

CULTIVO DE TOMATE

(Lycopersicon esculentum)



GOBIERNO
DE EL SALVADOR

MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA
AGROPECUARIA Y FORESTAL

ENRIQUE ÁLVAREZ CÓRDOVA

2018

PROGRAMA HORTALIZAS

CRÉDITOS

AUTORIDADES

Orestes Fredesman Ortiz
Ministro de Agricultura y Ganadería

Santos Rafael Alemán
Director Ejecutivo del CENTA

Manuel de Jesús Osorio
Gerente de Investigación

AUTORES

Marco Aurelio Larín
Luis Alfonzo Díaz
Reina Flor de Serrano

COLABORADOR

Fredy E. Fuentes
Coordinador del Programa de Hortalizas

COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

Lauro Alarcón del Cid
José Eduardo Vides
Jaime Ayala Morán

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL “Enrique Álvarez Córdova”





PRESENTACIÓN

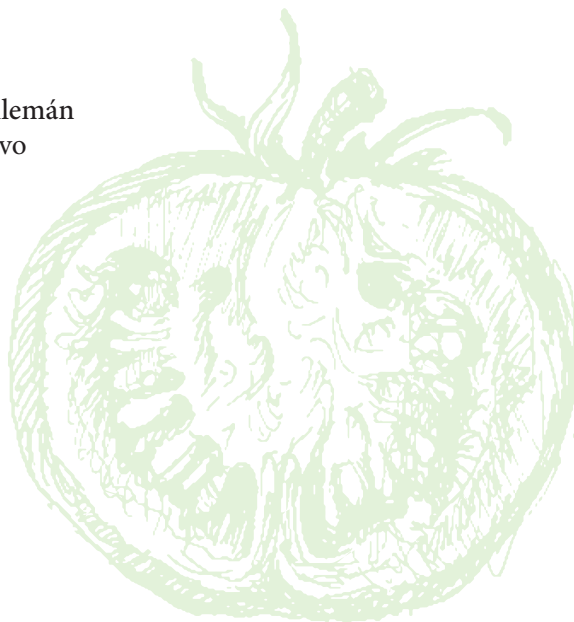
El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA), es la institución oficial encargada de generar, divulgar y facilitar la investigación y transferencia de tecnología, con el objetivo primordial de contribuir al aumento de la producción y productividad del sector agropecuario y forestal en El Salvador, de forma amigable con el medio ambiente.

Esta **GUÍA TÉCNICA DEL CULTIVO DE TOMATE** se ha elaborado de manera práctica y sencilla para fácil comprensión de productores, productoras, y demás actores relacionados con el sector agropecuario y forestal. El documento brinda información básica sobre el manejo agronómico con la finalidad que sea utilizada de apoyo en la toma de decisiones en el proceso productivo.

Esta publicación recopila el conocimiento adquirido de los técnicos especialistas producto de las investigaciones realizadas, consultas bibliográficas y el intercambio de conocimiento con productores/productoras e instituciones homologas.

El objetivo del CENTA es que esta guía técnica constituya una herramienta de investigación, aprendizaje y adopción de tecnologías; como aporte al proceso de desarrollo tecnológico con enfoque agroecológico, contribuyendo a mejorar la soberanía y seguridad alimentaria del país.

Ing. Santos Rafael Alemán
Director Ejecutivo
CENTA



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. GENERALIDADES.....	11
Importancia (Tomate: <i>Lycopersicon esculentum</i>).....	11
Origen.....	11
Clasificación Taxonómica.....	11
Descripción Botánica.....	12
Usos y valor nutritivo.....	12
III. ASPECTOS BOTÁNICOS.....	12
La Semilla.....	13
Germinación.....	13
Raíz.....	13
IV. CRECIMIENTO DE LA PLANTA	14
Crecimiento indeterminado.....	14
Crecimiento determinado.....	14
Floración	14
Patrón de fructificación	15
V. FISIOLOGÍA DEL CULTIVO.....	15
VI. FENOLOGÍA DEL CULTIVO.....	15
VII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS	16
Clima requerido.....	16
Radiación.....	16
Altitud.....	16
Temperatura.....	16
Humedad del aire.....	16
Suelos.....	16
VIII. VARIEDADES.....	17
IX. SIEMBRA.....	17
Siembra en bandejas.....	17
Ubicación.....	17
Ventajas.....	18
Pasos para el establecimiento de semilleros.....	18
Remojo y llenado de la bandeja con sustrato	18
Siembra de la semilla	18



Fechas de siembra.....	18
Riego.....	18
Fertilización.....	19
Control químico de enfermedades fungosas en producción de plántulas.....	19
Control de zompopos	19
Ubicación de las bandejas.....	19
Cobertura del semillero con mallas.....	19
X. LABORES CULTURALES	20
Trasplante.....	20
Preparación de suelo.....	20
Subsolado.....	20
Aradura.....	20
Rastra.....	20
Modalidades en el trasplante.....	20
Encamado.....	20
Barreras vivas.....	20
Curvas a nivel.....	20
Abonos verdes.....	21
Densidad de siembra.....	21
Cuidados en el transporte.....	21
XI. FERTILIZACIÓN.....	21
Análisis del suelo.....	21
Fertilización química.....	21
Encalado.....	21
Beneficios del encalado en suelos con pH ácido	22
Fertilización orgánica.....	22
Abono orgánico tipo bocashi	22
Recomendaciones.....	22
XII. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO	23
Macronutrientes.....	23
Potasio (K)	23
Nitrógeno (N)	23
Calcio (Ca)	23
Azufre (S)	23
Magnesio (Mg)	23
Fósforo (P)	24
Micronutrientes.....	24
Boro (B)	24
Manganeso (Mn)	24
Zinc (Zn)	24
Hierro (Fe)	24

XIII. MANEJO DE LA PLANTA DE TOMATE24

Tutorado y conducción.....	24
Aporco.....	25
Poda.....	25
Poda de brotes.....	25
Poda de follaje.....	25
Poda apical.....	25
Precauciones al realizar la poda	25
Mantenimiento de camas de siembra.....	25
Mantenimiento de drenajes	26

XIV. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS26

Fechas de siembra.....	26
Selección de semilla.....	26
Densidad de siembra.....	26
Rotación de cultivos.....	26
Cultivos intercalados.....	26
Malezas.....	26

XV. CONTROL CULTURAL.....26

Preparación del suelo.....	26
Rotación de cultivos.....	27
Siembra de cultivos de cobertura.....	27
Control mecánico.....	27
Control químico.....	27

XVI. MANEJO DE PLAGAS.....27

Insectos del suelo.....	27
Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> sp.).....	27
Muestreo.....	27
Control físico-mecánico	27
Control biológico.....	27
Control químico.....	28
Nematodos.....	28
Sintomatología.....	28
Insectos del follaje.....	28
Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	28
Síntomas y Daños	28
Comportamiento de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	28
Control cultural.....	29
Control biológico.....	29
Siembra de cultivares resistentes	29
Control químico.....	29
Afidos.....	29
Pulgón verde (<i>Myzus persicae</i> Sultzer), Homóptera: Aphididae	29

Biología y daños	30
Los áfidos producen daños directos e indirectos.....	30
Control biológico.....	30
Control químico.....	30
Tortuguillas (<i>Diabrotica</i> sp.)	30
Biología y daños	30
Control biológico.....	30
Control químico.....	30
Minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> sp.).....	30
Biología y daños	30
Control biológico.....	31
Gusano cortador, gusano cuerudo (<i>Agrotis subterranea</i>).....	31
Biología y daños	31
Control cultural.....	31
Control químico.....	31
Gusano Prodenia, cortador (<i>Spodoptera latifascia</i> , Walk)	31
Biología y daños	31
Control cultural.....	31
Control biológico.....	31
Control a base de biológicos y extracto de Nim.....	31
Control químico.....	32
Gusano del fruto de tomate (<i>Heliothis zea</i> , Boddie).....	32
Biología y daños	32
Control cultural.....	32
Control biológico.....	32
Control químico.....	32
Control orgánico.....	32
Falso medidor (<i>Pseudoplusia includens</i>)	32
Biología y daños	32
Control cultural.....	32
Control biológico.....	32
Control químico.....	33
Falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>)	33
Morfología y Biología	33
Síntomas y daños	33
Enemigos Naturales	33
Medidas de control.....	33
Control cultural.....	33
Control biológico.....	33
Control químico.....	33
Ácaros.....	34
Acaro del bronceado (<i>Aculops lycopersici</i> , Massee).....	34
Biología y daños	34
Control cultural.....	34
Control biológico.....	34
Control químico.....	34
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	34
Biología y daños	34
Enemigos Naturales	34
Control químico.....	34

Paratrioza (<i>Bacticera cokerelli</i>).....	34
Familia: Psyllidae	34
Biología y daños	35
Control cultural.....	35
Control biológico.....	35
XVII. MANEJO DE ENFERMEDADES.....	35
Mal del talluelo.....	35
Biología y daños	35
Control	36
Virosis.....	36
Biología y daños	36
Control	36
Virus del mosaico amarillo del tomate (tylcv).....	36
Biología y daños	36
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	37
Biología y daños	37
Control cultural.....	37
Control químico.....	37
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i> , Mill).....	37
Biología y daños	37
Control cultural.....	37
Control químico.....	38
Curativo.....	38
Marchitez en tomate (dormilona, bacteriosis, malla, bacterial wilt)	
<i>Ralstonia solanacearum</i>	38
Biología y daños	38
Control cultural.....	38
Control químico.....	39
Mancha bacteria (<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>vesicatoria</i>).....	39
Biología y daños	39
Control cultural.....	39
Control químico.....	39
Marchitez causada por <i>Fusarium oxysporum</i>	39
Biología y daños	39
Control cultural.....	39
Control químico.....	39
XVIII. RIEGO.....	40
Metodos de riego en el país	40
Riego por goteo.....	40
Exceso.....	40
Deficiencia.....	40

Ventajas.....	40
Fertirriego.....	40
Ventajas.....	40
XIX. COSECHA Y POS COSECHA.....	41
Índice de cosecha	41
Cuando cosechar.....	41
Como cosechar.....	41
Selección y clasificación.....	41
Transporte.....	42
Almacenamiento.....	42
XX. COMERCIALIZACIÓN.....	42
Mercado nacional	42
Normas de calidad.....	42
Comportamiento de precios.....	42
Canales de comercialización.....	42
XXI. PRESENTACIONES DE VENTA	42
XXII. ESTACIONALIDAD DE TOMATE DE PASTA.....	43
XXIII. COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	46



I. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, CENTA “Enrique Álvarez Córdova” tiene como objetivo la búsqueda de la seguridad alimentaria de la población, disminuir las importaciones y promover el desarrollo de procesos de innovación tecnológicas que incrementen la productividad, competitividad y rentabilidad.

En el programa de hortalizas se ha dedicado mucho esfuerzo al cultivo de TOMATE, por ser uno de los rubros de mayor importancia económica y demanda en el mercado nacional. Estos se han concretado en la búsqueda de nuevas tecnologías, como la identificación de mejores materiales genéticos con alto rendimiento y con tolerancia a plagas y enfermedades, uso de diferentes fuentes orgánicas, riego, fertirriego, hidroponía, manejo del cultivo en general, en condiciones protegidas y a campo abierto.

La presente guía técnica es el resultado de la investigación, la experiencia y dedicación del equipo técnico del CENTA, de la cual se espera sirva de herramienta de difusión y consulta a productores/as, profesionales, horticultores, estudiantes y público en general, sobre las técnicas más recomendadas en la actualidad, generadas y/o validadas por el CENTA para la producción de este cultivo, tomando en cuenta la posibilidad de adquisición y adaptabilidad de las mismas a las condiciones edafoclimáticas y culturales de nuestro país.

II. GENERALIDADES

IMPORTANCIA

El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel nacional, se adapta a condiciones de clima cálido y templado; cultivándose en lugares con alturas entre los 100 a los 1,500 metros sobre el nivel del mar. Se puede sembrar todo el año, en lugares donde se cuenta con riego. Es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia tanto por su valor económico como por su alto contenido de vitaminas y minerales.

Debido a diferentes factores tanto de clima como de suelo, la producción sufre limitaciones. El anuario de estadísticas agropecuarias 2014-2015, reportó la siembra de tomate en una área de 1,060 manzanas a nivel nacional, con volumen de producción de 19,396,600 kg, lo que significa que con esta producción no se cubre la demanda aparente (\$109,554,703 kg); teniendo a importa alrededor de 90,158,103 kilogramos con valor de \$12,165,670.00.

Para cubrir la demanda aparente se requiere sembrar alrededor de 3,990 ha⁻¹ hectáreas. Para esto se demandan algunas líneas de acción como: a) la implementación de nuevas tecnologías con el uso de infraestructura protegido (microtúnel, macrotúnel, casa malla, invernadero), riego, fertirriego, hidroponía, agricultura orgánica, variedades tolerantes a plagas y enfermedades; b) incrementar las áreas de siembra; c) los productores dispongan de la tecnología.

ORIGEN

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es una planta originaria de la planicie costera occidental de América del Sur. Fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI y se comenzó a cultivar comercialmente a principios del siglo XIX, etapa en que inició la industrialización y diferenciación de las variedades para mesa e industria.

En las últimas décadas, la introducción a América tropical de los cultivares mejorados en Estados Unidos y Europa -en particular de los tipos híbridos- ha ido eliminando los cultivares nativos de calidad inferior.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Nombre común: Tomate

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: *Lycopersicon*

Especie: *Esculentum*

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Plantas herbáceas anuales o perennes, autóгамas, de porte erecto y hasta más de 1,5 m de altura, vellosas e inermes.

Hojas compuestas; de 5 a 9 foliolos por hoja, ovados u oblongos de 5-7 cm de longitud, con borde dentado o lobulado, ápice agudo y la base oblicua.

Flores con pedicelos de 9-12 mm.

Baya roja, rosada o amarillenta, oblonga, globosa y deprimida o piriforme, de más de 2 cm de diámetro, lampiña y plurilocular.

Semillas numerosas, aplanadas y amarillentas. Se cultiva por sus frutos que se consumen como verduras y en ensaladas. Utilizándose también para preparar condimentos, salsas y zumos. Se multiplica por semilla (LEON, J. 1987).

USOS Y VALOR NUTRITIVO

Se consume el fruto, el cual se destaca por su valor vitamínico elevado, aunque posee un valor calórico bajo.

Dentro del contenido de sus nutrientes se destaca la importancia de la vitamina C (por cada 100 g que se consumen en crudo posee unos 23 mg), cuyo contenido varía con el grado de madurez, estado de cultivo, época, variedad etc.

Cuadro 1. Contenido de vitaminas y minerales en 100 g de tomate.

Ca (mg)	13
Vit.A (UI)	900
Tiamina (ug)	60
Riboflavina (ug)	40
Fe (mg)	0.5
P (mg)	27
Niacina (mg)	0.7
Ácido Ascórbico(mg)	23

Fuente: Bolaños 1998

Los niveles de vitamina A y calcio son también importantes, siendo cerca de 900 UI para la primera y 13 mg/100 g para el calcio. La acidez del jugo fluctúa entre un pH de 4 y 4.5.

Los frutos pueden consumirse frescos, al natural, en pasta, salsas, jugos y en los diferentes platillos culinarios, proporcionando color y sabor.

III. ASPECTOS BOTÁNICOS

El tomate cultivado pertenece a la familia de las Solanáceas, al género *Lycopersicon* y a la especie *esculentum*. Se le cultiva como planta anual, de porte arbustivo. Se desarrolla de forma rastrera, semierecta o erecta, dependiendo de la variedad.

El tallo primero es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las ramas viejas; es frágil, redondo y erecto, semileñoso, con pelos glandulares que le confieren el olor característico.

Las hojas son compuestas, alternas, imparipinadas, con los foliolos dentados o lisos y con pelos glandulares (Figura 1).



Figura 1. Tipo y forma de hoja de planta de tomate.

Las inflorescencias son racimos en cimas de flores con cinco pétalos, cinco sépalos largos lanceolados y cinco estambres en columnas que rodean el estilo; el cáliz es persistente.

Las flores no se abren simultáneamente, de modo que siempre hay botones, flores y frutos en el mismo gajo o ramilla. La antesis (apertura de flor), por lo común ocurre en las primeras horas del día y 24 horas después se inicia la salida del polen, y este aparece en el lado interno de las anteras y cae



directamente sobre la superficie de los estigmas (Figura 2).



Figura 2. Inflorescencia en el cultivo de tomate.

La autopolinización es lo normal en una flor de una planta de tomate; la polinización cruzada se realiza con la presencia de los insectos o por el viento. El fruto es una baya bilocular o plurilocular de color rojo o amarillo, de formas muy variadas (Figura 3).



Figura 3. Forma de fruto de tomate.

Los cultivares comerciales son seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor. Es común encontrar de cinco a 10 celdas (AgroEs.ES 2014) (Figura 4).



Figura 4. Lóbulos o celdas en fruto de tomate.

SEMILLA

Es plana y ovalada con dimensiones aproximadas de 3x2x1 mm. Si se almacena por periodos prolongados se recomienda hacerlo a una humedad de 5.5 %. Una semilla de calidad deberá tener al menos el 95 % de germinación.

GERMINACIÓN

Comprende tres etapas:

- Rápida absorción de agua, que dura 12 horas.
- Reposo durante 40 horas, el cual absorbe agua nuevamente.
- Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón (Figura 5).



Figura 5. Morfología de la semilla de tomate.

RAÍZ

El sistema radicular del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. La raíz principal es profunda y alcanza 1.5 metros de profundidad, la mayor parte se encuentra en los primeros 50 centímetros (Figura 6).



Figura 6. Raíz principal del cultivo de tomate.



IV. CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Desde el punto de vista sistemático, por el hábito de crecimiento la planta de tomate se divide en dos grupos:

CRECIMIENTO INDETERMINADO

Son plantas cuyo crecimiento vegetativo es continuo. Su tallo principal puede llegar a medir hasta unos 10 m de largo, si es manejado a un solo eje de crecimiento. Las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. El tallo se produce a partir de la penúltima yema, empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral aparece a continuación del tallo principal que le dio origen. Los cultivares de cocina y ensalada corresponden a este orden y es el preferido para cultivares en invernadero (Figura 7).



Figura 7. Tomate crecimiento indeterminado.

CRECIMIENTO DETERMINADO

Las Plantas de crecimiento determinado tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado.

Estas plantas presentan en cada extremo de crecimiento una yema floral y tienen periodos definidos de floración y cuajado de frutos. El tamaño de la planta varía de acuerdo a la variedad; Pudiendo ser plantas compactas, medianas y largas, para estos últimos es necesario utilizar tutores.

La mayoría de cultivares de pasta o cocina sembrados en el país se encuentran dentro de esta clasificación y la producción se obtiene en un periodo relativamente corto. Esta característica es muy importante porque permite concentrar la cosecha en un período determinado según sea la necesidad del mercado.



Figura 8. Tomate de crecimiento determinado.

FLORACIÓN

La flor del tomate es perfecta, de color amarillo, consta de 5 ó más sépalos, 5 ó más pétalos y de 5 a 6 estambres; se agrupan en inflorescencias de tipo racimo cimoso, compuesto por 4 a 12 flores (Figura 9).

Temperaturas superiores a los 30°C ocasionan que el polen no madure, por lo que no hay fecundación, observándose aborto floral o caída de flor, recomendándose seleccionar variedades que se adapten a este tipo de condiciones ambientales.



Figura 9. Forma de la flor en el cultivo de tomate.

Las variedades de tomate de crecimiento determinado e indeterminado inician su floración entre los 55 a 60 días después de sembrados aproximadamente; C.H. MARULANDA TABARES, 1999.



PATRÓN DE FRUCTIFICACIÓN

Para que ocurra una buena fecundación de frutos (cuaje) se requiere que la temperatura nocturna sea menor que la diurna, en aproximadamente 6°C. La temperatura nocturna debe oscilar en el rango de los 13 - 26°C para la mayoría de las variedades, pues si la temperatura interna del fruto es mayor a 30°C se inhibe la síntesis de licopeno (compuesto responsable del color rojo del fruto), produciéndose frutos con maduración y coloración desuniformes.

El inicio de la fructificación ocurre entre los 65 a 75 días después de la siembra, y la primera cosecha puede realizarse entre los 85 a 90 días.

El número de cortes dependerá del manejo dado al cultivo de tomate, de las condiciones climáticas imperantes durante su ciclo de cultivo y de su hábito de crecimiento. Sin embargo, en condiciones de campo abierto pueden realizarse un promedio de 7 a 8 cortes en variedades de crecimiento determinado y de 12 a 15 cortes en las variedades indeterminadas.

V. FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO

La planta de tomate no presenta ninguna necesidad de fotoperiodo, en cuanto a su capacidad para formar flores; sin embargo, sí es determinante para su crecimiento vegetativo.

El incremento del crecimiento vegetativo se ve favorecido por el incremento de la luminosidad, como por la temperatura. Para fructificar normalmente necesita de temperaturas diurnas y nocturnas entre 23-17°C.

Una temperatura continua no permitiría el normal cuajado de los frutos. Las temperaturas nocturnas inferiores a 17°C provocan la caída de flores; este proceso fisiológico puede evitarse con el agregado externo de reguladores de crecimiento (en este caso auxinas), que inducen la formación de frutos partenocarpicos. Las temperaturas nocturnas arriba de los 23°C provocan caída de flores debido a la escasa provisión de carbohidratos. La temperatura diurna no debe sobrepasar de los 35°C.

Existen una gran cantidad de sustancias que permiten controlar multitud de características del desarrollo de la planta de tomate. Algunas de estas sustancias nos permitirán controlar aspectos tan fundamentales como mejorar la uniformidad de la plantación, estimular la producción de raíces, retrasar o adelantar el trasplante, obtener precocidad en la producción, aumentar el número de flores o influir sobre el cuajado de los frutos.

La temperatura, la luz y la humedad juegan un papel determinante para que se produzca una correcta formación de polen, y que este pueda polinizar la mayor cantidad de flores.

Además de la aplicación de fitorreguladores para la obtención de mejores resultados en el cuajado, se utilizan técnicas de agitación mecánica y de vibradores que buscan un mayor desprendimiento de polen con sus sacudidas.

La semilla de tomate no posee período de dormancia y conserva su viabilidad aproximadamente por cuatro años a temperaturas bajas (3° C a 5°C) y entre 5 a 10% de humedad. Después de la siembra, con temperaturas óptimas de 16-25°C, la germinación ocurre entre los 3 a 6 días.

VI. FENOLOGÍA DEL CULTIVO

El tomate es sensible a condiciones de baja luminosidad, ya que el cultivo requiere como mínimo seis horas diarias de luz directa del sol para florecer. La cantidad de radiación determina la cantidad de azúcares producidas en las hojas durante la fotosíntesis, y mientras más alta es la cantidad de azúcares producida, la planta puede soportar más frutos, mejorando el rendimiento del cultivo.

El tomate tiene varias etapas de desarrollo en su ciclo de crecimiento: establecimiento de planta joven, crecimiento vegetativo, floración, desarrollo de frutos y maduración. Cada etapa es diferente con respecto a sus necesidades nutritivas.

Fase inicial: comienza con la germinación de la semilla, a partir del primero hasta los 21 días.

Se caracteriza por el rápido aumento de la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.



Figura.10 fase inicial de desarrollo de la plántulas.

Fase vegetativa: es la continuación de la fase inicial, pero el aumento en materia seca es más lento; esta etapa termina con la floración entre los 50 y 55 días. Figuras 11 y 12. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión. La planta florece entre los 50 a 55 días, con el inicio de formación de frutos.



Figura 11. Fase vegetativa de 22 a 40 días de edad.



Figura 12. Fase vegetativa entre los 51 y 80 días.

Fase reproductiva: se inicia a partir de la formación del fruto y dura entre 30 a 40 días (Figura 13).



Figura 13. Fase reproductiva entre los 80 a 120 días.

VII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

CLIMA REQUERIDO

RADIACIÓN

El tomate es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en época lluviosa cuando la radiación es más limitada.

ALTITUD

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido.

TEMPERATURA

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo oscilan entre los 30°C para el día y 16°C durante la noche. La temperatura influye en la distribución de los productos de la fotosíntesis.

HUMEDAD DEL AIRE

En el cultivo de tomate, es conveniente que la humedad relativa (HR) del aire sea entre 70 y 80%; los valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades del follaje.

SUELOS

Las características físicas y químicas del suelo para que el tomate tenga un desarrollo óptimo se resumen en el cuadro 2.



Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo óptimas para el desarrollo del cultivo de tomate.

Física	Rango Óptimo
Textura	Franco a franco arcillosa
Profundidad efectiva	> 80 cm
Densidad aparente	1.20 g/cc
Color	oscuro
Contenido de materia orgánica	> 3.5%
Drenaje	bueno
Capacidad de retención de humedad	buena
Topografía	plano o semi-plano
Estructura	granular
Químicas	Rango Óptimo
PH	5.5 - 6.0
Nitrógeno	Según tipo de suelo
Fósforo	13-40 ppm
Potasio	5%
Calcio	15%
Magnesio	18%
Acidez total	< 10.0%
Conductividad eléctrica	0.75 - 2.0 mmho/cm ²

VIII. VARIEDADES

El tipo de tomate a sembrar dependerá del propósito de consumo y del mercado; ya que se pueden clasificar en tomates de mesa y de pasta.

Los híbridos de tomate de ensalada se consumen en fresco y son comercializados en supermercados a granel o empacados en bandejas, y también se encuentran en los mercados municipales en donde son comercializados en jvas plásticas.

Los frutos de estos son jugosos, de forma redonda o achatada, de tres o más lóbulos, cascara delgada, con una coloración que va de tono rojo pálido a intenso y tienen menor concentración de sólidos totales que los tipos para industria, con un peso que oscila entre los 120 a 150 gramos por fruto.

Los cultivares que son desarrollados para uso industrial se comercializan en supermercados o mercados municipales y la presentación es en cajas de madera debido a que sus volúmenes de comercializan son mayores.

Los frutos de tomate de pasta son de distintas formas, pudiendo encontrarse redondos, alargados, bloqui, pera, siendo estos los preferidos por el mercado.

Su color predominante es el rojo, tienen alta viscosidad, son biloculares, con pH menor a 4.5 y de pericarpio más grueso que los destinados al consumo en ensaladas. Su peso varía entre los 50 a 100 gramos por fruto.

Los cultivares de cocina más sembrados en el país son el Tisey, Híbrido 61, Namib, pony express F1, Nirvana, Phaluka, Silverado, Escudero F1, Kartier F1; los cultivares de ensalada más sembrados en el país son el Daniella, Mathias, Malinche.

IX. SIEMBRA

SIEMBRA EN BANDEJAS

No se recomienda sembrarlo en forma directa. Lo mejor es sembrarlo en bandejas de polipropileno y durapax de 200 cavidades, asegurando con ello la producción de plantas bien desarrolladas, libres de plagas y enfermedades, las cuales deberán estar protegidas dentro de un invernadero.

Las bandejas deben colocarse sobre mesas o tarimas bien niveladas para evitar el anegamiento de las mismas al momento de aplicarles agua. Las mesas pueden construirse de diferentes materiales como bambú, madera o tubo galvanizado. No es recomendable utilizar tablas de madera porque hay problemas en la formación de raíz.

UBICACIÓN

El lugar donde se establecerá el semillero deberá cumplir con las condiciones siguientes:

1. Cercano al terreno donde se realizará el trasplante definitivo
2. Buena ubicación respecto al sol (orientación Norte-Sur).

3. Terreno plano
4. Buen drenaje
5. Fuente de agua cercana
6. Protegido contra vientos fuertes y animales (cercado).

VENTAJAS

La producción de las plántulas de tomate en bandejas tiene ventajas, entre las que se mencionan:

1. Uso eficiente de la semilla.
2. Producción de plántulas de excelente calidad (sanas, con buen desarrollo foliar y radicular).
3. Fácil manejo de las plántulas a la hora del trasplante.
4. Disminución de pérdida de plántulas.
5. No provoca daño a las raíces a la hora del trasplante.
6. Puede trasplantarse a cualquier hora del día.

Para el establecimiento de semilleros en bandejas requiere de la utilización de sustrato con los ingredientes de vermiculita, perlita, Turba de estagno (75 al 85%) y agua humectante.

PASOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SEMILLEROS

REMOJO Y LLENADO DE LA BANDEJA CON SUSTRATO

Se remoja el sustrato hasta que la humedad sea homogénea, para que favorezca la germinación uniforme de la semilla a manera de no escurrir agua al apretarlo (Figura 14).



Figura14. Remojo del sustrato.

La bandeja se llena alrededor de las 3/4 partes del orificio y se compacta (Figura 15).



Figura15. Llenado de la bandeja con sustrato.

SIEMBRA DE LA SEMILLA

Para garantizar el número requerido de semilla se deberá considerar un 3% adicional al momento de la siembra. Deberá colocarse en el centro de la celda, a una profundidad del doble de su tamaño y se completa con el llenado de la cavidad. Al sembrarla a mayor profundidad se tienen problemas con la emergencia; y con siembras a menor profundidad se corre el riesgo de que la semilla quede descubierta al aplicar el riego. La emergencia ocurre entre los 4 a 5 días después de la siembra (Figura 16).



Figura16. Siembra de la semilla en bandeja de polipropileno.

FECHAS DE SIEMBRA

La elección de la fecha de siembra permite desfasar los periodos susceptibles del cultivo con las altas poblaciones de plagas, reduciendo el daño ocasionado por estas: por ejemplo, sembrar a la salida de la época lluvia favorece el escape al ataque de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), debido a las condiciones climáticas imperantes las poblaciones de ésta son bajas.

RIEGO

Se debe regar por lo menos dos veces en el día (mañana y tarde), durante el periodo que permanezcan las plántulas en las bandejas.

Se recomienda suspender el riego dos días antes del trasplante, para causar estrés y comenzar la etapa de endurecimiento, debiendo regarse dos horas antes del trasplante.

La supervisión constante al área de semillero es importante para determinar las necesidades del mismo (Figura 17).



Figura 17. Formas de aplicar riego después de la siembra en bandejas.

FERTILIZACIÓN

Se realiza todos los días junto con el agua de riego. Para eso se preparan dos soluciones madres.

Solución madre para la etapa de germinación hasta los 15 días después de la siembra:

Solución Madre A: 79 g. de Nitrato de Calcio por litro de agua.

Solución Madre B: 20 g. de fórmula 0-0-60; 20 g. de Sulfato de Magnesio; 1.5 g de Petrilon Combi, por litro de agua.

También se puede aplicar:

Solución madre A: 97 g. de Nitrato de Calcio por litro de agua.

Solución madre B: 30 g. de fórmula 0-0-60; 10 g de Fosfato Monoamónico; 20 g. de Sulfato de Magnesio; 1.5 g. Petrilon combi, por litro de agua (Corpeño B.2008).

CONTROL QUÍMICO DE ENFERMEDADES FUNGOSAS EN PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

No se recomienda realizarse en horas del mediodía (horas calientes), siempre debe hacerse en horas frescas de la mañana o ya bien tarde. Usar las dosis mínimas. Regularmente los problemas que puede

encontrar son mal de talluelo, para lo que se puede aplicar fungicidas sistémicos como: Propamocarb + Fosetil Aluminio (Prevalor 84 SL), en dosis de 1.5 a 2.5 litros por hectárea, mezclado con Imidacloprid (Confidor 70 WG), en dosis de 13 g en 16 l de agua mediante inmersión de la bandeja.

CONTROL DE ZOMPOPOS

Los zompopos ocasionan la cortadura de las plántulas. Estos pueden controlarse forrando las patas de la mesa con plástico y luego aplicar aceite o manteca para que el zompopo quede adherido al plástico.

Existen también productos químicos en el mercado nacional con muy buenos resultados, entre estos: Sulfluramida, 6 - 10 g/ m².

UBICACIÓN DE LAS BANDEJAS

Las bandejas deben colocarse sobre mesas bien niveladas para evitar el anegamiento de las mismas. Las mesas pueden construirse de diferentes materiales como bambú, madera, hierro (Figura 18).



Figura 18. Ubicación de las bandejas.

COBERTURA DEL SEMILLERO CON MALLAS

Esta es una práctica muy importante porque evita el contacto de insectos que perjudiquen el desarrollo de las plántulas.

La cobertura deberá colocarse inmediatamente después de la siembra de la semilla. Se recomienda malla plastificada agujero fino (0.5 mm) especial para agricultura.



Permanencia de las plántulas en el semillero

Las plántulas deberán permanecer en el semillero hasta que hayan desarrollado 2 o 3 pares de hojas verdaderas, aproximadamente de 19 a 21 días después de siembra. (Figura 19).



Figura 19. Semillero listo para el trasplante.

X. LABORES CULTURALES

TRASPLANTE

PREPARACIÓN DE SUELO

Una preparación oportuna del suelo o lote a sembrar es indispensable para garantizar el éxito de la siembra.

La preparación debe incluir además de una buena soltura de la tierra, garantizar la sanidad del suelo y especialmente la eliminación de la mayoría de malezas de importancia económica. Cuando sea posible debe iniciarse uno o dos meses antes del trasplante, a fin de controlar de manera eficiente las malezas y las plagas del suelo.

Las prácticas de preparación del suelo comprenden:

SUBSOLADO

Se realiza para romper las capas compactadas del subsuelo, producto del paso de la maquinaria, lo que ayuda al mejor desarrollo de las raíces. Debe efectuarse durante la época seca, en forma cruzada y se recomienda realizarla cada 3 a 5 años.

ARADURA

Consiste en remover la capa superficial del suelo a profundidades que alcanzan los 0.40 m. Esta práctica

ayuda a incorporar rastrojos de cultivos anteriores, destruir malezas, retener mayor humedad y mejorar la eficiencia de la fertilización. Debe realizarse cada vez que se establece el cultivo en el campo.

RASTRA

Esta práctica persigue pulverizar los terrones que han quedado después de pasar el arado, y debe realizarse cuando el suelo tenga suficiente humedad para que los terrones se desmenucen fácilmente. Se puede utilizar rastra pesada y rastra pulidora.

El número de pasos dependerá del tamaño de los terrones y el mullido que se quiera tener, pero se recomienda dejar lo más mullido posible, porque de esta labor depende la calidad de cama que se hará y la eficiencia del trasplante.

Antes del último paso de rastra, se debe aprovechar para incorporar las enmiendas de cal y las aportaciones de materia orgánica.

MODALIDADES EN EL TRASPLANTE

ENCAMADO

Es la última práctica en la preparación del suelo y consiste en formar la cama donde se trasplantará el tomate. El objetivo es levantarlas por lo menos entre 0.25 a 0.40 m, dejando como ancho entre 0.80 a 1.0 m., distanciadas a 1.50 m entre cada una de centro a centro entre cada cama, con una población de 11,667 plantas por manzana.

El encamado proporciona mejor drenaje, mejor aireación en el suelo (las raíces reciben mayor cantidad de oxígeno) y el suelo está más suelto para mayor desarrollo radicular. Las camas se hacen utilizando implementos como discos bordeadores, preencamadoras o con surcadores de caña, utilizando una barra porta herramientas al distanciamiento recomendado.

BARRERAS VIVAS

Esta práctica sirve para evitar severos daños al cultivo por los vientos fuertes o como barrera al movimiento de insectos vectores de virus, como mosca blanca. Las especies que se recomiendan son maíz, sorgo, zacate King Grass, caña de azúcar y crotalaria.

CURVAS A NIVEL

Se recomienda en terrenos de ladera. Esta práctica contribuye a disminuir la erosión en el suelo.

ABONOS VERDES

Se recomienda su uso en suelos con bajo contenido de materia orgánica. Sirven para mejorar la estructura, aporte de nitrógeno e incremento de los microorganismos del suelo. Entre los más recomendados se tienen el *Dolichus lablab*, la *Canavalia ensiformis*, la *Mucuna pruriens* y *Crotalaria juncea*.

Deben sembrarse antes del trasplante o al inicio de las lluvias e incorporarse al suelo cuando llegan a floración, porque en esta etapa hay una mayor concentración de nutrientes en sus partes vegetativas.

DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra influye en la competencia entre el cultivo y las malezas. También puede modificar el microclima del suelo, logrando de esta manera prevenir algunas enfermedades producidas por hongos y bacterias.

El distanciamiento recomendado es 1.50 entre surco y entre planta 0.50 m en la época lluviosa, obteniendo una densidad de siembra de 9,334 plantas por manzana y 1.20 x 0.50 m. en la época seca, 11,667 plantas por manzana.

CUIDADOS EN EL TRANSPORTE

Si las plántulas han sido producidas en bandejas, deben transportarse cuidadosamente con el propósito de no dañarlas, y que se conserven en buen estado hasta el momento del trasplante. Deben colocarse en un lugar sombreado cerca del terreno definitivo (Figura 20).



Figura 20. Cuidados en el transporte.

XI. FERTILIZACIÓN

Es la adición de macro y micro nutrientes contenidos en formulaciones químicas u orgánicas, en el momento oportuno, con el fin de suplir las deficiencias nutricionales detectadas en los análisis de suelo y foliar.

ANÁLISIS DEL SUELO

Para el establecimiento de un programa de fertilización que permita obtener altas producciones de tomate al menor costo posible, es necesario conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo; esto se logra mediante análisis químicos. El análisis de suelo es la base para las recomendaciones de fertilización y debe realizarse previo al trasplante.

FERTILIZACIÓN QUÍMICA

De acuerdo con el análisis de suelo y con los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate, la fertilización puede realizarse siguiendo las recomendaciones siguientes: En suelos con pH menor a 5.5, textura franco arcilloso a arcilloso, fósforo menor de 12 ppm, se recomienda una de las siguientes alternativas de fertilización:

Al trasplante: aplicar 130 kg/ha de fórmula 18-46-0, 130 kg/ha de 0-20-0 y 130 kg/ha de muriato de potasio; a la floración: aplicar 195 kg/ha de sulfato de amonio; al desarrollo del fruto: aplicar 162 kg/ha de urea. Al inicio de la cosecha: aplicar 162 kg/ha de sulfato de amonio. Aplicar abonos foliares cada 7 días que incluyan Calcio y Boro

ENCALADO

El encalado es la adición al suelo de algún compuesto que contiene sólo calcio, o calcio y magnesio, y que es capaz de reducir la acidez del suelo. Se recomienda para suelos ácidos, pobres en Calcio.

La cal se refiere tan sólo al óxido de calcio, pero el término incluye casi universalmente materiales como cal dolomítica, cal apagada, carbonato de calcio, sulfato de calcio (yeso), etc.



La cantidad de cal a aplicar dependerá del análisis de suelo:

BENEFICIOS DEL ENCALADO EN SUELOS CON PH ACIDO

1. El aumento o cambio de pH reduce el exceso de manganeso, aluminio y hierro solubles en el suelo;
2. Se mejora el contenido de calcio y magnesio;
3. La cal hace más disponible el fósforo en suelos ácidos;
4. Aumenta la disponibilidad del nitrógeno e incrementa la descomposición de la materia orgánica;
5. Aumenta la disponibilidad del molibdeno en suelos ácidos;
6. Mejora la nitrificación;
7. Hace al potasio más eficiente en la nutrición de la planta;
8. Mejora la disponibilidad de los micronutrientes;
9. Mejora la fijación del nitrógeno;
10. Mejora la condición física del suelo.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

Es la adición de nutrientes al suelo a partir de materia orgánica descompuesta, como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, compost, abonos verdes entre otros (Figura 21).



Figura 21. Forma de preparar bocashi.

El manejo de la materia orgánica busca el equilibrio de nutrientes en el suelo y disminuye la utilización de abonos químicos, reduciendo los costos de producción.

Abonos sólidos: estos son los más utilizados, ya que son fáciles y prácticos de realizar, debido a la facilidad de materiales que en su mayoría se pueden conseguir en las mismas comunidades de los productores, entre los cuales tenemos: abono orgánico tipo bocashi, compostaje y lombricompost.

Abonos Líquidos: estos son utilizados por los productores en forma de abonos foliares, sustituyendo los foliares químicos, se elaboran con materiales orgánicos (Figura 22).



Figura 22. Preparando biofermentos.

ABONO ORGÁNICO TIPO BOCASHI

Es un sistema de preparación de abono fermentado de origen japonés que puede requerir de 15 o 21 días para estar listo para su aplicación; sin embargo, es mejor si se aplica después de los 25 días, para dar tiempo a que alcance la maduración y de esta forma ser mucho más aprovechable para las plantas y el suelo.

RECOMENDACIONES

Aplicar antes del trasplante 3 libras de bocashi por metro lineal. El día del trasplante aplicar 4 onzas por postura de bocashi y continuar cada 10 días aplicando 2 onzas por planta. Hacer aplicación de biofertilizante multimineral, 2 litros por bomba de 16 litros, 3 veces por semana. Aplicar 2 litros por bomba de 16 litros de biofertilizante para engrosamiento, 2 veces por semana.

El bocashi puede aplicarse durante todo el año, sin embargo, es más efectivo durante la época lluvia, ya que se resiste al lavado por fuertes lluvias a diferencia del compostaje que es más fácil de lixiviarse en el suelo (CENTA-PROPA Oriente).





XII. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO

El tomate requiere al menos 16 nutrientes esenciales para brindar óptimos rendimientos al agricultor. No minerales: Carbono, Hidrogeno y Oxígeno. Minerales: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), y secundarios como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y el Azufre (S). Además, son parte de los requerimientos nutricionales, los micronutrientes como el Cloro (Cl), el Hierro (Fe), el Manganeseo (Mn), el Zinc (Zn), el Cobre (Cu) y el Molibdeno (Mo).

Dependiendo de la variedad de tomate a sembrar y del tipo de manejo, así serán las demandas nutricionales; sin embargo, en forma general, los principales requerimientos nutricionales del cultivo (kg/ha), se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate.

Macronutrientes esenciales	Nitrógeno (N)	300-400 kg/ha
	Fósforo (P)	200-300 kg/ha
	Potasio (K)	300-400 kg/ha
Macronutrientes secundarios	Calcio (Ca)	100-150 kg/ha
	Magnesio (Mg)	80-120 kg/ha
	Azufre (S)	100-150 kg/ha
Micronutrientes	Boro (B)	3-5 kg/ha
	Zinc (Zn)	3-5 kg/ha

Fuente: Fertilización de tomate, Eloy Molina 2016, Universidad de Costa Rica.

MACRONUTRIENTES

POTASIO (K)

Este elemento es necesario en el tomate para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, coloración y brillantez de los frutos. Ayuda a eliminar la acción perjudicial de otros elementos, favoreciendo la asimilación de los minerales esenciales. Su carencia se manifiesta en la reducción del crecimiento de los tallos. El K juega un papel importante en la cantidad de azúcares que acumula el fruto; al igual que el fósforo, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitamina C.

NITRÓGENO (N)

Es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de la planta. El tomate es sensible a la deficiencia de nitrógeno en la fase vegetativa y durante la maduración. La falta de este elemento afecta el desarrollo de la planta; el follaje se vuelve verde pálido o amarillo, las hojas jóvenes y las ramificaciones son muy finas. Se produce un florecimiento tardío y disminución en el peso de los frutos.

El exceso de N desequilibra la disponibilidad de K y P, y trae como consecuencia un excesivo desarrollo vegetativo en perjuicio de la fructificación; se producen frutos huecos y livianos, con poco jugo, pocas semillas, tallos succulentos, las hojas crecen excesivamente y la planta se vuelve susceptible a enfermedades. En suelos arenosos se debe adicionar abonos orgánicos y fraccionar el fertilizante.

CALCIO (Ca)

La pudrición apical se debe a una deficiencia localizada de calcio, los frutos en estado verde sazon muestran el tejido de la base hundido y duro, su color cambia de verde a negro. Las deficiencias se manifiestan en suelos muy ácidos o con poca humedad.

AZUFRE (S)

Este elemento es vital para el crecimiento de la planta y para el desarrollo de proteínas y semillas. Las hojas más jóvenes y próximas a las yemas son las más afectadas; bajo condiciones de deficiencia no sólo se reduce el rendimiento, sino también la calidad de los frutos.

MAGNESIO (Mg)

Es un componente de la clorofila, es el pigmento verde de las plantas. La clorofila es esencial para el proceso de fotosíntesis. En la etapa de crecimiento aparece clorosis en la punta de las hojas inferiores, evidenciándose entre las nervaduras, pero en estados avanzados todas las hojas se tornan de color amarillo. Este síntoma se extiende a las hojas medias, en la etapa de fructificación, la clorosis se hace más evidente, y las hojas más bajas de la planta adquieren un color morado.

FÓSFORO (P)

En el cultivo de tomate es necesario aplicar este elemento antes del transplante o a la siembra, debido a que posee problemas de asimilación por las plantas. Una buena disponibilidad de fósforo acelera el desarrollo radicular, la fructificación es temprana, mejora la producción y la calidad del fruto.

La falta de fósforo disminuye la absorción de nitrógeno y provoca la reducción del crecimiento. Reduce la floración, fructificación y desarrollo de los frutos. Los síntomas más característicos de la deficiencia en fósforo son la coloración rojiza o púrpura (violáceo) en las hojas jóvenes y en el envés o parte dorsal de las hojas.

MICRONUTRIENTES

Es un grupo de elementos químicos necesarios para el buen desarrollo de las plantas. La carencia de un micro elemento puede ser provocada por el exceso de otro, que realiza sobre la planta una acción de bloqueo. El pH del suelo también influye: un pH alto (7.5) provoca la carencia de manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe), boro (B), molibdeno (Mo) en la planta; un pH bajo (<5.5) puede provocar carencia de molibdeno.

En los suelos arenosos puede haber ausencia de manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y azufre, ya que son lavados con facilidad. Los micro elementos que más exige el tomate son: boro, manganeso, zinc y hierro.

BORO (B)

Es esencial para la buena polinización, favorece el cuajado de flores y frutos y el desarrollo de la semilla.

Exceso de boro produce clorosis y quemaduras en los bordes de las hojas y los tejidos adquieren un color negro oscuro, corteza hinchada, frutos deformes que maduran prematuramente.

MANGANESO (Mn)

Además de fomentar resistencia contra plagas y enfermedades, el manganeso actúa como catalizador en las acciones enzimáticas y fisiológicas; además se relaciona con la respiración y la síntesis de clorofila. La deficiencia se observa como una de coloración verde pálido y manchas cloróticas de tejido muerto entre las nervaduras de las hojas jóvenes.

ZINC (Zn)

Es un elemento de gran importancia en el crecimiento y producción; puede llegar a actuar como limitante en la realización de estas funciones si la disponibilidad es escasa. La deficiencia se observa con mayor frecuencia en suelos arenosos y con alto contenido de fósforo. Los entrenudos se reducen considerablemente de tamaño, lo que hace aparecer hojas de crecimiento terminal agrupadas en forma de roseta. Causa deformación en hojas nuevas.

HIERRO (Fe)

Las deficiencias de este elemento se presentan primero en las hojas jóvenes de la planta; se detiene el crecimiento al no haber movimiento del elemento de las hojas adultas a los meristemos. Las hojas jóvenes presentan una clorosis que se extiende a todas ellas; finalmente se presenta una coloración totalmente blanquecina. En los suelos de textura gruesa, de bajo contenido de materia orgánica y con elevado pH, es donde más se observa la deficiencia de hierro.

XIII. MANEJO DE LA PLANTA DE TOMATE

TUTORADO Y CONDUCCIÓN

Esta actividad consiste en ponerle un sostén o tutor a las plantas cuando comienza su etapa de desarrollo, con el objetivo de que no estén en contacto con el suelo de preferencia después del transplante. Estos dependiendo del hábito de crecimiento pueden medir entre 1.50 y 2.50 metros o más, colocándose a un distanciamiento de 3 metros entre cada uno. Las plantas se sostienen con hileras de pita de nylon, las cuales deben colocarse según el crecimiento de las plantas y a una altura de 30 cm, ordenando así la planta.

El sistema de espaldera vertical es el más utilizado; la planta es guiada por 3 ó 4 hiladas de pita nylon y se utiliza tanto en cultivares decrecimiento determinado como indeterminado (Figura 23).





Figura 23. Colocación de tutor y conducción de la planta de tomate.

APORCO

Se realiza entre los 25 y 35 días después del transplante; con esto se logra mayor fijación de las plantas al suelo y ayuda a eliminar malezas. Durante el ciclo del cultivo pueden realizarse dos o tres aporcos.

Con esta práctica se dificulta el acceso de la entrada de inóculos como algunos hongos y bacterias que son dispersados por el agua, como por ejemplo los agentes causantes de la marchitez, *Fusarium oxysporum* y *Ralstonia solanacearum* (sinónimo *Pseudomonas solanacearum*).

PODA

Es una práctica que se realiza para cultivares de crecimiento indeterminado y existen diferentes tipos de poda para optimizar la producción del cultivo de tomate.

PODA DE BROTES

Consiste en eliminar los brotes axilares, cuando están pequeños o tienen entre 3 y 5 cm de longitud. Con esta práctica se evita la pérdida de energía, la cual aprovecha la planta en el desarrollo de la flor y fruto (Figura 24).

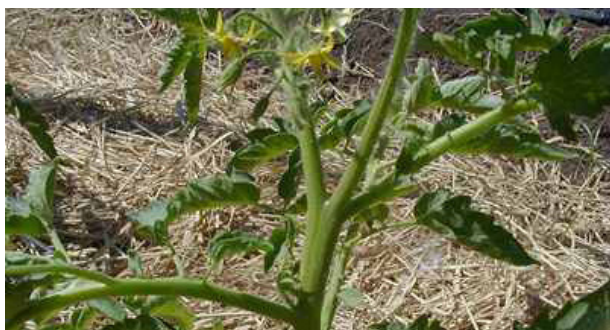


Figura 24. Brotes listo para podar.

PODA DE FOLLAJE

Consiste en la eliminación de hojas; con ello se favorece la aireación de la planta y se evita la incidencia de enfermedades del follaje, permite el equilibrio entre el follaje, fecundación y el desarrollo de los frutos.

Este tipo de poda se realiza en las hojas que se encuentran cercanas al suelo, debajo del primer racimo floral y continuando hasta una altura de 0.35 a 0.40 m. Esta práctica debe hacerse con mucho cuidado, para evitar eliminar hojas en exceso (Figura 25).



Figura 25. Poda de follaje en plantas de tomate.

PODA APICAL

Consiste en eliminar la parte apical del tallo con el objetivo de detener el crecimiento vertical en las variedades indeterminadas, y lograr con ello una mayor precocidad en la producción de frutos. Esta poda puede variar según las características del cultivar, pero generalmente se realiza entre el 6° y 8° racimo floral.

PRECAUCIONES AL REALIZAR LA PODA

Nunca hacerla en periodos de mucha lluvia o con alta humedad relativa (HR), para evitar la entrada de patógenos causantes de enfermedades fungosas o bacterianas.

MANTENIMIENTO DE CAMAS DE SIEMBRA

Es necesario mantener las camas altas y que no pierdan la forma durante el laboreo.



MANTENIMIENTO DE DRENAJES

Es una actividad indispensable durante la época lluviosa, para evitar acumulación de agua en el suelo durante el laboreo.

XIV. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El manejo integrado de plagas del cultivo de tomate es la combinación de diferentes estrategias, con el propósito de manejar de forma más racional las plagas.

La filosofía de este manejo es la convivencia con las plagas en niveles que no afecte al cultivo por lo que reviste de mucha importancia la realización de muestreos con el objetivo de mejorar las estrategias de control.

FECHAS DE SIEMBRA

La elección de la fecha de siembra, permite desfasar los periodos susceptibles del cultivo con los picos de población de plagas, reduciendo de este modo los daños.

SELECCIÓN DE SEMILLA

Los híbridos F1 son superiores que las variedades de polinización libre por su alto rendimiento, tienen maduración más temprana y uniformidad, además que mantienen la calidad de frutos y resistencia a algunas plagas y enfermedades.

Se recomienda sembrar variedades resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades con el objetivo de disminuir las aplicaciones de plaguicidas.

DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra influye en la competencia entre el cultivo y las malezas. También puede modificar el microclima del suelo, logrando de esta manera prevenir algunas enfermedades producidas por hongos y bacterias. Los distanciamientos, recomendados son de 1.50 x 0.50 m en la época lluviosa y 1.20 x 0.50 m en la época de verano.

ROTACIÓN DE CULTIVOS

La siembra continua de un mismo cultivo tiende a concentrar plagas en el terreno, por lo que es conveniente programar la secuencia de siembra de diferentes especies, para romper o alterar los ciclos de vidas de las plagas; por ejemplo la rotación de cultivos con leguminosas reduce la reinfestación de *Spodoptera frugiperda*; la rotación con maíz disminuye el inóculo de marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*).

CULTIVOS INTERCALADOS

La intercalación de cultivos juega un papel importante en el control de plagas, contribuye con la eliminación de malezas, mejor uso de los nutrientes del suelo y mejora la productividad por unidad de superficie.

Esta práctica se realiza intercalando el cultivo principal con algunas plantas repelentes como la flor de muerto, ajeno, albahaca, mejorana, menta, salvia. También puede intercalarse con otros cultivos para repeler plagas, y la asociación favorable puede ser con: cebolla, Zanahoria (en climas fríos), perejil y espárrago.

MALEZAS

Las malezas compiten por agua, luz, nutrientes y espacio físico, son hospederas de plagas, lo que ocasiona reducción en la producción o la formación de frutos de mala calidad.

El manejo inadecuado de las malezas puede incrementar los costos de producción del cultivo, reduciendo la rentabilidad obtenida por el agricultor.

XV. CONTROL CULTURAL

PREPARACIÓN DEL SUELO

Para controlar las malezas de porte alto en suelos planos, es conveniente realizar una chapoda previa para luego incorporarlas al suelo. Si la maleza es de porte bajo, se puede eliminar en forma manual o incorporar directamente contracción mecánica o animal.





ROTACIÓN DE CULTIVOS

La siembra de cultivos como maíz y sorgo un año antes del establecimiento de la plantación de tomate contribuye a la reducción de la población de malezas por las prácticas culturales que se realizan en el cultivo del maíz, además los rastrojos dejados sobre el suelo forman una cobertura que impide la germinación de malezas.

SIEMBRA DE CULTIVOS DE COBERTURA

Los cultivos de cobertura más recomendados son las leguminosas, éstas se dejan crecer hasta la formación de vainas, luego se cortan y se esparcen sobre el terreno como cobertura o se incorporan al momento de la preparación del suelo para la próxima siembra.

CONTROL MECÁNICO

En suelos con abundante población de malezas se recomienda prepararlo tres semanas antes del trasplante, efectuando un paso de arado y dos de rastra con intervalos de una semana, entre cada labor.

CONTROL QUÍMICO

Este método tiene ventajas sobre los demás por su rapidez, economía y eficiencia. La eficiencia en el uso de herbicidas depende del tipo de herbicida, del buen manejo, dosis, cantidad de agua para su aplicación, boquilla utilizada para su aplicación y la maleza a controlar.

Deben aplicarse las cantidades adecuadas siguiendo las instrucciones de la etiqueta. Se sugieren dosis bajas cuando las malezas están pequeñas, y dosis altas cuando las malezas están grandes.

Herbicidas recomendados en el cultivo de tomate.

- Pretrasplante o pre siembra no selectiva Glifosato 35,6 SL (1.4 a 4.3 l/ha)
- Postrasplante dirigido Metribuzina (Sencor 70WP, 0.70 – 1.0 kg/ha)

XVI. MANEJO DE PLAGAS

INSECTOS DEL SUELO

El ataque de insectos del suelo es un factor limitante durante los primeros días después del trasplante, ya que cuando las poblaciones son elevadas, se alimentan del sistema radicular, ocasionando pérdidas hasta de un 80% de las plantas.

La plaga más dañina es la gallina ciega.

GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* sp.)

La mayoría de especies de *Phyllophaga* spp. Ovipositan en el suelo; los huevos son blancos, inicialmente elongados y luego se vuelven esféricos.

Las larvas son blancuzcas o cremosas en forma de “C”, pueden completar su ciclo de vida en uno o dos años.

Muestreo

Debe muestrearse después de la preparación del suelo. Para esto se perfora un orificio de 0.30 m x 0.30 m y 0.20 m de profundidad, en 5 lugares diferentes. El nivel crítico es de 1 larva grande o 2 pequeñas encontradas en cuatro muestras.

Control físico-mecánico

Al inicio de las lluvias los adultos emergen de la tierra, y pueden ser capturados por la noche, colocando trampas de luz; por otro lado, el encalado del suelo hace desfavorable el ambiente para el desarrollo de gallina ciega.

El efecto de los rayos solares sobre el suelo actúa como agente letal para el control de gallina ciega, por lo que se recomienda remover el suelo en la época seca (marzo-abril) para que los rayos solares controlen a la plaga.

Control biológico

Pueden utilizarse los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* u otros enemigos naturales como algunos insectos, aves, reptiles y pequeños mamíferos, que se alimentan de la gallina ciega.

Control químico

Thiametoxam + Clorantropilprole (Voliam Flexi 300 SC) en dosis de 500 cc/ha (producto banda verde).

Es un insecticida sistémico de aplicación al suelo que contiene dos ingredientes activos de diferente modo de acción; uno actúa en la sinapsis nerviosa sobre el receptor de la acetilcolina de los insectos y otro actúa activando el receptor ryanodina y paralizando los músculos, causando posteriormente la muerte del insecto (Figura 26).



Figura 26. Larvas de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)

NEMATODOS

En los nematodos existen dos tipos de parasitismo:

Ectoparásitos, son especies que normalmente no penetran en los tejidos de la raíz, si no que se alimentan solo desde el exterior de las células cerca de la superficie de la raíz. Endoparásitos, son especies que entran al hospedante y se alimentan desde adentro de él, ejemplo: *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*.

Pueden ser migratorios, que se mueven libremente en el suelo y se alimentan de la raíz. O sedentarios, que una vez dentro de la raíz no se mueven.

Sintomatología

Forman lesiones en la raíz, infecciones fungosas y/o bacterianas, agallamiento de las raíces, debilitamiento de las plantas, amarillamiento, marchitez, deficiencia nutricional y baja productividad.

Una vez las hembras producen la masa de huevecillos, salen al exterior y las grietas que provocan estas al salir de las raíces, sirven de entrada a patógenos como: *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Pythium*.



Figura 27. Agallamiento en la raíz causado por *Meloidogyne* sp.

Control químico

Abamectina + Tiametoxam 10.8 SC en dosis de 1.5 l/ha a los dos días después del trasplante, en drench o tronqueado 25 cc de la mezcla por planta.

INSECTOS DEL FOLLAJE

Durante los primeros 45 días de desarrollo del cultivo de tomate, etapa en la que la planta está formando su follaje, es muy importante el combate de insectos que puedan dañarlo o transmitir enfermedades virales. Los principales insectos que se encuentran son:

MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca es un insecto chupador, de la cual existen muchas especies; *Bemisia tabaci* es la más difundida, posiblemente más dañina; tiene una distribución prácticamente en toda el área tropical del mundo, aunque últimamente ha sobrepasado esos límites y colonizado áreas ubicadas en otras latitudes.

SÍNTOMAS Y DAÑOS

Los adultos y las larvas de mosca blanca extraen su alimento de la planta. Esto influye en los procesos fisiológicos y puede causar una reducción de su crecimiento. Son transmisoras de virus.

COMPORTAMIENTO DE LA MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*)

Es la responsable de transmitir los geminivirus, estos se localizan en el floema y para ser transmitidos se requiere que el vector pase por un período de alimentación de 2-24 horas (adquisición del virus),



luego por un período de alimentación-inoculación de 2-3 días.

Permanece protegida en el envés de las hojas durante toda su vida, tiene una gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas, muestra gran plasticidad genética para desarrollar biotipos y adaptarse a condiciones agroclimáticas nuevas o adversas, tiene hábitos migratorios, colonizando constantemente nuevos campos de cultivos, tanto el vector como el virus presentan múltiples hospedantes, (plantas cultivadas o malezas).

Cuando se sacuden las plantas infectadas, los adultos primero volarán, para regresar posteriormente al envés de las hojas. Las larvas se encuentran en el envés de las hojas jóvenes; las pupas en las hojas más viejas.

Las larvas de *Bemisia tabaci* pueden aparecer tanto en las hojas viejas como en la más jóvenes (Figura 28 y 29).



Figura 28. Estadios de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).



Figura 29. Adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

CONTROL CULTURAL

Uso de barreras vivas, eliminación de malezas, cultivos asociados, incorporación de rastrojos y rotación de cultivos

CONTROL BIOLÓGICO

Existen muchos depredadores, parasitoides y algunos hongos entomopatógenos de la mosca blanca. Ejemplo: Orden Hymenoptera: avispidas muy pequeñas tales como *Erectmocerus* spp., *Encarsia* spp.; orden Neuroptera: *Chrysopa* spp.; Orden Coleoptera, familia Coccinelidae; orden Arácnida: arañas y hongos entomopatógenos como *Verticillium lecanii* y *Beauveria bassiana*.

SIEMBRA DE CULTIVARES RESISTENTES

Se recomienda seleccionar cultivares que sean resistentes o tolerantes a la virosis

CONTROL QUÍMICO

Algunos de los productos químicos que se recomiendan aplicar para el control de mosca blanca son: Imidacloprid (Confidor 70 WG) 0.21-0.35 kg/ha. Amitraz (Mitac 20 EC) 2.5-4.0 l/ha Tiametoxan (Actara 25 WG) (banda verde) 250-400 g/ha. Pimetrozine, Piridina Azometina (Chess 50 WG) 250 a 300 g/ha.

ÁFIDOS

PULGÓN VERDE (*Myzus persicae*), Homóptera: Aphididae

Los áfidos pueden invadir un cultivo desde otros cultivos cercanos, de plantas hospederas alternas o bien desde campos cultivados lejanos de donde son traídos por el viento. Pueden iniciar el vuelo pasivamente e invadir plantas cercanas o ser llevados por las corrientes de aire a lugares distantes. Estos insectos son atraídos por los colores de onda larga, particularmente el verde amarillento, o el color amarillo que es el preferido.

Los factores abióticos como la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa influyen en la sobrevivencia y reproducción de los áfidos



Biología y daños

Las ninfas y los adultos son pequeños, de color verde, amarillo o rosado; a menudo se encuentran en grandes colonias alimentándose en el envés de las hojas tiernas o en los brotes.

Los áfidos producen daños directos e indirectos

Los primeros se producen al extraer la savia en grandes cantidades, debilitando a la planta; los áfidos extraen una alta concentración de sustancias nitrogenadas y carbohidratos de hojas y brotes, causando reducción del vigor de la planta, achaparramiento, marchitez, amarillamiento, encrespamiento y caída de las hojas; también sirve de sustrato para el desarrollo de fumagina, producida por el hongo *Capnospodium* sp, que además de interferir con la función fotosintética, afecta la calidad del producto.

El daño indirecto ocurre por la transmisión de virus a las plantas, lo que puede causar cuantiosas pérdidas en los cultivos. Entre los virus del tomate transmitidos por los áfidos está el virus Y de la papa (Figura 30).



Figura 30. Áfidos adultos en cultivo de tomate.

Control biológico

Todos los áfidos están sujetos a control natural por depredadores o parásitos y hongos bajo condiciones de humedad.

Los insectos afidófagos que han sido reportados pertenecen a varias órdenes, destacándose: parasitoide *Aphelinus* spp.; depredadores: *Brachycantha dentipes*, *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens* y *Chrysopa* spp.; hongos entomófagos como *Verticillium lecanii* y *Entomophthora* sp.

Control químico

Las aplicaciones se deben hacer cuando se vean colonias de áfidos causando daños. Los insecticidas de corta residualidad y baja toxicidad que se deben usar son los mismos que se están recomendando para *B. tabaci*. Acetamiprid 20 SP, Tyociclam-H-Oxalato 50 SP.

TORTUGUILLAS (*Diabrotica* sp)

Biología y daños

Los adultos se alimentan de follaje, flores y yemas, haciendo agujeros irregulares, pueden desfoliar las plántulas; en el estadio larval se alimentan de las raíces de muchas gramíneas como maíz y sorgo.

Control biológico

Como parasitoide del adulto de *Diabrotica* existe *Celatoria diabroticae* Shiner (Diptera: Tachinidae); como depredador del huevo se encuentra: *Selenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae); entre los depredadores de adultos se tiene *Castolus tricolor* Champ, *Repita taurus* F., *Zelus* spp. Y otros de la familia Reduviidae (Hemiptera) y *Chauliognathus* sp. (Coleoptera: Cantharidae).

Control químico

Acetamiprid 20 SP (Rescate 20 SP) 200 a 300 g/ha insecticida que pertenece al grupo de los Neonicotinoides de acción sistémica y translaminar, actúa por contacto e ingestión; Spirotetrame (Movento 15 OD) 0.4-0.6 l/ha.

MINADOR DE LA HOJA

(*Liriomyza* sp, Diptera)

Biología y daños

El adulto es una mosca pequeña de color negro brillante y con marcas amarillas sobre el tórax. Las larvas hacen galerías en forma de espiral en las hojas, comúnmente llamadas minas, el ataque severo provoca que las hojas se sequen y se caigan. Las hojas más viejas son a menudo atacadas primero. El daño es causado principalmente en cultivos sembrados en campo abierto, pero también pueden infestar los invernaderos por medio de plantas contaminadas (Figura 31).



Figura 31. Daño causado en la hoja de tomate por minador (*Liriomyza* sp, díptera).

Control biológico

Los parasitoides larvales son *Opius insularis* Ashm. (Hymenoptera: Braconidae); *Brachymeria* spp., *Sympiesis* sp. (Hymenoptera: Chalcididae); *Derostenus* sp., *Diglyphus* spp. *Diaulinopsis callichroma* Crawf. (Hymenoptera: Eulophidae); *Chrysocharis parksi*, Crawf., *Chrysocharis* sp. (Hymenoptera: Entedonidae); *Halticoptera* spp. *Neocatolaccus filia* Gir (Hymenoptera: Pteromalidae).

Thiacloprid + Beta-cyflutrina (Monarca 112.5 SE) aplicar en dosis de 0.25 a 1 l/ha Cyflutrin (Baythroid 050 CE) aplicar en dosis de 0.5 a 0.75 l/ha.

GUSANO CORTADOR, GUSANO CUERUDO (*Agrotis subterranea*)

Biología y daño

Su periodo de vida de 58 días desde que pone sus huevos hasta que emerge el adulto. El estadio larval es el más dañino.

Los huevos eclosionan a los 3 ó 4 días, son colocados en forma individual o en pequeños grupos sobre el haz de las hojas del tomate.

El estadio larval dura de 21 a 30 días; las larvas grandes atraviesan los tallos, cerca o en la superficie del suelo, pueden trepar a las plantas y cortarlas más arriba. Se alimentan del follaje principalmente.

Control cultural

La buena preparación del suelo ayuda a destruir larvas y pupas presentes. Al mismo tiempo esta práctica puede ayudar a exponer las larvas al sol y a los enemigos naturales. Se recomienda mantener el lote y sus alrededores limpio de malezas antes de la siembra.

La eliminación de las malezas hospederas, especialmente gramíneas, ayuda a reducir las poblaciones.

Control químico

Aplicaciones con Teflubenzuron 15 SC; Spinoteran 6 SC reducen el daño.

GUSANO PRODENIA, CORTADOR (*Spodoptera latifascia*, Walk)

Biología y daños

Está conformado por 4 estadios, que duran un periodo desde huevo hasta adulto de 55 días. El estadio larval es el más dañino al cultivo.

Las larvas se alimentan del follaje y del fruto, algunas veces actúan como cortadores.

Control cultural

Para saber si hay huevos deberá muestrearse 20 días después del transplante; deberán seleccionarse 30 plantas bien distribuidas cada 2 surcos, en esas plantas se revisa el haz de las hojas cercanas al suelo y se recolecta en una bolsa las posturas de huevos encontradas.

Si se encuentran larvas, se recolectan y destruyen manualmente.

Control biológico

Parasitoides de huevo, *Trichogramma fasciatum* Perk (Hymenoptera: Trichogrammatidae); parasitoides larvales *Achaetoneura archippivora* Will, *Arcoglossa vetula* Rein, *Linnaemya* sp., *Zenilla blanda* O.S. (Diptera: Tachinidae); *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae); *Euplectrus plathypenae* How (Hymenoptera: Eulophidae); parasitoides larvales y pupales, *Eniscopilus* sp., *Ichneumon* sp., *Netelia semirufa* (Hymenoptera: Ichneumonidae).

Control a base de biológicos y extracto de Nim

Aplicar insecticidas a base de extractos de Nim, 0.50 l en 15 l de agua. Usar productos a base de *Bacillus thuringiensis* (Dipel 3.5 SL de 0.65 a 1.42 l/ha, Ecotech Pro 7.2 SC de 0.40 a 0.50 l/ha), aplicándose cuando se observen los primeros estadios larvales.



Control químico

Se recomienda aplicar cualquiera de los insecticidas siguientes:

Imidacloprid + Deltametrina 190 OD (Muralla Delta OD) 200 a 300 cc/ha.

Spinetoram (Palgus) en dosis de 75 a 100 ml/ha.

GUSANO DEL FRUTO DE TOMATE (*Heliothis zea* Boddie)

Biología y tipo de daños

Los huevos son colocados de uno en uno sobre las hojas y frutos del tomate. Las larvas pasan por seis estadios.

El color puede ser rosado, café claro o verde con rayas amarillas o rojas longitudinales y puntos negros con pelos.

Las larvas se alimentan, en un inicio, de las hojas, luego taladran el fruto, permitiendo la entrada de patógenos (Figura 32).

Control cultural

Realizar muestreos a los 20 días después del transplante. Recorrer varios surcos de la plantación y seleccionar 30 plantas al azar, que sean representativas de toda la parcela.

En cada planta seleccionada, revisar las hojas compuestas de la rama que se encuentre debajo de la flor abierta más alta; buscar los huevos que se ven como pequeños granos de arena, redondos y de color crema.

Si se encuentran huevos o larvas, hacer una poda sanitaria, eliminando el pecíolo donde se encuentren; y depositarlas en una bolsa plástica para luego eliminarlas manualmente. Si se encuentran 6 ó más larvas pequeñas se recomienda aplicar a los 2 días después del muestreo un insecticida biológico como *Bacillus thuringiensis*, de 0.7 a 1.4 l/ha o extracto de Nim, 0.5 litros en 4 galones de agua.

Control biológico

Parasitoides del huevo *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Parasitoides larvales: *Apanteles marginiventis* (Cress),

Braconhebetor say. *Chelonus antillarum* Marsh, c. *Insularis* cress. (Hymenoptera: Braconidae); *Euplectrus comstockii* How. E. *plathypenae* How. (Hymenoptera: Eulophidae); *Eucelatoria* sp. (Diptera: Tachinidae); depredadores del huevo *Chauliognathus tricolor* Gorham (Coleoptera: Cantharidae), *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Lygaeidae).

Control químico

Insecticidas recomendados: Teflubenzuron (Nomolt), 0.15 l/ha; Lufenuron (Match), 275-350 cc/mz

Control orgánico

Realizando aspersiones de chile picante o jabón directamente sobre los gusanos. El insecticida se hace cortando ½ taza de chiles picantes y se mezcla con 2 tazas de agua caliente. Se cuele y rocía. La capsicina causa daño nervioso a los insectos y los repele de las plantas.

FALSO MEDIDOR (*Pseudoplusia includens*)

Biología y tipos de daño

Los huevos son de forma redondeada, color verde, y son colocados individualmente sobre la superficie de la hoja, eclosionando de 3 a 7 días.

Las larvas pasan por 6 estadios de un periodo de 11 a 18 días, y alcanzan un tamaño de 30 mm de largo, son color verde con rayas laterales y dorsales verdes y blancas; a veces con las patas torácicas negras.

Barrenan el fruto, facilitando la infección de patógenos como bacterias y hongos.

Control cultural

Se realiza un muestreo y control similar al que se hace con *Heliothis*.

Control biológico

Parasitoides larvales, *Litomastix trunctatella* (Dalman) (Hymenoptera: Encyrtidae), la larva parasitada se vuelve una masa hinchada, distorsionada, en forma de "S", de color blanco dentro del capullo de la pupa, de la cual emergen centenares de parásitos adultos. *Apanteles* spp. (Hymenoptera:





Braconidae), *Euplectrus plathypenae* How. (Hymenoptera Eulophidae), *Winthemia* sp. (Diptera Tachinidae). Parasitoides larvales y pupales: *Brachymeria* sp. *Spilochalcis dux* Walk. (Hymenoptera: Chalcididae). Depredadores larvales *Polistes* spp. (Hymenoptera: Vespidae). Patógenos fungosos *Nomuraea rileyi* y *Beauveria bassiana* (Bals).

El insecticida biológico recomendado es *Bacillus thuringiensis*, 0.7 a 1.4 l/ha. Este producto debe aplicarse cuando se observen larvas en sus primeros estadios.

Control químico

- Teflubenzuron (Nomolt), 0.15 l/ha.
- Lufenuron (Match), 275-350 cc/mz

FALSO MEDIDOR (*Trichoplusia ni*)

Morfología y Biología

Cuando se mueve arquea la sección media del cuerpo. Esta forma de caminar es su característica principal y consiste en hacer una ondulación con el cuerpo dando la impresión de estar midiendo, de ahí su nombre vulgar. Durante su última fase larval teje, en el envés de las hojas o en los residuos vegetales, un capullo frágil de hilos blancos que protegerá la crisálida. Ésta es de un color verde amarillento que se torna castaño cuando envejece, mide aproximadamente 2 cm de largo.

Los machos tienen los mechones de color castaño, como pelos cerca del final del abdomen, algunos con las puntas negras, son de hábitos semi nocturnos ya que resultan más activos por la noche, aunque pueden verse en actividad también en las horas que preceden al anochecer y en los días muy nublados.

Síntomas y daños

Las larvas de este insecto se alimentan principalmente del follaje, produciendo agujeros irregulares de considerable tamaño y reduciendo el área foliar.

Enemigos naturales

Cotesia marginiventris
Microgaster sp.
Trichogramma minutum
Trichogramma platneri
Trichogramma pretiosum

Medidas de control

Las medidas de control para este agente nocivo son similares a las formuladas para las Mantequillas (Spodópteras).

Control cultural

Eliminación de las crisálidas mediante roturación profunda del suelo.
 Eliminación de malezas y hospedantes alternativos.
 Recolección y eliminación de los frutos infectados durante la cosecha.
 Eliminación de residuos de cosecha.

Control biológico

Aplicaciones con productos a base de *Bacillus thuringiensis* (cepa 24). Liberaciones de *Telenomus* sp. a razón de (3 000 individuos/ha), *Euplectrus plathypenae* (150 a 250 individuos/ha), *Chelonus insularis* (150 a 200 individuos/ha), *Trichogramma* sp. (30 000 individuos/ha).

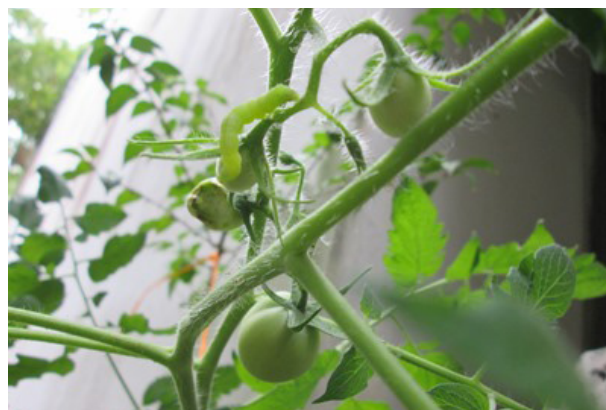


Figura 32. Larva de Falso medidor (*Trichoplusia ni*) en cultivo de tomate.

Control químico

El insecticida biológico recomendado es *Bacillus thuringiensis*, 0.7 a 1.4 l/ha. Este producto debe aplicarse cuando se observen larvas en sus primeros estadios.

También puede aplicarse:

- Lufenuron (Match), 275-350 cc/mz
- Teflubenzuron (Nomolt), 0.15 l/ha.

ÁCAROS

ACARO DEL BRONCEADO (*Aculops lycopersici* Masee)

Biología y tipos de daño

Es un ácaro microscópico, pertenece a la familia Eriophyidae. Sus huevos son semiesféricos, hialinos.

El síntoma inicial de su ataque es un achaparramiento general de la planta, seguido de una necrosis cerca de las hojas más afectadas.

Las hojas se tornan de color verde claro hasta llegar a tomar un color café claro uniforme, su daño se confunde a veces con el de bacteriosis o virosis.

La planta sufre una muerte descendente; el ataque puede alcanzar los frutos, que detienen su desarrollo y la epidermis toma una apariencia café polvorienta (Figura 33).

Control cultural

El cultivo debe ser inspeccionado periódicamente desde las primeras etapas, eliminando aquellas plantas que presenten síntomas en sus hojas como tonos de color verde claro a café claro, las cuales deben enterrarse.

El viento contribuye a diseminar esta plaga, mientras que la lluvia es un buen control natural de los ácaros.

Control biológico

Depredadores *Coccinellidae* y ciertos *Staphilinidae* (Coleoptera: Cecidiomyiidae); (Diptera: Anthoridae); (Hemiptera: Thysanoptera) y ácaros depredadores (Phytoseiidae).



Figura 33. Ácaros

Control químico

Se recomienda utilizar los acaricidas siguientes:

Abamectina (Verlac 1.8 EC), 0.3-1.2 l/ha
Spiromesifen (Oberón 240 SC) 0.4-0.6 l/ha

ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*)

Biología y tipos de daño

Son ácaros polífagos que se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas tomateras del país. El huevo es esférico, de color blanquecino al inicio, va cambiando a amarillento en el momento de la eclosión. Larva redondeada, con tres pares de patas. Las ninfas son parecidas a los adultos, con 4 pares de patas, de color amarillento. Los jóvenes adultos son de color amarillo verdoso y con manchas oscuras en el dorso. A medida que envejecen toman coloraciones rojizas. Las hembras son elípticas, los machos tienen forma ovoide (Figura 35).

Enemigos naturales

Depredadores: *Orius* spp. (Hemípteros: Anthocoridae); *Geocoris punctipes* (Hemípteros: Lygaeidae); varias especies de *Coccinélidos* *Estafilínidos* (Coleoptera) *Cecidomidos* (Diptera) y *Thysanoptera typhlodromus* spp. (Acarina: phytoseiidae).

Control químico

Spiromesifen (oberón 240 SC) 0.4-0.6 l/ha



Figura 34. Larva y Adulto de Araña Roja (*Tetranychus urticae*).

PARATRIOZA (*Bacticera cokerelli*)

Familia: Psyllidae

La Paratrioza se ha reportado en 160 plantas hospederas, solo en 46 de ellas se encontraron: huevos, ninfas y adultos, 42 especies pertenecen a la familia de las solanáceas.

Biología y tipos de daño

Tanto los adultos como las ninfas ocasionan daños directos e indirectos, se alimentan succionando la savia de la planta, al mismo tiempo le inyectan sustancias que dañan a las células (toxinas), por lo que interfiere en la producción de clorofila, lo que hace que la planta adquiera un aspecto amarillamiento y raquítico, lo que se conoce como amarillamiento del psillido.

Los síntomas inician en la planta de tomate con una clorosis en los bordes de las hojas, que adquieren una estructura quebradiza, de un color verde intenso, la planta se torna achaparrada y las flores no se desarrollan, se secan (aborto).

Control cultural

Destrucción de plantas hospederas (malezas) y rastrojos, en las márgenes del cultivo y lotes adyacentes, cuando menos un mes antes del trasplante.

Producción de planta sana en invernadero, proteger las plántulas al trasplante previo a la salida del invernadero. Establecimiento de barreras, trampas vivas, en donde se va a cultivar.

Empleo de cubiertas flotantes o micro túneles a fin de proteger el cultivo a campo libre al menos 45 días. Establecimiento del cultivo con acolchado, que protege al cultivo al menos las primeras etapas del crecimiento y desarrollo de la plántula. Implemento de buen programa de fertilización.

Incrementar la densidad del número de plantas por hectárea. Realizar un programa semanal de detección y eliminación de plantas enfermas con virus. Elaborar un programa de control químico de acuerdo al modo de acción de los grupos toxicológicos de insecticidas.

Control biológico.

Uso de biorracionales: Producen menos daño al medio ambiente, porque son fáciles de degradar, de utilizar y de elaborar.

Disminuyen la contaminación ambiental mejoran la salud de los productores y consumidores. *Bauveria*

bassiana, *Metharrizium anisoplinee*, *Verticillium lecanii*, *Paelomyces fumosoroseus*.

Depredadores: *Hippodamia convergens*, *Chrysoperla* sp., *Georcoris* sp., *Orius* sp.

Parasitoides: *Tamarixia triozae*.



Figura 35. Adulto de Paratrioza (*Bacticera cokerelli*).

XVII. MANEJO DE ENFERMEDADES

MAL DEL TALLUELO

Esta enfermedad se observa a nivel de plántulas en los semilleros. Puede ser ocasionada por los hongos: *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Rizoctonia* sp., y *Sclerotium* sp. Mal del talluelo ocasionado por *Fusarium* sp. Otros nombres como se conoce: *Fusariosis*. Agente causal: *Fusarium* sp.

BIOLOGÍA Y TIPOS DE DAÑO

Este patógeno es el responsable de la podredumbre del cuello y raíces; el hongo puede permanecer por muchos años en el suelo, se ha encontrado a profundidades de hasta 0.80 m. En nuestro país es la enfermedad que ocupa el primer lugar en cuanto a pérdidas de plántulas en semilleros. Este patógeno se disemina fácilmente por semilla, plántulas infestadas, el suelo, agua contaminada.

A nivel de semillero, si el suelo está muy contaminado, la plántula no alcanza a emerger, y cuando el ataque es a la emergencia, se observa a nivel del cuello, un adelgazamiento de la plántula y muerte de la misma (Figura 36).





Figura 36. Daño causado por mal de talluelo.

CONTROL

Lo más efectivo es el manejo preventivo, para lo que se recomienda desinfección del sustrato a utilizar en la elaboración del semillero. Sin embargo también pueden utilizarse las siguientes recomendaciones: Controlar la calidad del agua de riego. Sembrar variedades de tomate tolerantes al ataque de dicho hongo. Mantener un buen drenaje en el área de los semilleros. Rotación de cultivos con gramíneas. Si el hongo se presenta cuando las plántulas han emergido se hace aplicación de la mezcla de fungicidas como: Carbendazin (4 a 10cc/gl) + Propamocarb (6 a 10 cc/gl) con un intervalo de 8 días entre una aplicación y otra. No debe sembrarse en lugares donde haya antecedentes de esta enfermedad.

VIROSIS

BIOLOGÍA Y TIPOS DE DAÑO

Esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en todo el país y es la responsable que en muchas zonas se haya dejado de cultivar tomate. Los primeros daños económicos observados en el cultivo de tomate fueron en 1987, en la zona de Zapotitán (Depto. de La Libertad). Por muchos años se ha considerado que el vector principal de esta enfermedad es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pero estudios recientes han demostrado que también los áfidos y trips son responsables de la virosis (Figura 37).



Figura 38. Plantas de tomate con síntomas de virosis.

VIRUS DEL MOSAICO AMARILLO DEL TOMATE (TYLCV)

Vector: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

BIOLOGÍA Y TIPOS DE DAÑO

Si la plántula es inoculada por el insecto, los primeros síntomas se manifiestan a los 21 días, y se observa en ella enanismo, amarillamiento, acolocha miento de las hojas, frutos pequeños y reducción drástica de la producción. Todo el manejo debe ser de tipo preventivo, dirigido a evitar que el vector tenga contacto con la planta, desde los 0-45 días del cultivo que es la etapa de mayor susceptibilidad.

Cuando la planta presenta los primeros síntomas, el control ya no es posible, por las características propias de este tipo de enfermedad; sin embargo, es recomendable arrancar y enterrar todas las plantas enfermas con el propósito de evitar que las plantas sanas se contagien. Es necesario controlar el vector (ver sección manejo de mosca blanca) (Figura 38).



Figura 38. Plantas y frutos de tomate con síntomas de virosis.



TIZÓN TEMPRANO (*Alternaria solani*)

Otro nombre como se conoce: *Early blight*. Esta enfermedad se ve favorecida en zonas donde hay períodos alternos de lluvia y calor. Este patógeno sobrevive en el suelo, en residuos de cosecha, frutos afectados y puede propagarse por semilla. Su diseminación es favorecida por el viento, las heridas o lesiones provocadas por aperos de labranza o insectos que favorecen la penetración del hongo.

BIOLOGÍA Y TIPOS DE DAÑO

En las hojas se observan manchas irregulares de color café con un halo amarillento; al avanzar la enfermedad se observa en el centro de las manchas anillos concéntricos. Las lesiones pueden unirse y al existir mayor número de ellas, la hoja se torna amarilla, se seca y cae.

En ataques severos puede ocasionar la defoliación de la planta. A nivel del pecíolo y tallo, las lesiones son profundas, alargadas, de color café.

En el fruto el daño se inicia a nivel del cáliz, el que se necrosa por completo; las lesiones pueden ser con bordes bien definidos y alcanzar hasta 2 cm o pueden extenderse y cubrir el fruto completamente. En las lesiones avanzadas se observa una capa de color negro (como hollín) constituido por las hifas del hongo.

CONTROL CULTURAL

Rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha, aplicación de nutrientes en forma balanceada, poda sanitaria para eliminar las hojas dañadas y sacarlas fuera del área del cultivo.

CONTROL QUÍMICO

Preventivo.

Clorotalonil (Daconil), 2 kg/ha Carbenzadín (Derosal 50 SC), 0.2 l en 200 l de agua Hidróxido de cobre + Mancozeb (Mankocide 45 SG), 2.0-2.5 kg/ha

Curativo.

Fluopyram + Tebuconazole (Luna Experience) 0.6-1 l/ha Fenamidona + Propamocarb (Consento 45 SC) 1-1.5 l/mz
Cymoxanil + Famoxadona (Equation Pro 52.5 WG) 0.35-0.42 kg/mz



Figura 39. frutos de tomate con síntomas de *Alternaria* sp.

TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* Mill)

Otros nombres como se conoce: Mildiú aéreo del tomate, quemazón, late blight.

BIOLOGÍA Y TIPOS DE DAÑO

Esta enfermedad puede atacar hojas, tallos y frutos, pero no se observa en raíces. Sobrevive en el campo en plantas hospederas o residuos de cosecha, se disemina fácilmente por el viento.

Si las condiciones son favorables para el desarrollo del hongo, puede destruir completamente el cultivo en 1 ó 2 semanas.

En las hojas, al inicio del daño, se observan manchas irregulares de apariencia acuosa en los bordes, las cuales pueden afectarlas completamente. Cuando las condiciones se mantienen favorables se desarrolla micelio de color blanquecino en el envés de la hoja.

Si la enfermedad se encuentra generalizada en el cultivo, éste se observa de apariencia quemada, hojas caídas de color café oscuro. En el fruto, las lesiones observadas son de tamaño irregular de color verdoso a café.

CONTROL CULTURAL

Realizar poda fitosanitaria y eliminación de las hojas enfermas. Esta práctica es muy utilizada en lugares como Las Pilas, departamento de Chalatenango, en donde la enfermedad se presenta frecuentemente. Eliminación de plantas hospederas y residuos de cosecha. Rotación de cultivos con otras especies diferentes a solanáceas.

Uso de mulch para evitar salpicadura de agua lluvia con la planta (Figura 40).



Figura 40. colocación de mulch para evitar enfermedades.

CONTROL QUÍMICO

Preventivo.

Oxicloruro de cobre (Cupravit verde 50 WP), 2.0 a 3.6 kg/ha.

Fosetil - Al (Aliette 80 WG), 2.5 kg/ha.

Curativo.

Hidróxido de cobre (Champion 1.4 - 1.8 kg/ha)

Fenamidona + Mancozeb (Serenio 60 WG) 1 kg/mz.

Fenamidona + Propamocarb (Consento 45 SC) 1-1.5 l/mz.

Es importante la rotación de productos químicos, obteniéndose muy buenos resultados al alternar productos de contacto con sistémicos.



Figura 41. Tizon tardío (*Phytophthora infestans* Mill) en frutos de tomate.

MARCHITEZ EN TOMATE (DORMILONA, BACTERIOSIS, MALLA, MARCHITEZ BACTERIANA) *Ralstonia solanacearum*

BIOLOGÍA Y TIPO DE DAÑO

Esta enfermedad se observa en las zonas de producción de tomate que tienen condiciones alternas de altas temperaturas y humedad relativa alta. Es una bacteria que persiste por años; suelos con deficiente drenaje y pH bajo favorecen el desarrollo de este patógeno. Se disemina por el agua de riego, herramientas, tutores, heridas causadas al momento de realizar las actividades del cultivo, arrastre de tierra y semillas, entre otros. A nivel de campo se ha observado que el cultivo es más afectado cuando está en floración y ha sufrido stress por sequía. Al inicio se observa una caída de las hojas basales y posteriormente un marchitamiento completo de la planta, debido a la contaminación que se da a nivel de las raíces. Un diagnóstico rápido a nivel de campo puede realizarse cortando una porción del tallo de unos 7cm de longitud, luego se introduce en un recipiente de vidrio que contenga agua. Se sostiene por uno de los extremos con un pedazo de alambre y se deja por 10-20 minutos; pasado ese tiempo se observa un hilo blanquecino, que es el exudado de la bacteria.



Figura 42. Marchitez en tomate causada por *Ralstonia Solanacearum*.

CONTROL CULTURAL

Rotación de cultivos diferentes a solanáceas, de preferencia con gramíneas. Desinfección del equipo agrícola. Control de calidad del agua de riego. Adecuada nutrición. Enmiendas con Cal para regular el pH ácido del suelo. Eliminación de plantas enfermas.





CONTROL QUÍMICO

Agri-mycin 16.5 WP (0.35 kg/ha). Da buenos resultados cuando el nivel de daño no es severo.

MANCHA BACTERIA

(*Xanthomonas campestris*

PV Vesicatoria)

BIOLOGÍA Y TIPO DE DAÑO

Aparece en hojas, tallos y frutos. En la hoja comienza con manchas pequeñas color café oscuro y acuoso, a trasluz se observa un halo amarillo, luego la mancha se vuelve color café, en forma irregular y hundidas; en los frutos hay formación de manchas abultadas de color café.

Los frutos presentan manchas abultadas color negro de apariencia corchosa. Condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad puede ser a través de la transmisión por semilla y residuos de plantas enfermas que quedan en el suelo. Temperatura óptima de desarrollo de enfermedad es de 20 a 25 °C, condiciones de alta humedad y lluvias constantes.

CONTROL CULTURAL

Evitar los excesos de humedad y encharcamientos entre canteros y en las áreas de cultivo. Eliminar posturas enfermas y aquellas que estén en un radio de 0.5 metros a su alrededor. Estas serán incineradas en su interior. Eliminar las plantas que manifiesten el síntoma una vez trasplantadas. Eliminar los restos de cosecha. Rotar los cultivos tres años como (mínimo). El principal factor de diseminación es la semilla contaminada. Eliminar plantas hospederas como las crucíferas (Coliflor, brócoli).

CONTROL QUÍMICO

Lactobacillus spp. + *Saccharomyces cerevisiae* + *Rhodopseudomonas palustris*

MARCHITEZ CAUSADA POR

Fusarium oxysporum

BIOLOGÍA Y TIPO DE DAÑO

Este hongo se puede encontrar persistiendo en el suelo o en residuos de cosecha. Puede transmitirse fácilmente por la semilla, el agua de riego, maquinaria

o equipo agrícola. Este patógeno se ha encontrado a profundidades de 0.80 m en el suelo.

Su desarrollo es favorecido en suelos ácidos y plantas con deficiencias de N, P y Ca. A nivel de hojas se observa un marchitamiento que en las fases iniciales puede recuperar su turgencia, pero, al avanzar la enfermedad, el marchitamiento es completo e irreversible y es acompañado por un amarillamiento del follaje. Al realizar un corte longitudinal se observa el tejido vascular de color café rojizo.

CONTROL CULTURAL

Trasplantar plántulas sanas libres del patógeno. Realizar enmiendas de cal al suelo para corregir el pH ácido. Desinfectar el equipo agrícola.

CONTROL QUÍMICO

Aplicar al pie de la planta Carbendazim 500 SC; 1cc por litro de agua.



Figura 43. planta de tomate con síntomas de Marchitez. *Fusarium oxysporum*.

XVIII. RIEGO

MÉTODOS DE RIEGO EN EL PAÍS

El método más usado es el riego por gravedad, pero en los últimos años el riego por goteo ha tomado bastante auge como una alternativa para los cultivos hortícolas.

RIEGO POR GOTEO

En el sistema de riego por goteo, se debe tomar en cuenta el diseño hidráulico del sistema de bombeo y las condiciones prácticas del lugar donde se instale el sistema.

El intervalo de riego para el sistema de riego por goteo se calcula diariamente, pero puede variar de 2 - 3 días en suelos livianos, y de 3 - 5 días en suelos pesados, dependiendo de las condiciones agroclimáticas de la zona y de las ventajas que podríamos ganar al variar el número de días en la aplicación del riego.

Una de las grandes ventajas de este sistema es la eficiencia en la aplicación del agua, por lo que con pequeñas fuentes se puede establecer este cultivo. De acuerdo con el tipo de suelo donde se establezca, así será el intervalo de riego.

Antes de establecer la plantación se recomienda realizar un riego de saturación hasta la profundidad que alcanzarán las raíces. Cuando existen problemas por el abastecimiento de agua debido a la carencia, exceso o variación brusca pueden presentarse las siguientes sintomatologías en el cultivo:

EXCESO DE AGUA

Frutos verdes y maduros se rajan debido a la turgencia de las células. Mayor susceptibilidad a enfermedades fungosas y bacteriosas. Excesivo crecimiento apical y poco desarrollo del tallo (grosor).

DEFICIENCIA DE AGUA

Caída de frutos y flores. Coloración amarilla a violáceas. Se detiene el crecimiento vegetativo, específicamente en puntos apicales y en el fruto. Necrosis en puntas de hojas y extremos apicales.

VENTAJAS

a) Humedecimiento parcial del suelo lo que se vuelve en un importante ahorro del agua, b) amplia y exacta distribución uniforme del agua, c) se puede emplear la fertilización localizada, junto al riego, d) flexibilidad en los horarios de riego, normalmente los tiempos de aplicación son bajos, e) los volúmenes de descarga son bajos lo que se traduce en una economía del bombeo.

Adicionalmente se puede mencionar que existe la posibilidad de que los pequeños productores puedan tener acceso a este método a través del uso de tecnologías no convencionales de bajo costo combinando materiales y accesorios convencionales de riego como el poliducto (Figura 44).



Figura 44. Instalación de sistema de riego por goteo.

FERTIRRIEGO

El riego y la fertilización son los factores más importantes de manejo por medio de los cuales se puede controlar el desarrollo de las plantas, el rendimiento y calidad de los frutos. La introducción del sistema de riego por goteo y la fertirrigación abren nuevas posibilidades para controlar el agua y el abastecimiento de nutrientes a los cultivos, manteniéndose con ello la concentración y distribución deseada de iones y agua en el suelo.

La fertirrigación es la técnica de aplicar los fertilizantes a través del sistema de riego por goteo, lo cual permite una dosificación racional en función de la demanda del cultivo, características de suelo, agua y condiciones ambientales específicas. El manejo racional de la nutrición del cultivo exige un dominio de los principios fisiológicos y edáficos de la nutrición y de los aspectos relativos a los sistemas de producción (Etchevers, 1997; Castellanos, 1997).



La mejora del control bajo el sistema de riego por goteo y la fertilización al suelo es debido a diferentes factores como: a) la aplicación adecuada y uniforme bajo diferentes circunstancias, b) la aplicación de nutrientes solo en la zona humedecida, donde se encuentran concentradas las raíces más activas, c) facilidad de adaptación de cantidades y concentraciones de nutrientes específicos para el requerimiento del cultivo de acuerdo al estado fenológico y condiciones climáticas, d) uso conveniente de fertilizantes compuestos solubles y fertilizantes líquidos balanceados con cantidades pequeñas de elementos menores.

Se deben conocer dos factores que definen la cantidad de nutrientes necesarios para la planta: a) Tasa de consumo hídrico diario óptimo durante el ciclo del cultivo, b) la tasa de producción de materia seca y la concentración óptima de nutrientes de los tejidos definen en forma conjunta la tasa de consumo diario de nutrientes durante el periodo de crecimiento que resulta en el máximo rendimiento y calidad del producto.

XIX. COSECHA Y POS COSECHA

ÍNDICE DE COSECHA

Al momento de la cosecha se debe considerar el grado o índice de madurez. Se distinguen dos tipos de madurez: la fisiológica y la comercial. La primera se refiere cuando el fruto ha alcanzado el máximo crecimiento y maduración. La segunda es aquella que cumple con las condiciones que requiere el mercado.

CUÁNDO COSECHAR

Para la industrialización, el tomate debe madurar completamente en la planta. Para el mercado de consumo fresco, el tomate se cosecha en su etapa verde maduro o pintón, a fin de reducir las pérdidas por cantidad y calidad, ocasionadas por un transporte deficiente y manejo inadecuado.

La recolección debe ser efectuada cuando está exento de humedad procedente del rocío o de la lluvia, porque esta favorece la descomposición y putrefacción del fruto. Se recomienda también

cosechar en horas frescas y mantener los tomates en lugares sombreados.

CÓMO COSECHAR

Esta actividad se debe realizar con gran cuidado para evitar producir daños en los frutos que, aunque no sean notorios visualmente, constituyen el origen de altos porcentajes de pérdidas que se manifestarán como pudriciones causadas por microorganismos.

La cosecha del tomate se puede hacer en forma manual, con tijera para evitar daños al fruto.

El tomate para consumo en fresco se puede cosechar con pedúnculo o sin él, dependiendo de las preferencias de los mercados.

Se recolectan en cestas o jabas poco profundas y con superficies lisas para evitar daños por abrasión y compresión; luego se vierten sobre sacos extendidos en el suelo, bajo la sombra de árboles o ramadas construidas para proteger la cosecha de los rayos solares directos.

Es aquí donde el intermediario hace la clasificación y llenado de cajas de 55 lbs de capacidad. Es necesario dedicar la máxima atención en las operaciones de recolección y trasiegos, ya que éstas son consideradas como las que provocan mayor cantidad de daños internos por magulladuras.

SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los tomates se seleccionan cuidadosamente antes de enviarlos al mercado, de manera que tengan buen aspecto y presentación. Se deben separar los deformes, los demasiado verdes o muy maduros, los que presenten quemaduras por el sol, golpes, cortes, rozaduras, magulladuras o los que estén dañados por gusanos o microorganismos.

Esta actividad es importante realizarla inmediatamente después de la cosecha. Esto evitará la contaminación del resto de la producción. Los frutos de tomate se pueden clasificar de acuerdo a: tamaño (pequeño, mediano y grande), color de la piel, y otras características exigidas por el mercado.

TRANSPORTE

El transporte del tomate al mercado destino debe efectuarse tan pronto como sea posible, preferentemente en horas frescas, para evitar que los frutos permanezcan bajo los efectos del sol, viento y temperaturas elevadas, factores que aceleran los procesos de maduración y senescencia.

Es importante también que la velocidad del vehículo sea moderada, para evitar daños provocados por la vibración y golpes, como consecuencia de las irregularidades de los caminos rurales.

ALMACENAMIENTO

La temperatura de almacenamiento frigorífico de los tomates varía en relación al grado de madurez en que se han cosechado. El tomate cuando ha llegado a su madurez fisiológica se puede almacenar a temperaturas entre 12 y 15°C, cuando se desea retrasar la maduración temporalmente; períodos prolongados en estas condiciones afectan el color y sabor cuando los frutos maduran.

No se recomienda almacenar el tomate en estado de desarrollo (madurez fisiológica) a temperaturas menores de 10°C, porque sufre daño, que se caracteriza por el desarrollo de una maduración lenta y anormal.

XX. COMERCIALIZACIÓN

MERCADO NACIONAL

En el mercado mayorista, se comercializa el 89% de la producción nacional y el 31% de la importada.

De los mayoristas se distribuye a otros mercados de San Salvador y del interior del país.

La máxima oferta de tomate fresco ocurre en los meses de mayo, agosto y diciembre. Los canales de comercialización incluyen a: intermediarios, mayoristas en el mercado, supertiendas, hipermercados, tiendas, mercados municipales, hoteles y restaurantes.

Ventas directas: en parcela de los agricultores donde acuden los mayoristas o “coyotes”. También se

comercializa en la parcela de los agricultores por señoras revendedoras.

Además hoy en día la comercialización se realiza de forma directa con los supermercados. Los que determinan las condiciones de entrega-términos de compra venta: Cadenas de agro mercados, que le proporcionan al fruto un proceso de pos cosecha: lavado, selección, empaque, y etiquetado.

La comercialización se hace en cajillas, las cuales tienen un peso de 22.7 kg y su precio depende de la oferta externa de México, Guatemala y Honduras. Estos precios varían de \$8.00 a \$20.00 la cajilla; también es influido en menor intensidad por la época del año.

NORMAS DE CALIDAD

Los frutos de tomate deben estar libres de impurezas. En el país no existen normas para clasificarlos por calidad; sin embargo los problemas más comunes son:

- Madurez inadecuada
- Marchitamiento o pérdida de firmeza
- Daño mecánico
- Ataque de insectos y ácaros
- Enfermedades.

COMPORTAMIENTO DE PRECIOS

Los precios en el mercado interno fluctúan dependiendo de la estación, pero históricamente los mejores precios se presentan en noviembre y diciembre de cada año.

CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

- Mayoristas transportistas.
- Mayoristas-minoristas.
- Detallistas.
- Proveedores.
- Supermercados.

XXI. PRESENTACIONES DE VENTA

El tomate se comercializa a nivel de productores, mayoristas y minoristas, en su mayoría en cajas de



madera con una capacidad de 55 lbs. El tomate para ensalada también se comercializa a nivel de mayorista y minorista en cajas de madera, pero con capacidad para 13 kg netos. Existen otras presentaciones a nivel de detallistas y supermercados, que son en jabas, bolsas de plástico y en algunos casos para clientela exigente se presentan en bandejas protegidas

XXII. ESTACIONALIDAD DE TOMATE DE PASTA

ESTACIONALIDAD

Los mejores precios al mayorista de tomate se presentan históricamente en el mes de noviembre y diciembre, como consecuencia de la menor oferta al reducirse la producción por el retiro de las lluvias. Asimismo se observa una relativa alza en los meses de junio y julio.

COSECHA

Si el agricultor desea aprovechar la ventana de precios de diciembre, el almácigo deberá sembrarse la primera quincena de agosto para realizar el trasplante la segunda quincena de septiembre.



XIII. COSTOS DE PRODUCCIÓN

COSTO DE PRODUCCIÓN POR MANZANA
TOMATE - CIELO ABIERTO

Cultivo:	TOMATE CAMPO ABIERTO				Costo/manzana:		\$8,519.37					
Rendimiento/mz:	500	qq			Costo/unidad:		\$17.04					
Precio de venta:	\$30.00	/qq			Beneficios/mz:		\$6,840.63					
Valor /producción:	\$15,360.00				Beneficios/unidad:		\$13.68					
Distanciamiento: 1.20 m (entre surco) x 0.50 (entre planta)					Relacion B/C:		1.80					
Descripción	Total (\$)	Tracción (\$)			Mano de Obra (\$)			clase	Cantidad utilizada	Materiales (\$)		
		No. Pase	Costo Pase	Costo Total	Núm. Jornal	Costo Jornal	Costo Total			Unidad Medida	Precio Unidad	Costo Total
INSUMOS	2,686.98											
Plantines								Híbrido	12,016	c/u	0.10	1,201.60
Fertilizantes								Fórmula 15-15-15	2.73	sacos de 100 kg	57.40	156.70
								Fórmula 18-46-0	1.82	sacos de 100 kg	87.50	159.25
								Sulfato de Amonio 21%	2.73	sacos de 100 kg	46.00	125.58
								Urea 46%	1.14	sacos de 100 kg	49.00	55.86
Foliar								Bayfolan forte	3	lt	8.57	25.71
Adherente								Adherente 810	3	lt	5.11	15.33
Insecticidas								Imidacloprid Confid or 70 WG	1	sobre de 250 gr	143.00	143.00
								Imidacloprid + Deltametrina 19 OD	1	lt	65.14	65.14
								Thiocyclon 50 WP	2	100gr	10.00	20.00
								Thiametoxan 25 WG	1	100gr	24.00	24.00
								Methoxífenozid e 24 SC	1	lt	118.00	118.00
								Pimetrozina 50 WG	1	kg	117.17	117.17
								Imidacloprid + Betaciflutrina 11.25 SC	1	500cc	73.28	73.28
Fungicidas								Famoxadona + Cymoxamil 52,5 wp	3	Sobres de 200 gr	30.51	91.53
								Dimethomorf+ Mancozeb 69 wp	2	sobre de 750gr	35.00	70.00
								Carbenazin 50 SC	1	lt	33.90	33.90
								Picoxistrobin (acapela 25 sc)	1	200 cc	43.28	43.28
								Mancozeb(man zate 89 wp)	1	800gr	6.74	6.74
								Propamocarb (previc ur N)	1	lt	56.67	56.67
								Tabuconazol+ Trifloxistrobina (nativo 75 WG)	1	400 gr	84.240	84.24

[illegible]

BIBLIOGRAFÍA

- C.H. MARULANDA TABARES. 1999. Hidroponía Familiar. Cultivos sin tierra. Proyecto Nacional de Hidroponía. Guía Técnica. El Salvador. 61-66pp No hay ninguna fuente en el documento actual.
- ELOY MOLINA 2016, Fertilización del tomate, Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas.
- C.H. MARULANDA TABARES. 1999. Hidroponía Familiar. Cultivos sin tierra. Proyecto Nacional de Hidroponía. Guía Técnica. El Salvador. 61-66pp.
- F. D. GARCIA. TEJERO. 1993. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS CULTIVADAS. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 9ªEdición. 396-398pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL. 2003. Manejo integrado de plagas de cultivos Hortícolas. Manual del Capacitador. CENTA. FAO-HOLANDA. 121pp.
- UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SANTO DOMINGO. sf. CULTIVO DE HORTALIZAS PARA EXPORTACION. Santo Domingo. Fundación servicio para el agricultor FUSAGRI. 31p.
- FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL. 1989. MANUAL TECNICO DE: OPERACIÓN, CONSERVACION Y EVALUACION DE SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO. SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 14-15pp., 76-82pp.
- PROGRAMA DE DIVERSIFICACION AGRICOLA. 1989. EL RIEGO EN TOMATE DE PROCESO (Una Guía para Extensionistas). 1p, 15p.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL. 2003. DIAGNOSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES EN HORTALIZAS (Tomate, chile verde, pepino y güisquil). 4-21pp.
- VIGLIOLA, M. I. 2003. MANUAL DE HORTICULTURA. EDITORIAL HEMISFERIO SUR. Quinta reimpresión. Argentina. 155-161pp.
- LEON, J. 1987. BOTANICA DE LOS CULTIVOS TROPICALES. Segunda edición revisada y aumentada. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1987. San José, Costa Rica. 167-170pp.
- Proyecto FAO-MAG. AGRONEGOCIOS. 2004. Programador de Siembra de Hortalizas y Frutas. 3-7pp.
- BLANCARD D. 1992. Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar. Versión Española de Antonio Peña Iglesias. Ediciones Mundi-Prensa. Reimpresión. 1992. Madrid. España. 151-191pp.
- SMIT I.M. DUNEZ J. 1992. Manual de Enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi Prensa. Versión española de Fernando García Arenal. Madrid. España. 187-189pp.
- Revisada el día 05 de junio del 2015. http://www.horticulturaefectiva.net/2011/07/la_plasticultura.html.
- Revisada el día 5 de junio del 2015. http://www.agro-tecnología-tropical.com/precauciones_plasticultura.
- Consultado el día 10 de septiembre del 2015. avalon.utadeo.edu.co/.../muestreo_para_analisis_foliares.pdf
- Revisado el 11 de junio del 2015. [https://es.noticiasyahoo.com/popular-insecticid-podri%C3%A1-afectar-desarrollo enf](https://es.noticiasyahoo.com/popular-insecticid-podri%C3%A1-afectar-desarrollo-enf).
- Consultado el día 16 de junio del 2015. <http://www.fao.org.co/manualtomate.pdf>.
- Consultado el día 16 de septiembre del 2015. <http://www.hondurassiexporta.hn/documentos-de-interes/estudios/estudio-demercadeo-y-comercializacion-de-frutas-y-vegetales-frescos-para-el-mercado-de-el-salvador/>
- Revisada el día: 22 de junio del 2015. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20de%20la%20mosca%20blanca%20en%20tomate.pdf.
- Revisado el día 23 de junio del 2015. <https://martinurbinac.files.wordpress.com/2011/08/paratrioza-nicaragua.pdf>.



Revisada el día 23 de junio del 2015.

http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_15_memoriaextenso/212.pdf.

Revisado el día 24 de junio del 2015.

http://www.ehowenespanol.com/deshacerse-gusanos-picudos-del-tomate-persticidas-como_122297/.

Revisado el día 24 de junio del 2015.

http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf.

Consultado el día 29 de junio del 2015.

http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-poscosecha-tomate-cap-III-IV.pdf,



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL

ENRIQUE ÁLVAREZ CÓRDOVA

Km. 33 1/2, Carretera a Santa Ana,
Municipio de Ciudad Arce,
departamento de La Libertad,
El Salvador, Centro América.

Tel.: (503) 2397-2270

Sitio web: www.centa.gob.sv



CENTA El Salvador



Elaborado con fondos del proyecto
CENTA/FANTEL:
"Fortalecimiento de la agricultura
familiar aplicando tecnologías
sostenibles ante el cambio climático
en El Salvador"

