



MANUAL DEL CULTIVO DE TOMATE



PROYECTO HORTALIZAS



¡El trabajo en el campo no se detiene!



Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF
Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortaliza
Cel.: 67347803
Cochabamba - Bolivia



PRESENTACION

El 25 de junio de 2008, el Gobierno Boliviano mediante Decreto Supremo 29611 crea el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) como institución descentralizada bajo tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), que tiene como mandato, entre otros, generar tecnologías, establecer lineamientos y gestionar las políticas públicas de innovación agropecuaria y forestal, con la finalidad de contribuir a la seguridad alimentaria con soberanía.

El “Programa Nacional de Apoyo a la Producción y Comercialización de Hortalizas”, nace como respuesta a una necesidad del Estado Plurinacional de Bolivia para cubrir la demanda en la producción de hortalizas y satisfacer el abastecimiento al mercado nacional con productos básicos de la canasta familiar. Este programa fomenta la producción primaria de hortalizas, con innovación tecnológica, sanidad e inocuidad agrícola y el acceso a mercados y comercialización, donde intervienen el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), la Institución Pública Desconcentrada Soberanía Alimentaria (IPDSA) y el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

Por otra parte, el proyecto “Desarrollo de Tecnologías para Mejorar la Productividad de Hortalizas en Regiones Productoras de Bolivia”, ejecutado por el INIAF tiene como objetivo fortalecer las capacidades productivas de productores en los cultivos de cebolla, tomate, zanahoria, haba y arveja, a través de la aplicación de tecnologías agrícolas que contribuyan a mejorar los índices de productividad y el incremento de los rendimientos en los rubros mencionados.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más cultivada en el mundo, y su producción a campo abierto es una práctica común en muchas regiones del planeta. El manual proporciona una guía para la producción de tomate a campo abierto, desde la selección de la variedad hasta la cosecha y comercialización, brindando a los agricultores, técnicos y estudiantes una guía práctica para la producción de tomate.

Figura 1. Variabilidad genética en especies nativas de tomate.



El tomate es una planta nativa de Sud América Tropical, específicamente de la región de los Andes de Colombia, Ecuador, Bolivia, Perú y Chile, en estas regiones se encuentra la mayor variabilidad genética de tipos silvestres; su cultivo se extendió por Centro América hasta México (López, 2017).

De acuerdo con los hallazgos arqueológicos, es probable que las civilizaciones nativas que habitaron los actuales territorios de México y Perú, domesticaran el cultivo de tomate de manera coetánea e independiente.

Los principales destinos de la producción de tomate en el mundo son el consumo fresco e industria (Guzmán *et al.*, 2017), de acuerdo a datos referenciales de la FAO, el año 2021 la producción mundial de tomate alcanzó un total de 189.133.955,04 t, con una superficie cultivada de 5.167.388 ha y un rendimiento promedio de 36,6 t ha⁻¹.

En Bolivia, se cultiva tomate (*Solanum lycopersicum*), principalmente en valles, valles mesotérmicos, valles interandinos y zonas tropicales de los

departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, La Paz, Chuquisaca, Tarija, Potosí, Beni y Pando. Su cultivo es a campo abierto generalmente; sin embargo, también puede ser cultivado bajo invernadero. A nivel nacional, los principales departamentos productores de tomate son Santa cruz con el 41%, seguida de Cochabamba con 35%, el consumo per cápita de tomate es de 8,5 kg por habitante al año (Ministerio de Desarrollo y Economía Plural, 2013).

De acuerdo a datos oficiales, la gestión 2021, Bolivia registró un área cultivada de tomate de 4.761 ha, con un rendimiento promedio de 16,19 t ha⁻¹ y una producción total de 77.115,99 t (FAO, 2023).

La producción nacional de tomate está destinada a satisfacer la demanda de los mercados de las ciudades capitales y provincias principalmente; sin embargo, ésta no cubre la demanda. El 100% de la importación de tomate de Perú se destina al mercado del departamento de La Paz. El precio del tomate en los mercados de Bolivia fluctúa dependiendo de la época, registrándose alzas en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto (Ministerio de Desarrollo y Economía Plural, 2013).

El tomate es considerado un alimento funcional y saludable, debido a las propiedades beneficiosas sobre la salud que le han sido atribuidas, es una buena fuente de vitamina C y principalmente por su componente bioactivo denominado licopeno y otros como el ácido ascórbico, tocoferol, β-caroteno, ácidos fenólicos, flavonoides, folatos, fibra, y otros menos conocidos como esculeosido A, fitoeno y fitoflueno, los cuales tras diversas investigaciones científicas parecen tener algún efecto positivo sobre la salud (Navarro y Pierago, 2016).

2. BOTANICA

El tomate es una planta herbácea anual, actualmente existe controversia sobre el nombre científico del tomate; el botánico sueco Carl Linneaus (1707 – 1778), el año 1753, ubicó al tomate dentro el género Solanum, como Solanum lycopersicum; sin embargo, en 1881 Philip Muller, lo ubicó en el género Lycopersicum, y lo clasificó como Lycopersicum sculetum, la evidencia genética en la actualidad muestra que Linneo estaba en lo correcto, actualmente ambos nombres son usados para denominar al tomate, pero la controversia aun continua, (Escobar, 2010).

2.1. Taxonomía

Cuadro 1. Taxonomía del tomate.

Nombre común	Tomate
Nombre científico	<i>Solanum lycopersicum</i>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceas
Género	Solanum
Especie	Solanum Lycopersicum

Fuente: López, (2017).

2.2. Reproducción

El tomate se reproduce sexualmente a través de semilla, un gramo de semilla contiene de entre 250 a 320 semillas, dependiendo de su tamaño y variedad, con una viabilidad de 3 a 5 años almacenadas a 5 °C y una humedad relativa del 20%.

2.3. Morfología

2.3.1 Planta

El tomate es una planta herbácea perenne, anual, susceptible al daño por heladas. Por su crecimiento puede ser indeterminado que se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite; de crecimiento determinado en su desarrollo, progresivamente presentan menos hojas y terminan en un ápice reproductivo, a su vez son de crecimiento compacto semi erecto y limitado.

2.3.2. Raíz

La raíz es pivotante con muchas raíces secundarias, que puede alcanzar una profundidad de hasta 2 m. El trasplante daña la raíz pivotante lo que ocasiona la ramificación de la raíz (raíces adventicias) las cuales se concentran en los primeros 30 cm del perfil del suelo.

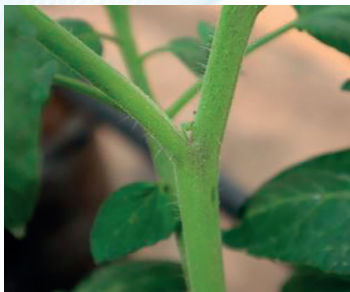
Figura 2. Raíz de tomate.



2.3.3. Tallo

El tallo es ligeramente anguloso, semileñoso de 2 a 4 cm en su base, cubierto de tricomas simples y glandulares, con un tallo principal y tallos secundarios, de donde se desarrollan las hojas e inflorescencias (Valdez, 2022).

Figura 3. Tallo de tomate.



2.3.4 Hoja

La hoja es de tamaño medio a grande 10 a 40 cm, compuestas, alternas, pecioladas, borde dentado, bipinnadas, cubiertas de numerosos tricomas simples y glandulares (Blancard, 2021).

Figura 4. Hojas de la planta de tomate.



2.3.5 Flor

Las flores se agrupan en inflorescencias simples o ramificadas de entre 5 a 12 flores (Blancard, 2011), son flores perfectas, hipóginas y regulares, con 5 o más sépalos verdes, con 5 o más pétalos de color amarillo intenso. Anteras con estambres que forman un cono que cubre el estilo y estigma del ovario, el cual está formado por dos o más carpelos.

Figura 5. Flores de tomate de la variedad Renacer.



2.3.6 Fruto

Los frutos carnosos y tiernos del tomate en realidad son bayas (Blancard, 2011), globosas, biloculares o pluriloculares, lisas o acostilladas según la variedad, de tamaños que oscilan entre los 3 a 16 cm de diámetro. Los frutos de tomate presentan diferentes formas tipo pera, redonda y colores como rojo, amarillo, verde y morado.

Figura 6. Frutos de tomate en etapa de maduración.



2.3.7 Semilla

La semilla de tomate es de color pardo, plana, arriñonada y pequeña de 3 a 5 mm; en un gramo hay un total de entre 350 a 400 semillas.

Figura 7. Semilla de tomate.



3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

3.1. Suelo

El tomate no es exigente en suelos, se recomienda suelos profundos de entre 30 a 50 cm, francos arcillosos, ricos en materia orgánica y de buen drenaje, con un pH de 6,0 a 6,5 (Guzmán et al, 2017).

Cuadro 2. Características de los suelos en los principales municipios productores de tomate en Bolivia.

Municipio	Clasificación	pH	Profundidad (cm)	Textura	Drenaje
Omereque	Molisoles	5,5 a 6,5	150	Franco arenoso	Bueno
Pampagrande	Luvisoles	6,5	100 a 200	Franco arenoso	Bueno
Saipina	Luvisoles	6,5	100 a 150	Franco arenoso	Bueno
Tupiza	Luvisoles	5,5 a 6,5	100 a 150	Franco arenoso	Bueno
San Benito	Luvisoles	6,5	100 a 200	Franco arenoso	Bueno
Villa Tunari	Luvisoles	5,5 a 6,5	100 a 150	Franco arenoso	Bueno

Fuente: PTDIs Municipales 2022.

3.2. Luminosidad

El tomate no responde al fotoperiodo (Escobar, 2010), este cultivo requiere de buena iluminación para su desarrollo, de entre 8 a 16 horas luz día.

3.3. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo de este cultivo es de 20 a 30 °C durante el día, temperaturas superiores ocasionan aborto floral y de entre 1 a 17 °C por la noche, temperaturas inferiores origina problemas en el desarrollo de la planta. La maduración de los frutos está influida por la temperatura, temperaturas altas superiores a los 30 °C e inferiores a los 10 °C ocasionan el amarillamiento de los frutos (Mendoza, 2017).

Cuadro 3. Temperaturas críticas y óptimas para el cultivo de tomate.

Daños por helada		- 2 °C
Detiene su desarrollo		10 a 12 °C
Desarrollo normal de la planta		18 a 25 °C
Mayor desarrollo de la planta		21 a 24 °C
Germinación óptima		25 a 30 °C
Temperaturas óptimas		
Desarrollo	Diurna	23 a 26 °C
	Nocturna	13 a 16 °C
Floración	Diurna	23 a 26 °C
	Nocturna	15 a 18 °C
Maduración	Diurna	23 a 26 °C
	Nocturna	15 a 22 °C

Fuente: Guzmán, 2017.

3.4. Humedad

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate oscila entre el 60 a 80%. La humedad relativa por encima del 80%, favorece el desarrollo de enfermedades, agrietamiento de frutos y problemas de cuajado. En el cultivo de tomate bajo invernadero la humedad debe ser controlada adecuadamente, abriendo las ventanas en el día (Guzmán et al., 2017).

4 VARIEDADES

En nuestro medio existen variedades como Rio Fuego, Rio Grande y Renacer registrada por el INIAF el 2021, cuyas características son las siguientes:

4.1. Variedad Rio Fuego

La variedad Rio Fuego es de crecimiento determinado con un ciclo de cultivo 80 a 90 días después del trasplante, apta para cultivo al aire libre, resistente al frío, fruto tipo pera mediano de color rojo, sabor semi dulce y de consistencia blanda. Rendimiento 25 t ha⁻¹.

Figura 8. Variedad de tomate Rio Fuego



4.2. Variedad Rio Grande

Es de crecimiento determinado con un ciclo de cultivo de 100 días después del trasplante, apta para cultivo al aire libre, tolerantes a la sequía, de frutos medianos de color rojo y de consistencia blanda. Rendimiento de 27,6 t ha⁻¹.

Figura 9. Variedad de tomate Rio Grande.



4.3. Variedad INIAF Renacer

Esta variedad es de crecimiento semi determinado, con un ciclo de cultivo de 120 a 130 días después del trasplante, apto para cultivo a campo abierto, variedad de crecimiento vigoroso, tolerante a suelos salinos y estrés hídrico, frutos grandes tipo pera, de consistencia dura. Se recomienda solo una a dos aplicaciones de abonos foliares. Rendimiento 30 a 35 t ha⁻¹.

Figura 10. Variedad de tomate Renacer.



4.4. Variedades híbridas

Estas variedades son el resultado de cruza de diferentes parentales, de los cuales se explota su vigor híbrido para obtener principalmente elevados rendimientos, precocidad y resistencia a plagas y enfermedades. En Bolivia, las principales zonas de producción de tomate, cultivan variedades híbridas, debido a sus características, elevado rendimiento, resistencia a enfermedades, forma de fruto, su consistencia dura y precocidad principalmente como ser: Nativo, Bingo, Lia y Omereque entre otras.

Si bien el uso de variedades híbridas incrementa los rendimientos del cultivo de tomate, el elevado costo de estas hace que se incrementen los costos de producción.

Cuadro 4. Características de algunas variedades de tomate cultivadas a campo abierto en Bolivia.

Variedad	Forma de crecimiento	Ciclo del cultivo (días)	Color y Forma del fruto	Rendimiento (t ha-1)	Regiones aptas para cultivo
Renacer	Semi determinado	120- 130	Rojo tipo pera	30 a 35	Valles y valles mesotérmicos
Rio Grande	Determinado	100	Rojo tipo pera	27,6	Valles y valles mesotérmicos, trópico
Rio Fuego	Determinado	80- 90	Rojo tipo pera	25	Valles y valles mesotérmicos, trópico
Nativo (híbrido)	Determinado	90	Rojo tipo pera	60 a 70	Valles y valles mesotérmicos
Bingo (Híbrido)	Determinado	90	Rojo tipo pera	60 a 70	Valles y valles mesotérmicos
Lia (Híbrido)	Determinado	90	Rojo tipo pera	60 a 70	Valles y valles mesotérmicos

5. PRODUCCIÓN A CAMPO ABIERTO

La producción de tomate a campo abierto es el sistema de producción más común en las zonas productoras de Bolivia, el siguiente esquema muestra los pasos a seguir para la producción de tomate a campo abierto.

Cuadro 5. Esquema producción de tomate a campo abierto.



Figura 11. Producción de tomate a campo abierto, con cobertura plástica en el Municipio de Omereque - Cochabamba.



5.1. Elección de la variedad a cultivar

Es muy importante elegir la variedad de tomate a producir, ya sea de polinización abierta o híbrido, para lo cual se debe conocer las características de la variedad, forma de crecimiento, ciclo del cultivo, forma, tamaño y color del fruto, tolerancia o susceptibilidad a enfermedades y plagas, requerimientos nutricionales, ambientes donde se desarrollan satisfactoriamente y el rendimiento.

5.2. Análisis de suelo de la parcela

Se debe realizar el análisis de suelo de la parcela donde se implementará el cultivo, el cual permitirá determinar la cantidad de nutrientes presentes en el suelo y realizar las enmiendas necesarias para obtener los rendimientos en fruto buscados.

Figura 12. Análisis de contenido de Nitrógeno por el método de colorimetría.



5.3. Preparación del terreno

La preparación del terreno es un factor muy importante para obtener buena producción ya que favorece el desarrollo radicular de las plantas, debiendo realizarse una labor profunda de arado de 30 a 40 cm e incorporar estiércol (100 bolsas de 50 kg ha⁻¹), las enmiendas necesarias deben realizarse en función al análisis de suelo.

Figura 13. Preparación del terreno con maquinaria agrícola.



La preparación del terreno debe realizarse un mes antes del trasplante, las actividades previas son:

- El volcado del suelo un mes antes, permite la incorporación de abonos verdes, control de plagas por solarización y exposición.
- Mejora la estructura del suelo a través de la incorporación de estiércol bien descompuesto.
- Arado profundo 30 a 40 cm, para mejorar la penetración del sistema radicular de las plantas de tomate y garantizar un drenaje adecuado.
- El suelo preparado y nivelado, permite realizar adecuadamente la construcción de los canales de drenaje.
- Incorporar las enmiendas de fertilizantes químicos como fertilización de fondo, lo que garantiza una adecuada distribución uniforme de los mismos.

El preparado de terreno en tomate es un factor muy importante para obtener, buena producción ya que el suelo favorece el desarrollo de la planta, debiendo realizar una labor profunda de arado e incorporar abono que estará en función previo al análisis de suelo.

5.3.1. Fertilización de fondo

Se recomienda aplicar a las parcelas de producción 80 kg ha⁻¹ de Fosforo (P₂O₅) y 120 kg ha⁻¹ de Nitrógeno (N) en la siembra y 150 a 200 kg ha⁻¹ de Potasio (K₂O), distribuidos durante el ciclo de cultivo. Cuando se aplica el fertilizante granulado, se debe colocar alrededor de la planta y taparse con tierra, también puede aplicarse en el aporque de las plantas (Rojas y Castillo, 2007).

Cuadro 6. Requerimiento nutricional del cultivo de tomate.

Elemento	Dosis recomendada (kg ha ⁻¹)
Nitrógeno	170
Fosforo	25
Potasio	275
Calcio	150
Magnesio	25
Azufre	22

Fuente: Richmond (2010).

5.3.2. Almacigo

El cultivo de tomate es de siembra indirecta (trasplante), en Bolivia se practican dos sistemas de almacigo de plántulas de tomate, en platabandas y en bandejas multicelda, que se realizan con un mes de anticipación al trasplante definitivo a campo abierto. Debido a sus características de humedad y temperatura, en las regiones de los valles cruceños y valles mesotérmicos, el almacigo se lo puede realizar en todo el año; en la región de valles templados los meses de julio y agosto; en la región tropical de Cochabamba en abril y mayo.

5.3.3. Almacigo en platabandas

Este sistema de almacigo es el más usado por los productores de tomate en Bolivia, especialmente en las regiones de valles templados y zonas tropicales.

Figura 14. Plántulas de tomate cultivadas en platabanda.



Fuente: INIAF (2023)

5.3.3.1 Preparación de la platabanda

Se preparan las platabandas con una altura de 0,1 m ancho de 1,0 m y la longitud depende de la superficie a implementar, se debe adicionar materia orgánica, cascarilla de arroz quemada o perlita bien mezcladas, recomendándose la siguiente proporción:

Cuadro 7. Proporción de materiales para la preparación de sustrato de la platabanda.

Tierra del lugar	Materia orgánica descompuesta	Cascarilla de arroz quemada o perlita
30 %	40 %	30 %

Fuente: Richmond (2010).

5.3.3.2. Desinfección de la platabanda.

Antes del almacigado la platabanda debe ser desinfectada, puede ser por solarización, que consiste en humedecer la platabanda y cubrirla herméticamente con plástico de entre 20 a 30 días; también se puede desinfectar derramando sobre ella agua caliente (80 a 100 °C); con *Trichoderma* spp. para control biológico de las enfermedades de suelo o se puede hacer la desinfección química del sustrato con la combinación de un fungicida y un insecticida, teniendo el cuidado de leer detenidamente las etiquetas de los productos para su aplicación y usando los equipos de protección individual necesarios.

5.3.3.3. Siembra de la platabanda

Una vez desinfectado el sustrato de la almiguera, debe estar en condiciones adecuadas de humedad para la siembra de la semilla de tomate (a capacidad de campo). La siembra puede ser realizada al boleto o en surcos a chorro continuo, teniendo el cuidado de cubrir la semilla con una capa delgada de sustrato, a razón de 2 a 3 g de semilla por metro cuadrado de almiguera, una vez sembrada la semilla, la almiguera debe ser cubierta con plástico negro, hasta que el 80% de las semillas germinen y en estado de codo, para zonas tropicales 3 días y para zonas de valles templados 4 a 5 días, cuando se debe retirar el plástico negro, para evitar el ahilamiento de las plántulas. La almiguera debe estar cubierta con un techo de malla semisombra o ramas de árboles, permitiendo gradualmente la exposición de las plántulas a la radiación solar para su endurecimiento y protegido para evitar daños por animales.

5.3.3.4. Tratamientos fitosanitarios

Se debe realizar el monitoreo de plagas y enfermedades en la almiguera, realizando las aplicaciones necesarias cuando corresponda de acuerdo a la incidencia.

Cuadro 8. Pesticidas para control de plagas y enfermedades en almigo de tomate en platabandas.

Control químico				Control ecológico
Enfermedad/ plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Mal de almiguera o Damping off	Fipronil + Thiophanate Methyl + Pyraclostrobin	Acronis top Carbendazim	0.8 a 1 L ha-1 50 – 100 cc 100 L de agua	Desinfección por solarización, agua hervida o desinfección con vapor de agua.
Hormigas defoliadoras	Sulfuramida	Mirex	8 a 10 g m2	Uso de repelentes naturales, destrucción de hormigueros.

Fuente: SENASAG (2023).

5.3.3.5. Riego

El riego del almigo en platabanda debe realizarse con una regadera preferentemente, de acuerdo a la necesidad hídrica de las plántulas,

evitando el encharcamiento de la platabanda, recomendándose para zonas de valles templados una frecuencia de riego cada 3 días, y para valles mesotérmicos y trópico riegos diarios. Un método práctico para saber cuándo realizar el riego consiste en introducir el dedo a una profundidad de 5 cm, si sale seco significa que la platabanda debe regarse. No se debe regar en exceso ya que puede favorecer al desarrollo de enfermedades.

5.3.3.6. Estado óptimo de plántulas para trasplante a campo.

Dependiendo de la zona, las plántulas en almiguera estarán listas para ser trasplantadas a los 30 días después de la siembra en regiones de valles mesotérmicos y trópico y a 45 días después de la siembra en valles templados o cuando se observe que el 90% de las plántulas tengan una altura de entre 10 a 15 cm y tres hojas verdaderas.

Figura 15. Estado óptimo de plántula de tomate para trasplante.



5.3.3.7. Cosecha del almáigo en platabandas

Para poder arrancar las plántulas de tomate, el sustrato no debe estar muy húmedo. Con la ayuda de una pala pequeña se debe arrancar las plántulas, teniendo el cuidado de no dañar mucho sus raíces, sacudiendo el sustrato de las raíces, luego las plántulas con sus raíces limpias deben ser colocadas en una solución de arcilla disuelta en agua más un fungicida para su trasplante.

5.3.4. Almáigo en bandejas

Este sistema es empleado en los valles cruceños y valles mesotérmicos de Bolivia y viene ganando aceptación entre los productores de tomate, se emplean bandejas de alta densidad y multicelda, requiere de una mayor inversión económica que se compensa con las ventajas que ofrece este sistema.

Figura 16. Bandeja multicelda con plántulas de tomate.



5.3.4.1. Preparación y desinfectado del sustrato

El sustrato debe ser preparado en una relación de 1:1:1, es decir una parte de limo, una parte de cascarilla de arroz quemada o perlita y una parte de tierra vegetal. Una vez bien mezclado el sustrato, este debe ser puesto en una desinfectadora a vapor o en su caso por solarización. Es necesario mencionar que cuando se realiza la desinfección del sustrato, este queda estéril, libre de patógenos y micro flora y fauna del suelo.

Figura 17. Mezcla de materiales para preparación de sustrato.



Figura 18. Llenado de sustrato a la desinfectadora.



5.3.4.2. Almacigo en bandejas de alta densidad y trasplante a bandejas multicelda.

El almacigo en bandejas de alta densidad se usa especialmente en variedades de polinización libre o tradicionales, las cuales no emergen uniformemente, también puede usarse con variedades híbridas, el cual consiste en llenar la bandeja hasta la mitad de su capacidad con el sustrato desinfectado, luego se realizan surcos separados a 1cm donde en chorro continuo se derrama la semilla y estas se cubren con una capa delgada de sustrato. Estas bandejas son cubiertas con plástico negro hasta que el 80% de las plántulas estén emergidas en estado de codo, cuando se quita el plástico para evitar el ahilamiento de las mismas. Una vez que las plántulas tienen sus dos cotiledones bien expuestos, estas se trasplantan a bandejas multicelda, previamente llenadas con sustrato y a capacidad de campo, lo que garantiza la uniformidad de las plántulas a producir. Las plántulas una vez trasplantadas en bandejas multicelda deben ser trasladadas a un ambiente protegido para su desarrollo (invernadero).

Figura 19. Almacigo de tomate en bandeja de alta densidad.



5.4. Tratamientos fitosanitarios

Se debe realizar el monitoreo diario de la presencia de plagas y enfermedades y realizar las aplicaciones correspondientes para su control.

Figura 20. Tratamiento fitosanitario a plántulas de tomate en bandejas multicelda.



El mal de almaciguera o Damping off, es la enfermedad más común en almacigueras, compuesto por tres géneros de hongos fitopatógenos *Phytophthora*, *Fusarium*, *Phyium* y *Rhizoctonia* que causan esta enfermedad (Blancard, 2011).

Los síntomas de la presencia de Damping off, son el amarillamiento de las puntas de las hojas, marchitez de las plántulas, necrosamiento y secado del cuello de las plántulas y muerte de las mismas (Lamichhane et al., 2017 y Salman y Abuamsha, 2012). Hernández. (2018) citado por Lindao. (2021), manifiesta que la incidencia del Damping off en almácigo alcanza hasta el 29%, y a través de este debido a la contaminación con el inoculo, las pérdidas en almácigo, campo y cosecha puede ser del 10 al 100%.

Cuadro 9. Pesticidas para control de enfermedades de almácigo de tomate.

Control químico				Control ecológico
Enfermedad	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Mal de almaciguera o Damping off	Fipronil + Thiophanate Methyl + Pyraclostrobin	Acronis top Carbendazim	0.8 a 1 L ha-1 50 – 100 cc 100 L de agua	Desinfección por solarización, agua hervida o desinfección con vapor de agua.

Fuente: SENASAG (2023).

5.5. Riego bandejas multicelda

El riego de las bandejas puede ser de forma manual o con sistema de nebulización, debe realizarse tres veces al día, una aplicación por la mañana, otra a medio día y la última al finalizar la tarde, regándolas hasta que chorree agua de los orificios de drenaje de las bandejas, debe evitarse el riego excesivo para prevenir el desarrollo de enfermedades.

5.6. Estado óptimo de las plántulas producidas en bandejas multicelda

Las plántulas producidas en bandejas multicelda para su trasplante a campo abierto, deben tener una altura de entre 10 y 15 centímetros, con un tallo robusto y sano, sus hojas deben ser color verde brillante y con raíces bien desarrolladas y libres de plagas y enfermedades. Generalmente las plántulas producidas en bandeja multicelda están listas para trasplante a campo a los 25 a 30 días después de su trasplante de las bandejas de alta densidad a las bandejas multicelda.

Cuadro 10. Ventajas y desventajas del almácigo en platbanda y en bandejas

Sistema de almácigo	Ventajas	Desventajas
Platabandas	• Menor costo de inversión. • Menor mano de obra.	• Mayor cantidad de semilla a usar. • Menor uniformidad de las plántulas. • Mayor cantidad de plántulas para el trasplante, 2 por golpe. • Mayor tiempo de prendimiento de las plántulas. • Mayor porcentaje de pérdida de plantines por estrés y prendimiento. • Retraso en la producción del cultivo.
Bandejas	• Menor cantidad de semilla a usar. • Uniformidad de las plántulas. • Menor tiempo de prendimiento. • Menor porcentaje de pérdida de plántulas en el trasplante. • Adelantamiento en la producción.	• Mayor costo de inversión. • Mayor mano de obra. • Mayor frecuencia de riego.

Fuente: Escalona (2009).

5.7. Establecimiento del cultivo

Se realiza mediante el trasplante de las plántulas a campo definitivo, cuando estas tienen entre 10 a 15 cm de altura, con cuatro a seis hojas

verdaderas, a una distancia de 0,8 a 1,0 m entre surcos y 0,5 a 0,6 m entre plantas, con una densidad de 15.000 a 30.000 plantas por hectárea.

Figura 21. Plántula de tomate producida en bandeja multicelda.



5.8. Trasplante a campo abierto

Una vez producidas las plántulas de tomate, estas deben ser trasplantadas a campo definitivo para su desarrollo, se recomienda realizar el trasplante por la tarde o en días nublados para evitar el estrés de las plántulas por insolación y el suelo debe estar a capacidad de campo, teniendo el cuidado si se trata de plántulas a raíz desnuda o con cepellón, de no dejar espacios vacíos debajo de estas, para evitar el encharcamiento de agua de riego ocasionando el ahogamiento de las raíces y la muerte de la plántula. El trasplante debe realizarse a la altura del cuello de la plántula, una vez realizado el trasplante en campo definitivo, se recomienda regar la parcela.

El trasplante puede ser realizado a ras del suelo como lo realizan tradicionalmente o en camas elevadas sin cobertura plástica o con cobertura plástica, con la ayuda de un trasplantador manual, siendo lo más recomendable el cultivo en cama elevada con cubierta plástica y riego por goteo, con lo cual se obtienen elevados rendimientos.

Figura 22. Trasplante de tomate con cobertura plástica, municipio de Mizque del departamento de Cochabamba.



6. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO A CAMPO ABIERTO

El manejo agronómico del cultivo incluye el tutorado, aporque, poda, nutrición y fertilización, control de malezas, control de plagas y enfermedades, riego y drenaje (Monge, 2016).

6.1. Tutorado

El tutoraje consiste en guiar verticalmente la planta con la ayuda de tutores de madera, hilo de tutoraje o alambre galvanizado, evitando que las hojas y los frutos toquen el suelo.

El tomate es una planta decumbente, por lo cual no puede soportar su propio peso, es así que necesita de un sistema de conducción vertical o tutoraje para lograr una mayor exposición de la planta hacia la luz y un mejor aprovechamiento del espacio dentro del invernadero, además de facilitar las labores fitosanitarias. Para el tutoraje se puede usar alambre galvanizado o hilo de tutoraje, con dos postes bien anclados y firmes en ambos lados de cara surco. Dependiendo de la variedad y su forma de crecimiento pueden realizarse 2 hasta 4 líneas de tutoraje (Allende et al., 2017).

Figura 23. Tutoraje de tomate en el municipio de Capinota del departamento de Cochabamba.



Las ventajas del tutoraje son:

- Favorece la aireación del cultivo.
- Mejora el aprovechamiento de la radiación solar.
- Facilita las labores culturales.
- Evita daños mecánicos en la planta.
- Facilita la cosecha de los frutos.
- Contribuye a mantener el buen estado fitosanitario del cultivo.
- Incrementa el rendimiento y calidad de los frutos.

6.2. Aporque

El aporque consiste en arrimar tierra al pie de las plantas. Los objetivos principales con el aporque son:

- Evitar el acame de las plantas.
- Inducir la emisión de raíces adventicias.
- Control manual de malezas.

El primer aporque se lo realiza a los 25 días después del trasplante con el fin de que se desarrollen las raíces; el segundo aporque se realiza a los 60 días después del primer aporque, así también el control de maleza o llamado también (deshierbe) esta práctica se realiza cada 15 días, ya que estas malezas compiten por los nutrientes con las plantas.

6.3. Poda y amarrado

Es una práctica dirigida a controlar el desarrollo de la planta a conveniencia del agricultor, limitando el número de tallos productivos y la cantidad de

frutos por planta. A cambio se obtiene una mayor precocidad y frutos más grandes con un mejor cuajado, mayor calidad de fruta, mayor aireación e iluminación del cultivo previniendo la incidencia de plagas y enfermedades (Escobar y Lee, 2009).

6.3.1. Poda

La poda consiste en sacar las ramas axilares (chuponas) permitiendo el desarrollo de los tallos principales, mejorando el calibre y calidad de los frutos. Existen diversos sistemas de poda como ser: poda a un tallo, poda a dos tallos, poda a un eje y poda a dos ejes, principalmente en cultivares de crecimiento indeterminado. En los cultivares de crecimiento determinado no suele practicarse la poda, porque son de floración apical (Escobar y Lee, 2009 y Escalona et al., 2009); sin embargo, se practica la eliminación de hojas cortándolas desde la base del peciolo, para mejorar el ingreso de luz, la aireación del cultivo y la eliminación de fuentes de inóculo de enfermedades, también se eliminan las hojas basales viejas por debajo del primer racimo ya que no cumplen ninguna función en la fisiología de la planta. Las hojas eliminadas deben ser quemadas o enterradas para prevenir el ingreso de plagas y enfermedades.

6.3.2. Amarrado

El amarrado se realiza de acuerdo a las necesidades de la planta. Se hace el amarre del tallo a su tutor, a intervalos de 30 cm, lo que evita el acame de la planta (Rojas y Castillo 2007).

6.4. Nutrición y fertilización del cultivo de tomate

6.4.1. Nutrición del cultivo de tomate.

Para el desarrollo de todos los cultivos incluido el tomate, son necesarios 17 elementos minerales esenciales, la necesidad de agregar vía fertilización alguno de estos surge del balance entre lo que la planta requiere y si lo que el suelo suministra es suficiente, es de suma importancia realizar un análisis de suelo para determinar los aportes, deficiencias y toxicidades de estos elementos. El carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) son los tres elementos esenciales para las plantas, el C lo obtienen de la atmósfera y el H y O del agua. Los nutrientes se pueden clasificar en macronutrientes primarios y son el nitrógeno (N), potasio (K), y calcio (Ca) y los macronutrientes secundarios fósforo (P), magnesio (Mg) y azufre (S)

y los micronutrientes zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu), hierro (Fe), Boro (B), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni) (Guzmán et al., 2017).

6.4.2. Fertilización del cultivo de tomate

De acuerdo con Guzmán et al., (2017), es importante conocer la extracción de minerales que realiza la planta del suelo, así como la función de estos elementos en el crecimiento de la planta, para poder planificar y diseñar una adecuada fertilización del cultivo.

Cuadro 11. Requerimiento neto, dosis y época de aplicación de nitrógeno (N) de acuerdo al rendimiento del cultivo de tomate.

Rendimiento (t ha ⁻¹)	Requerimiento neto de N (kg ha ⁻¹)	Dosis de N (kg ha ⁻¹)	Épocas de aplicación de N
120	312	341	• Trasplante establecimiento y desarrollo. • Inicio de floración y cuajado de fruto. • Formación del fruto a inicio de cosecha. • Inicio a fin de cosecha.
160	416	480	
200	520	618	
240	624	757	

Nota. Datos referenciales que pueden modificarse de acuerdo al tipo de suelo (Fuente Guzman, et al., 2017).

Cuadro 12. Requerimiento neto, dosis y época de aplicación de fosforo (P) de acuerdo al rendimiento del cultivo de tomate.

Rendimiento (t ha ⁻¹)	Requerimiento neto de P (kg ha ⁻¹)	Dosis de P2O5 (kg ha ⁻¹)	Épocas de aplicación de N
120	60	306	• Trasplante establecimiento y desarrollo. • Inicio de floración y cuajado de fruto. • Formación del fruto a inicio de cosecha. • Inicio a fin de cosecha.
160	80	444	
200	100	584	
240	120	725	

Nota. Datos referenciales que pueden modificarse de acuerdo al tipo de suelo (Fuente Guzman, et al., 2017).

Cuadro 13. Requerimiento neto, dosis y época de aplicación de potasio (K) de acuerdo al rendimiento del cultivo de tomate.

Rendimiento (t ha ⁻¹)	Requerimiento neto de k (kg ha ⁻¹)	Dosis de K2O (kg ha ⁻¹)	Épocas de aplicación de N
120	468	365	• Trasplante establecimiento y desarrollo. • Inicio de floración y cuajado de fruto. • Formación del fruto a inicio de cosecha. • Inicio a fin de cosecha.
160	624	599	
200	780	833	
240	936	1067	

Nota. Datos referenciales que pueden modificarse de acuerdo al tipo de suelo (Fuente Guzmán, et al., 2017).

6.5. Control de malezas

El control de malezas en el cultivo de tomate es importante porque compiten con el cultivo por los nutrientes y además son agentes hospederos de plagas y enfermedades. Las malezas encima del camellón no prosperan porque la planta del tomate las cubre y sobre todo no se desarrollan si son cultivadas sobre cobertura plástica. Entre las hileras y en los pasillos, se debe realizar un control de malezas permanente, ya sea de forma mecanizada, manual o química (ingrediente activo Setoxidim:2-{1-(etoximino) butil}-5-{2-(etiltio)-propil}-3-hidroxi-2-ciclohexen-1- con una dosis de 2 L ha⁻¹).

6.6. Riego

Una vez realizado el trasplante se realiza el primer riego, para que los plantines se prendan con facilidad, posteriormente la frecuencia de riego debe ser realizada de acuerdo al requerimiento del cultivo, mayor frecuencia en climas cálidos y menor frecuencia en climas templados.

6.6.1. Riego por surcos

Es el riego tradicional que aun practican algunos productores de tomate, sin embargo, este es el menos eficiente entre el 45 a 55%, lo que indica que del 100% de agua aplicada al cultivo, solo el 45 a 50% está disponible para las plantas.

Figura 24. Riego por surco.



6.6.2. Riego por goteo

Es el sistema de riego más empleado en la producción de tomate y el más eficiente, 95 a 100%, lo que indica que del 100% de agua aplicada al cultivo, el 95 a 100% está disponible en el suelo para el cultivo. Sin embargo, este sistema requiere realizar inversión económica para su implementación de 27.700 Bs por hectarea, aproximadamente (Kaufmann et al., 2023) que se compensa grandemente con el incremento del rendimiento de 20 a 22% (Daza, 2014).

Figura 25. Riego por goteo.



7. DESORDENES FISIOLÓGICOS Y NUTRICIONALES

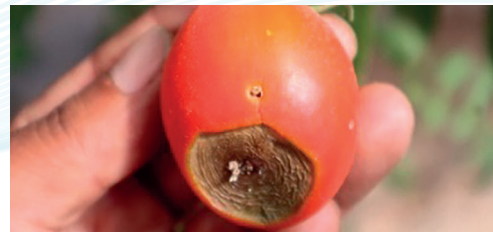
Jaramillo et al., (2013), sostienen que los desórdenes fisiológicos, causan anomalías a diferentes estructuras de la planta de tomate, debido principalmente a condiciones climáticas adversas o por deficiencias nutricionales.

7.1. Pudrición apical o deficiencia de calcio

Zamora, (2016) indica que el calcio juega un papel importante en el metabolismo de la planta, si bien este puede estar presente en gran cantidad en el suelo, no es de fácil absorción por las raíces del tomate,

riegos no uniformes, periodos cortos de sequía y exceso de riego, lo que ocasiona la presencia de la pudrición apical. Se manifiesta con la aparición de pequeñas manchas de color café en el ápice de frutos verdes o maduros, que se van agrandando formando un área blanda y aguanosa de color café oscuro hasta convertirse en una costra dura. Este desorden puede ser solucionado con la aplicación foliar de calcio ($0,6 \text{ meq L}^{-1}$ de nitrato de calcio) y ácido abscísico (500 mg L^{-1}) en el cuajado del cultivo (López, 2015).

Figura 26. Necrosis apical en fruto de tomate.



7.2. Rajadura de frutos

Los frutos de tomate verdes o maduros presentan rajaduras debido al riego irregular, diferencias marcadas de temperatura diurna y nocturna, poda en exceso, deficiencia de potasio, calcio y magnesio entre otros factores. Puede ser corregido con aplicaciones regulares de fertirriego y evitando podas severas (Zamora, 2016).

Figura 27. Rajaduras en frutos de tomate.



7.3. Maduración manchada o Wiphala

Jaramillo et al., (2013) manifiestan que este desorden se presenta como la pérdida de color en ciertas áreas del fruto en su proceso de maduración, estas áreas no son uniformes y se pueden extender a todo el fruto, no

maduran y son duras en comparación a las áreas rojas; este desorden se atribuye a la deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar 250 kg ha⁻¹ de óxido de potasio como fertilización de fondo (Jiménez y García, 2018).

Figura 28. Maduración manchada o Whipala en frutos de tomate.



7.4. Caída de flores

Se presenta cuando la humedad relativa del ambiente está por debajo del 60% con vientos fuertes, humedad relativa superior al 80%, aplicaciones excesivas de nitrógeno y deficiencia de boro en la planta, estos factores no permiten una polinización normal de la flor, ocasionando la caída de las flores, lo que incide directamente en el rendimiento del cultivo (Jaramillo et al., 2013).

Figura 29. Aborto floral en tomate.



8. INSECTOS PLAGA, ENFERMEDADES Y VIRUS

8.1. Insectos plaga

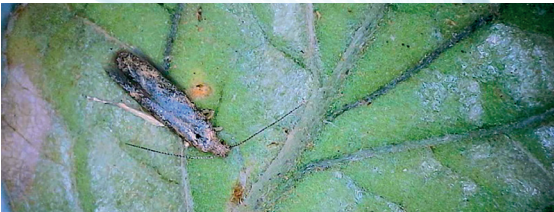
El tomate es una especie muy sensible al ataque de insectos plaga, la incidencia y severidad del ataque depende del tipo de insecto, las

condiciones del clima, suelo y principalmente de la susceptibilidad del cultivar utilizado.

8.1.1. Polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick)

Esta plaga es muy prolífica y se presenta en todo el ciclo del cultivo, dañando las hojas donde hace unas galerías observables a simple vista. Sin embargo, donde causa más daño es al fruto ya sea verde o maduro produciendo perforaciones y galerías en su interior, lo que ocasiona grandes pérdidas económicas a los productores. En muchos países el umbral de daño económico para esta plaga es de 7 a 26 larvas por planta (Luna et al., 2020). Mitidieri y Polack, (2020) citados por Luna et al., (2020), consideran como umbral de daño económico 2 folios con daño fresco por planta. Godoy et al., (2018) indican que el umbral de daño económico resulta de la combinación del número de machos capturados día por planta y el porcentaje de daño en las plantas: 70 machos capturados día y 0% de daño en las plantas; 50 machos capturados día y 6% de daño en las plantas y 25 machos capturados día y 10% de daño en las plantas.

Figura 30. Polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick).



Cuadro 14. Control químico y ecológico de la polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Polilla del tomate	Deltamethrin Sunfire	Dtm 25ec Sunfire	0,4- 0,8 L ha-1 100 ml/200 L de agua.	* Riego. * Volcado del suelo de la parcela. * Poda. * Eliminación de rastrojos cultivo anterior. * Eliminación de plantas hospederas. * Uso de trampas.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.1.2. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Es el mayor problema dentro de los invernaderos y parcelas de producción a campo abierto. Los daños directos por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas, ocasionan el amarillamiento y debilitamiento de las plantas, además de ser agentes transmisores de virus y micoplasmas. Luna et al., (2020), citando a Mitidieri y Polack, (2020), indican que el umbral de daño económico para la mosca blanca es de 10 moscas adultas por hoja u ocho ninfas por folio.

Figura 31. Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*).



Cuadro 15. Control químico y ecológico de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Mosca Blanca	Pyriproxyfen Cypermethrin + Profenofose	Bioxim Siacron	0.5 L ha-1 1.5- 2.0 L ha-1	• Volcado del suelo de la parcela. • Poda. • Eliminación de rastrojos cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas. • Uso de trampas.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.1.3. Pulgón (*Aphis gossypii* Sulzer)

Es la especie de pulgón más común y abundante que ataca al cultivo de tomate en invernaderos y a campo abierto. Forman colonias y se alimentan chupando la savia de los tejidos, se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas. Los síntomas del ataque de esta deformaciones y abolladuras en las hojas

tiernas en la zona de crecimiento. Arias et al., (1992) citado por Gonzales, (2023) indican que no se señalan umbrales de daño económico para este insecto plaga y el control debe realizarse inmediatamente se note la presencia de esta en el cultivo.

Figura 32. Pulgón (*Aphis gossypii* Sulzer).



Cuadro 16. Control químico y ecológico del pulgón (*Aphis gossypii* Sulzer).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Pulgón	Demolector	Carbosulfan	1,5 a 2 L ha-1	• Riego. • Poda. • Eliminación de rastrojos cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas. • Uso de trampas. • Uso de depredadores.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.1.4. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los daños directos al cultivo de tomate lo ocasionan las larvas y adultos cuando se alimentan de la savia de las plantas, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que acusa mayor perjuicio a los agricultores ya que son agentes transmisores del virus del bronceado del tomate. De acuerdo con Godoy et al., (2018) el umbral de daño económico es de 20 trips por planta.

Figura 33. Trips (Frankliniella occidentalis)



Cuadro 17. Control químico y ecológico del trips (Frankliniella occidentalis).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Trips	Lecanitic	Esporas de lecanicillium lecanii	200 g ha-1	• Riego. • Poda. • Eliminación de rastrojos cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas. • Uso de trampas.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.1.5. Nematodos

La capacidad de los nematodos de causar daños al cultivo de tomate es favorecida por factores climáticos, agronómicos, exceso de lluvias, clase de suelo principalmente, entre los géneros de nematodos que cusán daño al cultivo de tomate están: Meloidogyne sp., Pratylenchus sp., Tylenchorthynchus spp. y Helicotylenchus sp. (Salazar y Guzmán, 2013).

Figura 34 Nematodos en raíces de tomate.



Los principales síntomas de daño por nematodos en la parte aérea de la planta de tomate el achaparramiento de la planta, reducción del tamaño de las hojas, marchitamiento excesivo y poca producción de frutos; los síntomas en las raíces son la presencia típica de agallas (Quiroga et al., 2007). Esparrago y Navas, (1995) citados por Salazar y Guzmán (2013), indican que el rendimiento en tomate se reduce hasta un 68% debido a los daños causados por nematodos.

Cuadro 18. Control químico y ecológico de nematodos.

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Nematodos	Paecylotic	Esporas viables de paecilomyces lilacinus	200 g/200 L de agua	• Técnicas culturales. • Solarización. • Control biológico. • Uso de variedades resistentes. • Aplicaciones específicas de nematocidas.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.2. Enfermedades

Las enfermedades más comunes del cultivo de tomate son:

8.2.1. Tizón temprano (Alternaria solani)

Esta enfermedad se presenta en el cultivo como lesiones tanto en hojas, tallos, frutos y peciolos. Comienza como manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos, las cuales crecen como manchas negras alargadas en la que se pueden observar a veces anillos concéntricos. En los frutos esta enfermedad se presenta como cicatrices, provocando lesiones pardo oscuras ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo (Calderón, 1984). Fernández et al., (1996) citados por Paz et al., (2013) indican que las pérdidas en rendimiento accionadas por esta enfermedad son de entre 50 al 80% en el cultivo de tomate.

Figura 35. Tizón temprano (Alternaria solani)



Cuadro 19. Control químico y ecológico de Tizón temprano (Alternaria solani).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Tizón temprano	Cymoxanil+ Mancozeb+ Cooper Oxychloride	Triomax 45 wp	2-2.5 kg ha-1	• Buena preparación de la parcela. • Eliminación de rastrojos en el cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas. • Uso de pesticidas naturales.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.2.2. Tizón tardío (Phytophthora infestans)

Las esporas de este hongo son transportadas a largas distancias por el viento y la lluvia. Las condiciones de humedad y frío favorecen el desarrollo de esta enfermedad, su incidencia y severidad puede incrementarse al utilizar riego por aspersión. Usualmente el primer síntoma es el doblamiento hacia abajo del pecíolo de las hojas enfermas; aparecen manchas verdes-marrones y acuosas en hojas, pecíolos y tallos, causando la muerte de la planta; en los frutos presentan lesiones de aspecto grasoso.

Cardona et al., (2016) indican que las pérdidas en rendimiento en el cultivo de tomate son de 40 a 70%.

Cuadro 20. Control químico y ecológico de Tizón tardío (Phytophthora infestans).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Tizón Tardío	Mancozeb	Unizeb	400- 600 mg ha-1	• Buena preparación de la parcela. • Eliminación de rastrojos cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas. • Uso de pesticidas naturales.

Fuente: SENASAG, (2023).

Figura 36. Tizón tardío (Phytophthora infestans)



8.2.3 Viruela del tomate (Septoria lycopersi)

Los síntomas más típicos de esta enfermedad aparecen como manchas redondas y oscuras con el centro más claro. La humedad y las temperaturas altas de entre 20 a 25 °C son los factores ideales para el desarrollo de esta enfermedad. Sanoubar y Barbanti (2017) citados por Ávila et al., (2020) sostienen que las pérdidas en rendimiento a causa de esta enfermedad en el cultivo de tomate son superiores al 50%.

Cuadro 21. Control químico y ecológico de la viruela del tomate (Septoria lycopersi).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Viruela del tomate	Mancozeb 80 helm	Mancozeb	180 – 240 g/ 100 L de agua	• Buena preparación de la parcela. • Eliminación de rastrojos cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.2.4. Oídio, Ceniza u Oidiopsis (Leveillula taurica)

Se manifiesta como manchas amarillas en el haz de las hojas que a medida que se desarrolla la enfermedad se necrosan por el centro, donde se observa un polvillo blanquecino por el envés de las hojas. Cuando la incidencia es severa, la hoja se seca y se desprende pudiendo llegar a provocar importantes defoliaciones en la planta. Pérez (2021), indica que las pérdidas en rendimiento en solanáceas a causa del oídio son de 10 a 15%.

Figura 37. Oídio en hoja de tomate.



Cuadro 22. Control químico y ecológico del oídio (Leveillula taurica).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Oídio	Cibendazim	Carbendazim	0.5 a 0.6 L ha-1	• Buena preparación de la parcela. • Eliminación de rastrojos cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas. • Uso de pesticidas naturales.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.2.5. Fusarium (Fusarium oxysporum)

Esta es la enfermedad más común que afecta al cultivo de tomate, suele ser muy destructiva, inicia durante la floración o formación de los primeros frutos, su síntoma característico es el amarillamiento en las hojas inferiores, las cuales se van marchitando permaneciendo adheridas (Melgar et al., 2012). Carmona et al., 2020, sostienen que las pérdidas en rendimiento por esta enfermedad son superiores al 60% en el cultivo de tomate.

Figura 38. Fusarium oxysporum en tomate.



Cuadro 23. Control químico y ecológico del Fusarium (Fusarium oxysporum).

Control químico				Control ecológico
Plaga	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	
Fusarium	Dioxido de hidrogeno	Zero tolerance	1 litro de producto para 25 a 75 L de agua	• Buena preparación de la parcela. • Eliminación de rastrojos cultivo anterior. • Eliminación de plantas hospederas. • Uso de pesticidas naturales.

Fuente: SENASAG, (2023).

8.2.6. Marchitez bacteriana (Ralstonia solanacearum)

La marchitez bacteriana, es la enfermedad más mortal que ataca a muchas especies de las Solanáceas como el tomate, causada por la bacteria Ralstonia solanacearum, el síntoma más evidente de la presencia de esta enfermedad es la marchitez repentina de la planta, hojas y tallos jóvenes, la característica de esta enfermedad se aprecia en las hojas que cuelgan

flácidas, se enrollan hacia la cara superior y carecen de brillo y turgencia, puede ocurrir una recuperación transitoria aparente de las plantas durante la noche y horas tempranas del día siguiente; sin embargo, al transcurso del día, la marchitez aparece nuevamente. No se conocen productos químicos que eviten el desarrollo de la enfermedad antes o después de ocurrida la infección, incluyendo los antibióticos (Melgar et al., 2012). De acuerdo con Perea et al., (2011) citado por Sánchez y Rojas, (2019) sostienen que es la enfermedad más devastadora en tomate que puede ocasionar pérdidas de hasta el 100% del cultivo.

Figura 39. Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*).



8.3. Virus

Los virus son transmitidos a través de las semillas, donde pueden tener una latencia de hasta 9 años y por áfidos (Álvarez et al., 2012). Los principales síntomas de la presencia de virus en el cultivo de tomate son: plantas raquíticas, poco vigorosas, con numerosas ramificaciones axilares, hojas rugosas, con manchas, nervaduras de las hojas cloróticas o violáceas (Blancard, 2011).

Los principales virus en el cultivo de tomate son del grupo de los Potyvirus como el Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) que es el más infeccioso y tiene la capacidad de vivir fuera de las células de las plantas como en tejidos muertos (Broadbent, 1976) y el virus del Bronceado del tomate (TSWV). No existen productos que puedan controlar la virosis en tomate,

por lo cual lo más recomendado es desinfectar las semillas, control de insectos plaga del tomate (Janssen, 2019), uso de variedades resistentes y eliminación de plantas viroticas en los cultivos.

Figura 40. Virus en hojas de tomate.



9. COSECHA

La madurez del fruto para cosecha se define en términos de la estructura interna del fruto, las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto. El estado verde maduro es cuando el fruto ha logrado su máximo desarrollo y tiene un color verde brillante, ligeramente cremoso o blanquecino en la región apical.

La madurez óptima depende del tiempo entre la recolección y la venta al consumidor. Según la duración de este período, se cosechan los tomates en diferentes estados de madurez:

- Verde maduro o verde helecho. Los frutos apenas empiezan a mostrar un color amarillento rosado.
- Pintón o rosado. La superficie de los frutos aparece coloreada por la mitad.
- Pintón avanzado. Los frutos tienen un color rojo o rosado.
- Rojo maduro. Los frutos tienen un color rojo intenso.

La cosecha de tomate debe realizarse cuando se observa que el 30% de los frutos están pintones (iniciando la madurez), teniendo el cuidado de no ocasionar daños mecánicos a la fruta, ya que pierde su valor comercial. Se

la realiza en canastillos de plástico, y los frutos se derraman sobre una lona o tela bajo sombra, donde se realiza la clasificación de los frutos.

9.1. Recolección

La recolección se la realiza manualmente cada dos o tres días según la temperatura y la velocidad de la maduración que ocurre en la parcela; sin embargo, también existe la cosecha mecanizada generalmente en variedades de tomate para industria.

El tomate puede cosecharse junto con el cáliz y la base del pedúnculo, pero comúnmente se cosecha el fruto dejando el cáliz en la planta. Esto ocasiona una leve herida que seca rápidamente. Con esta práctica, se evita que los pedúnculos dañen a otros frutos en el empaque, se puede realizar de 6 a 7 cosechas al año dependiendo de la variedad de tomate cultivado y su crecimiento determinado o indeterminado.

Figura 41. Recolección de frutos de tomate.



9.2. Clasificación

La clasificación de frutos se realiza:

- Según los diferentes tamaños. (Salinas, 2017)
- Según las características de calidad.
- Según el color de la piel o cáscara.

Debe realizarse la clasificación de los frutos según el tamaño de fruto, exigencia del mercado y características propias de la variedad de tomate cultivada.

Figura 42. Clasificación de frutos de tomate.



La clasificación de frutos de tomate de acuerdo a su tamaño se realiza de acuerdo a:

- Tamaño chico, menos de 4 cm en su diámetro transversal mayor.
- Tamaño mediano, entre 4 y 7 cm en su diámetro transversal mayor.
- Tamaño grande, más de 7 cm en su diámetro transversal mayor.

La calidad de la fruta del tomate depende de:

- Tamaño uniformidad en madurez del fruto.
- Firmeza de los frutos. Puede ser consistente, esponjosa o flácida.
- Limpieza. Los frutos deben estar libres de polvo, tierra o residuos de pesticidas.
- Forma de los frutos. Las hendiduras o deformaciones influyen en la calidad.
- Sanidad. Libre de plagas y enfermedades, factores climáticos por heladas, excesiva exposición al sol.

9.3. Empaque

El empaque de frutos de tomate se realiza para la venta al mercado de consumo fresco, sea local o mercado nacional se emplean cajas de madera o plástico. Los frutos se empaquetan en forma de hileras. Entre capas se coloca un separador de papel para tener un adecuado manejo.

10. MERCADO

La producción nacional de tomate está destinada en su totalidad para satisfacer la demanda de esta fruta en los mercados de las ciudades

capitales de los 9 departamentos y capitales de provincias.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Allende, M., Salinas, L., y Torres, A. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero.
- Álvarez, A., Marín M., y Jaramillo, M. (2012). Características de los virus asociados a la virosis del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Colombia.
- Andrés, M. (2002). Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparasitarios.
- Ávila, R., Lourenco, V., Quezado, M., Becker, F., Tarazi, F., Borges, y Nascimento, A. (2020). Field validation of TOMCAST modified to manage *Septoria* leaf spot on tomato in the central-west region of Brazil. (Diciembre de 2020). (138)., Crop Protection., <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105333>.
- Blancard, D. y Laterrot H., Marchoux G., Candresse T., (2011). Enfermedades del tomate. Mundi-Prensa Libros.
- Broadbent, L. (1976). Epidemiología y control del virus del mosaico del tomate. Revista anual de Fitopatología, 14 (1), 75-96.
- Cardona, F., Castaño, J., y Ceballos, N. (2016). Epidemiología del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) en quince introducciones de tomate silvestre. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 19(1), 45-54.
- Carmona, L., Villarreal, A., Burbano, D., y Soto, M. (2020). Cambios fisiológicos y mecanismos genéticos asociados a la marchitez vascular causada por *Fusarium* en tomate: revista actualizada. Temas Agrarios, 25(2), 166-189.
- Cerrato, C. (2009). Manual de producción de tomate. Cuenta del Desafío del Milenio de Honduras.
- Daza, O. (2014). Caracterización del riego por surcos y goteo en tomate de industria y su efecto en rendimiento y calidad. [Tesis de maestría, Universidad de Concepción-Chile]. <http://repositorio.undec.cl>.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., y Martín, A. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) (en línea). Nodo Hortícola. Universidad de Chile. p. 60. (19 diciembre. 2023), http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf
- Escobar, H. (2010). Manual de producción de tomate bajo invernadero. Editorial Tadeo Lozano.
- Escobar, H. & Lee, R. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero (en línea). v.2. 2 ed. Universidad de Bogotá, Colombia.
- FAO, F. (2023). Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, URL: <http://faostat.fao.org>. (19 de diciembre 2023).
- Godoy, P., Zolezzi, M., Sepúlveda, P., Estay, P., y Chacón, G. (2018). Manual de campo: Principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Gonzales, M. (2023). Manejo integrado de *Myzus persicae* (Sulzer) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L), en el Ecuador [Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB]. <http://dspase.utb.edu.ec/handle/49000/13917/>.
- Guzmán, A., Corradini, F., Martínez, J. P., y Torres, A. (2017). Manual de cultivo del tomate al aire libre. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.
- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. (2023). Proyecto Desarrollo de tecnologías para mejorar la productividad de hortalizas (cebolla, tomate y zanahoria) en regiones productoras de Bolivia.
- Infoagro, (2016). El cultivo de tomate: Parte I. (19 de diciembre 2023). <http://www.infoagro.com/documentos/el-cultivo-del-tomate-parte-i-.asp>.
- Janssen, D. (2019). Control del SPAM en tomate: cuando las plagas vienen con virus. Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal, 1(314), 130-133.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V., y Aguilar, P. (2013). Factores climáticos y su influencia en la producción de tomate. Tecnología para el Cultivo de Tomate Bajo Condiciones Protegidas, (10), 140-141.
- Jiménez, B., y García, R. (2018). Influencia del potasio en el rendimiento y calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Manglar, 14(2), 125-131.
- Kaufmann, J., Carlsburg, M., Noleppa, S., Hattermann, F., Salinas, A. y Nava, G. (2023). ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO (10 de noviembre 2023). Producción de frutilla con riego por goteo en la cuenca del río Guadalquivir, Tarija. Procuencia-giz, <http://bivica.org/file/view/id/6432>.
- Lamichhane, R., Dürr, C., Schwanck, A., Robin, H., Sarthou, P., Cellier, V., y Aubertot, N. (2017). Integrated management of damping-off diseases. a review. Agronomy for Sustainable Development, (37), 1-25.
- Lindao, C. (2021). Manejo del complejo de hongos que causan Damping-off en los cultivos hortícolas [Tesis Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica Babahoyo]. <http://dspase.edu.ec>.
- López, M. (2017). Manual técnico del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*), Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.
- López, D., (2015). Ácido abscísico y calcio foliar en la pudrición apical de tomate [Tesis de Maestría en Ciencias, Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrarias. Campus Montecillo. México]. <http://colposdigital.colpos.mx>.
- Luna, G., Coviella, E., Salas, G., Pereyra, C., Vallina, C., D'auero, F., y Sanchez, E. (2020). Control biológico de la polilla del tomate *Tuta absoluta*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.
- Melgar, J., Rivera, J., Brown, J., y Weller, S. (2012). Marchitez bacteriana en Solanaceas: su reconocimiento y manejo integrado. Lima, Cortés, Honduras: FHIA.
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (2013). Boletín informativo tomate [Archivo PDF]. <https://www.url.com>.

- Navarro, I., y Periago, J. (2016).** El tomate, ¿Alimento saludable y/o funcional. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 20(4), 323-335.
- Paz, R., Aballe, P., Gómez, R., y Noris, N. (2013).** Comportamiento del tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*) en las condiciones del municipio de Holguín, Cuba. Revista de Fitosanidad, 17(2), 75-81.
- Pérez, F. (2021).** Estudio de parámetros de calidad y productividad y de resistencia a la afección por oídio de diferentes variedades comerciales de pimiento california rojo [Doctoral dissertation, Universidad Publica en la Cañada, España]. <http://repositorio.ual.es>.
- Quiroga, R., Rosales, M., Rincón, P., Hernández, E., y Garrido, E. R. (2007).** Enfermedades Causadas por Hongos y Nematodos en el Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Municipio de Villaflores, Chiapas, México. Revista mexicana de fitopatología, 25(2), 114-119.
- Richmond, F. (2010).** Evaluación de distintas materias primas para la producción de almácigo de tomate. Revista Científica de America Latina y el Caribe Redalyc, 34(1), 85-91.
- Rojas, J. y Castillo, M. 2007.** Diagnóstico de la Agro Cadena del cultivo de tomate de la Región Central Sur [Archivo PDF] <https://www.mag.go.cr>, E70-4158. pdf.
- Salazar, W., y Guzmán, J. (2013).** Nematodos fitoparásitos asociados al tomate en la zona occidental de Nicaragua. Revista Agronomía Mesoamericana, 24(1), 27-36.
- Salazar, W., y Guzmán, J. (2013).** Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. en el desarrollo y rendimiento del tomate. Revista Agronomía mesoamericana, 24(2), 419-426.
- Salman, M., y Abuamsha, R. (2012).** Potential for integrated biological and chemical control of damping-off disease caused by *Pythium ultimum* in tomato. ResearchGate Bio Control , 711–718. <https://doi.org/10.1007/s10526-012-9444-4>.
- Sánchez, A., y Rojas R. (2019).** Evaluación de tolerancia a marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* en diferentes cultivares de solanácea en el Campus Agropecuario UNAN-León 2017 [Doctoral dissertation, Campus Agropecuario UNAN-León]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7244/1/242033.pdf>.
- Sanz, A., Blanco, A., Monge, E., y Val, J. (2001).** Caracterización de la deficiencia de calcio en plantas de tomate utilizando parámetros fisiológicos. Research Gate ITEA, 97(1), 26-38.
- Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (10 septiembre de 2023)** Modulo de reportes Gran Paititi. <https://paititi.senasag.gob.bo/egp/verificaRegistroSanitario.html>.
- Zamora, E. (2016).** Algunas fisiopatías de frutos, tallos y hojas en cultivos protegidos. Revista Cultivos Protegidos HORT, 2(17), 1-15.