



EL CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

(*Lycopersicon esculentum*. Mill)

Jorge Jaramillo Noreña *
Viviana Patricia Rodríguez
Miriam Guzmán A.
Miguel A. Zapata



Boletín Técnico 21

CORPOICA
Centro de Investigación La Selva
Rionegro, Antioquia, Colombia
2006

** I.A., M.S.C. Investigador Agrícola, CORPOICA, C.I. La Selva. Rionegro, Antioquia.
Apartado Aéreo 100, Rionegro, Antioquia.*

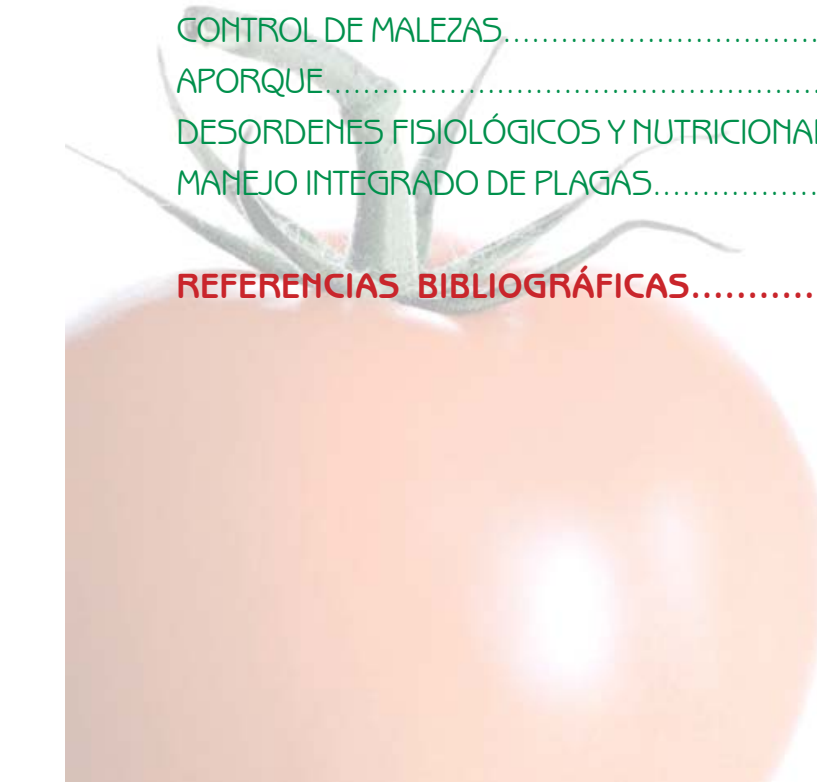
I.A. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

T.A. Auxiliares de Técnico en Corpoica, C.I. La Selva, Rionegro - Antioquia



CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| PRESENTACIÓN..... | 3 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 4 |
| EL CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO..... | 5 |
| INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO..... | 7 |
| VENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO..... | 7 |
| DESVENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO..... | 8 |
| PARÁMETROS A TENER EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ELECCIÓN DE UN INVERNADERO..... | 9 |
| FENOLOGÍA Y CICLO DEL CULTIVO..... | 10 |
| CONDICIONES CLIMÁTICAS..... | 11 |
| VARIETADES..... | 12 |
| MANEJO DEL CULTIVO..... | 17 |
| DEFICIENCIAS NUTRICIONALES..... | 23 |
| RIEGO..... | 27 |
| PODAS..... | 28 |
| TUTORADO..... | 31 |
| CONTROL DE MALEZAS..... | 32 |
| APORQUE..... | 33 |
| DESORDENES FISIOLÓGICOS Y NUTRICIONALES..... | 33 |
| MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS..... | 38 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 46 |





PRESENTACION

En el país se ha venido especializando la producción agropecuaria tendiente al potencial exportador. Para ello y dadas las exigencias de los consumidores en cuanto a calidad e inocuidad de los productos se ha introducido nuevas tecnologías como es el caso de las denominadas Buenas Prácticas Agrícolas (B.P.A.), Buenas Prácticas DE Manufactura (B.P.M.), la agricultura de precisión y la agricultura protegida o bajo invernadero.

Uno de los cambios más relevantes en cuanto a calidad y producción en el sector agropecuario, es el que se ha producido con el tomate bajo invernadero, logrando triplicar el rendimiento al pasar de 40 toneladas por Hectárea a libre exposición en áreas tecnificadas, a 120 toneladas bajo invernadero. Consiguiendo además una mejor calidad no solo en su aspecto externo sino también más limpio al disminuir significativamente la aplicación de plaguicidas.

Si bien es cierto que es más alta la inversión inicial en el cultivo bajo invernadero; es de considerar que su amortización es más rápida al obtener mejores precios debido a que el producto es de mejor calidad y puede salir al mercado fuera de las épocas tradicionales de cosecha.

Este documento sobre «El cultivo de tomate bajo invernadero» resume los resultados de investigación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, en el C.I. «La Selva», ha acumulado durante varios años de trabajos con miras a estructurar un paquete tecnológico práctico, de fácil aplicación y rentable y estamos seguros que contribuirá al desarrollo empresarial en el campo.

Sergio Correa Peláez

Director Centro de Investigación «La Selva» CORPOICA.





AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos agradecimientos a Sergio Correa Peláez y Álvaro Uribe Calad (corpoica), por el apoyo administrativo y el respaldo institucional a nuestras actividades, así como el apoyo y estímulo en los trabajos de investigación sobre producción de hortalizas bajo condiciones protegidas en C.I. «La Selva».

Agradecimientos a Gloria E. Navas, Jorge Bernal E. y Sergio Correa P., por la revisión, observaciones, aportes y correcciones al documento final.

También agradecemos a Luz Marina Torres R. e Ivonne Castañeda por su dedicación, empeño y responsabilidad en la toma de información en las actividades de campo e investigación en la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas. A la señora Ruth Torres R. y Nilsen Sánchez por su apoyo y colaboración en la edición del documento.

Especial reconocimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por el aporte financiero que ha permitido la publicación de este documento.





EL CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO


(Lycopersicon esculentum. Mill)

Jorge Jaramillo Noreña
Viviana Patricia Rodríguez
Miriam Guzmán A.
Miguel A. Zapata

INTRODUCCIÓN

El tomate es originario de América del sur, entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, pero su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala. Es una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo, por su área sembrada y su alto nivel de consumo. Los principales países productores son: China, Estados Unidos, Turquía, Egipto, Italia, India, Irán, España, Brasil y México, los cuales contribuyen con cerca del 70 % de la producción mundial. En Colombia, está disperso por todo el país, cultivándose en 18 departamentos; sin embargo cerca del 80% de la producción está concentrada en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle del Cauca, Caldas, Huila, Risaralda y Antioquia, donde tradicionalmente se han cultivado las variedades chonto y milano, y en Atlántico, Guajira y Santander variedades como el tomate río grande y el tomate ciruelo. Para el año 2004 se sembraron 14.989 hectáreas, lo cual representó el 16,5% del área hortícola del país, con un volumen de producción de 391.268 toneladas, con un valor aproximado de \$313 mil millones de pesos.

Este sistema de producción genera empleo. Se calcula que una hectárea requiere alrededor de 160 jornales por ciclo de producción, lo cual representa aproximadamente 2.398.240 jornales utilizados en el país anualmente en este cultivo. El rendimiento promedio por hectárea a nivel nacional es de 26 t y corresponde al rendimiento obtenido en condiciones de producción a campo abierto; bajo estas condiciones se ha desarrollado en zonas con alturas entre los 0 y 2.100 m.s.n.m. o sea en regiones de climas cálidos a frío moderado. Sin embargo, las condiciones climáticas, imperantes en estas regiones principalmente en las épocas de sequía o lluvia, afectan la productividad de los cultivos, debido a los cambios extremos de temperatura y humedad relativa favoreciendo el ataque de plagas y enfermedades, lo que lleva al productor a la utilización de más cantidad de pesticidas y fertilizantes para lograr altas productividades, incrementando los costos de producción, disminuyendo la rentabilidad y causando graves daños de contaminación al medio ambiente.



El sistema de producción de tomate bajo condiciones protegidas es relativamente nuevo en el país, generando un impacto importante en los últimos años, por su incremento en área, productividad, rentabilidad y calidad del producto. El rendimiento promedio obtenido con este sistema es entre 5 y 8 kg/planta, superando tres veces el que se obtiene a libre exposición, que está entre 1,5 y 2 kg/planta.

Este sistema de producción se caracteriza por la protección mediante estructuras levantadas, generalmente en guadua y cobertura de plástico, con el fin de evitar el impacto de la lluvia sobre el cultivo y su manejo tecnológico es igual al que tradicionalmente se le hace al cultivo de tomate a libre exposición.

Las experiencias con el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas se han desarrollado principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Valle del Cauca, Quindío, Boyacá, Santander y Antioquia, con un área total aproximada de 500 hectáreas, las cuales han sido desarrolladas por iniciativas individuales de productores, sin responder a programas definidos de investigación y desarrollo tecnológico, lo cual ha llevado a que muchas de estas experiencias hayan fracasado, por el desconocimiento de los productores sobre el manejo de los cultivos, de los materiales vegetales más apropiados para la siembra bajo estas condiciones y de las características ideales de arquitectura y de materiales e insumos utilizados para la construcción de dichos ambientes.

CORPOICA en el Centro de investigación La Selva en Rionegro (Antioquia), con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, viene desarrollando investigación en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. El mayor énfasis de la investigación es el de la evaluación de materiales de tomate chonto y milano en invernadero tradicional, el cual busca seleccionar el mejor material por su comportamiento agronómico, productividad y calidad. Los resultados obtenidos son bastante promisorios para la región, alcanzándose productividades por planta cercanas a los 8,5 kilogramos, con incremento de la productividad superior a un 400 % con respecto a lo que se obtiene en campo abierto; igualmente, se ha trabajado en el manejo agronómico del cultivo; este sistema se maneja con un enfoque de producción limpia, lo que permite al agricultor conocer y manejar los factores que inciden en la producción y calidad del tomate.

El presente boletín tiene como objetivo presentar los avances de investigación sobre la tecnología de producción de tomate bajo condiciones protegidas en la región del Oriente antioqueño, que garantice la utilización eficiente de los recursos, el incremento de la productividad, estándares adecuados de calidad y su permanencia en el tiempo, contribuyendo de esta manera a la competitividad del sistema de producción de tomate en la región.



PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Los invernaderos se utilizan para asegurar la producción y calidad de los cultivos, ya que en campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera adecuada a lo largo de todo el año. El concepto de cultivos bajo invernadero, representa el paso de producción extensiva de tomate a producción intensiva. Para ello, las plantas han de reunir condiciones óptimas de la raíz a las hojas.

El invernadero es una estructura, en la que las partes correspondientes a las paredes y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo y otras más sofisticadas con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otras.

VENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO

Protección contra condiciones climáticas extremas

Permite un control contra las lluvias, granizadas, bajas temperaturas, vientos, tempestades, calentamiento, enfriamiento, sombrero y la presencia de rocío en los cultivos.

Obtención de cosechas fuera de época

Cultivando bajo invernadero es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas. Además, permite una programación entre la producción y el mercado, permitiendo cumplir oportunamente con los requerimientos del mercado local y de exportación, extendiendo los periodos de producción y mercadeo, logrando así un aprovisionamiento continuo del producto.

Mejor calidad de la cosecha

Dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, similares en forma, tamaño y madurez, más gustosos y con excelente presentación, características que estimulan sensiblemente el consumo.

Preservación de la estructura del suelo

En un ambiente protegido, el suelo permanece bien estructurado, firme y no sufre las consecuencias de la erosión a causa de las lluvias o el viento, disminuye el lavado de nutrientes dentro del perfil del suelo, por lo que las plantas obtienen mayor disponibilidad de los mismos, reflejándose en mayor productividad por unidad de área.



Siembra de materiales seleccionados

En los países de agricultura avanzada, el mejoramiento genético desarrolló materiales de alto rendimiento, que exigen condiciones especiales y su producción solo es viable bajo condiciones de invernadero.

Aumento considerable de la producción

Esta característica es la que estimula a los productores a aplicar esta técnica de producción.

Una planta expuesta a diferentes factores favorables bajo invernadero, produce de tres a cuatro veces más, aún en épocas críticas, que los cultivos desarrollados a campo abierto en condiciones normales. La alta productividad, asociada a la posibilidad de producción y comercialización en la época más oportuna, compensa la inversión inicial, con ganancias adicionales para el productor.

Ahorro en costos de producción

Existe un ahorro en los costos de producción, pues se aumenta la producción por unidad de área, se produce un incremento en la eficiencia de los insumos agrícolas, disminuye el número de insumos aplicados y hay mayor comodidad en la realización oportuna de las labores.

Disminución en la utilización de pesticidas

Dentro del invernadero es posible la utilización de mallas y cubiertas para evitar la entrada de insectos, lo que permite un control más efectivo de las plagas, disminuyendo el uso de pesticidas.

DESVENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO

- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Requiere de personal especializado.
- Requiere de monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del cultivo para un mejor control de plagas y enfermedades.



PARÁMETROS A TENER EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ELECCIÓN DE UN INVERNADERO

- Tipo de cultivo, volumen de producción y calidades requeridas.
- Mercado de destino y demandas (calidad, cantidad, forma y tiempo de entrega).
- Condiciones agroclimáticas de la región: información climática detallada, incluyendo temperaturas máximas, mínimas y de promedio (diurnas y nocturnas), humedad relativa, velocidad y dirección del viento, niveles de radiación (horas y cantidades), lluvias (cantidad anual y máximo en mm/h), granizo, y presencia de heladas.
- Análisis del terreno: examen topográfico y análisis de suelo (composición física y química), pendiente del terreno y dirección de la plantación de acuerdo a los ángulos de radiación.
- Elección del modelo de invernadero y de sus accesorios apropiados, según las demandas individuales.
- Reseña económica: examen de las ventajas económicas y fuentes de financiación.

Los materiales para las diferentes estructuras del invernadero varían de acuerdo con el diseño, la zona donde se va a construir y la inversión que se quiera hacer. En el Oriente antioqueño, la tendencia es la construcción de invernaderos tipo capilla; en las cuales se utilizan dos tipos de materiales: guadua o madera inmunizada; algunos utilizan la guadua al interior del invernadero y la madera inmunizada para los laterales y frontales externos.

La longitud varía de acuerdo con el diseño del invernadero, la topografía del terreno y el clima. La altura en el centro del invernadero debe ser como mínimo de cinco metros y en los extremos tres metros; mientras más alto sea el invernadero, más estable será el clima dentro de éste (Figura 1).

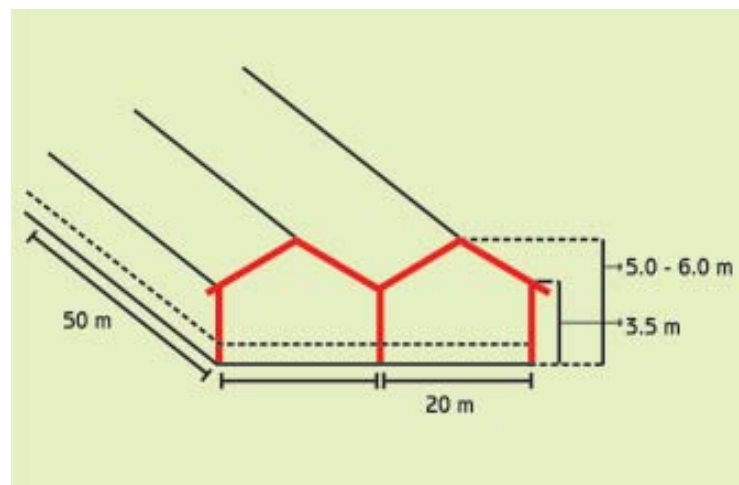


Figura 1

La apertura fija en la cumbrera debe ser mínimo de 40 cm de tal forma que permita la ventilación adecuada del invernadero; igualmente, se recomienda la instalación de cortinas móviles en las fachadas frontales y laterales; éstas deben ser abiertas o cerradas con base en el comportamiento de la humedad relativa y las temperaturas dentro del invernadero, lo cual se logra con un monitoreo constante de las condiciones climáticas.



Es importante tener en cuenta, que en la construcción del invernadero, la pendiente del terreno debe ser del 0,5 al 1% para facilitar el drenaje de las aguas lluvias, ubicarse en la dirección norte a sur para lograr la máxima penetración de la luz y minimizar el sombrío de las plantas a través del día e instalar tensores alrededor del invernadero, para reforzar su resistencia a vientos fuertes.

FENOLOGÍA Y CICLO DEL CULTIVO

La duración del ciclo del cultivo del tomate está determinada por la variedad y por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo. La fase de desarrollo vegetativo de la planta, comprende cuatro subetapas que se inician desde la siembra en semillero, seguida de la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días. Posteriormente se produce la fase reproductiva que incluye las etapas de floración (que se inicia a los 25 – 28 días después del trasplante), de formación del fruto y de llenado de fruto, hasta la madurez para su cosecha, la cual se inicia en el primer racimo entre los 85 a 90 días después del trasplante. La etapa reproductiva tiene una duración de 180 días, aproximadamente. El ciclo total del cultivo es de aproximadamente siete meses (Figura 2).

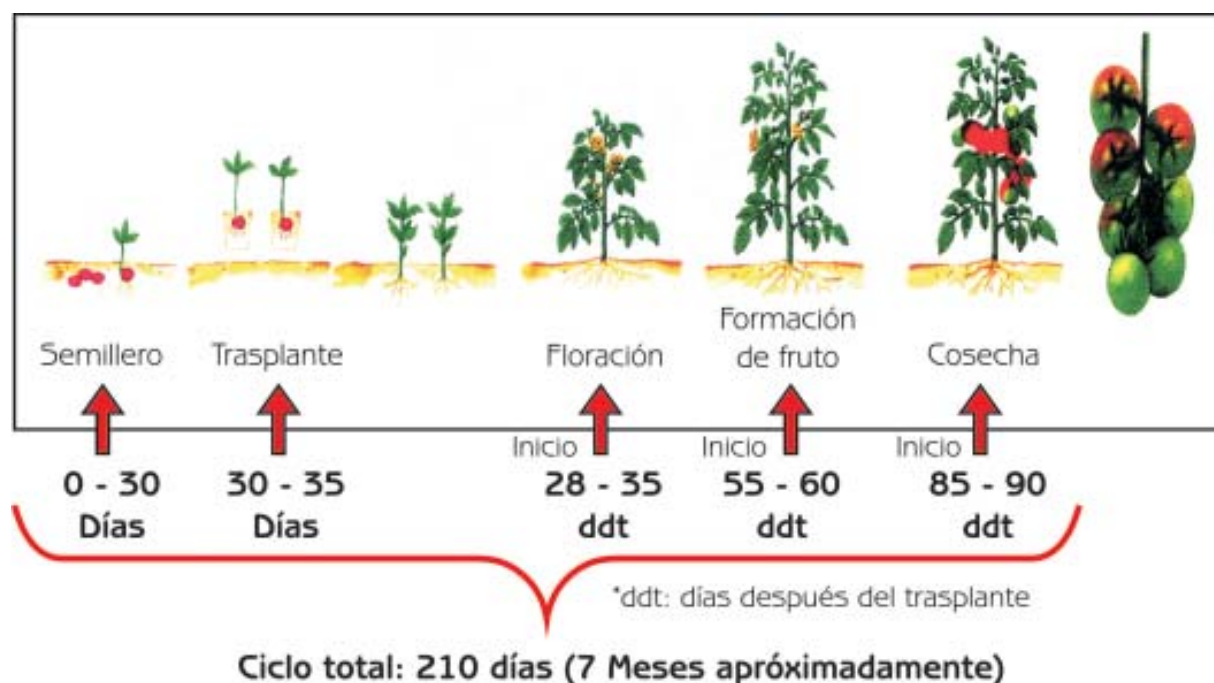


Figura 2: Fenología del cultivo de tomate para las condiciones del Oriente Antioqueño.



CONDICIONES CLIMÁTICAS

Temperatura

El tomate es un cultivo capaz de crecer y desarrollarse en condiciones climáticas variadas. La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo durante el día debe estar entre 18-22°C y en la noche no superior a 16°C. Para el desarrollo productivo es necesaria una temperatura diurna entre 23 y 28°C y en la noche, entre 15 y 22°C. Cuando las temperaturas son mayores de 25°C y menores de 12°C, la fecundación es defectuosa o nula, porque se disminuye la cantidad y calidad del polen, produciendo caída de flores y deformación de frutos. Con temperaturas menores de 12°C, se producen ramificaciones en las inflorescencias. A nivel del fruto, este se puede amarillear si se presentan temperaturas mayores de 30°C y menores de 10°C. En general, la diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser mayor de 10°C.

Consecuencias de un cultivo expuesto a altas temperaturas:

- Reducción de la viabilidad del polen.
- Reducción de la cantidad de flores por inflorescencia.
- Distorsión de las anteras.
- Elongación del estilo por encima de las anteras.
- Asimetría en la forma de la inflorescencia.
- Cambios morfológicos dados principalmente por la elongación de los entrenudos.
- Apariencia de debilidad en las inflorescencias.
- Mala fecundación de frutos y por ende mal llenado de frutos (Figura 3).



Figura 3: Mal llenado de frutos por mala fecundación.



Figura 4: Entrenudos cortos por bajas temperaturas.

Consecuencias de un cultivo expuesto a bajas temperaturas:

- Reducción de la viabilidad y cantidad del polen.
- Distorsión y elongación del ovario y deformación de fruto.
- Distorsión de los estambres.
- Incremento del número de flores por inflorescencia.
- Entrenudos cortos y plantas compactas (Figura 4).





Humedad

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate debe estar entre un 60 y un 80%. Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades, se presentan una serie de desordenes que afectan la calidad de los frutos, como son: manchado, grietas, cara de gato o malformación del fruto y frutos huecos, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y además las flores pueden caerse.

Cuando la humedad relativa es baja, aumenta la transpiración de la planta, se reduce la fotosíntesis y se seca el polen, produciéndose igualmente anomalías en la fecundación.

Luminosidad

El tomate es exigente en luminosidad; requiere de días soleados y entre 8 a 16 horas de luz, para un buen desarrollo de la planta y poder lograr una coloración uniforme en el fruto. La baja luminosidad afecta los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta, y reduce la absorción de agua y nutrientes.

Suelo

El tomate prospera en diferentes tipos de suelo, siendo los más indicados, los suelos sueltos, bien aireados y con buen drenaje interno y que a su vez tengan capacidad de retener humedad, de texturas francas a franco arcillosas; con contenidos de materia orgánica altos, por encima del 5%, y buen contenido de nutrientes. El pH del suelo debe oscilar entre 5,8 a 6,8.

VARIETADES

Las variedades de tomate se diferencian de acuerdo a su uso: para consumo en fresco e industria. Generalmente se tienen cuatro tipos: milano, chonto, cherry e industrial.

Los tomates tipo milano se utilizan en ensaladas, en forma de rodajas y se consumen maduros o verdes; son de forma achatada o semiachatada, con un peso promedio entre 200 y 400 gramos (Figura 5).



Figura 5: Tomate tipo milano.

Los tomates tipo chonto son de forma redonda a ovalada; se consumen en fresco y son utilizados en la preparación de guisos o pastas; estos frutos tienen un peso promedio de 70 a 220 gramos (Figura 6).



Figura 6: Tomate tipo chonto.

En el tipo cherry sus frutos son de tamaño muy pequeño, entre 1 a 3cm de diámetro; se agrupan en ramilletes de 15 o más frutos y existen variedades de colores muy variables, como amarillos, rojos o naranjas (Figura 7).



Figura 7: Tomate tipo cherry.


El tomate tipo industrial se caracteriza por tener gran cantidad de sólidos solubles, que lo hacen atractivo para su procesamiento; principalmente en la producción de salsas y pastas; se encuentran diferentes formas desde redondos hasta piriformes y son de un color rojo intenso (Figura 8).



Figura 8: Tomate tipo industrial.

En el país, la tendencia es utilizar híbridos de tomate con mayor larga vida en poscosecha, principalmente en las variedades tipo milano. Las casas comerciales de semillas ofrecen actualmente gran diversidad de materiales de tomate tipo chonto y milano con resistencia a determinados problemas fitosanitarios, como al virus del mosaico del tabaco, *Fusarium oxysporum lycopersici* (razas 1 y 2), *Verticillium dahliae*, *Alternaria solani*, *Fulvia fulva* (cinco razas), *Pyrenochaeta lycopersici*, *Stemphylium solani*, *Phytophthora infestans*, *Pseudomonas solanacearum*, *Meloidogyne sp.*, etc. Sin embargo, estos materiales para ser sembrados deben ser primero evaluados por los agricultores, para así confirmar sus características de resistencia; además, que presenten un alto grado de adaptación y rendimientos de acuerdo a las zonas de producción.





Los materiales tipo chonto seleccionados y recomendados por Corpoica C.I La Selva, previa evaluación para la producción bajo invernadero en el Oriente antioqueño, son los siguientes.

Tomate Híbrido Torrano (Casa comercial: Seminis)

Material de crecimiento indeterminado, larga vida estructural son plantas vigorosas, con producción promedia de 7,56 kilogramos por planta y frutos con peso promedio de 152 gramos, grandes, rojos, muy firmes y brillantes. Es tolerante a bajas temperaturas. Resistente al virus del mosaico, *Verticillium*, *Fusarium* y nemátodos.

Tomate Híbrido 9206 (Casa comercial: Nirit Seed)

Material de crecimiento indeterminado, plantas, uniformes producción promedia de 6,63 kilogramos por planta; frutos con peso promedio de 116 gramos, uniformes, buena coloración y firmeza, sabor excelente y color rojo intenso. Resistente a virus del mosaico, *verticillium*, *fusarium*, y *alternaria*, nemátodos (La resistencia a nemátodos puede quebrarse cuando la temperatura del suelo excede los 28°C)

Tomate Híbrido 9207 (Casa comercial: Nirit Seed)

Plantas uniformes de crecimiento indeterminado, producción promedio de 6,21 kilogramos por planta; frutos con peso promedio de 106 gramos, uniformes, buena coloración y firmeza, sabor excelente y color rojo intenso. resistente a nemátodos y *alternaria*, (La resistencia a nemátodos puede quebrarse cuando la temperatura del suelo excede los 28°C)

Tomate Débora Max F1 (Casa comercial: Sakata)


Es un tomate tipo chonto, híbrido larga vida estructural; este material presenta plantas vigorosas y productivas, de crecimiento indeterminado y frutos de excelente calidad, color rojo intenso, con peso promedio entre 140 a 160 g y excelente carga de frutos en el tercer tercio de la planta. Resistente a la raza 1 de *verticillium* (*Verticillium dahliae*), razas 1 y 2 de *fusarium* (*Fusarium oxysporum*) y nemátodos (*Meloidogyne incógnita* y *M. Javanica*). Inicia cosecha a los 100 a 115 días y se adapta a alturas desde el nivel del mar hasta los 1.800 metros.

Tomate Débora Plus F1 (Casa comercial: Sakata)

Tomate tipo chonto, larga vida estructural; son plantas vigorosas y productivas de crecimiento indeterminado, con frutos de excelente calidad y de un color rojo intenso, peso de 130 a 140 g. Inicia cosecha desde los 100 a 115 días. Diámetro promedio del fruto 4,3 cm., longitud promedio de fruto 6,0 cm. Es resistente a la raza 1 de *verticillium* (*Verticillium dahliae*), razas 1 y 2 de *fusarium* (*Fusarium oxysporum*) y nematodos (*Meloidogyne incógnita* y *M. Javanica*).

Tomate Híbrido Calima (Casa comercial: Impulse semillas)

Material de crecimiento indeterminado, muy precoz, se adapta a climas cálidos y medios; plantas vigorosas con hojas verde os-



curo, producción promedio de 7,56 kilogramos por planta; frutos con peso promedio de 160 gramos, grandes, rojos, muy firmes y brillantes. Resistente al virus del mosaico, *Verticillium* y *Fusarium* y nemátodos.

Tomate Santa Fe (Casa comercial: Rogers)

Híbrido de crecimiento indeterminado tipo chonto, con racimos florales numerosos y homogéneos. Ideal para cultivo a campo abierto o en invernadero. Permite su cultivo de uno o dos tallos, siempre que se controle el número de frutos por racimo. Es altamente exigente a un buen manejo agronómico, especialmente la nutrición.

Por su extraordinaria consistencia, el fruto tiene una vida media de mostrador más larga; ideal para su manejo en la cadena de comercialización y en el punto de venta. Es resistente a la peca bacteriana (*Pseudomona sp*), un problema limitante en varias zonas tomateras del país.

Tomate Híbrido Santa Clara (Casa comercial: Seminis)

Son plantas de crecimiento indeterminado; producen frutos de color rojo intenso, de buen brillo y uniformes. Ideal para zonas tropicales y cálidas. Es resistente al aborto floral y a enfermedades causadas por nemátodos, *Verticillium*, y *Fusarium*, entre otras; es muy productivo.

Tomate Híbrido Kyndio Colombia (Casa comercial: Seminis)

Es un tomate de hábito indeterminado, tipo chonto, con alto rendimiento y excelente uniformidad, con una producción de 5,1 kilogramos por planta que se caracteriza por su gran vigor, tamaño y tolerancia a bajas temperaturas; con tallo fuerte y entrenudos cortos, lo cual permite una formación de racimos más concentrada y uniforme. El fruto es de muy buen tamaño y peso. Al madurar, su interior es rojo, de textura suave y jugosa. El peso promedio del fruto es de 157 gramos. Resistente a *Verticillium* y *Fusarium* razas 1 y 2, susceptible a nemátodos.

Entre los tomates tipo milano se recomiendan:


Tomate Híbrido Granitio (Casa comercial: Seminis)

Material de crecimiento indeterminado, larga vida; plantas de buen vigor, de porte bajo, con entrenudos cortos; producción promedio de 8,16 kilogramos por planta, frutos con buena firmeza, peso promedio de 195 gramos; a la maduración presenta un color rojo anaranjado; resistente a nemátodos, excelente cierre pistilar. Inicia cosecha a los 80 días, aproximadamente.

Tomate Astona F1 (Casa comercial: Impulsemillas)

Híbrido tipo milano, de crecimiento indeterminado para invernadero o campo abierto; plantas vigorosas, con excelentes rendimientos, con una producción promedio de 9,43 kilogramos por plan-





ta; frutos grandes con un peso promedio 214 gramos, de forma globosa, algo achatados, de excelente sabor y color, maduración normal, de corteza y pulpa dura, buen llenado; al partir en tajada no se deforma. Tiene buena resistencia a los cambios extremos de temperatura, excelente cuaje del fruto en zonas frías y zonas calientes. Inicia producción de los 70 a 100 días.

sResistente a la raza 1 de verticillium (*Verticillium dahliae*), razas 1 y2 de fusarium (*Fusarium oxysporum*), nemátodos (*Meloidogyne incógnita* y *M. Javanica*) y tolerante al blotchy o maduración manchada.

Tomate Aurora F1 (Casa comercial: Impulsemillas)

Híbrido tipo milano, larga vida, para invernadero o a campo abierto; en clima frío bajo cubierta, resiste bajas temperaturas. Es una planta de crecimiento indeterminado, con hojas grandes y de buen cubrimiento; frutos grandes, globosos algo achatados de 220 a 270 g. De buen color. Inicia producción de los 70 – 100 días. El diámetro promedio del fruto es de 7,6 cm, la longitud promedio de fruto 6,0 cm.

Resistente a raza 1 de verticillium (*Verticillium dahliae*), razas 1 y2 de fusarium (*Fusarium oxysporum*) y al virus del mosaico del tabaco

Tomate Rebeca F1 (Casa comercial: Sakata)

Híbrido tipo milano, larga vida (gen Rin); plantas vigorosas, productivas y de alta precocidad, de crecimiento indeterminado, entrenudos cortos; frutos sabrosos y uniformes, color rojo intenso, producción promedio de 7,25 kilogramos por planta, peso promedio de 180 g. Diámetro promedio del fruto de 5,2 cm, longitud promedio de 5,1 cm.

Es resistente a raza 1 de verticillium (*Verticillium dahliae*), razas 1 y 2 de fusarium (*Fusarium oxysporum*) y raza 1 del virus del mosaico del tomate (ToMv). Ideal para transporte a larga distancia. Inicia cosecha de los 90 a 100 días.

Tomate Sheila F1 (Casa comercial: Sakata)

Híbrido tipo milano, larga vida; plantas vigorosas, productivas y de alta precocidad, de crecimiento indeterminado, entre nudos cortos; frutos sabrosos y uniformes, color rojo intenso, producción promedio de 5,67 kilogramos por planta, frutos con peso promedio de 165 gramos. De color rojo intenso. Diámetro de fruto 5,6 cm en promedio, longitud promedio de fruto 5,6 cm.

Es resistente a raza 1 de verticillium (*Verticillium dahliae*), razas 1 y2 de fusarium (*Fusarium oxysporum*) y raza 1 del virus del mosaico del tomate (ToMv). Ideal para transporte a larga distancia; se adapta a alturas desde el nivel del mar hasta 1.800 metros. Inicia cosecha de los 90-100 días.





Tomate Reina F1 (Casa comercial: Impulsemillas)

Híbrido larga vida estructural, ideal para invernadero o campo abierto, con buena resistencia a bajas temperaturas. De crecimiento indeterminado. Posee frutos de 200 a 250 g. De forma globosa, achatados, con tres a cuatro lóculos, de paredes gruesas, muy firmes y buen color. El diámetro del fruto es de 8,7 cm aproximadamente, la longitud promedio de fruto es de 6,8 cm.

Es resistente o tolerante al virus del mosaico del tabaco, razas 1 y 2 de fusarium (*Fusarium oxysporum*), raza 1 de verticillium (*Verticillium dahliae*), y nemátodos.

Tomate Rocío (Casa comercial: Rogers)

Planta con vigor mediano a alto, entrenudos cortos y muy precoz. Alto potencial de rendimiento. Fruto con calibre grande 280 a 300 g. Excelente color, y firmeza destacada, tipo larga vida. Resistente al virus del mosaico del tabaco, razas 1 y 2 de fusarium (*Fusarium oxysporum*), raza 1 de verticillium (*Verticillium dahliae*), y nemátodos.

Tomate Monalisa F1 (Casa comercial: Sakata)

Es un híbrido tipo milano, larga vida estructural; plantas vigorosas, productivas y de alta precocidad, de crecimiento indeterminado; frutos uniformes, color rojo intenso a la maduración, producción promedio de 7,11 kilogramos por planta. El diámetro del fruto es de 6.4 cm, la longitud promedio es de 5.9 cm.

Resistente a raza 1 de verticillium (*Verticillium dahliae*), razas 1 y 2 de fusarium (*Fusarium oxysporum*) y raza 1 del virus del mosaico del tomate (TMV). Inicia cosecha a los 90-100 días.

Tomate Titán F1 (Casa comercial: Sakata)

Material larga vida; producción promedio de 6,81 kilogramos por planta; frutos con peso promedio de 178 gramos resistente a *Verticillium* Raza 1 y *Fusarium* Raza 1, susceptible a nemátodos, frutos de sabor excelente y color rojo intenso.

MANEJO DEL CULTIVO

SEMILLERO

El método más utilizado para obtener plantas sanas y vigorosas es a través de germinación de la semilla en bandejas plásticas de confinamiento, lo cual permite además de un ahorro de semilla, mejor planificación de siembras, calidad y uniformidad de plántulas, ahorro de sustrato, facilidad para movilizar las plantas de un lugar a otro, fácil remoción y no hay destrucción de la raíz de las plantas al momento del trasplante.



En el mercado de bandejas para semilleros, existe una amplia gama de recipientes para la producción de plántulas; en la actualidad las más utilizadas son las de polipropileno, en las cuales su tamaño y número de celdas varía de acuerdo al fabricante. En general se utilizan bandejas de 53 a 200 conos o celdas (Figura 9).



Figura 9: Bandeja para semillero de 53 celdas.

Para la producción de plántulas de tomate, se recomiendan bandejas de 53 a 128 conos, con un volumen por celda de 37 a 28 cm³. Las bandejas de 53 orificios permiten un mayor desarrollo radicular, del follaje y por ende mejor calidad de la planta; sin embargo, incrementan los costos por plántula, por requerir mayores cantidades de sustrato por celda. La selección del tipo de bandeja a utilizar, dependerá del tamaño final deseado de la plantas, del costo de la bandeja y del tipo y costo del sustrato. Para la producción de plántulas en bandejas, es necesaria la utilización de sustrato, material que servirá de sustento a la plántula durante su desarrollo en almácigo.

El sustrato es una mezcla de abono orgánico, tierra y arena, y se usa como medio para poner a germinar las semillas. Este, debe estar bien desinfectado para evitar el ataque de plagas y algunas enfermedades, propias de la etapa de almácigo, y presentar buena humedad, para brindar las condiciones ideales de germinación a la semilla. Se colocan una ó dos semillas por sitio en el centro de cada celda y se entierran a 2 a 3 milímetros de profundidad, cubriéndolas ligeramente con el material del sustrato. La aplicación de fertilizantes líquidos en la etapa de semillero, se realiza a partir del momento en que germina la semilla, con una solución nutritiva preparada con nutrientes mayores y menores.

La temperatura de germinación óptima esta entre 18-30°C. Temperaturas menores de 10°C y superiores a 40°C inhiben la germinación; a 15°C se presenta una germinación del 75%, y a 35°C germina un 70% de la semilla (Figura 10).



Figura 10: Plántulas de tomate en semillero.



PREPARACIÓN DEL TERRENO

El lote seleccionado para establecer el invernadero para el cultivo de tomate, no debe haber sido cultivado con otras especies de la misma familia botánica del tomate (solanáceas) como tabaco, ají, pimentón, berenjena, lulo, uchuva y tomate de árbol, entre otras, debido al riesgo que presentan los hongos y bacterias fitopatógenas del suelo, comunes a especies de esta familia.

Antes de iniciar la construcción del invernadero, es recomendable, si el terreno no ha sido sembrado antes o está en descanso, arar y rastrillar el lote con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo y controlar las malezas, principalmente gramíneas o ciperáceas. La arada y la rastrillada se deben realizar a 30 cm de profundidad. Cuando el terreno ya ha sido laborado, éste se prepara en forma manual (Figura 11).



Figura 11: Preparación del terreno para siembra de tomate bajo invernadero.

Es importante revisar las condiciones de drenaje al interior y exterior del invernadero, para evitar excesos de humedad en el suelo, que puedan ocasionar problemas de productividad y enfermedades al cultivo. Finalmente, se realiza el trazado de los surcos, lo cual consiste en formar la cama o surcos, donde se trasplantará el tomate.

Una vez trazados los surcos, se procede a marcar los sitios donde quedarán ubicadas las plantas. En estos sitios, se hace un hueco de tamaño ligeramente mayor al volumen ocupado por el recipiente que contiene la planta que se va a trasplantar. Una vez trasplantadas las plantas, es necesario regarlas para evitar su marchitamiento. Antes de éste, se recomienda la aplicación de materia orgánica (gallinaza), correctivos y nutrientes, de acuerdo a la recomendación del análisis de suelo; estos se aplican en forma localizada. La materia orgánica debe ser totalmente compostada y humedecerse antes del trasplante, para evitar que la descomposición de la misma no queme las plantas.

TRASPLANTE

El trasplante definitivo se realiza aproximadamente entre cuatro a cinco semanas después de la siembra del semillero.



Es conveniente realizarlo cuando la planta tenga entre tres a cuatro hojas bien formadas, o cuando su altura esté entre los 10 a 15 cm (Figura 12).

Las condiciones apropiadas para trasplantar las plántulas de tomate son las siguientes:

- Uniformidad entre plántulas en la bandeja de propagación.
- Las hojas de las plántulas deben estar bien desarrolladas, de color verde y erectas.
- Las plántulas deben presentar una coloración ligeramente púrpura en la base del tallo y debajo de las hojas.
- Plántulas bien nutridas, sin deficiencia de fósforo; esta se reconoce por la presencia de un intenso color púrpura en la superficie de las hojas.
- Las plántulas deben presentar raíces blancas y delgadas, que llenen toda la celda de arriba a bajo. Las plántulas con raíces de color marrón o que no se extiendan hacia la parte inferior del contenedor, indican que han estado creciendo con baja humedad y ello retrasa el desarrollo de las plántulas en campo.



Figura.12: Transplante de plántulas.

DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra en el campo depende de la variedad elegida, del tipo de poda, tutorado y fertilidad del suelo, de la disposición y el tipo de riego y de la posibilidad de mecanización. La siembra del tomate se puede realizar en surcos sencillos o individuales (Figura 13), con una distancia entre surcos de 1,10 a 1,30 m. y una distancia entre plantas de 30 a 40 cm., con una densidad de 1,9 a 3 plantas por m² y podas a un solo tallo (Tabla. 1).



Figura.13: Siembra en surco sencillo.

En la siembra del tomate en surcos dobles se trabaja con una distancia de cama de 50-60 cm. entre los dos surcos y 50-60 cm entre plantas; la distancia entre centros de cama puede variar de 1,40 a 1,60 m, con caminos de 0,8 a 1,0 m de ancho (Figura14).



Tabla 1. Distancias de siembra del tomate, para el manejo de un solo tallo de producción.

| Distancia entre plantas (m) | Distancia entre surcos (m) | Población de plantas / ha |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 0,30 | 1,1 | 30.303 |
| 0,30 | 1,2 | 27.777 |
| 0,30 | 1,3 | 25.641 |
| 0,35 | 1,1 | 25.974 |
| 0,35 | 1,2 | 23.809 |
| 0,35 | 1,3 | 21.978 |
| 0,40 | 1,1 | 22.727 |
| 0,40 | 1,2 | 20.833 |
| 0,40 | 1,3 | 19.230 |



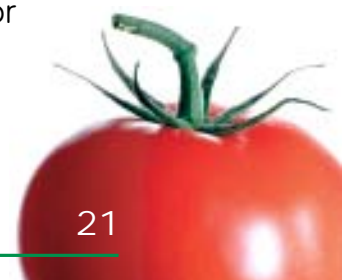
Figura 14: Siembra en surco doble.


La distancia entre surcos de tomate más apropiada, es aquella que permita una adecuada ejecución de las labores y que evite el exceso de humedad alrededor de las plantas. Para las condiciones edafoclimáticas del Oriente antioqueño, no es recomendable la siembra en surcos dobles, por la alta humedad relativa que se genera.

Es importante tener en cuenta que cuando se trabaja con altas densidades de siembra, la producción es más rápida y el ciclo del cultivo más corto, pero se presenta menor calidad y tamaño del fruto y hay mayor incidencia de enfermedades. No necesariamente, mayor número de plantas indica mayor productividad.

FERTILIZACIÓN

La necesidad de fertilizantes por parte del cultivo va a depender de la disponibilidad de nutrientes del suelo, del contenido de materia orgánica, humedad, variedad, la producción y la calidad esperada del cultivo. Por esto, las aplicaciones de fertilizantes estarán sujetas al resultado del análisis químico del suelo, análisis foliares y observaciones de campo.





Una fertilización eficiente es aquella que, con base en los requerimientos nutricionales de la planta y el estado nutricional del suelo, proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y épocas precisas para el cultivo.



Figura15: Fertilización edáfica.

Una buena fertilización no implica aplicar solamente el elemento faltante, sino también mantener un balance adecuado entre los elementos, tanto en el suelo como en las diferentes estructuras de la planta (Figura 15).

Se debe tener en cuenta que el tomate es una planta exigente en nutrientes; requiere de una alta disponibilidad de N, P, K, Ca, Mg, Cu, B, Zn. Aunque la exigencia de N es alta, un exceso de este elemento puede llegar a un exagerado desarrollo vegetativo con bajo porcentaje de formación de frutos.

Desde el momento del trasplante hasta la floración, la relación de fertilización de nitrógeno y potasio debe ser de 1:1; cuando comienza el llenado de fruto, se requiere de una cantidad mayor de potasio ya que este elemento contribuye con la maduración y llenado de frutos; la relación de estos nutrientes debe ser 1:2 o 1:3.

En invernadero, se aprovecha el sistema de riego para aplicar la fertilización disuelta en el agua de riego, lo cual le permite a la planta obtener de manera oportuna los nutrientes para su desarrollo. Si no se dispone de éste, se recomienda realizar fertilizaciones edáficas, a partir de los 20 días después del trasplante, con intervalos de aplicación de 20 días hasta la formación del último racimo a cosechar. En general, se recomienda aplicar hasta 200 gramos de un fertilizante completo.

En el mercado existen varias fuentes de fertilizantes; entre los más utilizadas en la región son: 18-46-0, 10-20-20, 10-30-10, 15-15-15, 17-6-18-5 o fuentes simples de nitrógeno como urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio; de fósforo, como superfosfato triple o fosfato de amonio y de potasio como el cloruro de potasio. No se debe olvidar en aplicar fuentes de elementos menores, en forma edáfica o foliar.

Para el cultivo de tomate bajo invernadero, se recomiendan las siguientes cantidades:

Nitrógeno: 300-600 kg/ha

Fósforo: 400-800 kg/ha

Potasio: 600-1.100 kg/ha



DEFICIENCIAS NUTRICIONALES

La carencia o ausencia de algún nutrimento en el cultivo presenta la siguiente sintomatología:

Deficiencia de nitrógeno

Se presenta como un alargamiento en las plantas; los tallos se vuelven delgados, las hojas también son delgadas y erguidas. Las hojas inferiores presentan un color verde amarillento. Cuando la deficiencia es severa, toda la planta se torna de un color pálido, la nervadura principal de las hojas se vuelve de color púrpura antes de caerse, las flores se pueden caer prematuramente y el fruto que se forma se queda pequeño.

El exceso de nitrógeno induce un excesivo crecimiento vegetativo, tanto en la planta como en las inflorescencias, produce hojas de color verde oscuro, retrasa la floración y hay menos flores por racimo; se produce un escaso cuajado de frutos, estos adquieren un color verde pálido y la maduración se retrasa; los tallos se vuelven gruesos y los entrenudos largos (Figura 16).



Figura 16: Crecimiento vegetativo en la inflorescencia por exceso de nitrógeno.

Deficiencia de fósforo

La carencia de este elemento causa un raquitismo en la planta; los tallos son delgados y fibrosos con una coloración púrpura opaca; las hojas adquieren una coloración verde oscuro o azulado, acompañado de tintes bronceados ó púrpuras, síntoma común en etapa de semillero.



Figura.17: Deficiencia de fósforo.

Se presenta poca floración y cuajado de frutos. Cuando la deficiencia es muy severa se presenta un retardo en la floración, se produce caída de hojas, flores y frutos, y la maduración es tardía (Figura 17).



Deficiencia de potasio

La deficiencia de potasio se manifiesta primero en las hojas viejas; se caracteriza por una clorosis entre las nervaduras, las cuales rápidamente se tornan de color bronce y luego se necrosan (Figura 18), los entrenudos se acortan, hay pérdidas en el rendimiento y falta de vigor en las plantas; los frutos presentan una maduración irregular, reducen su tamaño y su calidad (pocos sólidos solubles, manchas amarillas con áreas verduzcas); se produce lo que comúnmente se conoce como maduración manchada (Blotchy ripening) (Figura 19).



Figura 18: Deficiencia de potasio.



Figura 19: Maduración manchada en fruto.

Deficiencia de calcio

En muchas ocasiones, aunque el calcio esté disponible en el suelo, se presenta deficiencia en la planta por baja y alta humedad relativa, alta temperatura en el suelo y en el aire o estrés por agua, poco desarrollo del sistema radicular, lo que hace que la planta no sea capaz de traslocarlo a las hojas y a los frutos. Se presenta en las plantas de tomate inicialmente un amarillamiento de los bordes en hojas superiores, observándose una coloración pardo oscuro en el envés, las hojas en formación presentan deformación y curvamiento de los bordes hacia arriba y el punto de crecimiento presenta necrosis. En los frutos se presenta una pudrición en el extremo apical, lo que comúnmente se conoce como «culillo» (Figura 20).



Figura 20: Deficiencia de Ca en frutos (culillo).



Deficiencia de magnesio

Se presenta en las hojas más viejas de la planta, las cuales presentan clorosis marginales, que van progresando hacia el centro como una clorosis intervenal; las venas permanecen verdes, aparece un moteado necrótico en las hojas cloróticas (amarillas).

Esta deficiencia, también se puede observar en la parte media de la planta cuando el cultivo está en máxima producción. En casos severos se da la muerte de las hojas viejas, toda la planta se vuelve amarilla y se reduce la producción (Figura 21).



Figura 21: Deficiencia de Mg.

Deficiencia de hierro

Se presenta en las hojas terminales, con una clorosis en los márgenes, que se extiende por toda la hoja, las venas permanecen verdes, se disminuye el crecimiento de la planta, con hojas más pequeñas de lo normal y las flores se caen (aborto de la planta).



Figura 22: Deficiencia de hierro.

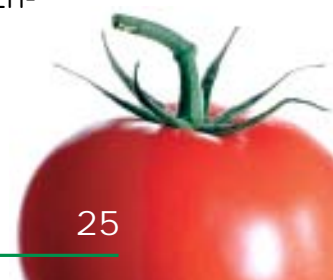
Con el tiempo, la clorosis puede pasar a las hojas más viejas. La deficiencia de hierro puede ocurrir por un exceso de manganeso en los tejidos de las plantas (Figura 22).


Deficiencia de manganeso

Las hojas apicales, medias y viejas desarrollan clorosis intervenosa, seguida de necrosis, dando apariencia de un moteado; la vena central de la hoja y algunos bordes alrededor de la vena, se mantienen verdes mientras que el resto de la hoja es de color amarillo. Si la deficiencia es severa, se desarrollan pocas flores y frutos.

Deficiencia de zinc

La planta presenta entrenudos delgados y cortos, dando una apariencia de roseta, las hojas son pequeñas y gruesas, con manchas cloróticas irregulares de color verde amarillo. Los pecíolos de las hojas se rizan hacia abajo y las hojas se enrollan completamente;





las hojas basales muestran clorosis café anaranjado, se produce aborto de flores, y los frutos que se desarrollan, permanecen pequeños, madurando prematuramente.

Deficiencia de boro

Se manifiesta generalmente en las hojas jóvenes, las cuales permanecen pequeñas y se deforman enroscándose hacia adentro, con manchas cloróticas de color amarillo naranja y venas amarillas; se afecta el punto de crecimiento, el cual se necrosa y muere deteniendo completamente el crecimiento de la misma. También produce caída de flores y frutos con áreas corchosas alrededor del punto de abscisión (Figura 23).



Figura 23: Deficiencia de Boro en fruto.

Deficiencia de cobre

Las márgenes de las hojas jóvenes de la planta son pequeñas, pálidas y distorsionadas, se enroscan hacia arriba y los brotes son atrofiados. Se producen lesiones necróticas oscuras sobre la vena principal, no hay producción de flores o esta es mínima; en casos severos, la planta puede presentar enanismo y clorosis.

Deficiencia de molibdeno

Las hojas muy viejas presentan clorosis entre las nervaduras, los márgenes de las hojas se enroscan hacia arriba, las venas de las hojas también son cloróticas; en casos severos se presenta necrosis de las hojas.

Deficiencia de azufre

La deficiencia en tomate es escasa bajo condiciones de invernadero. Las plantas son pequeñas, con hojas rígidas y curvadas hacia abajo; se desarrolla una clorosis intervenal verde amarilla a amarilla; los tallos, las venas y los pecíolos adquieren una coloración púrpura, las manchas necróticas pueden aparecer en las márgenes y puntas de hojas más viejas y sobre el tallo.

Esta deficiencia es similar a la deficiencia de nitrógeno, pero para el azufre, los síntomas se manifiestan en las hojas más jóvenes, por la poca movilidad de este elemento. En general, las deficiencias podrían evitarse si desde el inicio se aplican fertilizantes enriquecidos con elementos menores como el Agrimins, Microcoljap, Vicor, en dosis de 5 g/planta, acompañados de aplicaciones de fertilizantes foliares a partir del momento de la floración.



RIEGO

La cantidad de agua a aplicar al cultivo de tomate dependerá de factores como: las condiciones climáticas del lugar, tipo de suelo, estado de desarrollo del cultivo, y la pendiente del terreno. El primer riego se debe realizar, inmediatamente después de que se trasplantan las plántulas y luego realizar riegos periódicos, para mantener un adecuado nivel de humedad durante todo el ciclo de desarrollo de la planta. Los riegos no se deben realizar en las horas de la tarde, porque la evaporación del agua aumenta la humedad relativa dentro del invernadero en las horas de la noche y la madrugada, lo que conlleva a problemas de enfermedades en las plantas; lo ideal es regar el cultivo en horas de la mañana (Figura 24).



Figura 24: Cintas de riego.


El exceso de agua provoca un crecimiento acelerado en las plantas, retarda la maduración de los frutos, e incrementa la humedad relativa en el invernadero, lo cual favorece la caída de flores, la aparición de disturbios fisiológicos en los frutos, y la presencia de enfermedades radiculares y del follaje. En el cultivo de tomate bajo invernadero, lo ideal es implementar la tecnología de riego por goteo, la cual es más eficiente, hay menos pérdida de agua y se evita humedecer el follaje. Es importante implementar el uso de tensiómetros, para determinar el momento oportuno para regar el cultivo (Figura 25).



Figura 25: Tensiómetro.

Durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos, el riego debe ser en periodos cortos pero frecuentes, con el objetivo de mantener la humedad del suelo; cuando la planta inicia el cuajado de frutos, el consumo de agua se incrementa, manteniéndose esta alta demanda de agua hasta la época de mayor carga de frutos, y poco a poco ir disminuyendo hasta el final del cultivo. La mayor necesidad de agua por parte del cultivo ocurre cuando la planta está en periodo de floración y continúa hasta el llenado de los últimos racimos.





La literatura menciona que una planta de tomate consume diariamente de 1 a 1,5 litros de agua dependiendo de la variedad, del estado de desarrollo de la planta y del tipo de suelo. Nunca se debe dejar que el suelo se seque demasiado y luego, repentinamente aplicar grandes cantidades de agua, pues esto ocasiona daños en las plantas, como por ejemplo el agrietamientos en los frutos.

PODAS

En materiales de tomate de crecimiento indeterminado, se requiere realizar la poda de diferentes partes de la planta como tallos, chupones, hojas, flores y frutos, con el fin de permitir mejores condiciones, para aquellas partes que quedan en la planta y que tienen que ver con la producción, y a la vez eliminar aquellas partes de la planta que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad.

Otras ventajas de las podas son las siguientes:

- Reducir la competencia entre órganos en crecimiento
- Mejorar la ocupación del volumen aéreo
- Facilitar la aireación de la planta
- Mejorar la penetración de la luz
- Facilitar la recolección
- Balancear la nutrición en la planta

Al cultivo de tomate se le realizan cuatro tipos de podas:

Poda de formación

Es la primera poda que se le realiza a la planta, en los primeros 25 a 30 días después del trasplante y es la que define el número de tallos a desarrollar. Se pueden trabajar plantas a uno, dos, tres y hasta cuatro tallos. Sin embargo, lo más recomendable o apropiado en invernadero es trabajar la planta a un solo tallo, para facilitar su tutorado y manejo (Figura 26).




Figura 26: Poda de formación.

Poda de yemas o chupones

Consiste en eliminar los brotes que se desarrollan en el punto de inserción entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas; estos se deben eliminar antes de que tengan un tamaño mayor de 3 cm, para que no absorban los nutrientes que se requieren para la formación y llenado del fruto.





La primera deschuponada se realiza aproximadamente entre los 25 y 30 días después del trasplante, en el momento de la poda de formación, en el que se eliminan los brotes o chupones que están por debajo del primer racimo floral y se eliminan las hojas bajas senescentes. Los chupones o yemas axilares se desarrollan durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo, entre los 30 a 90 días después del trasplante se producen con más frecuencia, siendo necesario en ocasiones, deschuponar dos veces por semana; posteriormente disminuyen su desarrollo durante los picos de producción.

Una vez se realice la poda terminal o despunte para definir el número de racimos con que se deja la planta, se puede volver a incrementar el desarrollo de chupones (Figura 27).



Figura 27: Poda de Chupones.

Poda de flores y frutos

Esta va a depender del tipo de mercado que tenga el productor; si el mercado exige frutos de un tamaño y calibre uniformes, se recomienda la realización de esta labor. También depende de la variedad utilizada; algunas variedades producen un gran número de flores por inflorescencia, frutos que no se desarrollan bien y son de calibres muy pequeños, que no satisfacen la demanda del mercado. En este caso, se recomienda eliminar las flores antes de que sean polinizadas.

Lo ideal en la planta es dejar por racimo, de seis a ocho frutos, dependiendo del vigor de la planta. Se deben eliminar los frutos deformes, enfermos y los más pequeños (Figura 28).



Figura 28: Poda de frutos.

Poda de hojas

Su objetivo es mejorar la entrada de la luz en la planta, para lograr una homogeneidad en el tamaño, calidad y maduración de frutos, aumentar la ventilación y bajar la humedad relativa en la base de las plantas; además, es importante eliminar las hojas enfermas que sean fuente de inóculo de plagas y enfermedades.

La eliminación de las hojas se debe comenzar en el momento en que se haya terminado la recolección de los frutos del segundo racimo y de ahí en adelante, se deben seguir quitando, a medida que maduran los racimos.

En plantas con crecimiento indeterminado, las hojas se ubican en grupos de tres (hojas A, B, C) seguidas de un racimo floral; la hoja A es la que está inmediatamente por debajo o al frente del racimo floral, es la responsable del 75% del llenado del fruto; en tanto que la hoja B se ubica en posición intermedia a la hoja A y C y colabora con cerca del 15% del llenado del fruto; la hoja C aporta el 8%, repartiendo sus fotosintatos en forma bilateral para el racimo anterior y posterior.

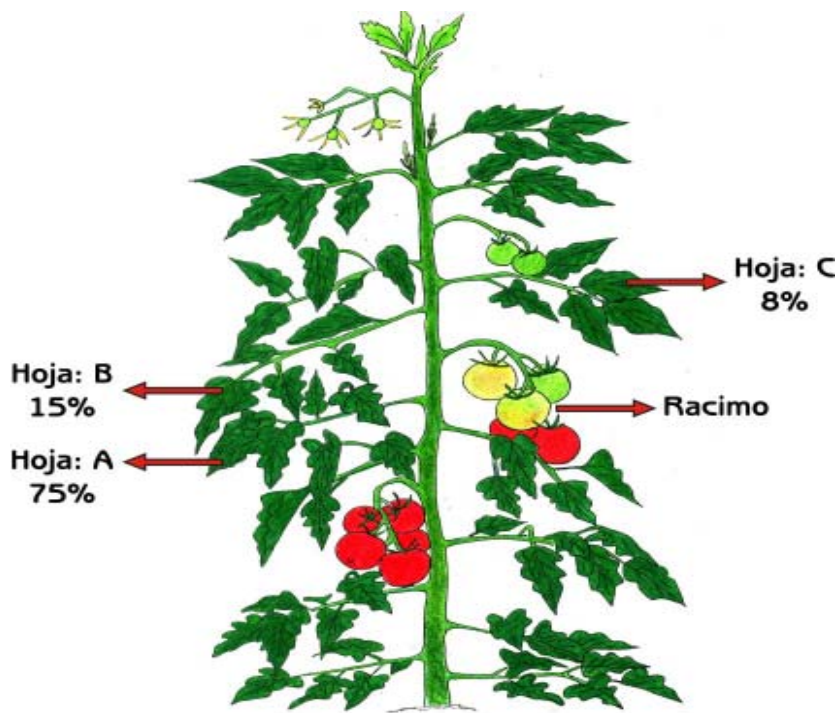


Figura 29: Distribución de las hojas en una planta de crecimiento indeterminado.

El tallo aporta un bajo porcentaje al llenado del fruto y funcionamiento de la planta (Figura 29). Los anteriores porcentajes muestran la importancia de las hojas en el llenado del fruto y su influencia cuando se poda en forma drástica la planta. En el caso de que se presente exceso de follaje que impida la penetración de la luz o favorezca la presencia de enfermedades por el exceso de humedad relativa, se recomienda eliminar la hoja B. Una defoliación intensa y precoz en la planta retarda y reduce la producción.

Poda de yema terminal o despunte

Consiste en cortar la yema principal de la planta, teniendo en cuenta que el racimo que esté por debajo de esta yema esté totalmente formado.

Esta poda permite determinar el número de racimos que se van a dejar por planta; se puede llevar la producción a 8, 10, 12, 14 o 16 racimos, dependiendo del estado sanitario de la planta, la productividad del material y de la calidad comercial exigida por los mercados; generalmente el tamaño de los frutos de los últimos racimos es mucho menor, por lo cual la poda terminal permite que los últimos frutos ad-



quieran un mayor tamaño, si este no se consigue a través de una adecuada fertilización (Figura 30).

Al realizar cualquier tipo de poda, se recomienda aplicar productos a base de cobre, para evitar la entrada de microorganismos patógenos a través de las heridas; también es importante realizar una desinfección periódica de las herramientas que se utilizan para esta labor.



Figura 30: Poda de yema terminal o despunte.

TUTORADO

El tutorado permite un crecimiento vertical de las plantas y facilita las labores del cultivo. Este se construye colocando en cada extremo del surco un poste de madera a una altura aproximada de 2,5 metros; en ambos extremos se extiende un

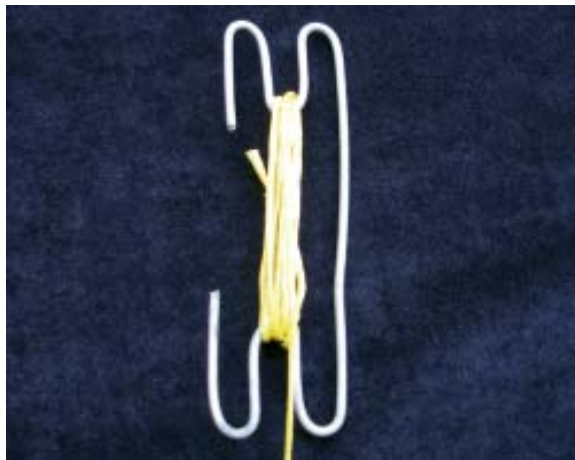


Figura 31: Gancho alambre para tutorado.

alambre galvanizado calibre 8 de allí se coloca un gancho (Figura 31) de alambre, el cual lleva enrollada la fibra de polietileno que mediante argollas o abrazaderas de plástico van a sostener la planta, las cuales se anillan al tallo por debajo del pecíolo de una hoja completamente desarrollada. Este sistema tiene la ventaja de que no causa un maltrato a las flores, hojas, tallos, y frutos; además es de fácil manejo, requiriéndose aproximadamente de tres a cuatro argollas por planta durante todo el ciclo (Figura 32).



Figura 32: Argolla para tutorado.

Este sistema de tutorado permite descolgar las plantas en el momento en que se han cosechado los primeros tres o cuatro racimos, y se realiza inclinando la planta sobre el surco; comúnmente se denomina «poner a caminar las plantas», y esto permite una mayor facilidad para las labores sanitarias y de cosecha (Figura 33).





Figura. 33: Sistema de descuelgue de plantas.

Otra manera de hacer el tutorado es mediante cuerdas de plástico o de tela que va desde la base de la planta, enrollándola en sentido del reloj cada dos o tres hojas o una vuelta por cada racimo hasta el alambre. Se debe tratar de hacer esta labor sin maltratar a las plantas, es decir, no envolverlas más de lo necesario y no estrangularlas. El tutorado es una labor que se debe hacer hasta dos veces por semana durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo; posteriormente, cuando empieza la formación de frutos, se puede hacer una vez por semana.

ces por semana durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo; posteriormente, cuando empieza la formación de frutos, se puede hacer una vez por semana.

CONTROL DE MALEZAS

Dentro del surco, las malezas interfieren en el cultivo, compitiendo por luz, agua y nutrientes del suelo o a través de la producción y secreción de sustancias tóxicas al cultivo (alelopatía), por ser hospederas alternas de patógenos o insectos plagas de cultivo, o por favorecer el aumento de la humedad relativa dentro del invernadero, favoreciendo la presencia de enfermedades, por lo cual deben ser eliminadas, dejándose en las calles para que mediante su descomposición se produzca suelo. Las malezas dentro de las calles de los surcos, si no afectan el cultivo, se dejan para favorecer el refugio de enemigos naturales de las plagas. Las desyerbas se deben realizar periódicamente en forma manual o con azadones, teniendo cuidado de no causar, daño a las raíces. Otra forma de controlar las malezas dentro del surco es mediante la utilización de coberturas plásticas sobre el surco, lo que además de impedir el brote de las malezas, reduce el consumo de agua al disminuir la evaporación, protege el suelo de la erosión, favorece el desarrollo radicular de manera horizontal, lo que logra la absorción óptima de los nutrientes, mantiene el calor y los nutrientes en la zona de las raíces, disminuye la lixiviación, permite la fumigación contra enfermedades y plagas, disminuye la compactación del suelo, facilita la actividad microbiana y aumenta el nitrógeno disponible en el suelo, al disminuir la evaporación de los compuestos nitrogenados (Figura 34).



Figura 34: Coberturas plásticas para el control de malezas.

APORQUE

Es la práctica que se realiza después de la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces y proporcionar un mayor anclaje a la planta; consiste en cubrir la parte inferior de la planta con suelo. Se recomienda hacerlo a los 15 o 25 días después del trasplante; también se realiza para controlar malezas y para incorporar fertilizantes. Se debe realizar con precaución, con el objetivo de no causar daño a las raíces de las plantas y ser focos de enfermedades (Figura 35).



Figura 35: Aporque de plantas.

DESORDENES FISIOLÓGICOS Y NUTRICIONALES

Los desordenes fisiológicos, también llamados enfermedades abióticas, causan una serie de anomalías a diferentes estructuras de la planta, generalmente debidas a condiciones climáticas adversas o por deficiencias nutricionales. Entre los más comunes estan:

Pudrición apical del fruto o culillo

Es uno de los desordenes nutricionales más comunes de la producción de tomate bajo invernadero y es ocasionado por la deficiencia de calcio en la planta. Este desorden fisiológico se presenta en frutos verdes y maduros; se manifiesta como una necrosis o pudrición en la parte apical del fruto deteriorando su



Figura 36: Pudrición apical del fruto.

calidad (Figura 36). Para prevenir este desorden se pueden tomar algunas medidas preventivas como son: encalar el suelo para subir el pH y aumentar la disponibilidad de calcio, mantener un buen nivel de calcio, en la solución nutritiva, evitar el estrés de agua en el suelo, tanto por déficit como por exceso, evitar la



alta o baja humedad relativa dentro del cultivo, utilizar variedades tolerantes a poco calcio en el suelo y realizar aplicaciones foliares con productos a base de calcio como nitrato o cloruro de calcio, realizándolas en el momento de la floración.

Grietas en frutos

Se presentan por riego irregular, fluctuaciones de la humedad del suelo, alta temperatura y alta irradiación del día y temperaturas nocturnas bajas, variedades sensibles, alta humedad del aire, aparición de virosis, plantas viejas con poca área foliar, poda fuerte de hojas y bajos niveles de nutrientes, especialmente potasio, calcio y magnesio.

Se pueden presentar tres tipos de rajamiento en los frutos: las grietas radiales que se desarrollan desde el cáliz del fruto hacia la parte apical del mismo (Figura 37).

Las grietas concéntricas se presentan alrededor del cáliz y tienen forma de círculo o semicírculo (Figura 38).

Las grietas diminutas, son pequeñas fisuras que se desarrollan alrededor de los hombros del fruto, de apariencia desuniforme y se presentan en grandes cantidades (Figura 39).

Para reducir o prevenir las grietas en los frutos, se deben usar variedades tolerantes al rajamiento, mantener la humedad del suelo constante, evitar sembrar en épocas de altas temperaturas y radiación solar, evitar riego accidental o lluvia, mantener



Figura 37: Grietas radiales.



Figura. 38: Grietas concéntricas.



Figura. 39: Grietas diminutas.





una nutrición adecuada con potasio, calcio y magnesio y proteger las plantas de enfermedades y plagas que dañen la vegetación.

Malformaciones (Caregato)

Es un desorden común en cultivos bajo invernadero; se presenta por la presencia de alta humedad relativa y bajas temperaturas, lo que conlleva a disminuir la viabilidad y la cantidad del polen, se distorsionan tanto el ovario como los estambres y se produce la deformación del fruto, acompañado de un tejido corchoso en las cavidades que se forman; lo anterior hace que este tipo de frutos sean rechazados en el mercado (Figura 40).



Figura.40: Malformación en fruto (Caregato).

Para su control, se debe buscar disminuir las bajas temperaturas y altas humedades, dentro del invernadero; para ello se realizan mediciones de humedad y temperatura a diferentes horas del día y de la noche y se toma la decisión de abrir o cerrar las cortinas del invernadero.

Caída de flores

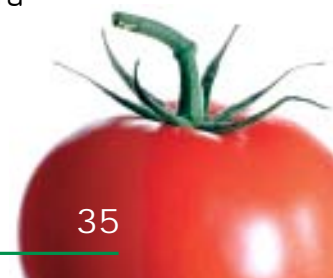
Se presenta cuando la humedad relativa del invernadero está por debajo del 60%; igualmente, se produce cuando la planta está expuesta a vientos, lo cual evita la polinización normal de la flor, el polen se seca y causa su aborto. También se presenta por una deficiencia de boro en la planta, especialmente en época de floración, cuando se hacen aplicaciones excesivas de nitrógeno y por la presencia de enfermedades como moho gris o *Botrytis cinerea* (Figura 41).



Figura 41: Caída de flores.

Maduración manchada (Blotchy ripening)

Se presenta como una pérdida de color en ciertas áreas del fruto durante el proceso de maduración. Algunas áreas no se tornan del color rojo característico, sino que forman coloraciones bronceadas, las manchas



no son uniformes ni en forma ni en tamaño, y se extienden hasta cubrir gran superficie del fruto. Generalmente, las áreas no maduras presentan mayor dureza que las áreas rojas (Figura 42).

Las condiciones que favorecen este desorden fisiológico en el cultivo de tomate bajo invernadero son las bajas temperaturas, baja radiación solar, alta nubosidad y alta humedad relativa.



Figura 42: maduración manchada.

También se ha reportado que algunas variedades son más sensibles a este desorden, como también se le atribuye a una deficiencia de potasio. Para su control, se debe evitar que la época de cosecha coincida con la época de alta nubosidad; tratar de aumentar las temperaturas en el invernadero en las horas de la noche; ventilar el invernadero, para prevenir la acumulación de exceso de humedad alrededor de los racimos; evitar altas densidades poblacionales, las cuales reducen o impiden el paso del aire y de la luz entre las plantas; remover hojas de las plantas para permitir la penetración de la luz en la base de las mismas, aplicar mayores cantidades de potasio y mantener la relación nitrógeno: potasio de 1:2 en el suelo.

Hoja enrollada

Se caracteriza por la presencia de un enroscamiento hacia arriba de las hojas, cuando la planta es sometida a condiciones extremas de altas o bajas temperaturas y radiación directa del sol sobre la planta. Cuando el enrollamiento de las hojas es severo, los frutos quedan expuestos a condiciones extremas de temperatura, incrementándose la susceptibilidad del fruto al agrietamiento. Las hojas se mantienen turgentes pero no se marchitan. El crecimiento de la planta no se afecta y la formación de frutos es normal (Figura 43).



Figura 43: Hoja enrollada.

Frutos huecos

Son ocasionados por el excesivo uso de nitrógeno en la aplicación de fertilizantes, la baja radiación solar y el empleo de variedades sensibles a este desorden. Por estas mismas condiciones, también se puede formar frutos triangulares, que no presentan las



mismas características de la variedad. Los frutos huecos presentan la formación de una cavidad entre la pared del fruto y la placenta que contiene las semillas, lo cual le da pérdida de firmeza al fruto, acortando su vida útil (Figura 44). Este desorden en la planta se controla mejorando la entrada de luz al invernadero, limpiando los plásticos en el caso que estos tengan gran acumulación de suciedad, sembrando en épocas oportunas para



Figura 44: Frutos huecos.

que la alta luminosidad coincida con la época de cosecha, evitando la excesiva fertilización nitrogenada y las altas densidades poblacionales y realizar las poda de hojas, que impidan la penetración de la luz hacia los frutos.

Edema

Se caracteriza por protuberancias verdes como callos en las superficies superiores e inferiores de la hoja. Estas protuberancias pueden quebrarse a medida que crecen. Esta alteración se desarrolla cuando el tejido de la hoja está saturado de agua, como resultado de una presión que ejerce la raíz al continuar llevando el agua hacia la planta cuando la transpiración es pobre. Generalmente, esto sucede cuando el suelo está tibio y húmedo y la



Figura 45: Edema.

temperatura del aire está fresca. Periodos prolongados de humedad favorecen esta alteración. La ventilación adecuada para los cultivos de invernadero y mantener los niveles de humectación del suelo, reducen la incidencia de esta alteración (Figura 45).

Golpe de sol

Se produce por una exposición directa del fruto a los rayos del sol, lo cual genera un área blanca brillante y correosa. Se presenta cuando se realizan podas fuertes de hojas, dejando el fruto descubierto, lo que aumenta repentinamente la temperatura del fruto, ocasionando un daño en el tejido.

El uso de variedades resistentes al marchitamiento y a las enfermedades foliares, pueden reducir las pérdidas por golpe de sol. También se pueden reducir las pérdidas al cosechar y podar cui-



dadosamente los cultivos, para disminuir la defoliación y la exposición directa del fruto a la luz del sol (Figura 46).

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Es una práctica de manejo que involucra los siguientes controles:



Figura 46: Golpe de sol.

Control cultural

Realizar labores oportunas como:

- Eliminación de residuos de cosecha del cultivo anterior.
- Adecuada preparación del suelo.
- Rotación del cultivo.
- Fertilización balanceada.
- Eliminación de hospederos y partes de la planta enfermas.
- Oportunidad de labores.
- Riego oportuno.

Control mecánico

Utilizar trampas para el monitoreo y control de insectos como:

- Trampas pegajosas amarillas (mosca blanca minador)
- Trampas de luz (Figura 47).
- Trampas pegajosas azules (*Thrips*) (Figura 48).



Figura 47: Trampa de luz para captura

Control biológico

Es el empleo de agentes patógenos para el control de plagas como: hongo *Beauveria bassiana* (Bauveril) - bacteria *Bacillus thuringiensis* (Dipel)

Control químico

Control de insectos con el uso de productos químicos de baja toxicidad, categoría III – IV y productos a base de extractos vegetales como el ají ajo (Ver Tabla 2).



Figura 48: Trampas pegajosas para captura de insectos.



PLAGAS DEL SUELO: SEMILLERO Y SITIO DE TRASPLANTE

Estas plagas del suelo hacen daño a las raíces; tallos y tejidos tiernos y pueden causar pérdidas en la población de plántulas, generalmente, sus ataques se encuentran localizados en focos en el semillero o en el campo.

Tierreros y trozadores

(Lepidoptera: noctuidae). *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), llamado gusano trozador negro, gusano biringo o rosquilla y *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), conocido como gusano cogollero del maíz o gusano trozador: El adulto son mariposas de hábitos nocturnos, cuyo daño más importante lo hacen las larvas que generalmente atacan en focos o parches y se presentan en forma abundante durante periodos secos, temperaturas altas y en presencia de malezas y gramíneas, pastos o residuos de cosechas anteriores. Estas se alimentan de las plantas, atacando sus cuellos y raíces; en ocasiones dañan el follaje, principalmente en las horas de la noche, permaneciendo inmóviles dentro del suelo durante el día (Figura 49).



Figura 49: Trozador.

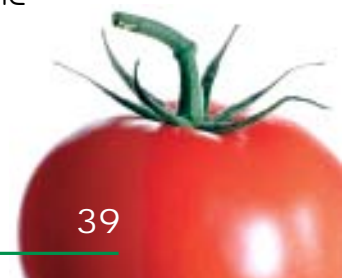
Para el control de este tipo de gusanos, se recomienda eliminar las malezas dentro y fuera del invernadero, ya que estas especies preferentemente ponen sus huevos en ellas; realizar una adecuada preparación del terreno y ubicar trampas de luz alrededor del invernadero para la captura de los adultos de estos insectos. Otra medida de control es el uso de coberturas plásticas sobre las camas, ya que muchas larvas se lanzan al suelo para empupar, y al encontrarse con el plástico, se evita que puedan entrar en el suelo y completar su ciclo. El control químico solo se debe aplicar, cuando las poblaciones del insecto sean muy altas; este se realiza incorporando un insecticida al suelo o incorporando cebos tóxicos dentro del invernadero.

CHUPADORES O MINADORES DEL FOLLAJE

Estas plagas generalmente se ven favorecidas por las épocas secas y son limitantes en las plantas en sus primeros estados de desarrollo.

Aphidos o pulgones

(Homoptera: aphididae) *Aphis gossypii* (Sulzer). Pulgón del algodone-ro, *Myzus persicae* (Glover). Pulgón verde de la papa, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Pulgón mayor del algodone-ro. Este tipo de insectos se alimentan de los tejidos vegetales de las plantas, succionando la savia, debilitando la planta y ocasionando defor-



maciones y amarillamientos. Su importancia radica en la transmisión de virus y enfermedades como la fumagina, hongo negro que cubre totalmente las hojas e impide todos los procesos fotosintéticos de las mismas. Para el control de áfidos se han empleado tácticas diversas, entre ellas el control biológico. Varias especies de enemigos naturales (depredadores, parásitos y patógenos) se encargan de regular sus poblaciones. El control químico de los áfidos por medio de insecticidas ha sido el más usado.

Minadores de la hoja

(Diptera: agromyzidae) *Liriomyza Sp.* El daño económico lo realizan las larvas de estos insectos, al construir minas y galerías en las hojas, desarrollando necrosis. En ataques fuertes, las hojas se secan por completo, reduciendo la capacidad fotosintética. *L. sativae* es difícil de controlar una vez que está presente en altas poblaciones, tanto por su resistencia como por su hábito de minador que lo protege de las aspersiones foliares, entre las medidas de control cultural y físico se tienen el control de las malezas huéspedes, la rotación de cultivos y el uso de trampas amarillas atraerentes, son las medidas más recomendadas a tener en cuenta para prevenir los ataques iniciales (Figura 50).



Figura. 50. Daño causado por minador.

Mosca blanca

(Homoptera: aleyrodidae) *Trialeurodes vaporariorum* (West). Esta es una plaga más común y limitante en el cultivo de tomate bajo invernadero, especialmente en épocas secas. Su importancia como plaga, radica en el daño causado por adultos e inmaduros, al succionar la savia de la planta (Figura 51). El daño adquiere importancia económica cuando las poblaciones de ninfas y adultos son altas y llegan a causar amarillamiento, moteado, encrespamiento, caída de las hojas y reducción del vigor de la planta.

Sobre la excreción azucarada que producen los adultos y ninfas de



Figura. 51: Mosca blanca.





Figura 52: Fumagina en hojas y frutos causado por mosca blanca.

la mosca blanca, se forma una fumagina al crecer el hongo *Cladosporium sp*; cuando la infestación es fuerte, esta cubre las hojas, reduciendo la fotosíntesis y cubre los frutos, los cuales deben ser limpiados antes de su comercialización (Figura 52). Otro daño importante es la transmisión de virus.

El control biológico se presenta como la mejor alternativa dentro de un programa de manejo integrado de plagas, siendo el parasitoide *Encarsia formosa* la especie más utilizada para el control de la mosca blanca. Entre la prácticas culturales, se recomienda eliminar las malezas hospedantes al interior y exterior del invernadero; compostar adecuadamente los restos de cultivo; usar cintas pegajosas de color amarillo; utilizar coberturas plásticas, especialmente plateadas sobre la cama, usar barreras vivas alrededor del invernadero para evitar la entrada de la plaga; rotar el tomate con otros cultivos que no sean de la misma familia de las solanáceas y utilizar mallas antiinsectos alrededor del invernadero. En el control químico se debe tener en cuenta que hay que romper el ciclo biológico del insecto, de tal forma que se debe utilizar un químico para el control de la fase adulta y otro para el control de los estados ninfales, además de ejercer una adecuada rotación de productos, para evitar que la plaga adquiera resistencia. Las aplicaciones de productos químicos se deben realizar con equipos de ultra bajo volumen o alta presión, para una distribución uniforme de las gotas finas que permitan un buen cubrimiento del follaje.

El control biológico se presenta como la mejor alternativa dentro de un programa de manejo integrado

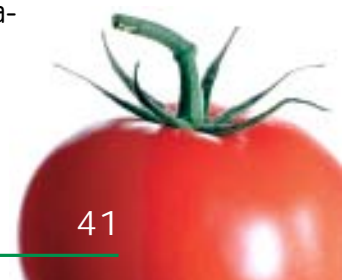
Trips

(Thysanoptera: thripidae) *Trhrips palmi* (Karny). Los adultos y las ninfas causan punteados o pequeñas manchas cloróticas o plateadas en los tejidos y deformación de las hojas. Si las poblaciones son altas, la hojas se secan parcial o completamente.



Figura 53: Trips.

Es importante tomar medidas de control cultural y físicas como la destrucción de malezas hospederas, la rotación de cultivos y el uso de trampas atrayentes (azules). En cuanto al control químico, se puede hacer teniendo en cuenta el nivel de poblacional de la plaga y la biología y sus hábitos de desarrollo (Figura 53).



Acaros o arañuelas

Arañita roja o ácaro rojo: (Acarina: tetranychidae) *Tetranychus urticae* (Koch). Todos los estados móviles de estas arañitas se alimentan del jugo celular de los tejidos vegetales, generalmente en el envés de la hoja, generando puntos necróticos de aspecto amarillo o blanco en el haz. Al aumentar la población de arañitas, toda la hoja presenta una coloración amarilla difusa, se seca y puede caerse. Cuando la población es alta, los ácaros comienzan a formar una telaraña que puede cubrir el haz de las hojas, tallos y frutos, y migran hacia las partes altas de la planta, donde se pueden formar grumos de arañas. De allí, las hembras se dispersan a otras plantas con la ayuda del viento e hilos de telaraña. En ataques muy severos, pueden producir el marchitamiento total de la planta (Figura 54).



Figura. 54: Arañita roja.

Ácaro blanco tropical: *Polyphagotarsonemus latus* (Banka). Los síntomas del daño temprano se presentan en el haz y en el envés de las hojas jóvenes. La parte más afectada es la nervadura central, sitio donde son depositados los huevos. La nervadura sufre un resquebrajamiento con el cual se interrumpe el desarrollo de la hoja; las plántulas presentan deformaciones en sus hojas. La floración es insipiente y hay aborto de gran número de botones florales, en los que a veces se pueden alimentar los ácaros. Si el daño es severo, la planta no se desarrolla, quedando enana y con apariencia raquílica.

Para el manejo de ácaros se reconocen un gran número de especies predatoras de ácaros bajo invernadero, tales como *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* y *Metaseiulus occidentalis*. Igualmente, se recomienda la eliminación de malezas hospedantes. El control químico puede ser necesario en algunas ocasiones.

PLAGAS MASTICADORAS DEL FOLLAJE

Aunque estas plagas no revisten importancia económica, esporádicamente pueden presentar ataques severos, que obligan al agricultor a tomar medidas inmediatas de control.

Cucarroncitos del follaje, cucarrones perforadores de las hojas

(Coleoptera: chrysomelidae) *Epitrix* sp. Pulguilla negra de las hojas. El daño de importancia económica lo hacen los adultos: perforan las hojas, brotes tiernos e incluso flores, hacen huecos redondos e irregulares en plantas pequeñas; pueden llegar a causar

fuertes desfoliaciones, afectando seriamente el crecimiento y desarrollo del cultivo (Figura 55). Este se presenta con mayor intensidad durante los primeros cincuenta días.



Figura 55: Cucarroncito del follaje - *Epitrix* sp.

Como medida de control, se recomienda la remoción de las plantas hospederas y malezas solanáceas cerca de los cultivos y la rotación del tomate con otros cultivos. Las recomendaciones de control químico van dirigidas a los adultos cuando alcanzan ciertos niveles de población o de daño, especialmente en las primeras etapas del cultivo, en estado de plántulas o plantas con poco follaje. Cuando se presentan dos pulgillas por planta, se debe iniciar el control químico (Ver Tabla 2).

Gusanos masticadores del follaje

(Lepidoptera: noctuidae *Trichoplusia*) *ni* (Hubner). Falso medidor del ajonjolí - *Pseudoplusia includens* (Walter). Falso medidor del algodónero - *Spodoptera frugiperda* (UE. Smith). Gusano ejército. Son plagas de gran importancia económica que causan grandes pérdidas en la producción. Las larvas caminan arqueándose, de allí se deriva su nombre común como gusano medidor; el daño lo hacen las larvas o gusanos al consumir todo el tejido de las hojas, dejando únicamente las nervaduras; en algunos casos consumen el fruto o hacen agujeros en ellos. Para decidir usar el control químico para reducir la población de una plaga, es necesario estar seguro de que el nivel de infestación justifica la aplicación del insecticida y seleccionar un insecticida específico a ella (Ver Tabla 2).

Perforadores del fruto

(Lepidoptera: noctuidae) *Heliothis virescens* (Fabricius). Las larvas perforan, taladran y destruyen los frutos, permitiendo la entrada de patógenos y su pudrición. Los frutos dañados, generalmente se caen de la planta en menos de cuatro semanas, (Lepidoptera: pyralidae) *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée). Pasador del fruto. Las hembras colocan los huevos debajo de los sépalos en frutos recién formados. Las larvas recién nacidas penetran rápidamente en el fruto, dejando una cicatriz suberizada, denominada espinilla, la cual sirve para reconocer el fruto afectado por la plaga (Figura 56).

El insecto se alimenta durante todo su estado larval de la pulpa del fruto, hasta completar su desarrollo, y solo sale cuando está listo para empupar en el suelo, dejando un orificio redondo en el fruto.



Para el control de estos insectos, generalmente se hacen aplicaciones químicas, las cuales resultan ineficientes, por el hábito de vida de la plaga, ya que permanecen dentro del fruto en su estado inmaduro. El fruto protege a la larva contra la acción de los insecticidas.



Figura 56: Daño causado por perforador del fruto.

El control biológico puede ser una alternativa de manejo. Igualmente, existen algunos enemigos naturales para su control.

La aplicación de ají ajo (*capsiAlil*), Dipel (*Bacillus thuringiensis*) es una de las medidas de control más eficientes, sin tener que recurrir a los productos químicos.

Cogollero del tomate

(Lepidoptera: gelechiidae) *Tuta (scrobipalpula) absoluta* (Mayrick). El daño es causado por las larvas que atacan el follaje (Figura 57), formando minas; además, pegan las hojas del cogollo, formando una telaraña y barrenan las nervaduras, las ramas y tallos, e inclusive producen la caída de flores y frutos.



Figura 57: Daño causado por cogollero.

Esta plaga es de gran importancia económica, ya que afecta directamente la producción del cultivo. Se presenta especialmente durante épocas secas.

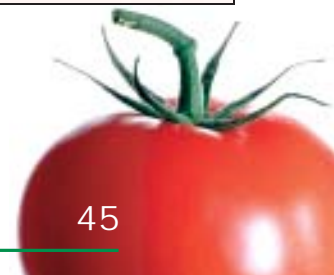
El cultivo se debe monitorear permanentemente para detectar la presencia de la plaga, ya que una vez establecida, el control químico no es eficiente porque el insecto permanece dentro del fruto o el cogollo durante su estado larval; por lo tanto se encuentra protegido sin que logre penetrar los insecticidas.

La aplicación de Dipel (*Bacillus thuringiensis*) se debe realizar al momento de iniciarse la floración; es una excelente medida de control preventivo. En el caso de la aplicación de insecticidas químicos, se recomienda seleccionar el más específico y selectivo posible, utilizando las dosis más bajas recomendadas.



Tabla 2. Control químico y biológico de plagas en tomate

| Plaga | Producto Comercial | Categoría Toxicológica | Ingrediente Activo | Dosis |
|---------------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| Trozadores | Lorsban | III | Clorpirifos | 2.0cc/lit |
| | Ráfaga | III | Clorpirifos | 1.5cc/lit |
| Afidios o pulgones | Polo | III | Diafentiuon | 1cc/lit |
| | Capsialil | III | Ají -Ajo | 0.3-0.7cc/lit |
| | Karate | III | Lambdacialotsina | 1cc/lit |
| | Confidor | III | Imidacloprid | 0.5-1.0cc/lit |
| Minador | Ecomix | III | Extractos vegetales | 3.5cc/lit |
| | Vertimec | III | Avermectina | 1.4cc/lit |
| | Confidor | III | Imidacloprid | 0.5-1.0cc/lit |
| | Bulldock | III | B- Cyfluthin | 1cc/lit |
| Mosca blanca | Capsialil | III | Ají -Ajo | 0.3-0.7cc/lit |
| | Polo | III | Diafentiuon | 1cc/lit |
| | Trigar | III | Ciromazina | 1.5cc/lit |
| | Biocanii | IV | Verticillium le canii | 1.5gr/lit |
| | Ecomix | III | Extractos vegetales | 3.5cc/lit |
| | Confidor | III | Imidacloprid | 0.5-1.0cc/lit |
| | Oportune | III | Buprofezin | 0.3cc/lit |
| Trips | Confidor | III | Imidacloprid | 0.5-1.0cc/lit |
| | Bioveria | IV | Beauveria bassiana | 1gr/lit |
| | Tracer | III | Spinosad | 0.1cc/lit |
| Ácaros | Polo | III | Diafentiuon | 1cc/lit |
| | Confidor | III | Imidacloprid | 0.5-1cc/lit |
| | karate | III | Lambdacialotsina | 1cc/lit |
| | Omite | III | Propargite | 0.5-0.6cc/lit |
| | Vertimec | III | Avermectina | 1. cc/lit |
| Cucarroncitos del follaje | Karate | III | Lambdacialotsina | 1cc/lit |
| | Decis | IV | Deltametrina | 1cc/lit |
| Gusanos masticadores de follaje | Karate | III | Lambdacialotsina | 1cc/lit |
| | Dart | IV | Teflubenzuron | 0.2cc/lit |
| | Decis | IV | Deltametrina | 1cc/lit |
| Perforadores de fruto | Match | III | Lufenuron | 0.5cc/lit |
| | Dimilin | IV | Diflubenzuron | 0.5-1.0gr/lit |
| | Dipel | IV | Bacillus thurigiensis | 1gr/lit |
| Cogolleros del tomate | Confidor | III | Imidacloprid | 0.5-1.0cc/lit |
| | Match | III | Lufenuron | 0.5cc/lit |





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Árias, K. 2003. Tomate, comercio internacional. En: Informe No. 3. Dirección de mercadeo y agroindustria, servicio de información y de mercados. Costa Rica. 4 p.

AZROM. 2004. Invernaderos, innovaciones agrícolas. Israel. 41 p.

Barón, C.; Barés, C.; Maradei, F. 2000. Manejo poscosecha del tomate. En: Inspección de frutas y hortalizas. Buenos Aires, Argentina. 13 p.

Bruzón, S. 2000. La producción de tomate bajo invernadero. Revista Asiava. No. 56. p. Palmira. 21-22.

Barreto, J.D. et al. 2002. Manual del cultivo de tomate tipo milano, pimentón, maíz dulce y fríjol en el sistema de siembra en camas plastificadas, bajo las condiciones agroecológicas de la meseta de Ibagué. Colciencias, Cooperativa Serviarroz, Corpoica, Sena. Ibagué. p 3-42.

Cano, J. et al. 1977. Diez temas sobre la huerta. Ministerio de Agricultura. Segunda Edición. Madrid, 164 p.

Castilla, N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. En: El cultivo de tomate. Ediciones Mundiprensa. Madrid. p. 190-221.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. 1990. Proyecto regional manejo integrado de plagas. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. 73 p.

Dodson, J. et al. 1997. Enfermedades del tomate. Seminis Vegetable Seeds. California, USA. 61 p.

Embrapa Hortalizas. 2000. Principios de hidroponía. Circular Técnica No. 22. Brasília, DF. 27 p.

Embrapa Hortalizas. 2001. Gotejamiento: Opção para a irrigação do tomateiro para processamento nos cerrados. Brasília, DF. 4 p.

Escobar,H.;Lee, R. 2001. Producción de tomate bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, CIAA, Colciencias. Bogotá. 134 p.



Granobles, J. Manejo de tomate riogrande híbrido. En: Reporte Técnico. Peto Seed.

Granobles, J. Manejo de tomate kada híbrido. En: Reporte Técnico. Peto Seed.

Hernández, J.; Escobar, I.; Castilla, N. 2000. Nivel tecnológico de los invernaderos en costa andaluza. Caja rural de granada. España. 21 p.

Hernández, M.I.; Chailloux, M. 2001. Ensayo de la nutrición mineral y la biofertilización en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). En: Temas de ciencia y tecnología, Vol. 5, No. 13. p 11-27.

Impulsores Internacionales. 2005. Manual técnico. Impulsemillas. Bogotá. 175 p.

Jaramillo N, J.E.; Rodríguez V.P.; Guzmán A.M.; Zapata C; M.A. 2006. Investigación en la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas (Proyecto Piloto). Informe Final Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, C.I. La Selva. 54 p. Rionegro, Antioquia.

Jaramillo N, J.E.; Díaz D., C.A.; Sánchez L., G.D.; Tamayo M., P.J.; 2006. Manejo de semilleros de hortalizas. Manual Técnico 8. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, C.I. La Selva. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 52 p. Rionegro, Antioquia.


Jaramillo N, J.E.; Guzmán A.M.; Zapata C; M.A. 2006. Evaluación y selección de materiales hortícolas importados para la región del Oriente Antioqueño con participación de productores. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, C.I. La Selva. 64 p. Rionegro, Antioquia.

Makishima, N.; Carrijo, O.A. 1998. Cultivo protegido do tomateiro. En: Circular técnica Embrapapa Hortaliças. Brasilia, DF. 18 p.

Menezes, J.R. 1992. Producción de tomate en América Latina y el Caribe. En: Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. FAO. Santiago. Chile. p 173-218

Mesa, N.C. 2001. Consideraciones básicas sobre problemas entomológicos en el agroecosistema de tomate y propuesta de un manejo integrado de plagas. En: Compendio de eventos hortalizas plagas y enfermedades. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. corpoica, Regional 4, Rionegro, Antioquia, Colombia. p 23-29.

Nuez, Fernando. 1995. El cultivo de tomate. Ed. Mundiprensa. Madrid. 224 p.



Palacios, Y. 1989. El cultivo de tomate en Colombia. En: Taller Sudamericano de manejo integrado de plagas y el cultivo de hortalizas. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 13 p.

Palacios, Y. 1992. Preparación de semilleros y observaciones sobre la producción de plántulas en condiciones controladas. En: Primer curso nacional de hortalizas de clima frío. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Tibaitatá. Cundinamarca. p 23-36.

Parrado, C.A.; Ubaque, H. 2004. Buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo lozano, pronatta, CIAA. Bogotá. 34 p.

PETOSEED Semillas de Hortalizas. Cultivo de tomate. En: Catálogo Petoseed. 20 p.

Sánchez, G.D. 2002. Producción de tomate bajo cubierta. En: Taller de hortalizas productividad – mercadeo. CORPOICA. Tibaitatá. Cundinamarca. p. 53-61

SEMPRECOL Ltda. Catálogo de semillas. Sakata Semillas profesionales. Bogotá. Colombia.

Sganzerla, E. 1987. Nova agricultura a fascinante arte de cultivar com os pásticos. Sao Paulo. Brasil. 1º edición. 297p.

Yara International. Tomato Plantmaster. Oslo. Noruega. 37 p.

Zeidan, O. 2005. Tomato production under protected conditions. MASHAV, CINADCO, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. Israel. 99 p.

