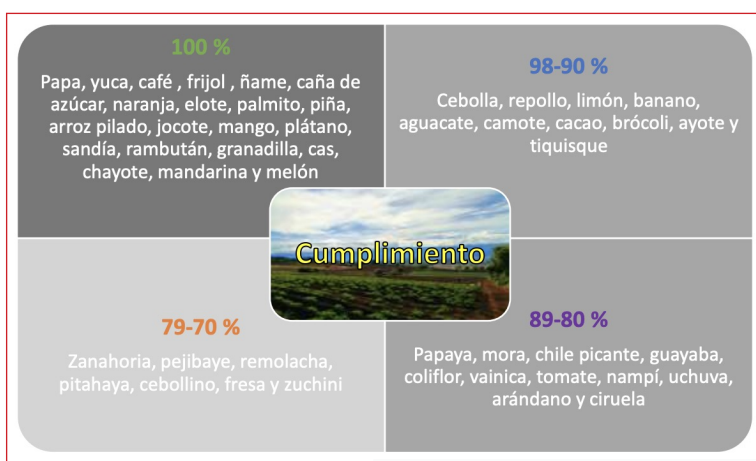
Principales beneficios del tomate para la salud

Las frutas, verduras y hortalizas son fundamentales para una dieta equilibrada. En este sentido, destacamos el tomate, rico en vitaminas y minerales, y fácil de incorporar en la cocina costarricense. Esta verdura proporciona vitamina C, un antioxidante natural potente, así como vitamina A, K, hierro y potasio.

Además, el tomate posee vitamina A, que contribuye a prevenir enfermedades degenerativas y ceguera nocturna, mejorando la salud visual. Otra característica positiva del tomate es su contenido de hierro, un mineral beneficioso para la salud de nuestra sangre, y la presencia de vitamina K, que contribuye a regular su coagulación. Al facilitar la mejora de la circulación sanguínea, el tomate brinda protección contra problemas como el infarto de miocardio y enfermedades cardiovasculares (CEDECO, 2021).

También, el tomate es rico en antioxidantes como el licopeno, lo cual es un eficaz remedio natural contra el envejecimiento. De modo que, se convierte en un aliado valioso para el cuidado de la piel, el cabello y los dientes, siendo incorporado en diversas formulaciones de productos cosméticos (CEDECO, 2021).

Figura 3. Vegetales con mayor porcentaje de cumplimiento a los LMR.



Fuente: SFE, 2022.





Es importante destacar que el tomate aporta de forma significativa a la nutrición en la dieta de los consumidores. No obstante, estos beneficios pueden reducirse si el manejo de los cultivos implica el uso excesivo de químicos. En la figura siguiente se aprecia que el tomate se encuentra en el grupo de cultivos que logran un cumplimiento del 89 % al 80 % en los límites máximos de residuos (LMR) (SFE, 2023).

Según el SFE (2022) el 50 % de las muestras tomadas al tomate con intención de importación no cumplieron con los LMR. Los residuos detectados en el tomate con posibilidad de importación incluyeron clorpirifós, cipermetrina y endosulfán. Al respecto, cabe destacar que el insecticida organoclorado Endosulfán está prohibido en Costa Rica, según el Decreto Ejecutivo N° 38834-MAG-S-MINAE-MTSS desde el año 2015, por lo tanto, su uso no está permitido en el territorio nacional, y su detección en las muestras con intención de importación no es aceptable.



Aspectos generales de la **planificación** **del cultivo**





Diagnóstico de la finca

Un diagnóstico de finca proporciona a la persona agricultora, extensionista o interesada, la base necesaria para tomar decisiones informadas y planificar estrategias de adaptación efectivas que maximicen la productividad y la sostenibilidad en la producción de tomate.

El diagnóstico de finca es importante como una práctica de adaptación al cambio climático por varias razones, entre ellas:

- **Identificación de vulnerabilidades:** a través del diagnóstico de finca se pueden identificar las áreas de su producción que son más vulnerables a los efectos del cambio climático, tales como: sequías, inundaciones, cambios en las temperaturas, etc. Esto permite una comprensión más precisa de los riesgos y la toma de medidas adecuadas.
- **Planificación de la adaptación:** con un diagnóstico sólido permite planificar estrategias de adaptación específicas para abordar las vulnerabilidades identificadas. Pueden implementar prácticas agrícolas más resistentes al clima, seleccionar cultivos y variedades adaptadas, y tomar medidas para reducir los riesgos climáticos.
- **Uso eficiente de recursos:** el diagnóstico de finca ayuda a utilizar sus recursos, como agua, suelo y mano de obra, de manera más eficiente. Les permite tomar decisiones fundamentadas sobre la administración de sus recursos con el propósito de maximizar la producción y reducir los efectos del cambio climático.
- **Mejora de la resiliencia:** la adaptación al cambio climático implica aumentar la resiliencia de las fincas. Con un diagnóstico adecuado se pueden implementar prácticas y tecnologías que fortalezcan su capacidad para resistir y recuperarse de eventos climáticos extremos.
- **Reducción de pérdidas económicas:** al anticiparse a los desafíos climáticos y tomar medidas para abordarlos, se pueden reducir las pérdidas económicas que de otro modo sufrirían las personas agricultoras debido a la variabilidad climática y el cambio climático.
- **Mejora de la sostenibilidad:** la adaptación al cambio climático a través del diagnóstico de finca no solo resguarda

la producción presente, sino que también fomenta prácticas agrícolas sostenibles con beneficios a largo plazo para el entorno y la comunidad local.

A continuación, se detallan algunos de los elementos que deben considerarse al llevar a cabo un diagnóstico de finca:

- Registros y antecedentes sobre siembras anteriores de tomate y cultivos previos que hayan usado el mismo suelo. Esto tiene por propósito conocer los tipos de cultivos, su duración y las prácticas agrícolas utilizadas y tener una valoración general de riesgos.
- Disponibilidad de recursos técnicos, económicos y naturales para anticipar deficiencias o vacíos.
- Análisis del suelo para evaluar nutrientes disponibles, limitantes, acidez, estructura, textura, permeabilidad, riesgos de erosión.
- Análisis fitopatológico para mantener la salud de los cultivos, prevenir pérdidas económicas y promover prácticas agrícolas sostenibles y eficientes.
- Información climática local, incluyendo la temperatura, precipitación, humedad, vientos, y otros aspectos, para determinar riesgos climáticos y anticipar acciones.
- Examinar la topografía de la finca para identificar áreas propensas a inundaciones o problemas de drenaje. Esto ayudará en la planificación del sistema de riego y el diseño de las parcelas.
- Disponibilidad, estacionalidad y calidad del agua para el riego. Esto puede incluir fuentes de agua naturales, pozos u otros sistemas de suministro de agua.
- Registros sobre el historial de plagas y enfermedades en la finca. Algunos aspectos a investigar son: tipos de plagas y enfermedades, ciclos y estacionalidad, métodos de control utilizados, impacto que estas plagas y enfermedades han tenido en la salud y el rendimiento de los cultivos y resistencia a plaguicidas.
- Infraestructura existente en la finca, como invernaderos, sistemas de riego y almacenamiento. Se debe asegurar que estén en buenas condiciones y realizar mejoras si es necesario.





- Análisis de histórico de precios del cultivo, lo cual revela tendencias, variaciones estacionales y factores externos que impactan en la rentabilidad. Además, esto proporciona información clave para decisiones estratégicas y permite anticipar escenarios futuros, lo cual optimiza la producción y mitiga riesgos en un entorno económico cambiante. También, este enfoque basado en datos contribuye a una gestión informada y sostenible de la finca, alineando las actividades agrícolas con las condiciones del mercado.

Plan de manejo

Un plan de manejo es un documento detallado que describe las estrategias, acciones y directrices para la gestión integral y sostenible de una finca. El objetivo principal de un plan de manejo de finca es optimizar el uso de los recursos disponibles, mejorar la productividad, conservar el medio ambiente y garantizar la rentabilidad a largo plazo. Estos planes son esenciales para la toma de decisiones informadas y la gestión efectiva de una finca. El plan de manejo de finca resulta esencial para la adaptación al cambio climático, dado que brinda una estrategia organizada para fortalecer la resiliencia y sostenibilidad de las actividades agropecuarias.

De igual forma, permite a las personas agricultoras adaptarse a las condiciones cambiantes y acceder a financiamiento y apoyo para implementar medidas efectivas a largo plazo.

Sistema de registros

Un sistema de registros se refiere a un conjunto organizado de documentos, datos o información, utilizados para llevar un registro detallado de todas las actividades, transacciones y eventos relacionados con la gestión de la finca. Estos registros son esenciales para mantener un control preciso y documentar las operaciones agrícolas, así como para cumplir con las regulaciones gubernamentales y para tomar decisiones informadas. Estos registros pueden ser físicos o electrónicos y se emplean en una amplia variedad de contextos y finalidades.

Algunos ejemplos de registros que pueden emplearse en la producción de tomate son: siembra y cosecha, variedades y cultivos, insumos, tratamientos fitosanitarios, prácticas de riego, mano de obra, condiciones climáticas, costo e ingresos.

La gestión adecuada de registros desempeña un papel fundamental en la adaptación al cambio climático, ya que proporciona información basada en datos para comprender, planificar y responder a los efectos del cambio climático. Además, facilitan la comunicación y sensibilización sobre los desafíos climáticos y son esenciales para la planificación a largo plazo y la resiliencia.





Generalidades del cultivo



El tomate es una especie de hortaliza de fruta perteneciente a la familia Solanácea, género Solanum, clasificado como una baya. Se presenta en colores rojo, rosado o amarillento.

La especie *Solanum lycopersicum* tiene su origen en la región Andina, lo cual abarca desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Existe la posibilidad de que haya sido llevada desde esa región hacia América Central y México, donde se llevó a cabo su domesticación (López, 2017). Sus hábitos de crecimiento consisten en uno determinado, en el cual el crecimiento se detiene en un racimo floral, y otro indeterminado, donde el tallo sigue creciendo de manera continua. (Quirós, 2021).

Taxonomía

El tomate se clasifica taxonómicamente de acuerdo con el Sistema Integrado de Información Taxonómica (2023), de la siguiente manera:

1. Reino: Plantae
2. Subreino: Viridiplantae
3. Superdivisión: Spermatophyta
4. División: Magnoliophyta
5. Clase: Magnoliopsida
6. Orden: Solanales
7. Familia: Solanaceae
8. Género: Solanum
9. Especie: *lycopersicum*

Descripción botánica

Se trata de una planta herbácea perenne de tipo dicotiledónea, que se cultiva de manera anual para aprovechar sus frutos comestibles. El tallo de esta planta es de naturaleza robusta y presenta una superficie pubescente, es decir, cubierta de pequeños vellos. Además, tiene una forma angulosa y su color es principalmente verde. En cuanto a sus dimensiones, su ancho oscila entre 2 y 4 cm, siendo más delgado en la parte superior (López, 2017).

Las hojas del tomate son de tipo pinnada y compuesta, lo que indica que se componen de varios folíolos. En el caso específico del tomate, estas hojas suelen contar con entre siete y nueve folíolos peciolados, cuyas dimensiones varían de 4 a 60 mm de ancho y de 3 a 40 mm de largo. Dichos folíolos presentan una estructura lobulada y bordes dentados. Además, se disponen de manera alterna u opuesta en el tallo y suelen exhibir un color verde, con una textura glanduloso-pubescente en el haz y un aspecto ceniciento en el envés (López, 2017).





Asimismo, las hojas del tomate están recubiertas por pelos glandulares que se distribuyen de manera alternada a lo largo del tallo. Es relevante señalar que la posición de las hojas en el tallo puede variar, pudiendo adoptar formas semi-erectas, horizontales o inclinadas.

La flor del tomate es considerada perfecta y regular. El cáliz y la corola constan de 5 o más sépalos, con pétalos amarillos dispuestos helicoidalmente. Agrupadas en inflorescencias tipo racimo, en variedades comerciales medianas y grandes, estas suelen formarse por grupos de tres a diez flores. Estas inflorescencias se encuentran en las axilas de las hojas, apareciendo cada dos o tres hojas. En general, la primera flor se forma en la yema apical, mientras que las demás surgen lateralmente y por debajo de la primera, dispuestas alrededor del eje principal (López, 2017).

El tomate, clasificado como una baya, puede ser bilocular o plurilocular, con formas sub-esféricas o alargadas y un peso que varía desde miligramos hasta 600 gramos. Durante su maduración, cambia de verde a un tono rojo característico. Existen variedades con frutos de colores como amarillo, rosado, morado, naranja y verde. Cada fruto alberga semillas ovoides, comprimidas, lisas o vellosas, de tonalidad parduzca, envueltas en una masa mucilaginoso (López, 2017).

El sistema radicular del tomate está compuesto por una raíz principal, así como por raíces secundarias y adventicias. Estas últimas son numerosas y fuertes, y su profundidad no excede los 30 cm (López, 2017).

Figura 4. Cultivo del tomate



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Requerimientos de clima y suelo

Altitud

En Costa Rica, las áreas de cultivo comercial de tomate se concentran principalmente en el Valle Central, que tiene una altitud que oscila entre los 700 y 2000 metros sobre el nivel del mar. A nivel mundial, las zonas más adaptadas para el cultivo de tomate son aquellas de clima templado, ubicadas entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar en ambientes protegidos. Sin embargo, actualmente existen variedades de tomate adaptadas a un rango más amplio de altitudes e incluso en zonas bajas, como las presentes en Guanacaste (López, 2017).

Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo de tomate se sitúa entre los 20 °C y 30 °C durante el día, y entre los 10 °C y 17 °C durante la noche. Si las temperaturas superan los 30 °C, se reduce la fructificación y fecundación de los óvulos, lo cual afecta el desarrollo de los frutos y disminuye el crecimiento y la biomasa de la planta. Las plantas de tomate se desarrollan mejor en temperaturas que oscilan entre los 18 °C y 24 °C (Quirós, 2016). Esta situación se ha presentado en la región Chorotega, en híbridos tales como Apolo, Alexa, TP-1, TP-2, TP-3, Charry y Justyna, así como en el tipo de uva.

Por su parte, las temperaturas diurnas inferiores a los 12-15 °C pueden ocasionar problemas en el desarrollo de la planta, mientras que temperaturas diurnas superiores a los 30 °C e inferiores a los 12 °C afectan la fecundación (López, 2017).

En cuanto a esto, es crucial tener en cuenta el impacto del calentamiento global, lo cual está ocasionando un incremento en las temperaturas nocturnas. Este aumento puede tener efectos adversos en la producción de tomates, ya que las plantas pueden experimentar una disminución en su rendimiento, que oscila entre el 4 % y el 14 %. Esta reducción se debe a la afectación de la floración causada por la esterilidad del polen (Quirós, 2016).

De forma que, mantener un equilibrio térmico adecuado es esencial para el éxito del cultivo de tomates. Se debe prestar atención a las condiciones climáticas y tomar las medidas necesarias para proteger las plantas y maximizar su rendimiento.





Humedad relativa

La humedad relativa (HR) desempeña un papel crucial en el cultivo del tomate. Se ha determinado que un rango óptimo de HR entre el 60 % y 80 % favorece el desarrollo normal de la polinización y garantiza una buena producción. Sin embargo, tanto el exceso como el déficit de HR pueden causar desórdenes fisiológicos y favorecer la presencia de enfermedades (López, 2017).

El exceso de humedad relativa (HR) por encima del 80 % puede generar diversas problemáticas en el cultivo de tomates, como enfermedades en las partes aéreas de la planta, agrietamiento de los frutos y dificultad en la fecundación, debido a la humedad que afecta al polen, lo cual resulta en la caída prematura de las flores. Asimismo, una combinación de alta HR y baja iluminación, puede disminuir la viabilidad del polen, reducir la evaporación del agua y limitar la absorción de nutrientes, lo cual puede causar deficiencias de elementos como el calcio y provocar desórdenes fisiológicos en las plantas. Por el contrario, una HR inferior al 60 % dificulta el proceso de polinización, lo que afecta negativamente la producción de frutos (López, 2017).

Luminosidad

La luminosidad es un factor determinante en el cultivo del tomate. Una reducción en la intensidad de la luz puede tener un impacto negativo en los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. Durante las etapas críticas del desarrollo vegetativo, la interacción entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad es fundamental. Por esta razón, se recomienda evitar el cultivo de tomate en áreas con baja luminosidad, ya que esto puede disminuir significativamente los rendimientos (López, 2017).

En marzo y abril, en la Región Chorotega, se experimenta una alta luminosidad y temperatura, lo que puede ocasionar problemas en el cuajado del fruto. Es posible que haya una afectación en la viabilidad del polen debido a la resequead. Además, se observa la quema de frutos y un aumento en los requerimientos de agua.

Suelo

El tomate no es muy exigente en términos de tipo de suelo, excepto en lo que respecta al drenaje. No obstante, se obtienen mejores resultados en suelos profundos, con una profundidad de 1 metro o más, de texturas medias,

permeables y sin impedimentos físicos en su perfil (López, 2017).

El tomate tolera la acidez del suelo y crece adecuadamente en un rango de pH de 5,0 a 6,8. Además, tiene una tolerancia moderada a la salinidad, con valores máximos de 6400 ppm (10 mmho). En Costa Rica, los suelos predominantes para el cultivo de tomate son de origen volcánico y tienen una textura que va desde franco a franco limoso (López, 2017).

Etapas fenológicas

La fenología del cultivo de tomate está influenciada por la variedad cultivada y las condiciones climáticas de la zona donde se establece. Según López (2017), estas etapas fenológicas se pueden dividir en cinco períodos distintos:

- 1. Establecimiento de la planta joven:** se produce durante la formación inicial de las partes aéreas de la planta, conocido como desarrollo del semillero. Involucra la germinación de las semillas hasta que las plántulas alcanzan la fortaleza necesaria para ser trasplantadas al campo.
- 2. Crecimiento vegetativo:** esta etapa abarca aproximadamente 40 a 45 días desde la siembra de las semillas, tras los cuales las plantas entran en un periodo de desarrollo continuo. Posteriormente, se suceden cuatro semanas de rápido crecimiento. Para condiciones de trópico seco como Guanacaste, se ha observado que en variedades de crecimiento determinado, la fase vegetativa tiene una duración promedio de 30 días.
- 3. Floración e inicio del cuajo de la fruta:** este período se inicia con la aparición de las flores (aproximadamente de 20 a 40 después del trasplante) y continúa hasta la finalización del ciclo de crecimiento de la planta. Durante esta etapa, ocurre el cuajado, que es el proceso en el cual la flor es fecundada y comienza su transformación en fruto. A diferencia de zonas frías, en la Región Chorotega, se ha observado que tanto en variedades de crecimiento determinado como indeterminado, la floración tiene una duración promedio de 15 días, comenzando aproximadamente a los 30 días después del inicio del cultivo.
- 4. Inicio del desarrollo de la fruta:** la fructificación ocurre





después de la polinización, la cual se lleva a cabo mediante el viento y las abejas. En esta etapa, una vez que comienza a crecer, la fruta no suele desprenderse y no muestra signos de la flor. El crecimiento de la fruta y la acumulación de materia seca se desarrollan de manera constante, hasta alcanzar dos o tres grados de madurez. Para el trópico seco, el desarrollo del fruto tiene una duración aproximada de 25 días en variedades de crecimiento determinado y de 30 días en variedades de crecimiento indeterminado.

5. Maduración de la fruta: normalmente, la maduración se produce alrededor de ochenta días después del trasplante, aunque esto puede variar según la variedad, la nutrición y las condiciones climáticas. Después de eso, la cosecha se lleva a cabo durante un período que oscila entre los 180 y 210 días posteriores al trasplante. Esto varía en climas más secos como Guanacaste, donde se ha observado que para variedades determinadas, la cosecha comienza en el día 73 y tiende a concluir en el día 140, lo que representa una duración de 63 días. Por otro lado, para las variedades indeterminadas, el inicio de la cosecha se sitúa entre el día 81 y el día 241, con una duración que oscila entre 21 y 145 días.



Manejo del cultivo





Preparación del suelo

Algunas prácticas que se pueden considerar durante la preparación el suelo son:

1. Las raíces del tomate se encuentran principalmente en los primeros 60 cm de profundidad, con el 70 % de su volumen total desarrollándose en los primeros 20 cm. Para asegurar un crecimiento óptimo, la labranza mínima es una opción viable, ya que minimiza la perturbación del suelo, preserva su estructura y previene la pérdida de nutrientes y la erosión (Quirós, 2016).
2. El uso del análisis de suelo es la primera fuente de información que el técnico o productor debe tener a mano para poder, de forma precisa, determinar la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y correlacionar los requerimientos del cultivo para posteriormente determinar cuáles deben suplirse mediante el uso de fertilizantes químicos y orgánicos.

Además del análisis químico, también es viable llevar a cabo un análisis fitopatológico del suelo. Este estudio especializado se centra en identificar y evaluar la presencia de organismos patógenos, como hongos, nematodos y bacterias, que podrían afectar a los cultivos. El análisis fitopatológico resulta eficaz para el manejo de enfermedades en los cultivos.

3. El análisis químico del suelo brinda información esencial sobre el nivel de acidez (pH) y el contenido de aluminio. Esta evaluación posibilita la corrección de la acidez a través de enmiendas ricas en calcio, como el carbonato de calcio o la cal dolomita. Es fundamental incorporar estas enmiendas al suelo con antelación, preferiblemente 1 o 2 meses antes del trasplante, para permitir una integración efectiva del material en la tierra (Quirós, 2016).
4. Aplicar la enmienda meses antes previene reacciones desfavorables con fertilizantes nitrogenados, lo cual evita la formación y volatilización del amonio. Es esencial realizar la aplicación con el suelo húmedo, idealmente poco antes del inicio de la temporada de lluvias, durante la preparación del terreno para la siembra (Quirós, 2016).
5. Incorporar materia orgánica, como compost o estiércol bien descompuesto, para mejorar la estructura del suelo

y aumentar su capacidad de retención de agua y nutrientes. Se recomienda incorporarla de 4 a 6 semanas antes de la siembra. Esto permite su descomposición parcial y mezcla adecuada con el suelo, lo que facilita la asimilación por parte de las plantas.

Es importante tener en cuenta las características específicas de la materia orgánica que se está utilizando, así como las condiciones climáticas y del suelo, ya que estos factores pueden influir en el tiempo necesario para una integración efectiva.

6. En la preparación del terreno es fundamental nivelar correctamente los lomillos para favorecer el óptimo desarrollo del sistema radicular de las plantas de tomate. Al respecto, López (2017) sugiere una altura ideal de 30 cm. Sembrar las plantas al nivel del suelo las vuelve más propensas a encharcamientos, especialmente durante la temporada de lluvias, y dificulta tareas como la fertilización y el control de malezas.

Uso de coberturas

El uso de coberturas es una práctica beneficiosa que permite controlar las malezas y prevenir la erosión del suelo. Además, contribuyen a mejorar la retención del agua, reducen la evaporación, incorporan materia orgánica al suelo, crean un microclima favorable en las primeras etapas del cultivo, promueven la actividad microbiológica del suelo y evitan la erosión del terreno.

En la producción de tomate se emplean diversas coberturas, tales como:

1. **Mulch orgánico:** está compuesto por restos de bagazo de caña, fibra de coco, zacate seco, hoja de palma y otros materiales orgánicos. Se aplica alrededor de las plantas para suprimir malezas, conservar la humedad y enriquecer el suelo al descomponerse.
2. **Plástico negro-plata:** colocado en el suelo, aumenta la temperatura, controla malezas y retiene humedad. Previene el contacto de frutos con tierra y enfermedades. El plástico mide 1,20 m de ancho, tiene un grosor de 80 o 100 micras y debe colocarse de manera que no queden bolsas de aire entre él y el suelo (López, 2017).





Es crucial utilizar el riego por goteo cuando se tiene plástico en el suelo y considerar la gestión ambiental de los desechos.

Prácticas de conservación del suelo

En el contexto de la producción de tomate, a continuación se presentan algunas prácticas de conservación del suelo utilizadas.

A. Curvas de nivel

Estas se pueden trazar utilizando instrumentos como el codal o aparato tipo A. El nivel de aparato A es una herramienta que puede ayudar a delinear las curvas de nivel horizontales de las laderas. Eso se puede construir con los siguientes materiales:

- Dos palos firmes de aproximadamente 2 m de largo y 2 cm de grosor para formar las bases, y un palo de aproximadamente 1 m de largo para el travesaño.
- Tres clavos suficientemente largos para atravesar los dos palos bases y sobresalir un poco por el otro lado.
- Una botella con tapa o corcho, o una piedra para usar como peso (1/2 kilo).
- Una cuerda/pita de 2 m de largo con un nudo en uno de sus extremos.
- Un lápiz o bolígrafo, un martillo o piedra, un machete o sierra, y una cinta métrica.
- Suficientes estacas.

Pasos para construir Aparato Tipo A

1. Asegure las dos patas de las bases juntas en uno de sus extremos, con aproximadamente 2 m entre cada una. Si utiliza un clavo, deje que la cabeza de este sobresalga un poco, ya que la utilizará más adelante.
2. Asegure el travesaño a las 2 patas, para formar un triángulo.
3. En la parte donde se unen las piezas bases amarrar la cuerda o pita, asegurando que el largo llegue hasta el travesaño.

4. Asegure el peso (la botella o la piedra) a la cuerda. Amarre un extremo de la cuerda a la cabeza del clavo, de modo que el peso quede colgando a unos 2 cm por debajo del travesaño. Si la botella es de plástico, llénala con agua, arena o tierra y tápela. Esta cuerda con el peso unido a uno de sus extremos es la plomada.

Figura 5. Fotografía Aparato A



Fuente: IICA, 2017.

¿Cómo marcar las curvas de nivel?

1. En la cima de la ladera, donde quiere poner la primera barrera, coloque el nivel de Aparato A, de modo que sus brazos se abran horizontalmente a través de la loma (no de arriba abajo). Ponga una de las patas del nivel en el lugar donde desea comenzar la curva de nivel. Mueva la otra pata del nivel hasta que la cuerda de la plomada marque exactamente la marca del centro; con la plomada en esta marca, la distancia de la primera a la segunda pata corresponde al primer segmento de la curva de nivel.
2. Ponga una estaca junto a la segunda pata del nivel.

Figura 6. Marcado de curva de nivel



Fuente: IICA, 2017





3. Dé vuelta al nivel girando sobre la segunda pata para encontrar el siguiente punto de la curva de nivel a lo largo de la loma, y repita el primer paso. Continúe hasta el final del terreno o ladera, clavando una estaca cada 2 m para marcar el sitio.
4. Desplácese cuesta abajo hasta el siguiente punto donde quiere la próxima barrera (10 a 20 metros loma abajo) y repita el procedimiento.
5. Cuando termine de marcar todas las curvas de nivel, póngase de pie en un extremo de cada línea y mire la fila de estacas. Verifique si cada curva de nivel está en una curva uniforme o no. Puede que tenga que mover un poco algunas de las estacas para crear una curva uniforme.
6. Por último, se sugiere siempre combinar esta práctica con las otras que se puedan adaptar al terreno, tales como barreras vivas, barreras muertas, terrazas individuales y zanjas de ladera.

B. Acequias de ladera con barreras vivas

Son estructuras diseñadas para controlar la erosión hídrica en terrenos ondulados o quebrados, siendo efectivas en pendientes del 10 % al 50 % y con una profundidad de unos 50 cm. Se recomienda establecerlas a 15–20 metros de distancia entre ellas, considerando la pendiente (INTA, 2019).

Además, para mejorar su eficacia, se pueden combinar con barreras vivas como el vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), sembradas en la parte superior de la pendiente, con el fin de retener los sedimentos y evitar la pérdida de suelo de manera efectiva.

C. Gavetas de infiltración

Estas pueden ser utilizadas en terrenos con pendientes bajas y que presentan en diferentes áreas un lavado del suelo. Estas estructuras retienen suelo y anualmente se les da mantenimiento, incorporando el suelo nuevamente a la parcela.

D. Cortinas rompevientos

La siembra de hileras de árboles dispuesta en sentido opuesto de la dirección del viento ayuda a evitar daños al

cultivo y erosión eólica. Las barreras vivas permiten atraer aves que ayuden en el control de insectos.

Semilla

Variedades

En Costa Rica existen 40 variedades de semillas de tomate autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS), instancia que regula la importación de las semillas que ingresan al país (ONS, s.f.).

Algunas de las principales variedades de tomate sembradas en Costa Rica incluyen:

Cuadro 1. Principales variedades de tomate registradas en la Oficina Nacional de Semillas (ONS).

Variedad	Fecha de inscripción	Fecha de vencimiento
ALTEZA VILLA 768	19/05/2015	14/05/2025
AMANKAY	21/04/2023	21/04/2028
ARMADA	13/03/2017	13/03/2027
CACIQUE	29/07/2019	29/07/2024
CORDILLERA	18/11/2014	18/11/2024
CRISANTO	18/08/2020	18/08/2025
CYPRESS	08/04/2019	08/04/2024
DIONISO	19/01/2021	19/01/2026
DRW 7810	02/11/2016	02/11/2026
EL CINCO	26/07/2022	26/07/2027
ENDEAVOUR RZ	07/09/2016	07/09/2026
EVERGLADE	29/07/2019	29/07/2024
FDR 8565 (ANTES DR 8565)	10/08/2017	10/08/2027
GRANADERO	02/10/2007	25/09/2027
GREEN BARRIER	26/08/2020	26/08/2025
HELICAZ	28/03/2019	28/03/2024
IL 1907	31/03/2023	31/03/2028
IL 1909	31/03/2023	31/03/2028
JM PLUS	04/12/2020	04/12/2025





Continuación del Cuadro 1

Variedad	Fecha de inscripción	Fecha de vencimiento
JR SPECIAL	22/11/2012	24/01/2027
KARTIER F1	04/05/2009	10/04/2025
MELTOMY F1	31/03/2023	31/03/2028
MILAN	11/11/2009	13/01/2025
MOUNTAIN FRESH PLUS	31/05/2005	23/07/2024
PIK RIPE 748	28/07/2010	21/07/2025
POWER	01/07/2020	01/07/2025
PRODIGIO	16/05/2016	16/05/2026
PUMA F1	21/08/2023	21/08/2028
RAMBO	16/10/2015	16/10/2025
RISE	01/07/2020	01/07/2025
SHELTER	07/09/2016	07/09/2026
SHINCHEONGGANG	02/12/2019	02/12/2024
SUPERSUNCHERRY	09/12/2009	02/01/2026
TIGER	11/03/2021	11/03/2026
TITAN	30/07/2014	26/09/2024
TORETTO	07/08/2020	07/08/2025
TPI	26/08/2020	26/08/2025
TURRIALBA (ANTES 3189)	08/04/2019	08/04/2024
VULCANO	04/01/2017	04/01/2027
YOLIBEL F1	29/06/2021	29/06/2026

Fuente: ONS, 2024.

Selección de la semilla o plántulas

En cuanto a la selección de semillas se debe elegir un material registrado en la Oficina Nacional de Semillas (ONS), adecuado en función de factores como la precipitación, los períodos secos, la actitud y la temperatura de la región. Luego, es importante considerar aspectos relacionados con la resistencia a plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo. (Puede acceder al siguiente enlace para verificar

variedades registradas <https://ofinase.go.cr/servicios/variedadescomerciales/>).

La semilla tiene un precio elevado, por ello, la siembra en bandejas plásticas se muestra como una opción eficaz, dado que permite obtener plantas saludables y robustas. Además, las bandejas son económicas y pueden ser reutilizadas.

Elección de sustratos

Los sustratos deben cumplir funciones de soporte para las plantas, ser ligeros, contar con un alto porcentaje de espacio poroso (80 %), retener la humedad eficazmente, permitir una buena aireación y un drenaje adecuado, tener una baja propensión a la compactación, y estar libres de patógenos, semillas y malezas (López, 2017).

Según López (2017) los sustratos más utilizados en la elaboración de almácigos para tomate son:

- **Compost:** compuesto por residuos orgánicos descompuestos. Este material cuenta con una estructura fina que mejora la aireación, retiene la humedad, absorbe nutrientes y libera gradualmente nutrientes para evitar el lavado. Generalmente, se mezcla con sustratos inertes o inorgánicos como arena, turba, fibra de coco o cascarilla de arroz, en una proporción del 35 % al 50 %.
- **Humus o lombricompost:** se compone de los desechos producidos por las lombrices (*Eisenia foetida*), resultado de la digestión de residuos vegetales o excrementos animales descompuestos. Tiene propiedades químicas favorables, funciona como fertilizante y puede sustituir al compost.
- **Cascarilla de arroz:** sustrato orgánico con descomposición limitada debido a su elevado contenido de sílice, que otorga resistencia a insectos y patógenos a las plántulas, además de mejorar el drenaje y la aireación. Se aconseja utilizarlo en mezcla hasta en un 30 %.
- **Fibra de coco:** con un bajo nivel de nitrógeno, un alto contenido de potasio y aproximadamente 2 ppm de boro, este sustrato resulta ser una opción económica en comparación con sustratos importados como la turba.
- **Aserrín:** debido a su pH ácido, el aserrín puede resultar tóxico para ciertas plantas, dependiendo del tipo de árbol del cual proviene. Se aconseja lavarlo antes de usarlo y realizar una prueba antes de la siembra.





- **Turba:** compuesta por sustratos orgánicos naturales derivados de la descomposición total de musgos (género Sphagnum). La turba es el sustrato más propicio para la germinación y el enraizamiento en semilleros. Carece de nutrientes, pero destaca por su elevada capacidad de intercambio de cationes, retención de humedad y porosidad. Posee un pH ácido, un contenido de materia orgánica del 95 % y tiene un costo elevado, ya que se trata de un producto importado.

Al respecto, Quirós (2016) indica que una combinación frecuentemente empleada consiste en la mezcla de fibra de coco y peat moss en proporciones de 50:50 o 75:25. Aconseja no utilizar exclusivamente una sola materia prima, ya que, por ejemplo, el uso de abono orgánico o lombricompost como único sustrato para almácigo puede resultar en la quema de raíces y una baja tasa de germinación.

El sustrato elegido se introduce en un recipiente y se humedece gradualmente con agua hasta alcanzar un nivel de saturación que oscila entre el 80 % y el 90 % (esto se verifica apretando el sustrato con la mano para confirmar su humedad). Después, se procede a llenar todas las bandejas con el sustrato humedecido y se aplica una ligera presión en cada celda para asegurarse de que ninguna quede incompleta. El objetivo es que el sustrato quede al nivel adecuado en cada celda (INTA, 2018).

Elaboración de almácigo

Las plántulas de tomate son adquiridas por los productores a través de empresas especializadas en la producción de almácigos. Sus precios son similares en caso de que el o la productora elabore sus propios almácigos.

El desarrollo de las plántulas debe realizarse en un entorno protegido y aislado para prevenir la entrada de contaminantes, plagas y enfermedades. Por lo anterior, es esencial mantener las instalaciones limpias y libres de contaminantes, colocándolas preferiblemente lejos del área de cultivo. Además, se debe garantizar la higiene del personal que trabaja en estas instalaciones y evitar que los trabajadores del campo entren en contacto con ellas.

El semillero se establece en recipientes apropiados como vasos y bandejas, lo cual proporciona condiciones ideales para las semillas y asegura una buena emergencia y

desarrollo antes del trasplante al campo. Antes de la siembra es crucial desinfectar los recipientes para prevenir la proliferación de hongos o bacterias, para lo cual se sugiere utilizar una solución diluida al 5 % de hipoclorito de sodio o yodo agrícola en agua para llevar a cabo la desinfección.

Luego, para sembrar las semillas de tomate es importante colocarlas a una profundidad adecuada en las bandejas, aproximadamente tres veces el tamaño de la semilla. Es fundamental evitar sembrar un exceso de semillas en el mismo espacio para asegurar un crecimiento adecuado de cada plántula.

Después de sembrar las bandejas se ubican en cuartos oscuros o germinadores, y permanecen en la oscuridad durante aproximadamente cuatro o cinco días para facilitar la germinación de las semillas. Una alternativa frecuente y con resultados similares es cubrir las bandejas con plástico negro, retirándolo al comenzar la emergencia de las plántulas. Por lo general, la semilla tarda en germinar de 5 a 8 días después de la siembra (López, 2017).

Las semillas de tomate necesitan temperaturas cálidas para germinar correctamente. Es crucial mantener una temperatura entre 20–25 °C en el entorno de cultivo y asegurar la humedad adecuada del sustrato para facilitar la germinación (López, 2017).

Después del tiempo en el germinador, las bandejas se trasladan a una zona de semilleros iluminada, sin sombras y resguardada de vientos fuertes que puedan causar volcamientos o aumentar la transpiración, llevando incluso al marchitamiento de las plántulas. La estructura debe orientarse de este a oeste para maximizar la exposición solar y evitar variaciones abruptas de temperatura entre el día y la noche. La duración de las plántulas producidas en el área de semillero oscila entre 25–30 días y varía según las condiciones climatológicas y de manejo (López, 2017).

La frecuencia de riego variará según la ubicación del semillero (ya sea en lugares frescos o cálidos), el tipo de sustrato y las condiciones climáticas de la región. El objetivo es evitar que el sustrato se seque y cause deficiencias de humedad que puedan afectar la germinación de las semillas. Es importante aplicar el riego suavemente para evitar posibles daños mecánicos.





También, se pueden proporcionar nutrientes adicionales a las plántulas de tomate a medida que crecen. Para ello, se pueden utilizar fertilizantes orgánicos o específicos para almácigos, siguiendo las instrucciones de dosificación recomendadas.

De acuerdo con la sugerencia de Quesada y Méndez, citado por López (2017), se sugiere la aplicación de la fórmula completa 12-60-0 durante la fase de almácigo de tomate. Se recomienda utilizar 2,5 g/l de agua en intervalos de 4, 8 y 12 días después de la siembra, ya que esta fórmula proporciona un mayor contenido de fósforo beneficioso para el desarrollo de las raíces. Además, proponen la aplicación de la fórmula completa 20-20-20 a razón de 2,5 g/l en los días 10, 14, 16, 18, 20 y después de la siembra. Esta última fórmula aporta un contenido de macronutrientes de 4400 ppm de Nitrógeno (N), 3520 ppm de Fósforo (P) y 2900 ppm de Potasio (K) durante el período del almácigo.

Evidentemente, es esencial vigilar las plántulas en el semillero, ya que es el momento propicio para las primeras plagas y enfermedades, especialmente las transmitidas por la mosca blanca. Al adquirir un almácigo se recomienda verificar que la empresa esté certificada por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Estas certificaciones aseguran que el almácigo se ha desarrollado en condiciones fitosanitarias adecuadas y está libre de enfermedades y plagas.

Una medida destacada de adaptación climática implementada por los productores en la Región Chorotega es la práctica de producir sus propios almácigos. Esta estrategia, diseñada para evitar depender de los viveristas del Valle Central y prevenir el traslado de plagas y enfermedades entre regiones, ha llevado a significativas modificaciones en el entorno. Los agricultores han construido estructuras rudimentarias con protección de malla y bancales, resaltando así la importancia de esta práctica como una forma efectiva de adaptarse a las condiciones del trópico seco.

Siembra y trasplante

El trasplante se realiza aproximadamente entre 25-30 días después de la siembra, de acuerdo con la calidad y el vigor de la planta (López, 2017).

En el campo, después de preparar las eras o tomillos, se realizan hoyos con un espeque, asegurándose de que estén

alineados y ligeramente más grandes que el recipiente de la planta a trasplantar. Para ello, es recomendable seleccionar plantas con un desarrollo saludable de las raíces y que estén libres de plagas o enfermedades; se debe evitar trasplantar aquellas con hojas de coloración púrpura o deficiencias.

Luego, se aplica el fertilizante evitando el contacto con el sistema de raíces de las plántulas para garantizar su supervivencia y desarrollo rápido. Si se utiliza fertirriego, se opta por fertilizantes solubles en agua en lugar de granulados. Las plántulas se colocan en los hoyos y se añade tierra hasta 2 cm o 3 cm de la base para facilitar el crecimiento de las raíces (López, 2017).

Antes bien, previo a la siembra, es importante haber preparado el suelo con el objetivo de que durante la siembra y todo el ciclo del cultivo, tenga las mejores condiciones. Se aconseja efectuar un riego tanto en el almácigo como en el terreno de siembra para asegurar la disponibilidad de humedad.

Distancias de siembra recomendadas

En todas las regiones productoras el cultivo de tomate a campo abierto se caracteriza por utilizar predominantemente el sistema de siembra de línea simple o lineal. En este sistema se establece una distancia de 1,2 m a 1,6 m entre los surcos y de 35 cm a 50 cm entre las plantas. Esta disposición de siembra resulta en una estructura de planta de tomate con dos ejes (López, 2017).

En cuanto a este tema, Quirós (2016) plantea que la persona productora es libre de acondicionar esta densidad según la época de siembra. Por ejemplo, se considera viable aumentar a 50 cm la distancia entre plantas en época lluviosa, ya que beneficia la aireación entre plantas, y reduce la enfermedad dentro del cultivo.

No obstante, en invernaderos es común emplear el sistema de doble línea para el cultivo de tomate. Se crean camas de 90 cm de ancho, espaciadas a una distancia de 50 cm o 60 cm. Las plantas se colocan en hileras dobles, con una separación de 50 cm o 60 cm entre ellas. La distancia entre el centro de cada cama puede variar entre 1,40 m y 1,60 m, y los pasillos tienen un ancho de 0,8 m a 1 m (López, 2017). Es esencial destacar que las distancias de siembra pueden ajustarse según la época y el método seleccionado por la persona agricultora, ya sea en campo o ambiente protegido.





Esta flexibilidad optimiza el uso de recursos y asegura un crecimiento eficiente del cultivo.

Para condiciones secas como Guanacaste, se recomienda un distanciamiento de 1,80 metros entre el centro de cada cama, con un ancho de cama de 90 centímetros y una altura de 25 centímetros, adoptando una forma convexa para facilitar el escurrimiento del agua hacia los laterales de la cama.

Los cultivares de crecimiento semi-determinado e indeterminado requieren una práctica importante conocida como “despunte” o “eliminación de chupones”. Esta práctica se realiza aproximadamente de 20 a 30 días después del trasplante y consiste en seleccionar uno, dos o tres tallos principales por planta. La opción más común es conservar dos tallos, eligiendo el más vigoroso y grueso, así como el tallo ubicado debajo de la primera inflorescencia, para formar una estructura en forma de V (López, 2017).

La producción de tomate se destaca por contar con cuatro sistemas: (1) al aire libre en asociación con el cultivo de café; (2) al aire libre como monocultivo; (3) semiprotegido (ya sea en asociación o monocultivo, con el uso de bandas plásticas sobre el cultivo); y (4) en ambientes protegidos.

- 1. Al aire libre en asociación con el cultivo de café:** se utiliza en fincas de café con poda total o renovación de cafetales por lotes para aprovechar el excedente de fertilización del café. El cafetal se beneficia con el aporte de fertilizante, aplicaciones foliares, riego y prácticas culturales proveniente del cultivo de tomate, lo cual permite tener dos cultivos en la misma área.
- 2. Sistema de campo abierto en monocultivo:** implica la siembra exclusiva de tomate en el terreno y se aplica ampliamente en todo el país. Se practica la rotación de cultivos, incluyendo hortalizas como pepino y chile dulce, entre otras.
- 3. Bandas plásticas:** es una técnica de campo empleada para resguardar las plantas de la lluvia. Estas bandas o techos son económicos y eficaces para reducir la prevalencia de enfermedades fungosas y bacterianas en la plantación.

Se utilizan plásticos transparentes de 0,8 m a 1,2 m de ancho, los cuales deben mantenerse estirados mediante

un mecate en una regla, con una inclinación adecuada para prevenir la acumulación de agua. En caso de daño por el viento es necesario reemplazar las bandas plásticas para evitar problemas con patógenos (López, 2017).

La tecnología ha permitido desarrollar plásticos para invernaderos que combinan capas y bloquean la radiación UV. Ejemplo de esto son los plásticos anti-insectos, que no eliminan las plagas, sino que impiden su desarrollo en el invernadero al bloquear la radiación UV necesaria para su supervivencia, sin afectar la radiación esencial para las plantas (Gonzales, 2010).

Para prevenir el levantamiento del plástico por el viento, se aconseja emplear mecates que tensionen la parte superior, creando una estructura de sujeción entre los plásticos de cada lomillo. Algunos agricultores colocan bolinchas (canicas) o piedras cuartas en los extremos de los plásticos, les dan una vuelta y los amarran, generando así una estructura sólida y mantenida mediante los mecates. Otros optan por colocar mecates cruzados sobre el plástico para evitar que se eleve con el viento (López, 2017).

Figura 7. Banda plástica para la producción de tomate



Fuente: Finca Luis Daniel Ureña, San Ramón.





4. Ambientes protegidos: son instalaciones o estructuras diseñadas para proporcionar un control más preciso sobre las condiciones ambientales en las que se cultivan las plantas. Estos ambientes protegidos están destinados a optimizar el crecimiento de las hortalizas al protegerlas de condiciones climáticas adversas, como temperaturas extremas, vientos fuertes, lluvias intensas, y a veces, de plagas y enfermedades.

En la producción de tomate, los ambientes protegidos más comunes son: los invernaderos, túneles altos y las casas malla.

Los invernaderos son estructuras cerradas artificialmente con materiales transparentes, cuya función es mantener una temperatura regulada y proteger al cultivo del viento, lluvia y plagas. Son estructuras permanentes y de mayor costo, por lo que se debe efectuar un estudio económico en función al cultivo que se quiera sembrar para estimar la rentabilidad. Este sistema posibilita la siembra durante todo el año y produce un producto de mayor calidad en comparación con el obtenido a campo abierto.

En Costa Rica, la mayoría de la producción de almácigos se realiza en ambientes protegidos para mejorar la calidad de las plántulas que se trasladan al campo.

Al construir un invernadero, según Ramírez et al. (2010), se deben considerar varios factores:

- La ubicación del invernadero debe estar al menos a 20 metros de las casas de habitación y alejado de las granjas porcinas para evitar la exposición a productos químicos y mantener medidas de bioseguridad.
- Es recomendable que el invernadero esté cerca del borde del camino para facilitar la carga y descarga de los productos cosechados.
- En áreas propensas a fuertes ráfagas de viento superiores a 40 km/h, se debe equipar el invernadero con una barrera rompevientos, que puede consistir en árboles de rápido crecimiento.
- La orientación del invernadero debe considerar tanto la trayectoria del sol como la dirección del viento dominante.
- En áreas con cambios bruscos de temperatura se recomienda orientar el invernadero en dirección al viento

dominante para mejorar la ventilación y eliminar excesos de temperatura y humedad, así como gases tóxicos.

Los diseños de los invernaderos se pueden clasificar de acuerdo a su forma y algunas características de la construcción. Estos variarán de acuerdo con las necesidades de la persona agricultor, zona, clima, topografía, potencial económico, etc. En nuestro medio los tipos más comunes son:

- **Capilla:** son estructuras modulares de un solo módulo, con techos plásticos inclinados, que pueden ser planos o semicirculares, construidos en madera o metal, con paredes laterales equipadas con una malla anti-insectos de 50 “mesh” para el control de plagas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Ramírez et al, 2010).
- **Multi-capilla:** esta técnica implica la conexión de varios invernaderos en grupos para reducir los costos de construcción por metro cuadrado, al eliminar una pared entre las naves. La dimensión de estos invernaderos está limitada por el tipo de ventilación utilizado; en caso de ventilación natural, los módulos no deben exceder los 40 metros de ancho por 50 metros de profundidad para evitar la acumulación de aire y el calentamiento excesivo (Ramírez et al, 2010).

Los invernaderos multi-capilla deben contar con un canal central para drenaje y una abertura en el techo de 1 a 1.5 metros de altura. Su diseño simétrico proporciona estabilidad sin necesidad de anclajes adicionales al suelo (Ramírez et al, 2010).

- **Dentados:** el diseño dentado presenta aberturas cenitales en forma de dientes de sierra, es asimétrico y menos estable ante el viento, requiere anclajes al suelo y proporciona una buena ventilación, adecuada para zonas cálidas como Guanacaste (Ramírez et al, 2010).





Figura 8. Invernadero dedicado a la producción de tomate



Fuente: Finca Jairo Vásquez Vásquez, San Ramón.

Los túneles altos son estructuras temporales cubiertas con plásticos o telas de diferentes colores que se emplean en cultivos de gran altura como chile dulce, pepino y tomate. Su propósito es resguardar estas plantas del daño mecánico ocasionado por las lluvias intensas o la radiación solar excesiva.

Figura 9. Tecnología de macrotúneles



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024





Para instalar los túneles altos, es crucial acondicionar el suelo para que quede suelto. Se recomienda crear lomillos de 40 a 60 cm de ancho y 30 a 40 cm de altura, agregando compost orgánico. La separación entre los lomillos debe ser 30 cm mayor que en cultivos sin cobertura para evitar daños por el agua de lluvia. También se pueden usar mangas horizontales o macetas hidropónicas (Ramírez, 2022).

El diseño y los materiales de los parales y los arcos que constituyen la estructura de los túneles altos pueden variar y dependerán del nivel de inversión y la disponibilidad de materias primas en cada localidad. Los diseños más comunes incluyen la forma de T y la forma de capilla.

Los cultivos de porte alto como el tomate son muy sensibles al estrés hídrico y calórico causado por la alta radiación, especialmente en la temporada seca. Esto puede resultar en un desarrollo reducido de las plantas y daños en los frutos, disminuyendo su valor económico. Para contrarrestarlo, se puede instalar un sarán con un 50% de sombreado en la estructura de los túneles, ofreciendo una protección rentable para los cultivos, especialmente en zonas de baja altitud cerca de la costa (Ramírez, 2022).

En la Región Chorotega, el empleo de plástico doble cooler con una transmitancia del 85% de los rayos PAR en túneles altos y bajos, contribuye de manera considerable a reducir la temperatura y la radiación incidente sobre las plantas. Este plástico, de color celeste, cuenta con un ancho de 1,50 metros y un espesor de 10 milésimas de milímetro.

Asimismo, este material impide la penetración de la luz infrarroja y de los rayos ultravioleta (UV). Las casas de malla han ganado popularidad entre los productores en áreas cálidas y cercanas al nivel del mar. Esta preferencia se debe a su estructura más económica en comparación con los invernaderos, su eficaz ventilación para disipar el aire caliente, la simplicidad en su construcción y su fácil mantenimiento, lo cual contribuye a extender la durabilidad de las mallas (INTA, 2022).

Existen diversas modalidades de casas de malla, distintas principalmente por el diseño de la parte superior, que puede ser con techos planos, a dos aguas o curvos. Cada variante de estructura involucra diferentes métodos constructivos, aunque todas son igualmente eficientes para prevenir la entrada de plagas. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada una de ellas:

- Casa de malla de techo plano: son más fáciles de construir que otros diseños, ya que las mallas se pueden unir al nivel de la superficie utilizando costuras. Esto ahorra tiempo y riesgos para el personal. La altura del piso al techo puede variar según las recomendaciones para la zona, logrando un volumen de aire homogéneo en la estructura (INTA, 2022).
- Casa de malla de techo a dos aguas: utilizan dos alturas en las líneas de tubos de manera intercalada para crear un declive en el techo en forma de sierra. Se colocan postes con alturas entre 4 a 5 m entre filas de tubos que tienen alturas de 3 a 3.5 m, siguiendo un patrón según el tamaño del módulo. Aunque este diseño requiere un proceso más lento al unir la malla con los cables que sostienen el tejido, la ventaja radica en que estos sistemas son más aerodinámicos para soportar mayores velocidades de viento (INTA, 2022).
- Casa de malla de techo curvo: presentan similitudes con los invernaderos tipo capilla. Aunque algunas empresas incluyen este diseño en sus servicios, es relevante señalar que la mayoría de los productores que adoptan esta modalidad han modificado proyectos de invernaderos antiguos para transformarlos en casas de malla. La razón principal es adaptar los cultivos a las condiciones ambientales, especialmente en las comunidades cercanas a las costas de Puntarenas y Guanacaste (INTA, 2022).

Nutrición

En un contexto de cambio climático, una fertilización adecuada proporciona a las plantas los nutrientes necesarios para resistir condiciones climáticas extremas y variabilidad en los patrones de lluvia. Esto no solo asegura la continuidad de la producción agrícola, sino que también contribuye a la conservación de los recursos naturales al reducir la necesidad de expandir áreas de cultivo y, por lo tanto, prevenir la deforestación y la degradación del suelo. Además, al optimizar el uso de fertilizantes y minimizar el exceso o la escasez de nutrientes, se promueve una agricultura más sostenible, lo cual reduce la contaminación del agua y la emisión de gases de efecto invernadero.

Requerimientos nutricionales del tomate

El programa de fertilización debe adaptarse al crecimiento vegetativo del tomate, que requiere macronutrientes como





N, P, K, Ca, Mg, S, y micronutrientes como Fe, Mn, Cu, B y Zn. Se sugiere mantener una relación equilibrada de N y K (1:1) desde el trasplante hasta la floración. Sin embargo, al iniciar el llenado del fruto, se aconseja aumentar el aporte de K, logrando una relación de N/K de 1:2 o 1:3, debido a su influencia en la maduración y llenado de frutos (López, 2017).

La absorción de macronutrientes aumenta desde la floración hasta el inicio de la maduración de los frutos, alcanzando su punto máximo alrededor de los noventa días, período en el cual se acumulan la mayor cantidad de nutrientes (López, 2017).

De igual forma, López (2017) menciona que Rojas y Castillo (2007) sugieren la aplicación en el cultivo de tomate en Costa Rica de 200 kg/ha de nitrógeno, 450 kg/ha de fósforo y 150 a 200 kg/ha de potasio, distribuidos a lo largo del ciclo de cultivo. También, cuando se utiliza fertilizante granulado se aconseja colocarlo alrededor de la planta y cubrirlo con tierra, así como se brinda la opción de aplicarlo en surcos junto a la planta.

Luego, durante la etapa de almácigo, se recomienda aplicar la fórmula 12-60-0 a una concentración de 2,5 gramos por litro de agua en los días 4, 8 y 12 después de la siembra. Posteriormente, se sugiere aplicar la fórmula 20-20-20 a una concentración de 2,5 gramos por litro de agua en los días 10, 14, 16, 18, veinte y 22 después de la siembra. Estas aplicaciones aportan un contenido de macronutrientes de 4400 ppm de N, 3520 ppm de P y 2900 ppm de K durante el período del almácigo (López, 2017).

Los micronutrientes se aplican en forma foliar para ser absorbidos por las hojas, utilizando fuentes de fertilizantes foliares como sales, quelatos o compuestos orgánicos, y suelen ser administrados al follaje al menos semanalmente, a veces en combinación con insecticidas o fungicidas (López, 2017).

La aplicación de nutrientes directamente a través de la nutrición foliar asegura altos rendimientos, especialmente en ciclos de cultivo cortos o cuando la absorción de nutrientes del suelo es limitada. En momentos críticos los fertilizantes foliares son una opción óptima para abordar deficiencias nutricionales. En casos de carencias de calcio o microelementos se aconseja complementar con

aplicaciones dirigidas al follaje de forma semanal (López, 2017).

Algunas deficiencias nutricionales comunes en el cultivo de tomate son:

Cuadro 2. Deficiencias nutricionales en el cultivo de tomate

Nutriente	Función	Deficiencia	Exceso	Corrección de la deficiencia
Nitrógeno	Es un componente fundamental de compuestos orgánicos esenciales como proteínas, ácidos nucleicos, pared celular y citocromos. Además, forma parte de enzimas o actúa como activador enzimático.	Síntomas incluyen amarillamiento en hojas viejas, hojas nuevas más pequeñas, tallos espesos y duros, caída de botones florales, escaso cuaje y frutos más pequeños.	Causa un crecimiento vegetativo excesivo, caída de flores, maduración irregular y afecta la producción. Puede ocasionar deficiencia de potasio o magnesio.	Aplicar nitratos (amonio, calcio, potasio), urea, soluciones N-P-K y materia orgánica para abonar a largo plazo.
Fósforo	Es parte de compuestos orgánicos esenciales como proteínas, ácidos nucleicos, pared celular, citocromos y enzimas, o actúa como activador enzimático.	Las hojas viejas muestran color púrpura entre las venas, tallos más delgados y pequeños, hojas maduras curvadas hacia abajo, pocas ramas laterales y raíces de color café.	Bloquea elementos como Fe, Zn o Cu.	Aplicar fertilizante fosforado en el fondo, como superfosfato de cal, MAP, MKP, ácido fosfórico o fosfatos naturales.
Potasio	Regulan el potencial hídrico y osmótico celular, actuando en su turgencia. Además, son componentes enzimáticos o activadores de enzimas. Mejoran la resistencia a la marchitez y enfermedades, aumentan el contenido de sólidos, sabor y licopeno en el fruto	Necrosis marginal en hojas viejas, clorosis, tallos más pequeños con internudos cortos, aborto de fruto y falta de sabor en las frutas.	Bloquea elementos como hierro, zinc, magnesio o manganeso.	Aplicar nitrato potásico, sulfato potásico o fosfato monopotásico.





Continuación del Cuadro 2

Nutriente	Función	Deficiencia	Exceso	Corrección de la deficiencia
Magnesio	Esencial en compuestos orgánicos como proteínas, ácidos nucleicos y citocromos. Actúa como enzima o activador enzimático y mantiene el equilibrio celular.	El tejido intervenal de las hojas más viejas se vuelve amarillo y blanco necrótico. Luego, las hojas se curvan hacia arriba, se necrosan y caen prematuramente. En deficiencia severa, las hojas viejas mueren, reduciendo la producción.	Dificulta la asimilación del potasio y puede inducir una deficiencia de K debido al antagonismo.	Aplicar nitratos (amonio, calcio, potasio), urea, soluciones N-P-K y materia orgánica para abonar a largo plazo.
Hierro	Forma parte de enzimas o actúa como activador enzimático, y participa en los procesos respiratorios de la planta.	Presencia de clorosis foliar y pecíolos rojos, seguidos de un amarillamiento generalizado en la planta. En casos severos, pueden aparecer manchas necróticas a lo largo del pecíolo, y las hojas se vuelven erectas, frágiles y se enrollan.	Es poco común debido a la rápida conversión del hierro soluble en compuestos insolubles para la planta.	Aplicar quelato de hierro vía foliar, en fertirrigación o al suelo.
Zinc	Promueve el crecimiento vegetativo y la formación de clorofila como activador enzimático.	Se observan anomalías en el desarrollo de la planta, como entrenudos más delgados y cortos, hojas pequeñas y gruesas, y manchas cloróticas irregulares. En deficiencia severa, las hojas mueren y caen, las flores marchitan, los frutos son pequeños y maduran prematuramente.	Tiene lugar un amarillamiento intervenal en las hojas.	Aplicar un corrector de carencias que contenga Zinc, ya sea en mezclas de Mn + Zn, o Bo + Mn + Zn.

Fuente: López, 2017

Análisis de suelo e interpretación

Los análisis de suelos son de suma importancia porque permiten tomar en cuenta la disponibilidad de los nutrientes del suelo y determinar la cantidad de nutrientes que se debe incorporar de acuerdo con los requerimientos de la planta.

$$\begin{aligned} & (\text{Aporte nutrientes del suelo}) - (\text{Requerimientos del cultivo}) \\ & = \text{Necesidad suplida por fertilizantes químicos} \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia

Las variedades de tomate pueden tener distintos requerimientos nutricionales según su potencial de rendimiento. En este sentido, es importante comunicarse con la empresa productora para obtener información precisa sobre estos requerimientos.

Algunos aspectos importantes a la hora de llevar a cabo el muestreo de suelo son:

1. Realizar un muestreo de suelo representativo, tomando muestras de diferentes áreas del campo de cultivo, recolectando submuestras a una profundidad de 15 a 30 cm, y mezclando bien para obtener una muestra compuesta.
2. Utilizar herramientas de muestreo limpias para evitar la contaminación de las muestras con residuos de otros lugares y limpiarlas antes de cada muestreo para evitar la transferencia de materiales y garantizar resultados precisos.
3. Si el campo de cultivo presenta variabilidad en cuanto a suelos, topografía o historial de cultivo, se debe considerar realizar una estratificación de la muestra. Esto permitirá un manejo más preciso y ajustado a las necesidades específicas de cada área.

A modo general, se recomienda llevar a cabo un análisis de suelo cada tres años con el propósito de evaluar varios aspectos, tales como: el comportamiento de la acidez del suelo, el desequilibrio de bases, las deficiencias nutricionales y el contenido de materia orgánica. El monitoreo del contenido orgánico permite evaluar si se ha logrado aumentar los niveles a través de la implementación de buenas prácticas, como la





aplicación de abono orgánico, la reducción de la erosión y el uso de coberturas, entre otras medidas.

La materia orgánica desempeña un papel esencial al mejorar la capacidad de intercambio catiónico en el suelo. Asimismo, su contribución a la adaptación al cambio climático es significativa, ya que incrementa la retención de agua en el suelo, lo que proporciona un suministro constante durante las sequías y refuerza la resistencia ante tormentas intensas. Además, la descomposición de la materia orgánica libera nutrientes esenciales, lo cual mejora la fertilidad del suelo y facilita la recuperación de áreas afectadas por eventos climáticos extremos. Por último, los suelos ricos en materia orgánica actúan como sumideros de carbono, retirando el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y almacenándolo en el suelo. Esta acción contribuye significativamente a la mitigación del cambio climático al reducir las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

Ahora bien, como complemento a un plan de fertilización, es posible llevar a cabo un análisis foliar con el objetivo de verificar no solo los síntomas visibles de deficiencias nutricionales, sino también la escasez de nutrientes antes de que se manifiesten en las hojas. Este análisis contribuye a determinar la capacidad relativa del suelo para suministrar los nutrientes, entre otros aspectos importantes. En el caso del tomate, López (2017) recomienda tomar muestras de las hojas con pecíolos más recientes y totalmente abiertas, ubicadas bajo el racimo de la última flor abierta, tomando de quince a veinte muestras a mitad de la floración en el punto de crecimiento de la tercera y cuarta hoja de la planta, para complementar la fertilización del suelo.

Experiencias de campo en la Región Chorotega, videncian buenos resultados cuando se realiza un análisis químico completo que incluye la evaluación de componentes como el azufre y la materia orgánica. Se busca mantener una proporción de nitrógeno nítrico/amoniaco de 70-30 para asegurar la calidad óptima del producto final.

Un análisis de suelo proporciona información precisa sobre los nutrientes presentes en el suelo y sus niveles. Esto permite una fertilización más precisa y eficiente, lo que evita la aplicación excesiva de fertilizantes químicos. Además, la reducción de la sobreutilización de fertilizantes contribuye a la mitigación del cambio climático, ya que disminuye la

liberación de óxido nitroso (N₂O), un potente gas de efecto invernadero, al ambiente.

Uso de fertilizantes y enmiendas

Enmiendas

Una enmienda agrícola se refiere al uso de un producto que se añade al suelo con el propósito de corregir o mejorar aspectos químicos, biológicos o físicos, para así mejorar las condiciones generales del suelo.

La acidez que representa un riesgo significativo para la producción agrícola está relacionada con la presencia de aluminio intercambiable con carga +3, la cual suele encontrarse en niveles de pH por debajo de 5.5 (Arévalo et al., 2009).

Es importante destacar que el pH del suelo no es el único factor que puede afectar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Los nutrientes también interactúan entre sí en el suelo, lo cual puede influir en su disposición para las plantas (FAO, 2013).

Ante ello, se recomienda llevar a cabo un análisis del suelo para evaluar su composición química y física, incluyendo el pH y los niveles de nutrientes. Con base en estos resultados, se determinará la enmienda necesaria y la cantidad apropiada para corregir la acidez. Este enfoque personalizado previene problemas como la sobreaplicación y asegura que la incorporación de enmiendas se realice de manera efectiva dentro del plan general de manejo del suelo y cultivo, con lo cual se optimizan las condiciones para el crecimiento de las plantas.

A continuación, se presenta una descripción de algunas enmiendas cálcicas utilizadas en la producción de tomate:

Cal agrícola: la incorporación del carbonato de calcio en el suelo debe llevarse a cabo antes de la siembra del cultivo, y el momento preciso dependerá del nivel de acidez del suelo determinado mediante un análisis previo. Para lograr el efecto deseado es fundamental aplicar la cal de 2 a 4 meses antes de establecer el cultivo, teniendo en cuenta la solubilidad del producto utilizado (Arévalo et al., 2009).

Cal dolomita: es un tipo de cal que contiene carbonato de calcio y carbonato de magnesio en proporciones variables. Se utiliza en el cultivo de tomate con varios propósitos, como ajustar el pH del suelo, aportar calcio y magnesio, y mejorar la estructura del suelo. Estos beneficios pueden favorecer el crecimiento de las plantas al corregir la acidez del suelo,





proporcionar nutrientes esenciales y mejorar la retención de agua y nutrientes en el suelo.

Compost o bocashi: la función principal atribuida a las enmiendas orgánicas es la incorporación de materia orgánica en el suelo, con el propósito de generar humus y mejorar la fertilidad del suelo. Los factores que influyen en el proceso de compostaje o elaboración de bocashi son principalmente la naturaleza de los residuos biodegradables y los microorganismos involucrados, el tamaño de las partículas, la temperatura y el pH del proceso (INTA, 2019). Estos pueden ser aplicados al momento de la siembra y durante el ciclo de producción de forma fraccionada en el contorno de la base de la planta.

Tanto el bocashi como el compost son productos orgánicos beneficiosos; el bocashi se caracteriza por ser un compost mejorado que incorpora microorganismos eficientes y materiales fermentados, mientras que el compost tradicional es una mezcla de materiales orgánicos descompuestos. Mientras que el compost puede estar listo para su uso en aproximadamente 2 a 6 meses, el bocashi, debido a su proceso de fermentación, puede estar listo en un tiempo más breve, generalmente de 2 a 4 semanas. Es importante tener en cuenta estos tiempos al planificar y aplicar enmiendas, lo cual optimiza los beneficios para el cultivo.

Biochar: se trata de un material rico en carbono que se obtiene a través de la descomposición termoquímica de residuos orgánicos a temperaturas que oscilan entre los 300 y 700 grados Celsius, en ausencia de oxígeno (proceso de pirólisis). El empleo de este material tiene la capacidad de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo (INTA, 2019).

Vermicompost o lombricompost: se obtiene a través de la digestión por lombrices de materiales orgánicos, principalmente estiércol. Entre los desechos de estiércol utilizados se encuentran los provenientes de conejos, caballos y cabras. Además, se puede emplear broza de café y residuos vegetales para este propósito (MAG, 2014).

Fertilizantes

La absorción de nutrientes depende de varios factores, como la variedad del cultivo, la fecha de siembra, las condiciones del suelo (que están vinculadas al análisis del suelo) y el entorno. Para lograr un cultivo óptimo y minimizar la contaminación ambiental es esencial que se suministren los nutrientes en el momento preciso en que las plantas los necesitan. Esto es particularmente crucial para

los nutrientes móviles, como el nitrógeno, que pueden ser lixiviados del perfil del suelo si no son absorbidos por las raíces de las plantas (Arévalo et al., 2009).

Abonos orgánicos utilizados

Entre los principales abonos orgánicos utilizados para la producción de tomate se encuentran:

1. **Microorganismos de Montaña (MM) sólido:** los Microorganismos de Montaña (MM) incluyen hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos beneficiosos que habitan en suelos de montañas, bosques, parras de bambú y áreas sin agroquímicos. Se recolectan en la montaña, donde se han multiplicado de manera natural en la materia orgánica. La recolección se realiza con cuidado, evitando perturbar el entorno. Se retiran las hojas recién caídas y se toman las degradadas en el suelo por los microorganismos. Es crucial recolectar en distintas áreas para garantizar una variedad de cepas de microorganismos.

Elaboración MM sólido (estañón 200 litros)

Materiales:

1. 1 galón de melaza o azúcar (1 balde) más un galón de agua sin cloro.
2. 40 kg semolina de arroz (1 saco) (o concentrado animal o caña de azúcar picado).
3. 150 kg de tierra de montaña (3 sacos).
4. 1 estañón plástico 200 litros con tapa hermética.

Preparación:

Colocar una capa de 10 cm de tierra de montaña más un saco de semolina, más melaza (regadera), luego mezclar materiales. Agregar agua hasta que quede con un 40 % de humedad (prueba del puño). Introducir poco a poco la mezcla en un estañón y pisonearlo bien para sacar aire de la mezcla. Una vez lleno y finalizado el pisoneo, tapar herméticamente. Guardar a la sombra por unos 30 días (según zona).

Aplicación:

Este MM sólido lo vamos a ocupar para hacer MM líquido. Este MM sólido se puede almacenar por 1 o 2 años. Se puede estar sacando porciones de 8-10 kg MM sólido para elaborar 200 litros de MM líquido.

Fuente: MAG, 2017.





- 2. Microorganismos de Montaña (MM) líquido:** la reproducción de microorganismos de montaña en medio líquido se lleva a cabo para incrementar la cantidad de microorganismos benéficos reproducidos en medio sólido. Sirve de base para enriquecer los biofermentos y otros abonos foliares, incluidos los extractos de hierbas.



MM Líquido (estañón de 200 litros)

Materiales:

- 1.** 6–8 kg de MM sólido.
- 2.** 1 galón de melaza o 5 kg de azúcar en agua.
- 3.** 200 l de agua sin cloro (de río o de lluvia).
- 4.** Estañón plástico de 200 litros.
- 5.** 1 saco limpio.

Preparación

Se agrega 6–8 kg de MM sólido al saco, se amarra, se introduce el saco en el estañón con 200 litros de agua mezclado previamente con un galón de melaza. Tapar con una tela para que no entren insectos. Guardar bajo sombra por unos 15 días.

A los 4 días se forman hongos, a los 8 días se forman bacterias y a los 15 días se forman levaduras. Después de 15 días se puede aplicar al campo. Una vez que se ha activado el MM líquido se puede pasar el saco con MM sólido a otro estañón con melaza y agua para activar otros 200 litros de MM líquido.

Aplicación

En hortalizas se puede aplicar semanalmente al suelo y vía foliar, 1 a 2 litros/ bomba de 18 litros. Controla enfermedades y plagas, y acelera el crecimiento de plantas y frutos.

Se puede aplicar 50 % – 100 % puro al suelo para controlar hongos.

Remojar semillas con MM para acelerar la germinación.

Fuente: MAG, 2017.



- 3. Bocashi:** abono orgánico que se prepara mediante un proceso de fermentación controlada, en el que los microorganismos descomponen la materia orgánica y la convierten en un abono rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos.



Abono Tipo Bocashi (aprox. 28 qq), receta base.

Materiales:

1. 10 sacos de gallinaza, cerdaza o boñiga (Deben estar secas), etc. (Fuente de NPK).
2. 6 sacos de bagazo de caña o cascarilla de arroz (fibra) o cascarilla de café.
3. 40 litros MM líquido activado o 10 kg MM sólido (2 baldes).
4. 6 sacos de ceniza o carbón molido o carbón de granza de arroz.
5. 20 litros de melaza, miel o azúcar (energía).
6. 2 sacos de arena de tajo o de río (minerales).
7. 2 sacos de Bocashi viejo (si hay disponible como potenciador).
8. 1 saco de semolina de arroz o alimento animal o harina de maíz, etc.

Preparación

Cascarilla de arroz primero, más ceniza, más arena, más gallinaza, más melaza, más otros elementos, se mezclan bien y se humedece con MM y la melaza. Usar lona o plástico para evitar contaminación. Humedecer hasta hacer prueba del puño, que se haga un terrón en la mano. Introducir la mezcla en sacos limpios. Se apilan acostados en pellets para mejor aireación. Se deja fermentar unos 22 días, aunque esto depende del clima. En zona caliente tarda 10 días el proceso, mientras que en el valle central puede tardar 22 días. En la zona más fría es probable que dure un mes. La temperatura promedio debe andar en 50 a 60 grados. Si se va usar para almácigo es mejor dejarlo reposando unos 5 meses, para que no queme la semilla.

Aplicación

Abono rico en microorganismos y nutrientes. En hortalizas de hojas se aplica de 1 a 3 puños por planta (De 2 a 3 t por ha). En caso de tomate y chile dulce, aplicar unos 100 gramos por planta y repetir cada 15 o 22 días.

Fuente: MAG, 2017.

4. **Compost:** abono orgánico producto de la descomposición controlada y natural de materiales orgánicos, como restos de comida, hojas, ramas, papel y otros desechos vegetales.





Ocho pasos para elaborar un compost

1. Escoger un buen lugar.
2. Tener listos los materiales, algunos habrá que picarlos.
3. Primera capa con residuos de cosechas y otras plantas – 15 – 20 cm de espesor. Segunda capa – estiércol – unos 10 cm. Luego una capa fina de cal o de microorganismos. Repita con capas de diferentes materiales hasta que se acaben. No sobrepasar la altura de 1.5 m.
4. Humedezca uniformemente (si tiene melaza aproveche y la incorpora).
5. Coloque respiraderos.
6. Cubra el montón con hojas secas, sacos o manteado. Déjelo reposar por tres semanas.
7. A las tres semanas voltee el montón uniformemente y vuélvalo a cubrir.
8. Cinco semanas después se vuelve a voltear. Se cubre de nuevo y se deja hasta completar 4 meses (8 semanas más).

Fuente: MAG, s.f.



El aumento de la temperatura en la elaboración de compost es esencial para acelerar y optimizar el proceso de descomposición de materiales orgánicos. Este aumento favorece la actividad de microorganismos beneficiosos, tales como bacterias y hongos, que descomponen la materia orgánica de manera más eficiente a temperaturas elevadas. Además, la generación de calor contribuye a la eliminación de patógenos y semillas de malas hierbas, mejora la calidad del compost al permitir una descomposición más completa, y reduce olores desagradables al mantener condiciones aeróbicas en el montón de compost. En última instancia, el compostaje a temperaturas más altas produce un compost de mayor calidad.

De modo que, para aplicar compost al suelo de manera efectiva se prepara el suelo, eliminando malezas. Luego, se determina la cantidad de compost necesaria según un análisis de suelo. Así pues, se distribuye uniformemente una capa de 2 a 4 pulgadas sobre la superficie y seguidamente se incorpora el compost mediante labranza ligera. Por último, se riega bien después de la aplicación y se espera



unas semanas antes de plantar para permitir que el compost se integre al suelo.

5. Biofermento de fósforo: producto que se obtiene de la fermentación de microorganismos beneficiosos, como bacterias y hongos, que tienen la capacidad de solubilizar el fósforo inorgánico y convertirlo en una forma asimilable por las plantas.

Biofermento de fósforo (estañón de 100 litros)

Materiales:

1. Estañón de 100 litros 6 kg sábila.
2. 1 galón de leche (suero).
3. 1 balde pasto fermentado (20 litros).
4. 1 galón de melaza.
5. 20 litros de MM líquido activado.
6. 5 kg de roca fosfórica o sulfato monopotásico.
7. 4 kg flor de azufre.
8. Agua sin cloro (agua de pozo, de río o llovida) para rellenar estañón.

Preparación

Mezclar ingredientes en el estañón, tapar herméticamente, poner manguera y botella con agua, para que salgan gases. En 15 días estará listo para usar.

Aplicación

Fertilizante líquido y tiene propiedades de fungicida.

En hortalizas: aplicar 300 cc / bomba de 18 litros o 20 Litros. Cada 10 días. Se puede aplicar vía foliar, por goteo, o drench a la raíz.

Según el Ingeniero Jorge Garro del INTA, en cultivos como papa, tomate y chile dulce, se recomienda aplicar dos veces por semana. Para el follaje, la dosis sugerida es de 1 litro por bomba de 18-20 litros, mientras que para el suelo se aconseja aplicar 10 litros por bomba de 18-20 litros.

Fuente: MAG, 2017.

6. Biofermento de engruese: fermento enriquecido con sales minerales para asegurar un adecuado desarrollo de frutos y hortalizas.





Biofermento de engruese (estañón de 100 litros)

Materiales:

1. Base biofermento 1 más sulfato que se necesite según análisis de suelo: 8 kg de sulfato monopotásico (fósforo y potasio).
2. 4 kg de ácido bórico (Boro).
3. 3 kg Sulfato de Magnesio.
4. 3 kg de Silicio (arena o cenizas de cascarilla de arroz).
5. 1 galón de melaza.

Preparación

Se dejan 4 días la base 1 (tapado con manguera y botella con agua) sin aire. Luego, se mezcla con los minerales: fósforo, potasio, boro, magnesio y silicio, y se deja fermentar 15 días más.

Aplicación

Se debe aplicar después de etapa de floración en caso como cultivos de tomate y chile dulce, para ayudar al engruese de los frutos.

1. Dosis hortalizas: 300 cc / bomba 18-20 litros (Vía foliar y al suelo).

Fuente: MAG, 2017.



7. Abono foliar: a base de pasto tierno (enzimas).

Abono foliar a base de Pasto tierno (enzimas)

Materiales

1. 20 kg de hojas de pasto tierno (espinaca, kale, brócoli, poro u otra leguminosa).
2. 200 litros de agua.
3. 1 galón de melaza.

Preparación

Picar 20 kg de hojas, mezclarlas con 200 litros de agua y añadir 1 galón de melaza. Permitir la fermentación de manera aerobia o anaerobia durante 8 a 15 días. Después de este período, filtrar la mezcla y almacenar en recipientes oscuros, ya que la luz directa puede afectar la flora microbiana.

Aplicación

Utilizar como abono foliar y para el suelo en cultivos, proporcionando nitrógeno, enzimas, vitaminas, microorganismos benéficos, lactobacillus y otros minerales. Se recomienda aplicar al 10 %, es decir, 2 litros por bomba de 20 litros en hortalizas de hojas. En tomates y chiles dulces se puede duplicar la dosis, llegando a 4 litros por bomba de 18–20 litros, según las experiencias de Juan José Paniagua (Zarcero, 2012) y las observaciones de Rolando Tencio en huerta casera (2013–2023).

Fuente: MAG, 2017.

Si bien es cierto que este tipo de productos aportan nutrientes al suelo, es crucial destacar que su composición nutricional puede variar según las materias primas empleadas. Por este motivo, es esencial llevar a cabo análisis específicos para determinar su contenido exacto.

Se recomienda además realizar pruebas que permitan evaluar la efectividad de estos abonos en la fertilización de cultivos, así como su impacto en la calidad del suelo y la salud de las plantas. Estas pruebas proporcionan información valiosa sobre la dosificación adecuada y los posibles beneficios adicionales, como la mejora de la estructura del suelo y la reducción de la dependencia de fertilizantes químicos.





Riego

Un buen manejo del riego no solo es esencial para maximizar la productividad agrícola, sino que desempeña un papel crucial en la adaptación a las condiciones climáticas cambiantes y en la preservación de los recursos hídricos y naturales, porque:

1. Permite adaptarse a la escasez y variabilidad del agua debido a condiciones climáticas como sequías e inundaciones.
2. Asegura el suministro constante de agua a los cultivos en sequías, protegiendo cosechas y brindando seguridad alimentaria en zonas vulnerables.
3. Reduce el estrés hídrico en plantas, crucial en regiones calurosas y secas.
4. Aumenta la productividad y asegura la alimentación.
5. Previene la erosión y la salinización, conservando el suelo y la sostenibilidad de la agricultura a largo plazo.

Tipos de riego recomendado

En la producción de tomate se utilizan diversos tipos de riego, y uno de los más destacados es el riego por goteo, lo cual es un sistema presurizado en donde el agua se conduce y distribuye a través de conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico, se considera un riego localizado, ya que humedece un sector de volumen de suelo adecuado para el desarrollo del cultivo. También, se le llama de alta frecuencia, lo que permite regar de una a dos veces al día, todos o algunos días, dependiendo del tipo de suelo y las necesidades del cultivo (Liotta, 2015).



Entre las ventajas y desventajas del riego por goteo, se encuentran las expuestas en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Ventajas y desventajas del riego por goteo.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Importante ahorro de agua. • Mantenimiento constante de niveles de humedad en el suelo. • Posibilidad de fertiirrigación para ahorro de fertilizantes y mano de obra. • Aplicabilidad de otros productos. • Control efectivo de malas hierbas. • Menor consumo energético. • Reducción de mano de obra. • Facilidad de automatización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Susceptibilidad a la obstrucción de los emisores. • Mayor costo de instalación en comparación con otros sistemas de riego. • Necesidad de mantener una presión adecuada. • Posibilidad de acumulación salina en el suelo, requiriendo riegos adicionales para eliminar las sales. • Se requiere de conocimientos básicos para llevar a cabo la instalación.

Fuente: Salinas et al, 2010.

En regiones donde el suministro de agua es limitado es posible lograr un aumento significativo en la producción utilizando la misma cantidad de agua que se empleó en otros sistemas.

Ahora bien, para su instalación, se requiere el uso de cintas de riego autocompensadas (presión es igual a lo largo de toda la cinta), verificar el volumen de agua y la distancia entre los goteros, asegurándose de que estén cerca de las plantas. Durante la temporada de verano, muchos agricultores optan por utilizar una doble manguera de riego para aumentar el área de cobertura (Quirós, 2021). Por tales razones, se requiere una inversión elevada debido a la cantidad significativa de emisores, tuberías y equipamiento especial en el sistema de riego. No obstante, el aumento relativo de los costos en comparación con otro sistema de irrigación es justificado por los beneficios en términos de eficiencia y productividad.





De igual forma, para optimizar la eficiencia del riego es esencial considerar las condiciones ambientales, tales como: el clima, el tipo de suelo, el estado del cultivo y las necesidades de las plantas. Además, resulta crucial minimizar las pérdidas de agua mediante inspecciones periódicas de los tubos, conexiones y empaques, así como llevar a cabo el mantenimiento adecuado de los equipos de riego para prevenir fugas y obstrucciones.

En relación con lo anterior, es esencial establecer un programa de riego que se adapte a las necesidades del cultivo y al clima local. En este sentido, es importante abordar tres aspectos clave: la cantidad, la frecuencia y el momento adecuado para el riego. Variables como la tasa de evapotranspiración del cultivo, el estado de desarrollo de las plantas y la textura del suelo deben ser consideradas en el cálculo del riego. También, es fundamental determinar la densidad del suelo, la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente para diseñar un sistema de riego efectivo (Chavarría, 2020).

Luego, para evaluar la disponibilidad de agua en el suelo se recomienda el uso de tensiómetros. Estos dispositivos se instalan en el área de riego a una profundidad que coincide con la ubicación de la mayoría de las raíces activas, lo cual facilita la determinación del nivel de pérdida de agua en el suelo. Además, se dispone de otros equipos, como el Sistema de Monitoreo Remoto de Humedad del Suelo, que proporciona información en tiempo real e histórica sobre las condiciones de humedad en los cultivos. Esto capacita a los agricultores para tomar decisiones efectivas en cuanto al riego (Veto, s.f.).

Los mejores rendimientos en el cultivo de tomate se logran al realizar el riego cuando los tensiómetros, situados a una profundidad de 25 cm a 50 cm, marcan entre 50 y 70 centibares. Durante la etapa de floración, el cultivo de tomate es particularmente sensible al estrés hídrico, lo que puede afectar significativamente el rendimiento (López, 2017). La falta de agua en el cultivo de tomate conduce a una disminución en el crecimiento de las plantas y a una reducción en la absorción de calcio, lo cual genera desequilibrio por deficiencia de calcio. Esto afecta la floración, pudiendo resultar en la pérdida de algunos racimos. En contraste, el exceso de riego provoca la muerte de las raíces y ocasiona retrasos tanto en la floración como en el desarrollo de los frutos (López, 2017).

En algunas fincas, también se utiliza mulch, que puede ser orgánico o inorgánico, alrededor de las plantas de tomate. Esta práctica beneficia al mantener la humedad del suelo, lo que reduce la evaporación y disminuye la necesidad de riego frecuente.

Según Ruiz et al. (2022), el uso de acolchados, como la corteza de árbol, reduce la evaporación y mejora la retención de humedad en el suelo. Este método aumenta el contenido de humedad en un 30 % durante un período prolongado. Además, la descomposición lenta de la relación carbono-nitrógeno con el aserrín conserva la humedad, lo cual genera aumentos notables del rendimiento en cultivos como arándanos, fresas y rododendros (azaleas) en un rango del 35 % al 79 % (Chopra et al., 2020).

En la Región Chorotega, se estima que todo el ciclo requiere de 4000 a 6000 metros cúbicos por hectárea, distribuidos a lo largo de los 160 días del ciclo, para un sistema de riego por goteo.

Figura 10. Práctica instalación riego por goteo



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Fertirriego

El fertirriego se refiere al método de aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego. Entre sus beneficios se encuentran: aplicación uniforme de fertilizantes y la capacidad de ajustar la cantidad de agua y nutrientes según las necesidades específicas del cultivo. De esta manera los fertilizantes empleados suelen ser de forma sólida o líquida.





En el caso de los sólidos es necesario que sean altamente solubles en agua y presenten concentraciones óptimas de nutrientes.

Al respecto, Molina (2016), mencionado por López (2017), señala que los fertilizantes nitrogenados incluyen el nitrato de amonio, el nitrato de calcio, el nitrato de potasio y la urea. Aquellos que contienen fósforo comprenden el ácido fosfórico y el fosfato monopotásico. Los que aportan potasio son el sulfato de potasio y el nitrato de potasio.

Los fertilizantes ricos en magnesio abarcan el sulfato de magnesio y el nitrato de magnesio. Además, se emplean otros fertilizantes en el fertirriego, como el sulfato de zinc, el sulfato de manganeso, el sulfato de cobre, el ácido bórico y el molibdato sódico, entre otros.

Calidad del agua

En relación con la calidad del agua es fundamental asegurarse de que el agua utilizada para el riego no provenga de fuentes contaminadas por vertidos de aguas residuales y productos químicos. Además, se debe evitar el uso de agua potable destinada al consumo humano para actividades de riego. También, es aconsejable evitar que la toma de agua del tanque de almacenamiento o reservorio se encuentre en la parte inferior, ya que esto podría ocasionar la remoción de lodo y aumentar el riesgo de contaminación física, química y biológica.

Si la calidad del agua no es adecuada o se desconoce, es esencial buscar fuentes alternativas de agua para evitar la contaminación, o tomar medidas correctivas como la filtración o cloración. Además, se deben incorporar filtros en el equipo de riego para evitar la presencia de contaminantes físicos, como semillas transportadas por el agua, que podrían afectar a las plantas de tomate.

Ahora bien, para evaluar el impacto de la actividad agrícola y el uso de plaguicidas, se recomienda ejecutar análisis semestrales del agua fuente para detectar posibles residuos de plaguicidas utilizados en la actividad. Estos análisis no solo ofrecen información sobre la presencia de residuos químicos, sino también sobre el carácter salino del agua y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Sobre este asunto, se sugiere el uso de pH-metro y conductímetro, dado que estos instrumentos no solo representan herramientas indispensables para evaluar el pH del suelo y la conductividad

eléctrica del agua de riego, sino que también desempeñan un papel crítico en la toma de decisiones informadas para optimizar la producción de cultivos.

Además, con el fin de evaluar el impacto de la actividad agrícola y el uso de plaguicidas, se sugiere aplicar un análisis semestral de la fuente de agua para detectar la presencia de residuos de plaguicidas utilizados en la actividad.

Por último, es aconsejable llevar a cabo inspecciones regulares del sistema de riego y sus componentes, siguiendo un plan de mantenimiento preventivo detalladamente documentado. Debe mantenerse un registro que incluya la fecha del riego, la cantidad de agua empleada y las revisiones periódicas del sistema de riego junto con sus componentes.

Conservación del agua

La conservación del agua en las fincas es esencial para adaptarse a los desafíos que plantea el cambio climático, garantizar la disponibilidad de agua para la agricultura y preservar los ecosistemas locales. A continuación, se presentan algunas prácticas que pueden contribuir a la conservación del agua en las unidades productivas.

- Implementar un plan de conservación y repoblación de especies de árboles y plantas autóctonas en las áreas de la finca que dispongan de pozos o afloramientos de agua, con el objetivo de preservar estas fuentes hídricas.
- Es esencial salvaguardar los árboles en las orillas de los ríos si la finca limita con uno. Debe respetarse la distancia establecida entre la ribera del río y el cultivo. Asimismo, se recomienda crear una barrera vegetal para prevenir la erosión y el arrastre de sedimentos al río durante las precipitaciones. Estas medidas contribuyen a preservar las fuentes de agua y fomentar la reforestación con plantas que atraen aves, las cuales actúan como controladores de insectos y polinizadores, lo que genera un impacto positivo en el medio ambiente.
- Implementar sistemas de cosechas de agua con el propósito de almacenarla y utilizarla durante los períodos secos. Esta práctica disminuye la necesidad del riego convencional y optimiza el aprovechamiento del agua disponible, lo cual constituye una alternativa climáticamente adecuada en regiones con escasez hídrica.





Por su parte, algunas técnicas de cosecha de agua que se pueden aplicar para el cultivo de tomate son:

- **Captación de agua de lluvia en techos o superficies impermeables:** implica la instalación de sistemas de recolección de agua en techos y superficies impermeables. El agua recolectada puede ser almacenada en tanques y utilizada para el riego de tomate durante los períodos secos (JICA, 2015).
- Se pueden emplear otras estrategias para recolectar agua, aprovechando las áreas techadas de la casa, bodegas o invernaderos. En estos casos, se ajusta el desagüe de la canoa y se dirige hacia recipientes, como tanques de 1500 litros o tanques de agua.
- Existen reservorios semitechados que pueden captar volúmenes considerables de agua. También es posible crear un sistema portátil de recolección de agua utilizando un estañón y una lámina en un extremo para captar agua. Otra práctica de bajo costo implica el uso de lonas de forma triangular sujetadas por árboles o estacas, recolectando el agua en pichingas de 5 galones (JICA, 2015).
- **Estanques:** son reservorios de agua que se realizan excavando el suelo, el cual se cubre con un plástico para evitar la infiltración. La ubicación ideal para un estanque es una depresión natural ancha y plana con una garganta estrecha en el extremo inferior, que permite embalsar el agua con una represa transversal (MAG, 2010). El uso de la topografía para establecer un estanque permitirá reducir los costos de forma considerable.

En los cantones de Hojancha y Nicoya se han llevado a cabo experiencias de cosecha de agua. La mayoría de los sistemas de captación de agua se han construido mediante excavaciones en el suelo y recubrimientos con geomembranas. Estos reservorios tienen como objetivo principal hacer frente al déficit hídrico y la necesidad de irrigación en los cultivos agrícolas, causados por la escasez de agua asociada a fenómenos como la fase cálida del ENSO o El Niño, eventos de aridez estacional fuertes y sequías (UNA, 2020).

Las instalaciones de almacenamiento de agua deben estar construidas de tal forma que se evite el riesgo de desplome y el eventual daño a infraestructuras aguas abajo. Deben permanecer limpias y protegidas de fuentes

externas de contaminación química, biológica y física (por ejemplo, la malla de protección perimetral con acceso restringido); además, de permitir una fácil conducción del agua hacia el cultivo.

Implementar sistemas de reciclaje y reutilización de agua en la finca, como la captación y filtración de agua de drenaje, para minimizar las pérdidas y optimizar el uso del recurso hídrico.

Tutorado o amarre

El tutorado, también conocido como amarre, implica guiar la planta en una dirección vertical mediante técnicas como la poda, con el propósito de mejorar la productividad, la aireación de la planta y la calidad de los frutos.

En la construcción de la espaldera, o tutorado, es importante utilizar postes que sean económicos, fácilmente disponibles y prácticos. Se pueden emplear materiales como reglas sobrantes de aserraderos, bambú, caña brava o caña india, eligiendo aquellos que sean más adecuados para las necesidades del productor. En nuestra región, la caña india suele ser una elección popular.

Es importante enterrar los postes a una profundidad de al menos 40 cm o 50 cm en el suelo, asegurando así una base sólida y estable. Este paso es esencial para prevenir cualquier movimiento o colapso de los postes debido a las condiciones climáticas o al peso de las plantas (López, 2017).

Los postes se deben de colocar en el centro de cada lomillo o cama, con una distancia entre ellos de 2.5 m a 3 m. Es importante asegurarse de que los postes estén alineados correctamente y que proporcionen un soporte adecuado a las plantas. Debe asegurarse de que los postes tengan una altura aérea de al menos 2.5 m, para proporcionar un soporte suficiente a las plantas de tomate en su crecimiento vertical (López, 2017).

La función principal de la amarra para plantas es mantenerlas en posición vertical para prevenir dobleces, roturas o daños ocasionados por el peso, el viento o el maltrato. Se emplea un mecate tomatero para sujetar horizontalmente los tutores o postes, iniciando a una altura de 60 cm desde la base de la planta. A medida que la planta crece, se añaden hiladas





de mecate tomatero, que funcionan como una especie de espaldera para el cultivo de tomate (López, 2017).

Para ello, se utiliza rafia, hilo o hebra tomatera para atar la planta al mecate tomatero, con lo cual se evita la tensión excesiva para prevenir estrangulamientos. El número de hileras de mecate depende del tipo de crecimiento de la planta: tres o cuatro para crecimiento indeterminado y una o dos para crecimiento determinado. Esta tarea debe realizarse temprano para prevenir dobleces en la rama o el tallo principal (López, 2017).

Así mismo, es crucial llevar a cabo inspecciones regulares para evaluar la estabilidad de los postes y su capacidad para sostener el crecimiento de las plantas. En caso de detectar problemas, es importante realizar las reparaciones o reemplazos necesarios de manera oportuna.

Poda

Es una práctica que controla el desarrollo de la planta, limitando el número de tallos y la cantidad de frutos. Esto resulta en una mayor precocidad y frutos más grandes, con mejor cuajado y calidad. Según López (2017) en tomate se pueden realizar diferentes tipos de poda, lo cual a continuación se detalla:

- **Poda de formación:** es esencial para cultivares de crecimiento semideterminado e indeterminado, realizándose entre los 20-30 días después del trasplante. Se selecciona uno, dos o tres ejes por planta, siendo común conservar dos para formar una estructura en V. Esta práctica implica eliminar los primeros tallos laterales y las hojas más viejas por debajo del primer racimo floral y favorece la ventilación de la planta, simplifica el aporque y la aplicación de agroquímicos, y tiene impacto en el tamaño de los frutos.
- **Poda de brotes axilares o destallado:** consiste en eliminar yemas axilares, busca mejorar el desarrollo del tallo principal. Normalmente se realiza cada 15 días, junto con la aplicación de un fungicida-bactericida para prevenir la entrada de patógenos a la planta.
- **Poda de hojas o deshojado:** es la eliminación de hojas viejas o enfermas para mejorar la ventilación, reducir la humedad y prevenir la propagación de patógenos. En

variedades frondosas, se puede deshojar en la zona media de la planta, pero se debe evitar quitar más de tres hojas por encima del racimo de frutos para evitar el estrés en la planta.

- **Poda apical o despunte:** consiste en cortar la parte superior del tallo en cultivares de crecimiento indeterminado para detener el crecimiento vertical y mejorar el tamaño de los frutos. Se realiza entre el sexto y octavo racimo floral, dejando dos o tres hojas arriba de la última inflorescencia para sombra, nutrición del ramo y protección del fruto contra el sol. La aplicación depende del cultivar, las condiciones climáticas, el desarrollo y vigor de la planta, así como las exigencias del mercado.

Aporca

La aporca es una práctica que se lleva a cabo posterior a la poda de formación con el propósito de estimular el crecimiento de raíces. Implica cubrir la base de la planta con suelo, sustrato o abono orgánico. Es esencial evitar cualquier daño a los tallos y raíces, ya que las heridas podrían facilitar la entrada de patógenos.

Es importante destacar que las fincas que optan por injertos, debido a problemas de patógenos en el suelo, como *Ralstonia solanacearum*, han dejado de llevar a cabo esta práctica. Esto se debe a que, al entrar en contacto con el suelo, la copa tiene la posibilidad de brotar.

Control de plagas y enfermedades

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una práctica agrícola esencial para adaptarse al cambio climático. Al basarse en la comprensión de los ecosistemas agrícolas, permite a las personas agricultoras, extensionistas o interesadas, tomar decisiones flexibles frente a las variaciones climáticas.

Además, al promover métodos de control biológico, cultural y físico, reduce la dependencia de pesticidas químicos, minimizando los impactos ambientales y en la salud. También, fortalece la seguridad alimentaria y la resiliencia de la agricultura al conservar la biodiversidad y mejorar la resistencia de los cultivos en entornos climáticos cambiantes.





A modo general, es el conjunto de prácticas destinadas a mantener los niveles de enfermedades y plagas por debajo de un umbral económico aceptable, empleando diversas formas de control.

En un enfoque de manejo integrado de plagas, se utilizan cinco tipos principales de control:

- 1. Control biológico:** involucra la utilización de organismos vivos, como depredadores, parasitoides o patógenos, para controlar las plagas de manera natural.
- 2. Control cultural:** implica la implementación de prácticas agrícolas que modifican el entorno con el objetivo de reducir la población de plagas, tales como la rotación de cultivos o la eliminación de malezas.
- 3. Control físico:** consiste en la aplicación de métodos físicos, como el uso de trampas, barreras o mallas, con el fin de evitar la entrada o dispersión de plagas.
- 4. Control etológico:** implica el uso de atrayentes químicos, ya sean naturales o sintéticos (como feromonas, trampas, cebos, repelentes e inhibidores), para controlar las poblaciones de plagas que afectan cultivos importantes económicamente.
- 5. Control químico:** implica el uso de productos químicos como medida de control. Aunque el manejo integrado de plagas (MIP) busca reducir la dependencia de productos químicos, esta sigue siendo una medida efectiva y rápida. Sin embargo, es crucial utilizar productos químicos con baja toxicidad y alta selectividad para minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud.

Se debe destacar la importancia de identificar y monitorear regularmente las poblaciones de plagas y enfermedades en los cultivos. Esto permite tomar decisiones informadas sobre las estrategias de control más adecuadas, que pueden incluir métodos biológicos, culturales, mecánicos y químicos selectivos.

Principales enfermedades abióticas

Algunas enfermedades fisiológicas o abióticas comunes en el cultivo de tomate son:

Cuadro 4. Enfermedades fisiológicas o abióticas en el cultivo de tomate

Enfermedad	Síntoma	Condiciones favorables para el desarrollo	Forma de manejo y control
Necrosis apical, pudrición distal del fruto	Esta enfermedad se manifiesta en frutos a mitad de desarrollo, ocasionando lesiones claras que se tornan café oscuro y hundidas en el ápice. Estas lesiones se agrandan y profundizan, desarrollando una pudrición seca. Puede observarse moho negro en la superficie, afectando el tejido interno sin síntomas externos.	Ocurre por deficiencia de calcio.	Utilizar variedades resistentes, aplicar fertilizantes de calcio antes de la siembra, mantener la humedad mediante riego en épocas secas o abono foliar, evitar el exceso de nitrógeno amoniacal que reduce la disponibilidad de calcio y prevenir daños en las raíces.
Agrietado, es-trellado o raya-do del fruto	Se presentan dos tipos de agrietamiento en la fruta: el agrietamiento radical, que causa ruptura en la epidermis, y el agrietamiento concéntrico, que ocurre en patrones circulares alrededor del pedúnculo. Estos agrietamientos se desarrollan durante la maduración y generan lesiones no deseables, afectando la comercialización del producto.	Estas grietas son causadas por desequilibrios hídricos, de fertilización, altas temperaturas, bajas humedades relativas y cambios bruscos de temperatura nocturna tras periodos de calor.	Utilizar variedades resistentes, garantizar riego y nutrición adecuados, y en inverna-dos, controlar cuidadosamente la temperatura para minimizar las pérdidas.
Fruto hueco	Este problema ocurre debido a fecundaciones anómalas, lo que resulta en frutos huecos.	Este fenómeno ocurre por la aplicación excesiva de fitoreguladores y debido a la temperatura.	Aplicar desestresantes como ácidos húmicos y fúlvicos.
Cara de gato	Malformaciones y cicatrices severas en el fruto, principalmente en el extremo donde se cae la flor, son comunes al final de la floración. A veces, quedan orificios que exponen los lóbulos del fruto, especialmente en frutas grandes.	Se produce por cambios bruscos de temperatura o por el herbicida 2,4-D.	Evitar altas dosis de nitrógeno en el suelo.
Quema de sol	Se manifiesta en frutos en estado verde maduro como una decoloración de la cáscara debido a la exposición al sol, resultando en falta de uniformidad en el color del fruto.	Ocurre cuando el fruto se expone al sol, principalmente durante épocas secas.	Utilizar variedades resistentes al marchitamiento, implementar un programa eficaz de aplicación de fungicidas para reducir las pérdidas por insolución, minimizar la poda y cosechar la fruta con cuidado para disminuir la defoliación y la exposición del fruto a la luz solar directa.

Fuente: López, 2017.





Principales plagas y control recomendado

Entre las plagas más frecuentes en la producción de tomate se encuentran:

Cuadro 5. Principales plagas en el cultivo de tomate

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> / <i>Trialeurodes</i> <i>vaporariorum</i>	Esta plaga afecta la planta desde la germinación hasta la cosecha y transmite virus. Los daños directos incluyen amarillamiento, debilitamiento de la planta y caída de las hojas. Los daños indirectos se manifiestan mediante la proliferación del hongo fumagina sobre la melaza excretada por la mosca blanca, causando manchas y depreciación de los frutos. Además, dificulta el desarrollo normal de la planta y puede transmitir virosis, evidenciadas por hojas terminales enroscadas, moteados o enanismo cuando el ataque es significativo.	Establecer semilleros en ambientes protegidos, limpiar arvenses (especialmente escobilla), sembrar coberturas vivas (como cubantro) para dificultar la ubicación de la mosca blanca, usar repelentes (aceite de neem, madero negro, apazote, hombre grande, sorosi y tabaco cimarrón) y aplicar entomopatógenos (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Verticillium lecanii</i>). Dentro de un manejo integrado de plagas, se pueden emplear sales potásicas de ácidos grasos, tiametoxán, pimetrozina, imidacloprid, buprofezin, piriproxiifén, entre otros.
Agrietado, estrellado o rayado del fruto	Se presentan dos tipos de agrietamiento en la fruta: el agrietamiento radical, que causa ruptura en la epidermis, y el agrietamiento concéntrico, que ocurre en patrones circulares alrededor del pedúnculo. Estos agrietamientos se desarrollan durante la maduración y generan lesiones no deseables, afectando la comercialización del producto.	Estas grietas son causadas por desequilibrios hídricos, de fertilización, altas temperaturas, bajas humedades relativas y cambios bruscos de temperatura nocturna tras periodos de calor.
<i>Spodoptera</i> <i>latifascia</i> , <i>S. sunia</i> , <i>S. eridania</i> , <i>S.</i> <i>exigua</i>	Las larvas causan defoliación al alimentarse de las hojas, destruyendo primero el envés y luego la hoja completa a medida que crecen. La destrucción de la yema apical impide el desarrollo de la planta. La presencia de estos lepidópteros se evidencia por los excrementos en la planta. También pueden afectar los frutos al masticarlos, afectando el cultivo de tomate desde la floración hasta la cosecha.	Controlar malezas, eliminar residuos de cultivos, aplicar fertilización adecuada, rotación de cultivos, utilizar plántulas sanas y variedades resistentes. Aplicar solarización en terrenos con historial de ataques de insectos. Emplear trampas con feromonas o de luz, contenedores con agua para capturar insectos adultos. Preparación adecuada del suelo, evitar colindancias con áreas de diferencias fenológicas.
Gusanos grises <i>Agrotis spp.</i>	Las larvas dañan plantas jóvenes al masticar sus cuellos, lo cual provoca la caída de plántulas. También afectan raíces y partes verdes cercanas al suelo, siendo más perjudiciales en plantas jóvenes. Pueden perforar frutos, lo que causa daños adicionales.	Implementar control biológico con depredadores como <i>Trichogramma sp.</i> , <i>Macrolophus sp.</i> , <i>Telenomus spp.</i> , <i>Trichogramma spp.</i> , <i>Apanteles spp.</i> y <i>Polystes spp.</i> Uso de bacterioplaguecidas como <i>Bacillus thuringiensis</i> o <i>Bacillus thuringiensis Var. Kurstaki</i> .



Continuación del Cuadro 5

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Joboto, gallina ciega, abejón de mayo <i>Phyllophaga sp.</i></p>	<p>Las larvas de este insecto se alimentan de las raíces de las plantas, lo que causa daño solo en el tercer estadio. Este daño se manifiesta en parches y suele ocurrir principalmente en los meses de mayo y junio, impactando considerablemente la agricultura en América Latina.</p>	<p>Eliminar malezas y plantas hospederas, así como emplear cultivos trampa como girasol (<i>Helianthus annuus</i>), maíz (<i>Zea mays</i>) y cebolla (<i>Allium cepa</i>), son prácticas recomendadas.</p> <p>Es importante tener en cuenta que la efectividad de los cultivos trampa puede variar según las condiciones específicas de la ubicación y la temporada. Asimismo, se sugiere implementar la rotación con leguminosas como estrategia para controlar el joboto.</p> <p>En primer lugar, se recomienda, en el mes de abril, con el inicio de las primeras lluvias, colocar trampas para la captura de adultos como medida para reducir la población de abejones.</p> <p>Existen diversas formas de elaborar trampas para abejones, que pueden ser con estañones, llantas, recipientes plásticos o huecos en el suelo cubiertos con plástico. Se llena la trampa con agua y jabón, y se agrega especialmente una fuente de luz, ya que los abejones son atraídos por ella. La luz violeta ha demostrado ser una de las más eficientes para este propósito.</p> <p>Se emplean insecticidas granulados, como el clorpirifós, durante la siembra para proteger las plántulas recién emergidas.</p>
<p>Gusano alfiler o Polilla del Tomate <i>Tuta absoluta</i></p>	<p>Insecto lepidóptero perteneciente a la familia Gelechiidae, que se alimenta de hojas, frutos y tallos, excavando galerías o minas, lo que causa daños severos.</p>	<p>Eliminar hojas y frutos dañados de la plantación. Recolectar frutos caídos del suelo y enterrarlos.</p> <p>Colocar 2-3 trampas por hectárea en invernaderos y 10-20 trampas por hectárea en campos abiertos ayuda a evitar la entrada de adultos en la plantación.</p> <p>Aplicación de hongos entomopatógenos como <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Beauveria bassiana</i> y/o bacterias como <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>.</p> <p>Usar insecticidas químicos como abamectina, cipermetrina, clorfenapir, entre otros.</p>





Continuación del Cuadro 5

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Áfidos o pulgones <i>Myzus persicae</i> (Sulzer), <i>M. ornatos</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Aphis gossypii</i> (Glover), <i>A. fabae</i></p>	<p><i>Aphis gossypii</i> causan daños directos, como deformaciones y abolladuras en las hojas, y daños indirectos al transmitir virus. Se alimentan de plantas jóvenes, lo cual debilita su crecimiento y causa amarillamiento del follaje.</p>	<p>Emplear mallas anti-insectos en aberturas laterales. Utilizar material vegetal sano de viveros o semilleros registrados. Colocar trampas amarillas pegajosas para monitoreo y captura de insectos. Evitar el escalonamiento de cultivos de diferente edad fenológica en el mismo lote. Eliminar residuos de cultivo. Implementar tapavientos. Recurrir a alternativas orgánicas como extracto de ajo, aceite agrícola, sales potásicas y compuestos de chile-mostaza.</p>
<p>Minador de la hoja <i>Liriomyza trifolii</i></p>	<p>Las larvas causan galerías o minas dentro de las hojas, comenzando por las viejas que se secan y caen. Los adultos son móviles y pueden encontrarse en cualquier parte de la plantación. Los primeros daños en las hojas se manifiestan como pequeños puntos similares a alfileres, tanto en las partes superiores como inferiores de la planta. Las larvas, al alimentarse del tejido foliar, crean galerías que eventualmente se necrosan, disminuyendo la capacidad fotosintética de la planta.</p>	<p>Instalar mallas antiinsectos y plástico en las aberturas laterales, eliminar malezas, usar material vegetal sano preferiblemente de viveros autorizados, colocar trampas adhesivas amarillas desde el inicio del cultivo, rotar cultivos, emplear abonos orgánicos maduros, quitar hojas de las partes bajas en ataques severos, espaciar las plantaciones en el tiempo, abonar equilibradamente para evitar vigor excesivo, limpiar los residuos de cosecha, preparar el suelo hasta 25 cm de profundidad y retrasar la poda hasta tiempo seco. Emplear productos orgánicos como extracto de ajo o aceite de neem, y controles biológicos como <i>Bacillus thuringiensis</i>. Dentro de un enfoque integrado para controlar plagas, es posible utilizar insecticidas químicos, como el metomil o la abamectina.</p>
<p>Ácaro rojo o araña roja <i>Tetranychus urticae</i> Kosh</p>	<p>Los primeros signos incluyen manchas amarillentas o punteaduras en el haz de las hojas, causadas por la extracción de savia por parte de los ácaros en el envés de las hojas. Con altas poblaciones, se puede producir desecación y defoliación, siendo más severos en los primeros estadios de la planta. El follaje afectado adquiere un aspecto blanquecino o bronceado, volviéndose pálido y seco. En el envés de las hojas se observa un recubrimiento sedoso donde los ácaros se mueven y se pueden ver telarañas. Los daños iniciados son causados por las larvas.</p>	<p>Desinfectar el suelo antes de la siembra, especialmente en áreas con historial de infestación de ácaros, eliminar malezas y residuos de cosecha, y optar por variedades resistentes. Promover el uso racional de insecticidas con azufre o abamectina. Introducir enemigos naturales como el ácaro <i>Phytoseiulus spp.</i> Realizar aplicaciones de entomopatógenos como <i>Beauveria bassiana</i>, así como de aceite de parafina, extracto de ajo, sales potásicas, azufre y compuestos de chile-mostaza.</p>

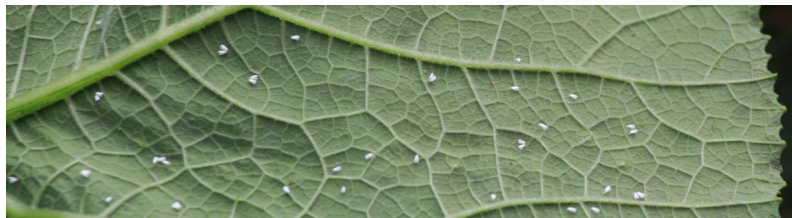


Continuación del Cuadro 5

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Trips <i>Frankliniella occidentalis</i>, <i>E. americanus</i>, <i>T. tabaco</i></p>	<p>Se nutre de plantas con flores, succionando los fluidos de estas. Actúa como portador del TSWV y se alimenta desde la base de las hojas jóvenes, lo que causa deformaciones y enrollamiento hacia arriba de las hojas. Su presencia puede retrasar la maduración de la planta.</p>	<p>Rotar cultivos, limpiar los residuos de cosecha y las malas hierbas, producir plántulas en invernaderos para evitar la entrada de trips al almacigo de tomate, emplear enemigos naturales como <i>Amblyseius sp</i> y <i>Chrysopa sp</i>, así como controladores biológicos como <i>Bacillus thuringiensis</i>, <i>Beauveria bassiana</i>, <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Verticillium lecanii</i>. Utilizar productos orgánicos como extracto de ajo, sales potásicas, compuestos de chile-mostaza, Spinosad y controlar mediante el uso de bandas pegajosas azules. En caso de usar insecticidas, hacerlo de manera racional.</p>
<p>Nemátodo de las agallas <i>Meloidogyne arenaria</i>, <i>M. incognita</i>, <i>M. javanica</i></p>	<p>Los síntomas iniciales incluyen atrofia, marchitamiento y decoloración generalizada de la planta. En las raíces se forman abultamientos o agallas debido a la transformación de los tejidos, que son claramente visibles.</p>	<p>Utilizar variedades resistentes junto con prácticas culturales que reduzcan las poblaciones de nematodos, como una adecuada preparación del suelo, rotación de cultivos, aplicación de abonos verdes y solarización antes de la siembra.</p>

Fuente: López 2017, MAG 2017, Quirós 2021 y Blanco et al 2021.

Figura 11. Presencia de mosca blanca *Bemisia s.p* en cultivo de tomate



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024





Figura 12. Daño de gusano alfiler o polilla del tomate (*Tuta absoluta*) en follaje y fruta



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024

Figura 13. Daño por minador de la hoja *Liriomyza* sp.



Fuente: Finca Luis Daniel Ureña, San Ramón.

Figura 14. Diferentes estadios de araña roja *Tetranychus urticae* Kosh



Fuente: Mainor Rojas, DNEA-AEA Zarcero, 2024

Principales enfermedades y control recomendado

Entre las principales enfermedades a tener en cuenta en la producción de tomate se encuentran:

Fungosas

Cuadro 6. Principales enfermedades fungosas en el cultivo de tomate

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Tizón tardío o apagón <i>Phytophthora infestans</i>	Esta enfermedad afecta el follaje, tallos y frutos del tomate en todas las etapas de crecimiento. Las lesiones necróticas, circulares y de color café, delimitadas por las nervaduras, presentan un halo clorótico. Además, en los frutos inmaduros se manifiestan como grandes manchas café, vítreas, de superficie y contorno irregulares.	Construir lomillos altos para prevenir el estancamiento de agua, seleccionar genotipos resistentes, practicar la rotación de cultivos (brásicas, gramíneas, cucurbitáceas, umbelíferas), aplicar una nutrición equilibrada, incrementar la distancia de siembra durante la temporada de lluvias, instalar bandas plásticas sobre el cultivo, eliminar los residuos vegetales, así como las plantas voluntarias (plantas que nacen espontáneamente a partir de residuos de cosechas anteriores) y las malezas. Usar fungicidas bajo un manejo integrado de plagas y de manera rotativa a base de cobre azoxistrobina, metalaxil + mancozeb, entre otros.
Tizón temprano o bajera <i>Alternaria alternata f. sp. lycopersici</i> , <i>Alternaria solani</i>	Esta enfermedad afecta todas las etapas del desarrollo de la planta, siendo más común durante la fructificación. Genera daños severos, manifestándose como un chancro negro en el tallo a nivel del suelo, afectando hojas, tallos, frutos y peciotos. En las hojas inferiores, se presentan manchas pequeñas circulares o angulares con anillos concéntricos. En los tallos y peciotos, las lesiones son negras, alargadas y también muestran anillos concéntricos. En los frutos, las lesiones son de color café oscuro, ligeramente hundidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo.	Realizar el control de malezas, eliminar residuos de cosecha, promover la aireación de las plantas a través de podas o reducción de las densidades de siembra. Utilizar semillas o plántulas saludables y desinfectadas, mantener bajas las poblaciones de nematodos y aplicar una fertilización adecuada, son prácticas para evitar el estrés de la planta. Además, se recomienda emplear cultivares resistentes, utilizar abonos orgánicos y practicar la rotación de cultivos con leguminosas. Se pueden utilizar en forma alterna fungicidas como ferbam o sulfato de cobre pentahidratado para el control del patógeno.





Continuación del Cuadro 6

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Podredumbre gris <i>Botrytis cinerea</i>	Infecta las plantas a través de lesiones que se manifiestan inicialmente como manchas elípticas y acuosas. Estas lesiones, en condiciones de alta humedad, crecen y desarrollan un aspecto grisáceo con moho. La infección afecta tallos, flores y frutos, lo cual genera lesiones esporuladas que pueden causar pudrición acuosa y llevar a la muerte de la planta.	Mejorar ventilación, podar y desinfectar heridas, eliminar malas hierbas y plantas infectadas, controlar niveles de nitrógeno y calcio. En invernaderos, usar cubiertas plásticas UV absorbentes, gestionar ventilación (incluida cenital) y aplicar riego preciso. Utilizar fungicidas en forma racional y en alternancia, como carbendazina y sulfato de cobre pentahidratado.
Mildiu polvoso o cenicilla <i>Leveillula taurica</i> , <i>Erysiphe orontii</i> y <i>Oldium lycopersicum</i>	Esta enfermedad afecta el follaje de la planta, comenzando con pequeñas manchas de color café amarillento en el haz de las hojas. Estas manchas se vuelven necróticas en el centro, y en el envés de la hoja se puede observar un micelio de color blanco. Con el tiempo, las lesiones pueden fusionarse, lo cual provoca que la hoja se seque y se desprenda. Además, los frutos desarrollan un tamaño reducido, lo que conlleva a una disminución en la producción.	Eliminar malezas, residuos y usar variedades resistentes con trasplantes saludables. Bajo un manejo integrado de plagas se pueden emplear fungicidas como azufre, trifloxiestrobina y carbendazina, entre otros.
Pudrición de la base del tallo <i>Fusarium solani</i>	Los síntomas pueden manifestarse en plántulas recién sembradas con decoloración rojiza a café oscuro y grietas longitudinales. Las hojas inferiores se tornan amarillas y gradualmente afectan al resto de la planta. También pueden observarse pudrición del tallo y marchitez de la planta.	Preparar el suelo adecuadamente, desinfectar herramientas, rotar cultivos, eliminar plantas enfermas y restos de cultivos, sembrar variedades resistentes, usar semilla certificada y plantas sanas, solarizar el suelo y elevar tomillos o camas de siembra para evitar encharcamiento, emplear coberturas plásticas para proteger de la lluvia y salpicaduras y utilizar fungicidas aprobados por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para cultivo de tomate.
Pudrición del cuello <i>Sclerotium rolfsii</i>	El hongo causa mal de talluelo, marchitez progresiva, pudrición de raíces, corona y frutos. Los síntomas inician en la base del tallo, se seca gradualmente y muestra micelio blanco. Estructuras circulares de color café son comunes. Los frutos pueden dañarse al contacto con el suelo.	Eliminar plantas enfermas, limpiar y desmalezar cuando las malezas son pequeñas, evitar el exceso de riego, rotar cultivos con gramíneas. Además, usar fungicidas registrados para el cultivo de tomate ante el SFE.



Continuación del Cuadro 6

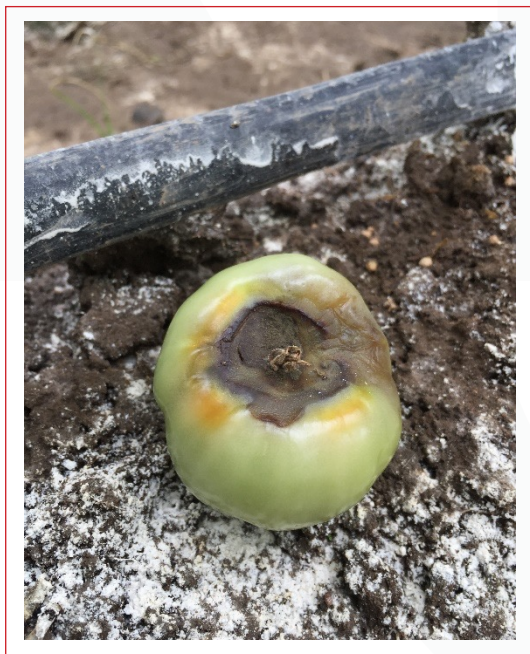
Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Marchitez <i>Verticillium</i> <i>Verticillium albo-atrum</i> y <i>Verticillium dahliae</i></p>	<p>La enfermedad provoca marchitamiento de las hojas más viejas, comenzando desde el borde de un foliolo en forma de V amarilla, que luego se vuelve café claro. Las hojas inferiores se tornan amarillas y se secan. Las plantas permanecen pequeñas y no responden a la fertilización o el riego. El hongo penetra a través de las raíces e interfiere con el transporte del agua al bloquear los tejidos vasculares.</p>	<p>Usar variedades resistentes, material sano, eliminar plantas infectadas y malas hierbas, hacer solarización.</p>
<p>Cladosporiosis o Moho de la hoja <i>Fulvia fulva</i> conocido anteriormente como <i>Cladosporium fulvum</i></p>	<p>Las lesiones, inicialmente verdes o amarillentas en el envés de las hojas más antiguas, desarrollan masas del hongo de color verde oliva a café, con una textura similar al terciopelo. A medida que progresa, las hojas inferiores se vuelven amarillas y caen. También puede infectar tallos, flores y frutas, causando daños oscuros en la parte apical de la fruta, cerca del cáliz. Es la segunda enfermedad más importante de la fruta, después de Alternaria.</p>	<p>Promover la circulación de aire y mantener la humedad relativa por debajo del 85%, emplear variedades resistentes, practicar un manejo integrado de plagas, eliminar rastrojos y seguir un programa de aplicación adecuado de fungicidas registrados para el cultivo de tomate ante el SFE.</p>
<p>Antracnosis o podredumbre negra <i>Colletotrichum coccodes</i>, <i>C. dematium</i>, <i>C. gloeosporioides</i> y otras especies</p>	<p>Causan manchas en hojas y frutos, similares a quemaduras solares, sin afectar la planta en general. La infección puede ocurrir en frutos, tallos, hojas y raíces, siendo más severa en frutos y raíces. Las frutas se infectan cuando están verdes, pero los síntomas aparecen en la madurez. Las lesiones iniciales son hundidas y circulares, con expansión y formación de anillos concéntricos. Los centros de las lesiones se vuelven pardos y se desarrollan múltiples manchas oscuras por las estructuras del hongo.</p>	<p>Evitar el riego por aspersión y el contacto de los frutos con el suelo, controlar las malezas, aplicar fungicidas desde la etapa de fruto verde hasta la cosecha, rotar cultivos con no-hospederos y prevenir lesiones en las raíces.</p>

Fuente: López, 2017 y Blanco et al 2021.





Figura 15. Daño tizón tardío *Phytophthora infestans* en tomate



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024

Figura 16. Daño por Tizón temprano o bajera (*Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*, *Alternaria solani*)



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024

Bacterianas

Cuadro 7. Enfermedades bacterianas en el cultivo de tomate

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
<p>Maya o mancha bacterial <i>Ralstonia solanacearum</i></p>	<p>Esta enfermedad obstruye los conductos de agua en los tejidos, lo que causa marchitamiento y muerte de la planta, aunque los frutos permanecen unidos. Los síntomas incluyen marchitamiento y amarillamiento de las hojas, con exudado bacteriano visible al cortar el tallo.</p>	<p>Usar cultivares resistentes y plántulas libres de enfermedades, rotar cultivos, implementar drenajes, sembrar en suelos libres de la bacteria, eliminar plantas y residuos enfermos, preferir riego por goteo, desinfectar el equipo y aplicar <i>Trichoderma</i> para combatir la bacteria.</p>
<p>Peca bacteriana/ Pringue bacterial/ Mancha negra del tomate <i>Pseudomonas syringae pv tomato</i></p>	<p>El patógeno afecta todas las partes aéreas de la planta, lo que genera manchas redondeadas en hojas y más alargadas en peciolas y tallos, que pueden fusionarse formando pústulas necróticas. Esto conduce a la caída de flores y deformación de frutos, siendo más grave en plantas jóvenes, donde puede reducir la cosecha hasta en un 75 %.</p>	<p>Evitar el agua libre sobre las plantas y promover la ventilación, realizar aplicaciones preventivas de cobre en el follaje, eliminar malezas, así como plantas y frutos enfermos, utilizar semillas sanas o desinfectadas, gestionar el riego de manera adecuada, aplicar una fertilización acorde con las necesidades del cultivo, optar por variedades resistentes y emplear riego por goteo.</p>
<p>Pudrición suave bacterial/ Necrosis de la médula <i>Pectobacterium carotovorum = Erwinia carotovora, E. chrysanthemi</i></p>	<p>Afecta a plantas jóvenes, manifestándose con hojas amarillas y daño inicial en la base del tallo, extendiéndose por los nervios principales. Tanto plantas como frutos afectados emiten un fuerte olor debido a la podredumbre de los tallos. En los frutos, provoca pequeñas lesiones húmedas que se tornan blandas, decoloradas, arrugadas y forman ampollas. En caso de afectar las raíces, ocasiona oscurecimiento en la base de la planta.</p>	<p>Eliminar maleza, plantas y frutos enfermos, usar semillas sanas o desinfectadas, desinfectar materiales y equipo, y aplicar productos preventivos a base de cobre.</p>





Continuación del Cuadro 7

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Médula Negra, necrosis medular del tomate, médula hueca <i>Pseudomonas corrugata</i>	<p>El síntoma inicial es clorosis en hojas nuevas, cuando los frutos del primer racimo están verdes pero completamente desarrollados. La bacteria entra por raíces dañadas por nematodos u otros factores. Durante la infección, los patógenos liberan sustancias biológicamente activas que afectan la integridad estructural de los tallos, causando estrías, ahuecamiento, ennegrecimiento de la médula y color achocolatado en los tallos. También se observan pequeñas cámaras de aire en su interior.</p> <p>A veces presentan resquebrajaduras y, en áreas donde la médula está afectada, se desarrollan numerosas raíces adventicias. Las plantas pueden morir si la base del tallo está afectada o crecer muy lentamente. Sin embargo, después de los síntomas iniciales, las plantas que sobreviven pueden crecer normalmente y producir una buena cosecha.</p>	Adquirir plantas sanas de viveros que garanticen la ausencia de la bacteria. Controlar la frecuencia y duración del riego y mantener una nutrición equilibrada del cultivo, evitando excesos de nitrógeno. Implementar la desinfección de manos y utensilios durante la poda y cualquier manipulación del cultivo. Como medida preventiva, se puede aplicar sulfato de cobre, hidróxido de cobre, caldo bordelés u óxido cuproso.

Fuente: López 2017, Sepúlveda et al 2014.

.....
Figura 17. Daño en cultivo de tomate por maya o mancha bacterial (*Ralstonia solanacearum*)



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024

Virales

Cuadro 8. Enfermedades virales en el cultivo de tomate

Plaga	Descripción	Forma de manejo y control
Virus del enrollado de la hoja, virus de la cuchara (TYLCV)	Esta enfermedad afecta a toda la planta, especialmente a los brotes tiernos, lo que genera frutos más pequeños y rendimientos reducidos. Los síntomas de necrosis en las hojas, con manchas circulares y secas de tono verde claro o amarillo, se inician desde la base de los foliolos, llevando a hojas encrespadas y tallos con manchas necróticas. La planta experimenta una disminución en el crecimiento y la producción se ve afectada. En los frutos se desarrollan manchas circulares necróticas con un halo verde amarillento, pudiendo agrietarse y exponer las semillas.	Usar cultivares resistentes al virus. Colocar tapavientos naturales o sintéticos para minimizar el ingreso del insecto que pueden venir de plantaciones con afectaciones. Eliminar arvenses y plantaciones viejas de solanáceas portadoras del virus en lotes cercanos a plantaciones nuevas, para impedir la llegada del vector con el virus. Eliminar plantas enfermas y enterrar los residuos de cosecha, para bajar el inóculo del virus. No ingresar a plantaciones infectadas, para evitar la transmisión de la mosca blanca a otras plantaciones sin daño. Hacer control del vector del virus con ayuda de trampas amarillas para moscas blancas y minadoras y azul para trips. Usar entomopatógenos para el control de la mosca blanca (<i>Verticillium lecanii</i> o <i>Paeclomyces fumosoroseus</i>). Utilizar plántulas sanas y de buena calidad, preferentemente producidas en un vivero registrado del SFE y que cuenten con malla anti-trips (tamaño ≤ 135 mesh). Reducir las fuentes de inóculo del virus eliminando residuos de cosecha, plantas enfermas y malezas.
Virus del mosaico del tabaco (TMV)	Presenta un mosaico en las hojas, lo que afecta la cantidad y tamaño de los frutos, que no maduran. Se observa rizado y deformación en las hojas, lo cual reduce el follaje total de la planta y afecta el crecimiento en plantas jóvenes.	Emplear variedades resistentes, sembrar plántulas sanas, eliminar plantas enfermas, desinfectar herramientas y garantizar el lavado de manos, tratar semillas con bactericida o tratamiento térmico, usar plántulas vigorosas, controlar insectos vectores, eliminar residuos, aplicar fertilización equilibrada y llevar a cabo un eficaz control de malezas.
Virus del mosaico de tomate (ToMV)	Se observan deformaciones y cambios en el color de los foliolos, con mosaicos de tonos verde claro y oscuro, y hojas rizadas. En plantas jóvenes, esto afecta su crecimiento, causa la caída de flores y reduce la producción de frutos, afectando el rendimiento. Los frutos muestran manchas decoloradas amarillas, irregulares o en forma de anillo, además de alteraciones necróticas tanto internas como externas.	Utilizar variedades resistentes, eliminar las plantas con síntomas de la enfermedad y retirarlas del área de cultivo, y evitar la transmisión mecánica.

Fuente: López 2017, López 2021





Figura 18. Virus TYLCV en tomate



Fuente: Stephanie Quirós, INTA, 2024

Es importante la persona extensionista pueda capacitar a los productores en el reconocimiento de plagas y enfermedades y en el uso del monitoreo para tomar decisiones más adecuadas. El Anexo 3 contiene una hoja de monitoreo específica elaborada de acuerdo con los umbrales establecidos en la Región Chorotega para el cultivo de tomate.

Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades

Es fundamental la persona extensionista recomiende y utilice exclusivamente los plaguicidas debidamente registrados y autorizados por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para el combate de plagas y enfermedades en la producción de tomate. Estos productos han pasado por rigurosas evaluaciones de seguridad y eficacia, lo que garantiza su idoneidad para proteger los cultivos de forma efectiva

y segura. Al utilizar plaguicidas registrados, se reduce significativamente el riesgo de contaminación ambiental, daños a la salud humana y desarrollo de resistencia en las plagas, asegurando así la sostenibilidad y la calidad de los cultivos de tomate.

También es esencial que presten especial atención al etiquetado y el panfleto de los plaguicidas antes de su uso o recomendación a los agricultores. El etiquetado proporciona información sobre la composición del producto, las dosis recomendadas, las precauciones de seguridad, el equipo de protección necesario y las instrucciones de manejo adecuadas. Es importante leer todas las instrucciones del etiquetado antes de usar cualquier plaguicida.

En la parte inferior de la etiqueta se presenta una franja coloreada denominada Banda Toxicológica. Los colores de esta banda señalan el nivel de riesgo asociado al plaguicida, tal como se ilustra en la siguiente figura. El color de la banda indica el grado de peligrosidad del producto para la salud humana, no su eficacia contra las plagas. Es importante tener en cuenta que un plaguicida con una banda verde puede ser igualmente eficaz que uno con una banda roja. Por lo tanto, siempre que sea posible, se recomienda seleccionar plaguicidas con bandas azules o verdes, ya que presentan menor riesgo para la salud.

Figura 19. Banda toxicológica de plaguicidas

Categoría	Palabra de advertencia	Código Color	Símbolo	LD 50 Aguda Oral
1	Peligro	 Rojo		5
2	Peligro	 Rojo		50
3	Peligro	 Amarillo		300
4	Atención	 Azul		2000
5	Atención	 Verde	Sin símbolo	+2000

Fuente: SFE, 2024





Para encontrar la lista de plaguicidas autorizados para la producción de tomate, puede consultar el siguiente enlace: <https://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/asp/Seguridad/Home.aspx>

Durante la mezcla, es necesario seguir un orden específico para garantizar la efectividad del proceso. Primero, se debe agregar agua hasta la mitad del tanque. A continuación, se incorporan los reguladores de pH para ajustar el nivel adecuado. Después, se añaden los sólidos, comenzando por los más difíciles de disolver, como los polvos mojables, y progresando hacia los granulados solubles.

Una vez incorporados los sólidos, se procede a agregar los líquidos, empezando por aquellos más difíciles de diluir, como las sustancias oleosas, y continuando con las soluciones a base de agua. Si es necesario, se añaden los fertilizantes foliares para complementar la mezcla. Finalmente, se completa el proceso con la inclusión de los adyuvantes surfactantes o adherentes, que mejorarán la eficacia y la adherencia del producto final.

Este orden asegura una mezcla homogénea y eficiente, lo que garantiza que todos los componentes se dispersen de manera uniforme y que el producto resultante sea óptimo para su aplicación.

La calidad del agua es fundamental para la preparación de la mezcla, ya que puede variar entre aguas alcalinas o ácidas. Para evaluar y ajustar el pH del agua, se recomienda utilizar un papel pH-metro. El rango de pH ideal para el uso de agroquímicos oscila entre 5.5 y 6.5. En consecuencia, se deben seleccionar reguladores de pH que ayuden a mantener el agua dentro de este rango óptimo.

Para la aplicación de plaguicidas, es fundamental hacerlo en el momento oportuno, utilizando productos autorizados y respetando las dosis recomendadas. Además, es importante emplear el equipo adecuado y las boquillas correctas, así como asegurarse de utilizar una cantidad suficiente de agua. También es imprescindible considerar las posibles consecuencias ambientales y para la salud.

Límite Máximo de Residuos

El LMR, o Límite Máximo de Residuos, es la cantidad máxima de residuos de plaguicidas permitida en alimentos, asegurando la seguridad alimentaria y la salud pública.

El LMR es un estándar legal utilizado para fines administrativos. Cuando se excede el límite establecido de residuos de plaguicidas, se está infringiendo la ley, lo que obliga al Estado a tomar medidas para proteger la salud de la población.

Según el artículo 36 de la Ley 7664, conocida como Ley de Protección Fitosanitaria, el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) tiene la responsabilidad de retener, decomisar y eliminar los vegetales que contengan cantidades de residuos de plaguicidas superiores a los límites máximos permitidos para el consumo humano y animal.

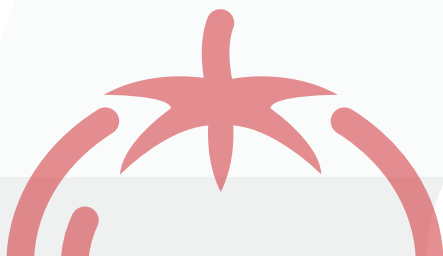
Algunos aspectos a tener en cuenta para cumplir con los LMR incluyen: leer el panfleto y la etiqueta antes de la aplicación, respetar el periodo de carencia, calibrar los equipos, tener instrumentos para la medición de productos y revisar los LMR del plaguicida a utilizar. Para consultar los LMR, se puede acceder al siguiente enlace: https://app.sfe.go.cr/ws_FiscalizacionWeb/FrmConsultaLMR.aspx

Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades

Los bioinsumos son productos de origen biológico elaborados con microorganismos como bacterias, hongos o virus. Se emplean con el propósito de potenciar el rendimiento y el bienestar de las plantas, así como las propiedades biológicas del suelo.

Además, son una opción para complementar los productos químicos sintéticos en la agricultura sostenible, con el fin de fomentar la salud de los ecosistemas agrícolas y mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente. Algunos ejemplos de bioinsumos son: biopesticidas, bioestabilizadores, bioestimulantes, bioinoculantes, biocontroladores/microorganismos efectivos (biorremediadores, biotransformadores) y biofertilizantes.

Algunos bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades en la producción de tomate se exponen a continuación:





1. **Biopesticida M5:** aporta muchos minerales, controla insectos, nemátodos y hongos como: Fusarium, Rhizoctonia, Sclerotinia.



Biopesticida M5 (estañón de 200 litros)

Materiales:

1. 2 kg de ajos.
2. 2 kg de chile picante, picados o licuados.
3. 2 kg de cebolla morada, picados o licuados.
4. 2 kg de jengibre, picados o licuados. Más plantas aromáticas al gusto: albahaca– (*Ocimum basilicum*), ruda (*Ruta graveolens*), hierbabuena (*Mentha spicata*), laurel (*Mentha spicata*), orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Salvia rosmarinus*), menta (*Salvia rosmarinus*), llantén (*Plantago major*), apazote (*Dysphania ambrosioides*), neem (*Azadirachta indica*).
5. 1 galón de melaza.
6. 1 galón de vinagre natural o artificial.
7. 1 galón MM líquido.
8. 1 galón alcohol de 80 grados.
9. Agua para completar estañón de 200 litros.

Preparación

En un barril de 200 litros, agregar en una malla o saco poroso los materiales bien picados o machacados, agregar melaza, MM líquido, alcohol, vinagre, y completar con agua sin cloro hasta completar unos 180 litros; o sea, dejar un 25 % de espacio con oxígeno. Dejar el barril bien cerrado por 15 a 22 días, fermentación sin oxígeno. O bien, solo tapar con una malla oscura, o sea fermentación aeróbica.

Aplicación

Se aplican 300 cc a 500 cc por bomba de 18–20 litros. Se recomienda aplicar en el follaje y en el suelo para prevenir plagas y enfermedades. En hortalizas, se debe realizar cada 8 días, mientras que en frutales, la aplicación puede ser cada 22 días o mensualmente. Esta fórmula aporta una abundancia de minerales esenciales para el suelo y las plantas. Además, es posible combinarla con otros fertilizantes para optimizar la eficiencia y aprovechar la mano de obra. Esta receta ha sido ampliamente utilizada en la producción sostenible y orgánica del país durante más de 30 años.

Fuente: MAG, 2017.



2. Insecticida: Nematicida a base de Reina de la Noche.

Insecticida–Nematicida a base de Reina de la Noche (*Brugmansia arborea*) para 60 litros

Materiales:

1. 6 kg de flores y hojas de Reina de la Noche, bien picados.
2. 1 litro de melaza.
3. 3 litros MM líquido o más.
4. Agregar agua para llenar un estañón de 60 litros.

Preparación

Picar bien la Reina de la Noche (usar guantes), agregar melaza, más 3 litros de MM líquido o suero de leche, y agregar agua para rellenar un estañón de 60 litros. Tapar y dejar 8 días para que esté listo.

Aplicación

Se aplica al suelo al 50 % u 80 %. Se recomienda usar un mes antes de la siembra. Para controlar nemátodos, jobotos, gusanos cortadores.

También, a la hora de realizar el trasplante, se recomienda aplicar a drench alrededor de cada planta para evitar daño por nematodo, joboto o cortadores (dosis de 10 litros por bomba de 18–20 litros).

Aplicar en forma foliar para control de mosca blanca, cada 6 días: 300 cc /bomba 18 – 20 litros. Se le puede agregar jabón azul (200 gramos, previamente molido y derretido con agua caliente), unos 20 cc de aceite de cocina o aceite agrícola, para mejorar eficacia.

Se puede guardar 3 meses en envases bien cerrados. Usar con cuidado, dado que puede dañar las lombrices del suelo.

Fuente: MAG, 2017.





3. Fungicida para diferentes hongos patógenos (*Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, etc.) y royas.



Fungicida para diferentes hongos patógenos (*Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, etc.) y royas

Materiales:

1. Estañón plástico de 100 litros.
2. 1 kg de cal viva (óxido de calcio).
3. 1 kg de cobre.
4. 5 litros de sulfocálcico (ver preparación de Sulfocálcico).

Preparación

Mezclar todo en 100 litros de agua y aplicar al 100 %.

Aplicación

Aplicar así al 100 % inmediatamente, es decir, utilizarla recién elaborada sin almacenar.

Se recomienda realizar una prueba en una planta antes de la aplicación general para asegurarnos de que no se produzca quemadura. En caso de observar quemaduras, se debe ajustar la mezcla añadiendo más agua. Es importante evitar su uso durante la fase de floración, ya que la presencia de azufre y cobre puede provocar el aborto de flores.

Fuente: MAG, 2017.



3. Bioinsecticida APICHI para controlar mosca blanca, ácaros, trips, áfidos, picudo. Su nombre obedece a sus ingredientes principales: ajo, pimienta y chile picante.



Bioinsecticida APICHI (pichinga de 20 litros)

Materiales:

1. 0,5 kg de ajo, picado o licuado, o bien en polvo.
2. 0,5 kg de pimienta negra o blanca, molida o en polvo.
3. 0,5 kg de chile picante, picado o licuado.
4. 1 litro de alcohol de 80 o 90 grados o vinagre natural o artificial.
5. Más MM líquido para completar 20 litros.

Preparación

Agregar ajo, pimienta, chile picante, bien picados o licuados, alcohol o vinagre, y MM líquido para completar pichinga de 20 litros.

Tapar estañón con tela oscura para que no entren insectos, y en 15 días estará listo para usar.

Aplicación

Para controlar: mosca blanca, ácaros, trips, áfidos, picudo.
Dosis hortalizas: 100 cc / bomba 18–20 litros. Aplicar cada 11 o 15 días de forma preventiva. Vía foliar y suelo.

Fuente: MAG, 2017.



4. **Sulfocálcico:** es un fungicida–acaricida, preventivo de uso permisible en agricultura orgánica, elaborado a base de minerales como azufre y cal.



Sulfocálcico o Sili–Sulfocalcio (barril de metal 50 litros)

Materiales:

1. 20 litros de agua (hervir agua a borbotones).
2. 1 kg de ceniza (fuente de silicio, entre otros minerales).
3. 1 kg de cal viva (óxido de calcio).
4. 2 kg de flor de azufre.
5. Mascarilla (olor fuerte), lentes y guantes.





Preparación

En una cubeta mezclar en seco la cal, la ceniza y el azufre, humedecer con agua esta mezcla de tal forma que quede como una masa. Poner a hervir 20 litros de agua en un estañón partido a la mitad u olla tamalera grande. Una vez que esté hirviendo a borbotones se debe agregar la mezcla de cal, ceniza y azufre a la olla u estañón, remover con un pedazo de madera por 20 a 30 minutos, hasta que cambie de color amarillo a un color rojizo o ladrillo. Luego se apaga el fuego y se deja enfriar. Una vez frío se debe filtrar con una manta o malla antiáfidos, y guardar en envases oscuros, ya que la luz lo degrada, y agregar 2 cucharadas de aceite en cada recipiente para evitar que entre aire. Puede durar así 1-2 años.

Aplicación

Dosis recomendadas para hortalizas: 100 cc por bomba de 18-20 litros. Se sugiere realizar una prueba en una planta antes de la aplicación general para evitar posibles quemaduras.

Para tomates y chiles dulces, la aplicación puede ser a la raíz y vía foliar, utilizando alrededor de 200 cc por bomba de 18-20 litros, con el objetivo de prevenir enfermedades por hongos y plagas. Se recomienda aplicar cada 15 días, intercalando con otros biorepelentes como APICHI y M5, trampas de colores y feromonas para la tuta del tomate. Para mejorar la eficacia, se puede añadir algún pegamento natural.

El residuo que queda en el fondo del estañón puede utilizarse como sellador de podas, conocido como pasta sulfocálcica.

Fuente: MAG, 2017.



5. Caldo Bordelés: se trata de un agente protector que crea una capa superficial que impide la penetración de hongos en los tejidos de las plantas y evita el desarrollo de patógenos. El caldo bordelés no tiene efecto curativo, simplemente previene que los patógenos se desarrollen en otras partes de las plantas. En cuanto a esto, Quirós (comunicación personal, diciembre de 2023) señala que puede utilizarse como bactericida.

Caldo Bordelés al 1 % (100 litros)

Materiales:

- 1.** Estañón 100 litros de capacidad o más.
- 2.** 1 kg de sulfato de cobre.
- 3.** 1 kg de cal a la mezcla.
- 4.** 1 machete o pedazo de hierro.

Preparación

En una cubeta agregar 1 kg de sulfato de cobre y mezclarlo con 10 litros de agua. En recipiente de 100 o 120 litros, agregar 90 litros de agua y disolver 1 kg de cal hidratada. Luego agregar la mezcla del cobre a la mezcla del calcio en el estañón de 100 litros. Revisar la acidez con un machete, si este se oxida agregar más cal a la mezcla, o bien usar un Phmetro digital o cinta de pH para ver que tenga un pH neutro cercano a 7.

Aplicación

En algunos cultivos se puede aplicar 100 % puro. En caso de tomate y chile dulce, cuando tengan unos 30 cm de altura aplicar así: 2 partes de Caldo Sulfocálcico y 1 parte de agua. Con una frecuencia cada 8 o 10 días. Cuando ya está en pleno desarrollo se puede aplicar 100 % puro.

Se hace mezcla y se aplica inmediatamente para prevenir daño por hongos como: antracnosis; alternaria, botrytis y mildiu. Aplicar solamente en hojas, ya que a nivel de raíz no se recomienda aplicar, pues afecta el suelo y se acumula el cobre.

No se recomienda hacer aplicaciones en plántulas muy pequeñas, recién germinadas o en floración. Usar en 3 días máximo, no se debe almacenar este producto, ya que pierde eficacia.

Fuente: MAG, 2017.





6. Control de Mildiu polvoso y *Botrytis spp* (100 litros)



Control de Mildiu polvoso y *Botrytis spp.* (100 litros)

Materiales

1. 100 l agua.
2. 1 kg bicarbonato.

Preparación

En un estañón de 100 litros de agua se agrega 1 kg de bicarbonato (o sea, 10 gramos bicarbonato / litro de agua). Mezclar bien. Se puede agregar 1 litro de leche fresca de vaca.

Aplicación

Dosis hortalizas: 1 kg bicarbonato / 100 litros agua, se aplica de una vez. Aplicar en cultivos de hortalizas, tomate, chile dulce para controlar los mildiu, Ovidio, *Botrytis spp.*

Fuente: MAG, 2017.



Se recomienda realizar pruebas para verificar y definir la dosis adecuada de los insumos utilizados en el control de plagas y enfermedades. Estas pruebas permiten determinar la cantidad óptima de producto necesaria para un control efectivo, minimizando riesgos para el medio ambiente y la salud humana. Además, previenen efectos secundarios no deseados, contribuyendo así a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos.

Uso y manipulación de agroquímicos

En caso de ser necesario el uso de plaguicidas de origen químico, es importante asegurarse de seguir las recomendaciones del fabricante y aplicarlos de manera responsable, respetando los períodos de carencia y las dosis recomendadas y los productos autorizados por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para el cultivo. Además, priorizar el uso de productos de bajo impacto ambiental.

Algunas buenas prácticas asociados al uso responsable y eficiente de productos químicos son:

1. La adquisición de plaguicidas debe llevarse a cabo en establecimientos registrados y autorizados por la autoridad competente.



2. Es necesario disponer de instrumentos de medición precisos, como probetas y balanzas debidamente calibradas y exclusivas para este fin, que permitan utilizar cantidades exactas de plaguicidas.
3. Es necesario contar con un espacio de trabajo designado para llevar a cabo la mezcla y pesado de los agroquímicos. Este lugar debe ser abierto y bien ventilado, alejado de fuentes de agua destinadas para uso humano, animal o riego. Además, se recomienda que este espacio esté separado de la bodega de agroquímicos. Durante la manipulación de los productos, es imprescindible utilizar el equipo de seguridad adecuado.
4. La aplicación de plaguicidas debe realizarse en dirección del viento y se debe evitar el contacto con el rocío o la deriva. Además, es importante evitar el contacto con plantas y frutos recién pulverizados.
5. Leer las etiquetas y panfletos antes de aplicar cualquier producto. Al respecto, guardar panfletos y hojas de seguridad de los productos utilizados en la unidad productiva.
6. Durante las labores de aplicación, solamente se debe de permitir la presencia de los aplicadores en el área tratada. Es responsabilidad de la persona empleadora asegurarse de que no haya otras personas no relacionadas con dicha tarea en el lugar. Posterior a este punto, es importante la colocación de rotulación de advertencia que indique “peligro área tratada con plaguicidas en el caso de que sean utilizados”.
7. Es necesario mantener registros de todas las aplicaciones de plaguicidas, los cuales deben incluir información, como: el nombre del cultivo, la ubicación de la unidad de producción (lote, bloque o sección), la fecha de aplicación, el ingrediente activo, el nombre comercial del producto utilizado, el nombre del aplicador, la plaga controlada, la justificación, la cantidad de producto aplicado, el equipo de aplicación, el período de reingreso y el período de carencia.
8. Si requiere utilizar plaguicidas como parte del MIP puede acceder a información sobre el manejo de plaguicidas autorizados en Costa Rica, en el link <https://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/asp/Insumos/ConsultaRegistroPlaguicida.aspx>





En este puede revisar las marcas registradas en el SFE, cultivos, dosificación, intervalos de aplicación y períodos de carencia.

9. Se deben proporcionar instalaciones para el aseo del personal que incluyen duchas con agua corriente fría o caliente, áreas separadas para la ropa sucia y limpia, iluminación y ventilación adecuada, pisos antideslizantes y privacidad para cada trabajador.

En definitiva, las y los trabajadores encargados del uso y manejo de plaguicidas deben recibir capacitación antes de comenzar su labor y al menos una vez al año. Esta capacitación debe abarcar medidas de prevención y protección, riesgos para la salud, así como primeros auxilios y procedimientos de emergencia. Es importante que los trabajadores capacitados demuestren competencia y conocimiento en el tema.

Es necesario emplear el equipo de protección personal de acuerdo con las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto. El equipo debe encontrarse en buen estado y, en caso contrario, debe ser reemplazado para garantizar la seguridad de la persona trabajadora, quien debe recibir capacitación sobre el uso adecuado del equipo y su mantenimiento. En la figura 8, se presenta infografía con el Equipo de Protección Personal (EPP) referido por el Consejo de Salud Ocupacional de Costa Rica.

Figura 20. Equipo de Protección Personal (EPP) según el consejo Salud Ocupacional de Costa Rica



Fuente: CSO, 2024

Después de concluir la jornada de aplicación es necesario lavar la ropa y el equipo de protección personal en el lugar de trabajo. Las aguas resultantes del lavado de la ropa que estuvo en contacto con plaguicidas no deben ser vertidas sin tratamiento en cuerpos de agua. Es importante almacenar el equipo de protección personal en un lugar separado de los plaguicidas.

Por último, se recomienda que las y los trabajadores involucrados en el manejo y uso de plaguicidas obtengan una recomendación médica que los clasifique como aptos para realizar dichas tareas. Esta recomendación se basa en los exámenes preexposición y los exámenes periódicos anuales.

Equipos de aplicación

Con respecto a los equipos de aplicación es necesario calibrarlos y asegurar la dosificación precisa de plaguicidas, dado que una dosis menor a la recomendada por el fabricante no controla adecuadamente las plagas y promueve su resistencia. Al contrario, una dosis excesiva daña el cultivo, contamina el medio ambiente y deja residuos en los productos cosechados.

Asimismo, es importante realizar inspecciones visuales periódicas de los equipos de aplicación para asegurar su correcto funcionamiento. Esto implica verificar que no haya mangueras ni empaques dañados, diferencias notables en la descarga de las boquillas, discrepancias entre el caudal nominal y el caudal real de las boquillas, y derrames excesivos, entre otros aspectos. Cualquier anomalía debe ser comunicada de inmediato al encargado del mantenimiento de los equipos para su reparación o calibración correspondiente. Evidentemente, es esencial mantener registros de estas inspecciones.

Además, es importante utilizar boquillas de buena calidad, tener en cuenta la vida útil de las boquillas de acuerdo al material para sustituirlas en el tiempo recomendado y realizar calibración del equipo para conocer el volumen de caldo por área.

Finalmente, es necesario emplear el equipo de protección personal según las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto. El equipo debe encontrarse en buen estado y, en caso contrario, debe ser reemplazado para garantizar la





seguridad de la persona trabajadora. También, es importante que este reciba capacitación sobre el uso adecuado del equipo y su mantenimiento, así como sobre la normativa nacional para el manejo de bodegas de plaguicidas en las unidades productivas.

Envases vacíos de agroquímicos

Con respecto a los envases vacíos de agroquímicos, estos no se deben utilizar para almacenar alimentos, agua u otras sustancias que puedan ser consumidas por personas o animales.

Por el contrario, es necesario realizar el proceso de triple lavado en los envases vacíos de plaguicidas. Este proceso implica agregar agua hasta un cuarto de la capacidad del envase vacío, agitar durante treinta segundos y verter la mezcla en el equipo de aplicación. Se repite este paso tres veces, realizando movimientos verticales, laterales y circulares. Posteriormente, se deben perforar los envases para evitar su reutilización. El líquido resultante del triple lavado no debe ser vertido directamente en cuerpos de agua sin tratamiento adecuado. Luego, se debe almacenar temporalmente en un lugar designado para su posterior devolución a la empresa proveedora correspondiente. También, existe la opción de entregar los envases en los centros de acopio del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), los cuales son administrados por la Fundación Limpiemos Nuestros Campos. Para obtener más información, se puede visitar el sitio web <http://www.flnc-cr.org/>.

Figura 21. Triple lavado



Fuente: CSO, 2024

Sumado a lo anterior, y con el objetivo de prevenir y controlar los riesgos laborales asociados al proceso de triple lavado, es importante recordar que esto se debe llevar a cabo en un área designada específicamente para esta tarea. La persona trabajadora debe utilizar la indumentaria de trabajo y el equipo de protección personal adecuado, lo cual incluye: delantal, guantes, botas impermeables, lentes, entre otros.

Además, el productor debe contar una mesa o cama biológica para gestionar los residuos del lavado del equipo de aplicación. Estas instalaciones son altamente eficaces para acumular, retener y descomponer microbiológicamente los vertidos de pesticidas generados durante la preparación de mezclas agrícolas, el llenado de equipos de aplicación, excedentes de uso agrícola y los residuos, al limpiar dichos dispositivos. La cama biológica desempeña un papel clave en la prevención de la contaminación del suelo y las fuentes de agua (SFE, 2020).

Las camas biológicas, construidas a nivel del suelo, presentan dimensiones más extensas, mientras que las mesas, erigidas verticalmente en estañones, se elevan sobre el nivel del suelo (SFE, 2020).

El Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) (2020) recomienda los siguientes pasos para establecer una mesa biológica:

1. Colocar un estañón azul.
2. Agregar una primera capa de arcilla de 10 a 15 cm de espesor, que absorbe y retiene los residuos.
3. Aplicar una segunda capa de mezcla con un 25 % de abono orgánico, un 25 % de broza y un 50 % de paja de un material rico en lignina, como rastrojo de maíz, paja de arroz o tallos de zacate gigante picado.
4. Colocar una tercera capa de tierra con un espesor de 10 a 15 cm.
5. Sembrar una planta indicadora de humedad, como el zacate.
6. Cubrir con un techo plástico para evitar la entrada de lluvia.





Control de arvenses

En el cultivo de tomate el periodo de mayor vulnerabilidad por competencia tiene lugar aproximadamente entre los 35-70 días después de realizar el trasplante.

Algunas especies de arvenses que compiten con las plantas de tomate por nutrientes, agua y luz solar son: canutillo (*Commelina difusa*), moriseco (*Bidens pilosa*), dormilona (*Mimosa púdica* L.), santa lucía (*Ageratum conyzoides*), yerbamora (*Solanum americanum*), escobilla (*Sida acuta* Burm f.), bledo (*Amaranthus spinosus* L.), coyolillo (*Cyperus rotundus* L.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), pasto (*Cynodon dactylon* L.), pega (*Desmodium sp*), entre otras. Entre los métodos de control de arvenses más comunes se encuentran las siguientes.

Control cultural

Una vez que se ha establecido el cultivo en la finca, se lleva a cabo la eliminación de malezas utilizando herramientas como el azadón, la motoguadaña o el machete, especialmente en fincas de menor tamaño. Durante la temporada de lluvias estas labores de deshierba se realizan con mayor frecuencia, ya que las malezas tienden a crecer más rápidamente en comparación con la temporada seca.

Al respecto, López (2017) señala otras prácticas de control cultural, tales como:

- Realizar la limpieza de los implementos de labranza y herramientas, así como optar por trasplantes que no contengan semillas o propagación de malezas, son métodos efectivos para evitar la introducción de nuevas malezas en la zona de siembra.
- Siembra de multicultivos, el aumento de la densidad de siembra, el empleo de una variedad precoz y de crecimiento rápido.
- Aplicación de enmiendas para hacer el cultivo más competitivo.
- Rotación de cultivos, ya que si se cultiva de manera constante en un mismo terreno durante varios años, las malezas existentes pueden multiplicarse considerablemente, lo que dificulta su control.

- La utilización de coberturas impide que las semillas de malezas germinen, y se pueden emplear restos de cosecha de gramíneas o materiales plásticos para este propósito.

Control químico

Las personas agricultoras emplean herbicidas con el propósito de simplificar las tareas de gestión del cultivo, teniendo la opción de utilizar herbicidas selectivos.

En cuanto a esto, se señala que para el éxito en este tipo de control intervienen los siguientes aspectos: la dosis adecuada del herbicida, calibración del equipo, boquillas apropiadas, forma y hora de aplicación, estado de desarrollo de las malezas y condiciones climáticas. Además, es aconsejable evitar el uso de productos demasiado residuales, con el fin de reducir la contaminación de los mantos acuíferos y del suelo mismo (Orellana et al., s.f.).

El método de control de malezas más adecuado dependerá de la situación específica de cada campo y de las prácticas agrícolas utilizadas.





Cosecha Y postcosecha

A continuación, se presentan algunas buenas prácticas a tener en cuenta durante la cosecha y postcosecha del tomate.

Momento de la cosecha

La organización y planificación eficiente de la cosecha de tomate es fundamental para minimizar la exposición al sol y a las condiciones adversas. Se recomienda realizar la cosecha preferiblemente durante las horas más frescas del día.

Así mismo, es esencial recolectar los tomates en el momento óptimo de madurez, considerando tanto la variedad como los estándares comerciales. Deben ser frutos uniformemente maduros y sin daños, evitando cualquier golpe durante su manipulación en el recipiente de cosecha.

La cosecha anticipada o tardía puede aumentar la susceptibilidad a enfermedades, reducir la calidad interna y aumentar la vulnerabilidad a daños por bajas temperaturas. Además, puede provocar desórdenes fisiológicos, aumento en la pérdida de peso, mayor transpiración y mayor sensibilidad a daños mecánicos durante la sobre-maduración, lo que resulta en una disminución del período de almacenamiento y la vida útil del producto (Saborío, 2021).

Es habitual que la cosecha se realice cuando los frutos tienen un nivel de madurez grado 2 o 3 (verde pintón) para garantizar que puedan soportar la cosecha, los procesos de selección, el transporte y la comercialización hasta llegar al consumidor en un grado de madurez 5 o 6 (ver figura 18). El período de cosecha varía dependiendo de la variedad sembrada y del tipo de crecimiento de la planta.





Figura 22. Grado de madurez de tomate



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.

Fuente: Quirós, 2021.

Si el tomate es cosechado antes de su madurez fisiológica, se afecta su capacidad de maduración y calidad poscosecha. A medida que el color rojo se desarrolla, la fruta se vuelve más blanda y susceptible al deterioro.

Por ello, es crucial mantener en perfecto estado y limpiar regularmente todos los equipos y materiales utilizados en la cosecha, incluyendo recipientes plásticos y bandejas, preferiblemente lavándolos con agua tratada para prevenir la contaminación del tomate. Al respecto, Saborío (2021) recomienda la utilización de las siguientes sustancias de desinfección para el lavado de los empaques plásticos.

Cuadro 9. Tipos de sustancias desinfectantes para el lavado de los empaques de plástico utilizados en la cosecha y transporte del tomate

Desinfectante ingrediente activo	Recomendaciones: Concentración o cantidad partes por millón (ppm)	Tiempo de contacto (minutos)
Cloro	De 100 a 200 ppm en agua y un tiempo de contacto de al menos 1 o 2 minutos	1 a 2 minutos
Yodo	Seguir recomendaciones del fabricante o distribuidor	1 a 2 minutos
Amonio cuaternario	Seguir recomendaciones del fabricante o distribuidor	1 a 2 minutos
Ácido peracético (PAA)	100 a 200 ppm	1 a 2 minutos

Fuente: Saborío, 2021.

También, es aconsejable no cosechar los frutos durante el rocío, ya que esto propicia la proliferación de patógenos, ni cuando las temperaturas exceden los 25 °C, ya que en estas condiciones los frutos tienden a deshidratarse (López, 2017). Una vez determinados los tomates a cosechar, según su grado de maduración, se procede con la recolección, que implica separar las frutas seleccionadas de la planta. Este proceso se realiza tomando el tomate con la mano y aplicando una leve torsión para facilitar su desprendimiento. En algunos casos, se emplean cuchillas, las cuales se recomienda que estén bien afiladas para evitar desgarrar las ramas de las plantas. Es crucial desinfectarlas constantemente para prevenir la propagación de enfermedades de una planta enferma a otra sana (López, 2017).

Los recipientes de cosecha deben ser exclusivos y no deben usarse para otros productos como fertilizantes, plaguicidas, lubricantes, aceites, desinfectantes, herramientas, bolsas, u otros. Si se emplean recipientes similares para diferentes fines, se aconseja diferenciarlos con colores distintivos o marcarlos claramente para evitar confusiones. Deben ser almacenados en áreas limpias, protegidos bajo techo y sobre tarimas para evitar el contacto con el suelo. Asimismo, se deben implementar medidas adecuadas de protección para evitar el acceso de animales, tanto domésticos como silvestres.





Manipulación del producto

Durante la cosecha y postcosecha es de vital importancia tratar con delicadeza el tomate para prevenir cualquier daño físico o deformación en los frutos. En este sentido, es esencial evitar golpearlos, apretarlos o dejar que caigan, ya que esto podría afectar su calidad y apariencia. Las cajas utilizadas no deben exceder los 18 kg para evitar ejercer presión sobre los frutos inferiores.

Luego de la cosecha se debe trasladar rápidamente a un lugar fresco y bien ventilado para su almacenamiento temporal, evitando exponerlos al sol durante períodos prolongados y garantizando su resguardo contra golpes y daños. El tomate es sensible a los cambios bruscos de temperatura. Por ello, es necesario mantener una cadena de frío adecuada desde el momento de la cosecha hasta su destino final. La temperatura óptima de almacenamiento oscila entre 10 y 13 °C. Durante este proceso se debe llevar a cabo una clasificación y selección, separando aquellos que estén dañados, enfermos o de calidad inferior. Estos deben ser descartados o destinados a otros usos. A la vez, es esencial gestionar adecuadamente el descarte para evitar la propagación de enfermedades y asegurar que no queden abandonados en los campos.

Se recomienda aplicar una limpieza o lavado de los frutos en el campo cuando el producto se dirige directamente de la finca al mercado. Se realiza para eliminar residuos de cosecha y microorganismos. Se recomienda usar agua potable con cloro (100–150 ppm). La solución debe mantenerse limpia y cambiarse debido a la disminución del cloro por contacto con residuos orgánicos. Se seca antes de empaquetar, ya que el empaquetado húmedo puede provocar deterioro poscosecha (Saborío, 2021).

Además, se debe mantener una higiene personal rigurosa durante la cosecha, lo cual incluye vestimenta y calzado limpios, lavado de manos antes de manipular los tomates y abstenerse de fumar, comer o beber en las cercanías de los cultivos. Personas afectadas o portadoras de enfermedades transmitidas por alimentos no deben participar en la cosecha ni manipular los frutos ni materiales relacionados.

Además, se debe excluir a aquellas personas con lesiones abiertas, como heridas infectadas, de cualquier actividad que pueda comprometer la seguridad del producto hasta que estas lesiones hayan sanado por completo. Es esencial

que el personal cumpla con el lavado de manos de manera obligatoria antes de iniciar sus labores, después de utilizar los servicios sanitarios y al manipular materiales que puedan entrar en contacto con la fruta o los utensilios de cosecha. Se recomienda la instalación de mensajes visibles, como pictogramas, que resalten la relevancia del lavado de manos, especialmente después de usar el baño, antes de manipular el tomate.

El equipo de trabajo encargado de la cosecha debe vestir de manera apropiada, incluyendo sombreros de ala ancha, camisas de manga larga, pantalones largos, botas limpias y otros elementos que eviten la contaminación. Esta medida contribuye a mantener la higiene durante el proceso. También, en situaciones en las que las condiciones laborales o la duración de la jornada requieran que los trabajadores coman en el lugar de trabajo, se recomienda contar con un comedor designado donde puedan calentar y resguardar sus alimentos de forma segura, lo cual reduce el riesgo de contaminación.

Paralelamente, se deben de mantener registros precisos de la cosecha, que incluyan la identificación de la unidad de producción cosechada (lote, bloque o sección), la fecha de la cosecha, la cantidad de producto, el tipo y tamaño de la fruta, así como el nombre y la firma del responsable de la cosecha.

Asimismo, se aconseja llevar un registro detallado de los despachos de productos, que contemple el nombre y código del productor, la identificación del lote de producto, la cantidad, el tipo y tamaño del producto, el destino, la fecha y hora de entrega, la identificación del vehículo y del transportista, el nombre y firma del responsable de despacho en el campo, y el nombre de la persona receptora del producto.

Transporte del producto

Para transportar tomates desde la finca hasta los mercados o centros de acopio, se recomienda el uso de cajas plásticas. Es esencial organizar las unidades dentro de las cajas para evitar daños mecánicos durante el transporte. No se deben apilar los frutos en niveles elevados para prevenir daños por presión al apilar las cajas. Se deben tener precauciones adicionales, como evitar el exceso de velocidad en carreteras en mal estado, el manejo brusco del vehículo y asegurar el buen estado del sistema de suspensión y amortiguación del transporte (Saborío, 2021).





Los vehículos destinados al transporte de tomate deben cumplir con requisitos estrictos para mantener la integridad y prevenir cualquier forma de contaminación. Estos vehículos no deben haber sido utilizados previamente para otros fines, como la manipulación de plaguicidas, combustibles, aceites, animales o cualquier otro material que no sea vegetal o producto de cosecha.

De igual forma, es fundamental que el transporte se lleve a cabo en vehículos limpios y en óptimas condiciones, libres de cualquier residuo o suciedad que pueda afectar la calidad del producto. Además, la disposición de la carga en el vehículo debe ser cuidadosamente planificada y ejecutada. Para esto es necesario implementar un procedimiento de lavado de vehículos con una frecuencia establecida, así como mantener un registro detallado de estas labores.

Durante el transporte es esencial evitar que el tomate entre en contacto con sustancias tóxicas o productos que puedan provocar contaminación. Se debe manipular con cuidado durante la carga y descarga del vehículo, utilizando equipo adecuado como paletas, carretillas o cintas transportadoras para minimizar el contacto directo con los frutos.

También, mantener la temperatura adecuada es crucial para preservar la frescura y evitar la sobre maduración del tomate durante el transporte. Esto se logra utilizando vehículos refrigerados o asegurando condiciones frescas y ventiladas cuando sea posible.

Al llegar al centro de acopio se descargan con cuidado las cajas plásticas con tomates. Posteriormente, se pesan y registran para el control de entrega y compensación al productor. El vaciado puede ser en seco mediante una faja transportadora o en agua, sumergiendo las cajas en un tanque para que se vacíen por flotación (Saborío, 2021).

Gestión de residuos

Dentro de la parcela se deben designar áreas específicas para la disposición separada de los distintos tipos de residuos generados durante la jornada de cosecha, incluyendo la basura general y los desechos de plantas y frutos de tomate. Además, es esencial recolectar y eliminar adecuadamente los residuos de tomate desechados, así como las plantas enfermas y los restos al final de la cosecha. Esto implica retirar

estos residuos del área de cultivo para prevenir la propagación de enfermedades y plagas. Una práctica recomendada es el compostaje de todos los restos de cosecha y frutos, ya que el proceso de compostaje genera altas temperaturas que ayudan a destruir hongos y bacterias.

En cuanto a los plásticos y mallas utilizados es importante recordar que tienen una vida útil especificada por el fabricante. Por lo tanto, es necesario obtener esta información para planificar el mantenimiento, reemplazo o disposición adecuada de estos materiales. También, se debe considerar la posibilidad de reutilizarlos en otras actividades o almacenarlos para su posterior reciclaje, lo cual promueve prácticas sostenibles.

Una vez que estos plásticos alcanzan el final de su vida útil es esencial retirarlos, lavarlos y almacenarlos de manera adecuada antes de su disposición final a través de un gestor autorizado. Se deben tomar precauciones para evitar la contaminación ambiental debido a una incorrecta eliminación de los plásticos al final de su ciclo de vida. Además, se debe fomentar la reutilización de materiales siempre que sea factible como parte de una gestión de residuos responsable.





Tecnologías de precisión en la producción de tomate



A continuación, se presentan algunas tecnologías y aplicaciones que se pueden utilizar para apoyar la producción de tomate.

- 1. Estaciones meteorológicas:** en Costa Rica es posible acceder a las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología (INM) a través de su sitio web oficial: <https://www.imn.ac.cr/web/imn/inicio> . La opción de solicitar datos climáticos de estas estaciones emerge como una alternativa sumamente valiosa para fundamentar decisiones relacionadas con la planificación, siembra y cosecha de cultivos.
- 2. Sensores:** permite el monitoreo en tiempo real de parámetros clave para la producción agrícola, tales como: suelo, agua, plantas y clima. Esto facilita la agricultura de precisión, lo cual reduce costos y aumenta rendimientos al recopilar y analizar datos de cada planta. Además, posibilita un riego eficiente y el uso adecuado de fertilizantes.
- 3. Teledetección con drones:** la inspección y análisis ágil de cultivos en vastas extensiones se logra gracias al empleo de drones que sobrevuelan la zona, recolectando datos sobre las plantas mediante cámaras que capturan imágenes multiespectrales, térmicas y de la vida real.

Los drones permiten la realización de estudios topográficos, una gestión eficiente del agua, el monitoreo de los cultivos durante sus distintas etapas fenológicas y fisiológicas, el control de la temperatura en áreas cubiertas por invernaderos y la supervisión de la irrigación en toda la extensión del cultivo. En este sentido, se convierten en una herramienta complementaria a los sensores, lo cual mejora el análisis y la optimización de las prácticas agrícolas e incluso posibilita la anticipación y abordaje de futuros problemas.

- 4. Sistemas de Información Geográfica (SIG):** los SIG permiten la integración y análisis de datos geospaciales para la toma de decisiones. Se puede utilizar SIG para planificar la rotación de cultivos, identificar zonas de alto rendimiento y evaluar la eficacia de las prácticas agrícolas.
- 5. Internet de las Cosas (IoT):** la IoT en la agricultura implica la conexión de dispositivos y sensores a través de Internet para recopilar y compartir datos en tiempo real. Esto facilita





el monitoreo y control remoto de sistemas de riego, maquinaria agrícola y condiciones climáticas.

6. Gestión de cultivos basada en satélites: Las imágenes de satélite proporcionan una visión global de las condiciones de los cultivos y la salud de las plantas a lo largo del tiempo. Esto es útil para la planificación a largo plazo y la evaluación de la productividad de grandes extensiones de tierra.

7. El Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT): Su sitio web es <https://www.snitcr.go.cr/> . Es un paso muy importante en el proceso de consolidación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica. Es un conjunto de políticas, normas, tecnologías, recursos humanos y datos geoespaciales que se integran para proporcionar información territorial de calidad. El SNIT tiene como objetivo principal facilitar el acceso, la interoperabilidad y el uso de la información geoespacial en el país.

Se puede acceder a datos catastrales, información sobre el uso del suelo, cartografía detallada, datos hidrográficos y climáticos, así como información sobre infraestructura agrícola. También, pueden beneficiarse de imágenes satelitales y datos ambientales. Esta variedad de información facilita la toma de decisiones informadas en la planificación de cultivos, gestión de recursos y adaptación a condiciones climáticas y ambientales.

8. Google Earth Engine: Su sitio web es <https://earthengine.google.com/>. Es una plataforma en la nube desarrollada por Google que ofrece acceso y capacidades de análisis a gran escala para datos geoespaciales. Permite el acceso a datos globales, almacenamiento y procesamiento en la nube, herramientas de análisis, series temporales y colaboración.

Además, posibilita el monitoreo de cultivos, la detección de cambios en el uso del suelo, predicciones de rendimiento, gestión de recursos naturales, planificación de la rotación de cultivos, monitorización de condiciones ambientales, estimación de necesidades de riego y evaluación de impactos ambientales. Esta herramienta facilita a los agricultores tomar decisiones informadas, optimizar la gestión de sus cultivos y adoptar prácticas agrícolas más sostenibles. Actualmente, hay muchos tutoriales gratuitos disponibles para su uso.

- 9. Climate Serv:** Su sitio web es <https://climateserv.servirglobal.net/ClimateSERV>. Permite a profesionales, científicos, e instancias gubernamentales poder analizar con facilidad las precipitaciones históricas de los últimos 30 años y contrastarlas con pronósticos a 180 días para áreas específicas de interés. Esto mejora la comprensión y facilita decisiones más informadas sobre asuntos relacionados con la agricultura y la disponibilidad de agua.
- 10. Aplicaciones:** el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) ha desarrollado una aplicación que permite a los usuarios en el campo identificar el orden del suelo, el suborden. También, proporciona la capacidad de identificar características en función de las muestras tomadas durante los muestreos.

La aplicación “Weather Channel” es una herramienta popular para obtener información meteorológica en línea. Ofrece pronósticos del tiempo detallados, mapas interactivos, alertas meteorológicas en tiempo real, noticias y vídeos relacionados con el clima. Sumado a ello, se puede personalizar la experiencia del usuario, como la adición de ubicaciones favoritas y alertas personalizadas.

“Windy” es una plataforma en línea que ofrece información meteorológica detallada y mapas interactivos. Proporciona datos en tiempo real, pronósticos a largo plazo y presenta mapas interactivos que incluyen información sobre temperatura, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, humedad, entre otros.

- 11. Plataformas de agricultura digital:** plataformas de agricultura digital son sistemas integrados que utilizan tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para recopilar, analizar y presentar datos relevantes para la toma de decisiones en la agricultura. Estas plataformas buscan mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en la gestión agrícola.

En definitiva, es importante resaltar que hay una abundancia y diversidad de aplicaciones y plataformas de agricultura digital que reflejan una creciente adopción de tecnologías innovadoras en el sector agrícola. Al respecto, se debe recordar que antes de adoptar aplicaciones o plataformas de agricultura digital es crucial definir necesidades, priorizar la facilidad de uso y compatibilidad, así como asegurarse de recibir capacitación y soporte, y considerar la seguridad y escalabilidad.





Bibliografía

Arévalo, G., Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf

Blanco, H. y Granados, M. (2021). Guía para el diagnóstico fitosanitario de hortalizas para pequeños agricultores. www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/85626/OP%20204-21_Guia%20diagnostico%20fitosanitario_impreso.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Caravaca, P. (2022). Análisis y monitoreo de mercados: Tomate. https://www.cnp.go.cr/sim/sector_agricola/hortalizas/tomate/analisis_de_mercado/2022/M_Tomate_01_29-04-2022.pdf

Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO). (2021). Manual producción de Tomate. San José, Costa Rica. [Documento PDF]

Chavarría, E. (2020). Diseño de dos sistemas de riego por goteo para los cultivos de chile dulce y maíz en Finca Rancho El Tecal y Finca El Coyolito en Cañas Dulces, Liberia, Costa Rica.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2019). DECRETO EJECUTIVO DE EMERGENCIA N° 41852-MP-MAG Y N° 41944-MP. <https://www.cne.go.cr/recuperacion/declaratoria/planes/Plan%20General%20de%20la%20Emergencia%20%20Deficit%20Hidrico.pdf>

Consejo de Salud Ocupacional (CSO). (2024). Infografía Equipos de Protección Personal.

FAO. (2023). Manejo integrado de plagas y plaguicidas. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>

INTA. (2018). Establecimiento de almácigos para la producción de hortalizas. Guanacaste, Costa Rica.

ITIS. (2023). Integrated Taxonomic Information System. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30492#null

JICA. (2015). Guía técnica para cosechar el agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en la Sierra. <https://www.jica.go.jp/Resource/project/ecuador/OO1/>





materials/ku57pq000011cym2-att/water_harvest_sp.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2010). Manual técnico para la elaboración de estructuras de captación de agua en escorrentía para uso agropecuario. Costa Rica. <http://infoagro.go.cr/bibliotecavirtual/PI0-9623.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2014). Producción de abono orgánico en pequeña escala con lombriz californiana (*Eisenia foetida*). San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO4-10723.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2017). Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO8-10924.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2017). Política Pública para el Sector Agropecuario Costarricense 2023-2032. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E14-11132.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2017). Control biológico del Joboto o Gallina Ciega (*Phyllophaga spp.*). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1744.pdf>

Liotta, M. (2015). Manual de riego por goteo. <http://www.prosap.gov.ar/Docs/3-%20Sistema%20de%20riego%20por%20goteo.pdf>

López, L. (2017). Manual para la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/FO1-10921.pdf>

López, L. (2021). Manual de Enfermedades Pre y Poscosecha en Tomate (*Solanum lycopersicum*). http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/MANUAL%20DE%20ENFERMEDADES%20POSCOSECHA_min_ed.pdf

Quirós, S. (2021). Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Tomate. INTA. San José, Costa Rica.

Quirós, S. (2016). Guía para la producción de tomate en agricultura familiar. INTA. San José, C.R.

Oficina Nacional de Semillas (ONS). (2024). Variedades Comerciales. https://ofinase.go.cr/wp-content/uploads/rvc_vigentes-1.pdf

Ramírez Matarrita, R.; Aguilar Rodríguez, J. y León González, R. (2010). Introducción a los cultivos protegidos bajo cobertura plástica en Costa Rica. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) – Sistema Unificado de Información Institucional (SUNII).

Ramírez, R. (2022). Diseño y construcción de microtúneles y túneles altos. http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Microtuneles_min_ed.pdf

Saborío, G. (2021). Manual manejo poscosecha del tomate fresco. http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/MANUAL%20BUENAS%20PRACTICAS%20AGRICOLAS_min_ed.pdf

Salinas Acosta, A., Rodríguez Quirós, R., & Morales Hidalgo, D. (2010). Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización. Nicoya, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Universidad Nacional, CEMEDE.

Sepúlpeda, F., Sepúlpeda, P. y Morales, A. (2014). Médula Negra, nueva bacteria que ataca el tomate en la región Arica y Parinacota. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4565>

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2024). Bandas toxicológicas. Presentación Curso Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) 2024. [Documento PDF].

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2024). Triple lavado. Presentación Curso Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) 2024. [Documento PDF].

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2020). Informe del año 2021. Análisis de residuos de plaguicidas realizados a vegetales frescos. https://www.sfe.go.cr/DocsResiduosAgroquim/Informe_de_residuos_de_plaguicidas_2021.pdf





Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2023). Informe del año 2022. Resultados en vegetales frescos para verificar el cumplimiento de los límites máximos de residuos de plaguicidas. https://www.sfe.go.cr/DocsResiduosAgroquim/Informe_Analisis_de_Residuos_2022.pdf

Universidad Nacional (UNA). (2020). Clima, agua y producción sostenible: aportes desde la acción académica. CEMEDE-HIDROCEC. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/23398/Cap.%202.%20%20Caracterización%20de%20los%20sistemas%20de%20captación%20de%20agua%20de%20los%20cantones%20de%20Hojancha%20y%20Nicoya%20en%20Guanacaste%20C%20Costa%20Rica.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Veto. (s.f.). Los instrumentos que debes de conocer en tiempos de sequía. <https://blog.veto.cl/2020/11/04/los-instrumentos-que-debes-conocer-en-tiempos-de-sequia/>





Anexos





Anexo 1

Lista de chequeo para evaluar la aplicación de buenas prácticas agrícolas para la adaptación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) al cambio climático

Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
1	Generalidades	Conocer acerca de las generalidades del cultivo, incluyendo taxonomía, características botánicas, requisitos de clima y suelo, así como las etapas fenológicas.				
2	Planificación	Elaborar un diagnóstico de finca considerando elementos como registros y antecedentes, disponibilidad de recursos, análisis de suelos, análisis fitopatológico, información climática local, entre otros.				
3	Planificación	Elaborar un plan de manejo de finca.				
4	Preparación del Suelo	Preparar el suelo adecuadamente antes de la cosecha mediante técnicas como eras, tomillos, camas, entre otras				
5	Preparación del Suelo/Análisis de suelo e interpretación	Realizar un análisis de suelo para lograr una fertilización más precisa y eficiente, evitando la aplicación excesiva de fertilizantes químicos.				
6	Preparación del Suelo	Realizar un análisis fitopatológico.				
7	Preparación del Suelo	Utilizar enmiendas para corregir la acidez del suelo.				
8	Preparación del Suelo	Utilizar materia orgánica durante la preparación del suelo.				
9	Uso de coberturas	Emplear coberturas en el suelo.				
10	Prácticas de conservación suelo	Implementar prácticas de conservación del suelo, como curvas a nivel, acequias de tadera, barreras vivas y gavetas de infiltración, entre otras.				
11	Varietades	Utilizar variedades autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS).				



Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
12	Varietades	Considerar elementos como precipitación, períodos secos, altitud, temperatura, resistencia a plagas y enfermedades al seleccionar semillas o plántulas.				
13	Selección de sustratos	Seleccionar sustratos de calidad que brinden un buen soporte a la planta.				
14	Elaboración almácigo	Elaborar almácigos en un entorno protegido y aislado para prevenir la entrada de contaminantes, plagas y enfermedades.				
15	Elaboración almácigo	Mantener las instalaciones limpias y libres de contaminantes, preferiblemente ubicándolas lejos del área de cultivo.				
16	Elaboración almácigo	Garantizar la higiene del personal que trabaja en estas instalaciones y prevenir el contacto de los trabajadores del campo con ellas.				
17	Elaboración almácigo	Utilizar recipientes que posibiliten una emergencia y desarrollo adecuado de la planta antes del trasplante.				
18	Elaboración almácigo	Desinfectar los recipientes para prevenir la proliferación de hongos o bacterias.				
19	Elaboración almácigo	Colocar las bandejas en cuartos oscuros o germinadores, o cubrirlas con plástico negro, retirándolo al iniciar la emergencia de las plántulas.				
20	Elaboración almácigo	Considerar elementos como la temperatura y la humedad para favorecer la germinación.				
21	Elaboración almácigo	Suministrar nutrientes adicionales a medida que las plántulas crecen.				
22	Elaboración almácigo	Supervisar las plántulas en el semillero, ya que es el momento propicio para la aparición de las primeras plagas y enfermedades.				





Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
23	Elaboración almácigo	Al comprar almácigo, asegurarse de adquirirlo de empresas certificadas por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE).				
24	Siembra y trasplante	Prevenir el contacto del fertilizante con el sistema de raíces de las plántulas para asegurar su supervivencia y desarrollo óptimo.				
25	Siembra y trasplante	Realizar riegos tanto en el almácigo como en el terreno de siembra para garantizar la adecuada disponibilidad de humedad.				
26	Distancia de siembra	Acogerse a las distancias de siembra recomendadas, ya sea en campo abierto o en ambientes protegidos.				
27	Distancia de siembra	Al seleccionar el diseño y construir ambientes protegidos, considerar la ubicación del invernadero, accesos y factores climáticos como viento y temperatura.				
28	Requerimientos nutricionales	Conocer los requerimientos nutricionales según la variedad de cultivo para optimizar el uso de fertilizantes y evitar excesos o deficiencias de nutrientes.				
29	Análisis de suelo e interpretación	Realizar una correcta interpretación del análisis de suelo.				
30	Análisis de suelo e interpretación	Para un análisis de suelo preciso, se debe tomar muestras de diversas áreas usando herramientas limpias, evitando contaminación. Limpiar las herramientas antes de cada muestreo para asegurar precisión. En casos de variabilidad, considerar estratificar la muestra.				
31	Análisis de suelo e interpretación	Realizar un análisis de suelo cada tres años con el propósito de evaluar la acidez, desequilibrio de bases, deficiencias nutricionales y contenido de materia orgánica.				



Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
32	Análisis de suelo e interpretación	Como complemento al plan de fertilización, realizar análisis foliar para detectar deficiencias nutricionales antes de manifestarse en las hojas.				
33	Análisis de suelo e interpretación	A partir del análisis de suelo, seleccionar que enmienda pueda dar mejor resultados al cultivo.				
34	Análisis de suelo e interpretación	Seleccionar la enmienda más adecuada para el cultivo a partir del análisis de suelo.				
35	Fertilizantes	Utilizar abonos orgánicos.				
36	Riego	Seleccionar un método de riego que se adapte al tipo de producción y a las condiciones climáticas, preservando los recursos hídricos y naturales.				
37	Riego	Establecer un programa de riego adaptado a las necesidades del cultivo y al clima implica considerar cantidad, frecuencia y momento adecuado				
38	Riego	Realizar inspecciones y mantenimiento periódico al sistema de riego.				
39	Riego	Utilización de acolchado para mantener la humedad en el suelo.				
40	Calidad del agua	Asegurarse de que el agua utilizada para el riego no provenga de fuentes contaminadas por vertidos de aguas residuales y productos químicos.				
41	Calidad del agua	Evitar el uso de agua potable destinada al consumo humano para actividades de riego.				
42	Calidad del agua	Evitar ubicar la toma de agua en la parte inferior del tanque para prevenir la remoción de lodo y reducir el riesgo de contaminación.				





Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
43	Calidad del agua	Si la calidad del agua no es adecuada o se desconoce, es esencial buscar fuentes alternativas o aplicar medidas correctivas como filtración o cloración para evitar la contaminación.				
44	Calidad del agua	Incorporar filtros en el equipo de riego para prevenir la presencia de contaminantes físicos, como semillas transportadas por el agua, que podrían afectar a las plantas de tomate.				
45	Calidad del agua	Realizar un análisis semestral de la fuente de agua para detectar la presencia de residuos de plaguicidas utilizados en la actividad.				
46	Conservación del agua	Implementar un plan de conservación y repoblación de especies autóctonas en áreas con agua para preservar fuentes hídricas.				
47	Conservación del agua	Es fundamental proteger los árboles en las orillas de los ríos si la finca limita con uno, respetando la distancia establecida entre la ribera del río y el cultivo.				
48	Conservación del agua	Establecer una barrera vegetal para prevenir la erosión y el arrastre de sedimentos hacia el río durante las precipitaciones.				
49	Conservación del agua	Implementar sistemas de cosecha de agua con el propósito de almacenarla y utilizarla durante los periodos secos.				
50	Conservación del agua	Construir instalaciones de almacenamiento de agua que eviten el riesgo de desplome y daño a infraestructuras aguas abajo.				



Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
51	Conservación del agua	Mantener instalaciones de almacenamiento de agua limpias y protegidas contra contaminantes, facilitando la conducción del agua al cultivo.				
52	Conservación de agua	Implementar sistemas de reciclaje y reutilización de agua, como captación y filtración del agua de drenaje, para optimizar su uso en la finca.				
53	Tutorado o amarre	Realizar el tutorado o amarre en la producción de tomate y chile dulce para prevenir dobles, roturas o daños causados por el peso, el viento o el matrazo.				
54	Tutorado o amarre	Realizar inspecciones periódicas de postes y, si se detectan problemas, hacer reparaciones o reemplazos oportunamente.				
55	Tutorado o amarre	Podar para controlar el desarrollo de la planta, limitando tallos y frutos, logrando mayor precocidad y calidad.				
56	Aporca	Apocar para estimular el crecimiento de raíces.				
57	Principales plagas y control recomendado	Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar plagas.				
58	Principales enfermedades y control recomendado	Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar enfermedades.				
59	Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades	Usar bioinsumos para la prevención y control de plagas.				
60	Bioinsumos utilizados para el control de plagas y enfermedades	Usar bioinsumos para la prevención y control de enfermedades.				
61	Uso y manipulación de agroquímicos	Usar agroquímicos siguiendo recomendaciones del fabricante, respetando periodos de carencia y dosis recomendadas.				





Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
62	Uso y manipulación de agroquímicos	Priorizar el uso de productos de bajo impacto ambiental.				
63	Uso y manipulación de agroquímicos	Adquirir plaguicidas en establecimientos registrados y autorizados por la autoridad competente.				
64	Uso y manipulación de agroquímicos	Disponer de instrumentos de medición precisos, como probetas y balanzas debidamente calibradas, para utilizar cantidades exactas de plaguicidas.				
65	Uso y manipulación de agroquímicos	Disponer de un espacio adecuado para mezclar agroquímicos, que sea abierto y ventilado, lejos de fuentes de agua y separado de la bodega.				
66	Uso y manipulación de agroquímicos	Utilizar equipo de seguridad durante la manipulación de agroquímicos.				
67	Uso y manipulación de agroquímicos	Aplicar plaguicidas en dirección del viento, evitando el contacto con el rocío o la deriva, y evitar el contacto con plantas y frutos recién pulverizados.				
68	Uso y manipulación de agroquímicos	Permitir únicamente la presencia de los aplicadores durante las labores de aplicación en el área tratada.				
69	Uso y manipulación de agroquímicos	Mantener registros de todas las aplicaciones de plaguicidas.				
70	Uso y manipulación de agroquímicos	Proveer instalaciones de aseo con duchas, áreas separadas para la ropa, iluminación, ventilación, pisos antideslizantes y privacidad para el personal.				
71	Uso y manipulación de agroquímicos	Capacitar a los trabajadores encargados del uso y manejo de plaguicidas antes de comenzar su labor y al menos una vez al año.				
72	Uso y manipulación de agroquímicos	Emplear el equipo de protección personal según las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto es necesario.				



Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
72	Uso y manipulación de agroquímicos	Emplear el equipo de protección personal según las indicaciones de la etiqueta o el folleto del producto es necesario.				
73	Uso y manipulación de agroquímicos	Mantener el equipo en buen estado y reemplazarlo según sea necesario para garantizar la seguridad del trabajador.				
74	Uso y manipulación de agroquímicos	Proporcionar capacitación al trabajador sobre el uso adecuado y el mantenimiento del equipo.				
75	Uso y manipulación de agroquímicos	Lavar la ropa y el equipo de protección personal en el lugar de trabajo después de concluir la jornada de aplicación es necesario.				
76	Uso y manipulación de agroquímicos	No verter sin tratamiento en cuerpos de agua las aguas resultantes del lavado de la ropa que estuvo en contacto con plaguicidas.				
77	Uso y manipulación de agroquímicos	Almacenar el equipo de protección personal en un lugar separado de los plaguicidas.				
78	Uso y manipulación de agroquímicos	Obtener recomendación médica basada en exámenes preexposición y periódicos para los trabajadores en el manejo de plaguicidas.				
79	Equipos de aplicación	Calibrar los equipos de aplicación para asegurar la dosificación precisa de plaguicidas.				
80	Equipos de aplicación	Realizar inspecciones visuales periódicas de los equipos de aplicación para asegurar su correcto funcionamiento.				
81	Equipos de aplicación	Mantener un registro de las inspecciones visuales realizadas.				
82	Equipos de aplicación	No utilizar envases vacíos de plaguicidas para almacenar alimentos, agua u otras sustancias consumibles por personas o animales.				





Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
83	Equipos de aplicación	Realizar el proceso de triple lavado en los envases vacíos de plaguicidas.				
84	Equipos de aplicación	Llevar a cabo el proceso de triple lavado en un área designada específicamente para esta tarea.				
85	Equipos de aplicación	Perforar y almacenar temporalmente los envases vacíos para evitar reutilización indebida, luego devolver a la empresa proveedora.				
86	Control de arvenses	Implementar y combinar técnicas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para prevenir y controlar arvenses.				
87	Cosecha y poscosecha	Realizar la cosecha preferiblemente durante las horas más frescas del día.				
88	Cosecha y poscosecha	Cosechar en el momento óptimo de madurez.				
89	Cosecha y poscosecha	Mantener y limpiar regularmente equipos y materiales de cosecha, lavándolos con agua tratada para prevenir contaminación del tomate.				
90	Cosecha y poscosecha	Utilizar recipientes de cosecha exclusivamente y evitar su uso para otros productos como fertilizantes, plaguicidas, lubricantes, aceites, desinfectantes, herramientas, bolsas u otros.				
91	Cosecha y poscosecha	Diferenciar con colores distintivos o marcar claramente los recipientes similares utilizados para diferentes fines, evitando confusiones.				
92	Cosecha y poscosecha	Almacenar los frutos cosechados en áreas limpias, protegidos bajo techo y sobre tarimas para evitar el contacto con el suelo.				
93	Cosecha y poscosecha	Implementar medidas adecuadas de protección para evitar el acceso de animales, tanto domésticos como silvestres.				

Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
94	Cosecha y poscosecha	Tratar con delicadeza el tomate es esencial para prevenir daños físicos o deformaciones en los frutos, evitando golpearlos, apretarlos o dejar que caigan, ya que esto afectaría su calidad y apariencia.				
95	Cosecha y poscosecha	Evitar cajas que pesen más de 18 kg para prevenir presión en frutos inferiores.				
96	Cosecha y poscosecha	Tras la cosecha, almacenar los productos en un lugar fresco, evitando la exposición al sol y protegiéndolos contra golpes y daños.				
97	Cosecha y poscosecha	Clasificar y seleccionar los productos, descartando o reutilizando los dañados, enfermos o de calidad inferior.				
98	Cosecha y poscosecha	Realizar la limpieza o lavado de los frutos en el campo cuando el producto se dirige directamente de la finca al mercado, para eliminar residuos de cosecha y microorganismos.				
99	Cosecha y poscosecha	Mantener una rigurosa higiene personal durante la cosecha: vestimenta y calzado limpios, lavado de manos antes de manipular los chiles, y evitar fumar, comer o beber cerca de los cultivos.				
100	Cosecha y poscosecha	Evitar que personas infectadas o portadoras de enfermedades transmitidas por alimentos participen en la cosecha o manipulación de frutos y materiales relacionados.				
101	Cosecha y poscosecha	Evitar la participación de personas con lesiones abiertas en actividades que comprometan la seguridad del producto hasta su completa recuperación.				
102	Cosecha y poscosecha	Obligar al personal a lavarse las manos antes de comenzar labores, después de usar los servicios y al manipular materiales en contacto con la fruta o utensilios de cosecha.				





Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
103	Cosecha y poscosecha	Instalar mensajes visibles, como pictogramas, resaltando la importancia del lavado de manos, especialmente después de usar el baño y antes de manipular tomates				
104	Cosecha y poscosecha	Vestir adecuadamente al equipo de cosecha, con sombreros, camisas y pantalones largos, botas limpias, previene la contaminación y asegura la higiene durante el proceso				
105	Cosecha y poscosecha	Disponer de un comedor designado para resguardar y calentar alimentos, reduciendo el riesgo de contaminación, es recomendado en situaciones laborales que requieran comer en el lugar de trabajo				
106	Cosecha y poscosecha	Mantener registros precisos de la cosecha.				
107	Cosecha y poscosecha	Se aconseja mantener un registro detallado de los despachos de productos				
108	Cosecha y poscosecha	Utilizar cajas plásticas para transportar los productos desde la finca hasta los mercados o centros de acopio.				
109	Cosecha y poscosecha	Organizar las unidades en las cajas es esencial para prevenir daños mecánicos durante el transporte, evitando apilar los frutos en niveles elevados				
110	Cosecha y poscosecha	Los vehículos no deben haberse utilizado previamente para otros fines que no sean vegetales o productos de cosecha				
111	Cosecha y poscosecha	Realizar el transporte en vehículos limpios y en óptimas condiciones, sin residuos que afecten la calidad del producto.				
112	Cosecha y poscosecha	Planificar cuidadosamente la disposición de la carga en el vehículo.				




Número	Apartado del manual	Práctica sugerida	¿Realiza la práctica sugerida?			
			Si	No	En proceso	N/A
113	Cosecha y poscosecha	Evitar que el tomate entre en contacto con sustancias tóxicas o productos contaminantes durante el transporte				
114	Cosecha y poscosecha	Manipular con cuidado durante la carga y descarga del vehículo, utilizando el equipo adecuado				
115	Cosecha y poscosecha	Mantener la temperatura adecuada es crucial para preservar la frescura y prevenir la sobre maduración del producto durante el transporte.				
116	Gestión de residuos	Asignar áreas específicas para la disposición de diversos tipos de residuos generados durante la cosecha				
117	Gestión de residuos	Recolectar y eliminar adecuadamente los residuos de producto, plantas enfermas y restos al final de la cosecha				
118	Gestión de residuos	Compostar todos los restos de cosecha y frutos ayuda a destruir hongos y bacterias debido a las altas temperaturas generadas en el proceso.				
119	Gestión de residuos	Sobre plásticos y mallas; conocer su vida útil es clave para planificar mantenimiento, reemplazo o disposición. Considerar reutilización o almacenamiento para reciclaje promueve prácticas sostenibles.				
120	Gestión de residuos	Retirar, lavar y almacenar adecuadamente los plásticos al llegar al final de su vida útil antes de su disposición final a través de un gestor autorizado.				
121	Tecnologías	Utilizar tecnologías y aplicaciones para respaldar la producción de los cultivos.				





Anexo 2

Hoja muestreo plagas tomate Región Chorotega

 HOJA MUESTREO PLAGAS TOMATE													Provincia			
													GTE			
Productor				Cantón:			Lote			12-Feb-24						
NÚMERO DE ESTACIÓN: _____				Plaguero: _____			A B C									
													Realizado por: Luis Fernando Espinoza Sing			
Tercios	1° (inferior)				2° (medio)				3° (superior)							
	plantas			Total	plantas			Total	plantas			Total				
Plagas	1	2	3	Tercio	1	2	3	Tercio	1	2	3	Tercio	Total	Nivel Crítico (UE)		
Afidos: adult, ninf,...)														A.15	B. 40	C.80@
Acaros														A.20	B.60	
Trips														A.50	B y C.100W	
Mosca Blanca (adultas y ninfas)														A.20	B.50	C.50@
Minador de hojas														A.25	B. 40	C.80@
Tuta (pollita)														dar seguimiento NR		
Spodoptera (cogollero)														A.7	B. 15	C..fruto@
Masas y huevos														A.2	B y C.5 *	
Gusano cachudo (Manduca)														A.3	B. 5	C.10@
Chinches hediondos														A.2	B. 5	C.5@
Nemátodos														1 a 3 plantas afectadas		
Enfermedades	1	2	4	Total Tercio	1	2	3	Total Tercio	1	2	3	Total Tercio	Total	Observaciones: reportar la presencia		
Atemanía (Tizon Temprano)																
Phytophthora (Tizon Tardío)																
Mildiu Polvoso (leveillula T.)																
Fusarium																
Marchitez bacteria. (Ralstonia)																
Bacteriosis (chancro)																
Virus																
Beneficios	1	2	4	Total Tercio	1	2	3	Total Tercio	1	2	3	Total Tercio	Total	Observaciones		
Mariquitas (Crisomélidos)																
León de Afidos (Crisopas)																
Otros																
<p>Las diferentes etapas son: A: De transplante a 1ros cuajes B: Primeros cuajes a limpia 1er cosecha C: Limpia 1er cosecha 3ra cosecha</p> <p>XX significa que no hay nivel solo si el daño de la plaga es grande.</p> <p>@ El nivel crítico (Umbral Económico) es la suma de los dos W Larvas vivas en las hojas o que tenga mucho daño las hojas * Masas: poner atención al cambio de coloroscuro es próx eclosionar</p>																

Fuente: Agencia de Extensión Agropecuaria de Carrillo, 2024.



Apuntes



