

El contenido de este artículo de nuestra sección de Agrotecnia fue elaborado con información proveniente de www.utadeo.edu.co/es la cual fue revisada y reeditada por Portalfruticola.com

Manual de Producción de Tomate Bajo Invernadero

1. Generalidades del cultivo

Descripción botánica

*Actualmente existe una controversia sobre el nombre científico que le corresponde al tomate. Desde el año 1881, Philip Millar lo ubicó en el género *Lycopersicon* y lo denominó *Lycopersicon esculentum*, que ha sido el nombre más ampliamente usado desde entonces. Sin embargo, en 1753 Carlos Linneo, científico, naturalista y botánico - quien sentó las bases de la taxonomía moderna-, ya había colocado el tomate en el género *Solanum* asignándole el nombre científico de *Solanum lycopersicum* L.*

*Hoy en día, la evidencia genética (e.g., Peralta & Spooner, 2001) muestra que Linneo estaba en lo correcto al ubicar el tomate en el género *Solanum*. Esto ha aumentado la controversia y se espera que por algún tiempo, mientras se determina el genoma del tomate, ambos nombres se sigan encontrando en la literatura. Por lo tanto, para propósitos de esta publicación utilizaremos el nombre *Solanum lycopersicum* L. para referirnos al tomate.*



Fuente: www.ricardocuisine.com

El tomate es una especie originaria de América, al parecer de las regiones montañosas de Perú, Ecuador y Chile. Es una planta herbácea, de tallo semileñoso, cuyo sistema radicular está compuesto por una raíz principal de corta extensión ramificada en numerosas raíces secundarias. En la parte superior, al nivel del suelo, se desarrollan raíces adventicias que ayudan a mejorar el anclaje de la planta al sustrato. La raíz está compuesta por una epidermis o parte externa en donde se encuentran pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. En el interior se localizan el córtex y el cilindro central conformado por el xilema, que es el tejido responsable del transporte de los nutrientes desde la raíz hacia las hojas y otros órganos de la planta.

El tallo, al igual que en muchas plantas superiores, es una continuación de la raíz. Generalmente mide entre 2 y 4 centímetros en la base de la planta y es más delgado en la parte superior donde se están formando nuevas hojas y racimos florales. El tallo también está conformado por epidermis, que contiene pelos glandulares, corteza, cilindro vascular (xilema) y tejido medular.

Las hojas del tomate son imparapinadas, compuestas por folíolos alternos e impares que terminan en un folíolo individual en su parte apical. El número de hojas por tallo y la frecuencia de aparición de hojas están determinados principalmente por el tipo de hábito de crecimiento de la planta y por la temperatura. Por ejemplo, en plantas con hábito de crecimiento determinado, las hojas se forman a una tasa de 2 ½ por semana, a una temperatura promedio de 23 °C.

La flor del tomate es perfecta, con órganos femeninos y masculinos funcionales. En cada inflorescencia o racimo se forman varias flores y una sola planta de crecimiento indeterminado puede producir 20 o más inflorescencias sucesivas durante un ciclo de cultivo, bajo condiciones de invernadero. La formación de racimos florales ocurre más o menos cada semana y media.

El fruto del tomate está constituido por un 94-95% de agua. El restante 5-6% es una mezcla compleja en la que predominan los constituyentes orgánicos, los cuales dan al fruto su sabor característico y su textura. El fruto tarda de 60 a 70 días desde la antesis (cuajamiento) hasta el momento de la cosecha.

Hábitos de crecimiento

La planta de tomate inicia su crecimiento a partir de un tallo principal, formando entre 5 y 10 hojas antes de producir el primer racimo floral. Luego, comienzan a diferenciarse dos hábitos de crecimiento de la planta: el crecimiento indeterminado y el crecimiento

determinado.

En plantas de crecimiento indeterminado, se forma en la axila de la hoja más joven (la que está inmediatamente por debajo del racimo floral más reciente) una yema vegetativa que continúa el crecimiento y desplaza esta hoja a una posición por encima del racimo floral más reciente y sigue su crecimiento formando tres o cuatro hojas y luego un nuevo racimo floral. A partir de ahí el proceso se vuelve repetitivo, pues debajo de la nueva inflorescencia surge una yema que desarrolla nuevamente 3 o 4 hojas y un nuevo racimo floral y así sucesivamente se repite esta secuencia de crecimiento hasta que las condiciones sean favorables. De esta forma, las plantas de crecimiento indeterminado pueden crecer indefinidamente alcanzando longitudes mayores a 5 metros.

Generalmente requieren sistemas de soporte o “tutorado” para mantenerse erectas. La producción de frutos se maneja a lo largo de toda la planta y para evitar la proliferación de nuevos tallos, deben podarse continuamente los nuevos brotes axilares.

En las plantas de crecimiento determinado, hay una fuerte brotación de yemas axilares y se producen menor número de hojas (una o dos) entre los racimos florales. Se caracterizan por alcanzar una longitud máxima de dos metros y desarrollar una inflorescencia por cada hoja. En estas plantas la producción se maneja dejando varios tallos que se desarrollan simultáneamente. La mayoría de las variedades para tomate de procesamiento o industria tienen hábito de crecimiento determinado ya que su corta estatura facilita los procesos de cosecha mecanizada.

Por lo general, las variedades de crecimiento determinado comienzan la producción unos días antes que las plantas de crecimiento indeterminado, pero la duración del período de cosecha es más corto. En condiciones de cultivo bajo invernadero en la Sabana de Bogotá, una planta de crecimiento indeterminado comienza la producción entre 3 y 3 ½ meses después del trasplante y el ciclo de cosecha puede durar en promedio cuatro meses.

Fisiología del cultivo

En términos sencillos, la fisiología es la forma como la planta de tomate funciona como respuesta a los factores ambientales y de manejo del cultivo. Por ejemplo, cuando se cultiva el tomate en invernadero el funcionamiento (crecimiento, formación de racimos florales, desarrollo de frutos, entre otros) es diferente al del cultivo a campo abierto, por efecto de las diferencias en la temperatura. De la misma manera, las prácticas de manejo como fertilización o podas hacen que la planta funcione de una u otra forma.

Entender un poco la fisiología de la planta de tomate nos ayuda a comprender cómo las prácticas de manejo del cultivo inciden en su productividad.

La fisiología del cultivo depende de cada etapa de desarrollo (etapas fenológicas). La primera etapa de desarrollo -conocida como desarrollo vegetativo- se produce desde la germinación y emergencia de la plántula hasta la aparición del primer racimo floral.

En general, el primer racimo floral surge después de la formación de 5 a 10 hojas, cuando la planta tiene una altura mayor a 40 cm.

En la segunda etapa de desarrollo se presenta un crecimiento simultáneo entre crecimiento vegetativo y reproductivo con la aparición de nuevas hojas y racimos florales a partir de los cuales se van formando progresivamente los frutos.

Posteriormente, se inicia la etapa de producción en la cual los primeros frutos en desarrollarse comienzan su madurez y cosecha. En esta etapa, al tiempo en que se cosechan los frutos, la planta sigue desarrollando hojas y nuevos racimos florales.

Finalmente se llega al estado de desarrollo en el cual, debido a factores asociados al tipo de hábito de crecimiento o a las prácticas de manejo, se detiene de forma natural o inducida el crecimiento de la planta y solamente se mantiene el desarrollo de los frutos que ya se han formado.

2. Propagación de tomate

Criterios de selección del material vegetal

El tomate es una especie que no responde al fotoperíodo (número de horas de luz en el día). Por tanto, los diferentes materiales disponibles pueden ser sembrados en Colombia. Sin embargo, al seleccionar una variedad o híbrido de tomate se deben considerar las siguientes características:

El hábito de crecimiento

Principalmente existen dos tipos de hábito de crecimiento para el tomate; el indeterminado y el determinado. Es importante identificar el hábito de crecimiento para el tipo de tomate que se quiere sembrar, ya que de éste y de las características del invernadero se pueden generar variaciones en aspectos relacionados con el establecimiento y manejo del cultivo. A su vez, en las variedades de crecimiento indeterminado se presentan dos formas de crecimiento y desarrollo de las plantas. Por una parte, están las plantas de crecimiento

abierto que son en general más precoces, con entrenudos largos, hojas pequeñas y frutos de tamaño medio. Estas variedades se adaptan muy bien en invernaderos que tienen una estructura alta para el tutorado de las plantas y principalmente en los casos en que el invernadero tiene problemas de ventilación, puesto que su menor densidad de hojas facilita esta función. Por otra parte, están las variedades de crecimiento compacto que se caracterizan por tener entrenudos cortos, con crecimiento vegetativo excesivo y frutos grandes.

El calibre y la forma del fruto

El calibre hace referencia al diámetro ecuatorial del fruto. En términos generales y según el calibre del fruto, los tomates pueden clasificarse como grandes, cuando su calibre es mayor a 82 mm, medianos, con calibre entre 57 y 81 mm, y pequeños, los de calibre inferior a 56 mm.

En cuanto a la forma, los frutos de tomate pueden ser generalmente globulares, redondos o achatados. Estas características determinan en gran medida el mercado y tipo de empaque para la comercialización; por ejemplo, para la presentación en bandejas se requieren frutos achatados y de tamaño mediano.

La forma de maduración

Básicamente existen tres formas de maduración de frutos: maduración estándar, cuando los frutos cambian de color al mismo tiempo en toda su superficie; hombros verdes, cuando durante la maduración los hombros permanecen con un color verde oscuro; y hombros ligeramente verdes.

La vida poscosecha

La duración o vida poscosecha del fruto es un aspecto de máxima importancia en la elección del material a cultivar. En el mercado existe una amplia oferta de materiales que poseen la característica de larga duración mediante la incorporación de genes que retardan la maduración y confieren mayor resistencia a la corteza.

La resistencia genética a enfermedades y desordenes fisiológicos

Es un factor muy importante en el momento de seleccionar un material. En la ficha técnica de los diferentes materiales (variedades o híbridos), se especifican las resistencias y/o tolerancias que presenta cada uno.

Las principales resistencias que se ofrecen en una variedad de tomate son las siguientes:

- TMV = virus del mosaico del tabaco
- TYLCV = virus de la cuchara del tomate
- ToMV = virus del mosaico del tomate
- TSWV = virus del bronceado del tomate
- C2 = *Cladosporium fulvum*, razas A y B
- C5 = *Cladosporium fulvum*, razas A, B, C, D, y E
- V = *Verticillium*
- F2 = *Fusarium oxysporum f. lycopersici* razas 1 y 2
- Fr = *Fusarium oxysporum f. radicum lycopersici*
- N = nematodos
- PST = *Ralstonia*
- S = *Stemphylium*

Entre los desórdenes fisiológicos a tener en cuenta durante la selección de un material están: el rajado de fruto, las bajas temperaturas y la maduración desuniforme del fruto conocida como blotching. También existen variedades o híbridos resistentes o tolerantes a condiciones ambientales como la sequía, la salinidad, el calor o el frío.

Estructuras, medios de propagación y prácticas de manejo

Infraestructura

Un semillero es un lugar destinado a la producción en forma controlada de plántulas de buena calidad antes del trasplante definitivo. El sitio seleccionado para su establecimiento debe ser de fácil drenaje y ventilación. La orientación y localización debe garantizar buena luminosidad, facilidad de acceso y realización de las prácticas de manejo.

Las instalaciones necesarias para la propagación de las plantas son el invernadero, los bancos de enraizamiento y el sistema de fertiriego. El invernadero es una estructura de metal o madera cubierta con un material transparente, comúnmente polietileno. Su función debe ser:

- a) mejorar las condiciones ambientales para favorecer la germinación de manera que el sustrato seleccionado y su grado de humedad se mantengan constantes;
- b) protección de agentes climatológicos adversos como viento y lluvia;
- c) protección fitosanitaria preventiva, aislando las plántulas de focos de contaminación

externa. Los bancos de enraizamiento o camas son las estructuras utilizadas para ubicar las bandejas con plántulas con el fin de aislar las plantas del suelo, promover la poda natural de raíces y facilitar las labores.

Finalmente, el sistema de riego y/o fertirriego, como su nombre lo indica, es el equipo utilizado para el riego y la nutrición de las plantas. Para un riego eficaz, se debe disponer de un suministro suficiente de agua de buena calidad agrícola, libre de fitopatógenos y sin exceso de sales. El sistema empleado debe garantizar facilidad para regular la frecuencia, cantidad y homogeneidad de los riegos, y también asegurar que el tamaño de gota y presión de aplicación no afecten el normal desarrollo de las plántulas. Los sistemas de riego varían desde medios manuales como regaderas y mangueras hasta sistemas automatizados de nebulización.

Sustratos y contenedores

El sustrato es el medio de cultivo en donde se desarrolla el sistema radicular de la plántula. El sustrato empleado para la siembra de tomate debe poseer ciertas características que permitan un adecuado desarrollo de la plántula. Algunas de esas características son:

- Servir de soporte a la planta; debe ser liviano (densidad aparente menor a 0,2 g/cm³), y con alto porcentaje de espacio poroso.
- Proporcionar una alta capacidad de retención del agua disponible.
- Tener buen drenaje y aireación.
- Presentar baja tendencia a la compactación.
- Estar libres de patógenos, semillas y nemátodos.

Existen varios sustratos adecuados para la producción de plántulas de hortalizas en bandejas de propagación. Comercialmente, hoy en día están disponibles las mezclas sin suelo que generalmente contienen turba, fibra de coco, perlita, vermiculita, nutrientes y agentes humectantes. Las mezclas sin suelo se seleccionan por:

- a) el suministro y homogeneidad. El material elegido debe ser uniforme y fácilmente disponible;
- b) las propiedades físicas, químicas y biológicas deben garantizar un óptimo desarrollo de la planta;
- c) la experiencia, no todos los sustratos requieren el mismo manejo, se recomiendan evaluaciones previas antes de utilizar nuevos sustratos o mezclas.

d) El costo, aunque es importante, no debe comprometer la calidad de la plántula.

Entre los principales sustratos para la producción de plántulas se encuentran la turba y la fibra de coco. Las turbas son principalmente vegetales fosilizados, constituidos de restos de musgos y otras plantas descompuestos parcialmente. Según el grado de descomposición, se clasifican en turbas rubias y negras. Las turbas rubias corresponden a las menos descompuestas y ampliamente utilizadas como sustrato, pues conservan parte de su estructura y poseen excelentes propiedades físicas y químicas. Las turbas negras se encuentran a mayor profundidad y su grado de descomposición es mayor al de la turba rubia. Debido a su estructura, tienen una aireación deficiente y elevados contenidos de sales solubles.

La turba es acondicionada física y químicamente mediante la adición de otros materiales que mejoran la porosidad, la acidez y los niveles nutricionales. Por lo general, la turba preparada comercialmente tiene un pH entre 5,5 y 6,5 y una conductividad eléctrica que va desde 0,7 hasta 1,1 dS/cm-1. Comercialmente, la turba viene empacada en pacas o fardos de 107 a 300 litros comprimidos o en bolsas de 80 litros sin comprimir. Aunque es un sustrato costoso, la turba posee muy buenas propiedades físicas como baja densidad aparente (0,05 - 0,15 g/ml-1), alto porcentaje de espacio poroso y alta capacidad de retención de agua.

Por su homogeneidad y disponibilidad, se destaca la fibra de coco como alternativa al uso de la turba. Es un subproducto del procesamiento del mesocarpo fibroso del fruto, con una elevada capacidad de aireación, pH óptimo y adecuados niveles de aportes de nutrientes, especialmente fósforo y potasio (Berjón et al., 1999). La presentación comercial de la fibra de coco es similar a la de la turba.

En la producción comercial de plántulas se requiere el uso de contenedores, que permiten que cada semilla se siembre en un recipiente y que al extraer la plántula se mantenga intacto el sistema radicular, facilitando su transporte y trasplante. Los contenedores generalmente son bandejas plásticas con numerosas celdas de pequeñas dimensiones y volumen que varía entre 9 y 25 centímetros cúbicos. Para tomate se recomienda utilizar bandejas con un volumen por celda mayor a 18 centímetros cúbicos.

Diversas investigaciones demuestran que el tamaño del contenedor es determinante de la calidad de la plántula. Cuanto mayor sea el tamaño del contenedor, aumentan el área foliar, la biomasa y el volumen de raíz (Cantliffe, 1993). El crecimiento de raíces y brotes vegetativos es interdependiente y puede afectarse cuando el sistema radicular está restringido a volúmenes pequeños de enraizamiento; así mismo, plantas con buen desarrollo radicular toleran mejor el trasplante (NeSmith y Duval, 1998).



Imagen: www.huffingtonpost.fr

Etapas en la producción de plántulas

La producción de material de propagación es una actividad especializada que requiere del equipamiento e infraestructura adecuados para el establecimiento y desarrollo normal del material de propagación. Cada una de las etapas del proceso de producción debe ser debidamente planeada y ejecutada, ajustándose a los requerimientos técnicos establecidos para la producción de plántulas de tomate con adecuados estándares de calidad.

Preparación del sustrato

Comprende la selección, preparación del sustrato y llenado de contenedores. En esta etapa se deben determinar los niveles de nutrientes, el pH y la concentración de sales del sustrato, expresada mediante conductividad eléctrica (CE), para así hacer las correcciones pertinentes. El pH debe oscilar entre 5,0 y 6,5. El nivel de sales varía dependiendo de las cantidades de fertilizantes en la mezcla. Es aceptable una conductividad eléctrica de 1,0 a

2,0 dS/m-1. En la preparación, el sustrato se debe desmenuzar muy bien y garantizar un humedecimiento homogéneo. Para el llenado de los contenedores se recomienda llenar por completo las celdas y evitar la compactación del sustrato.

Siembra y germinación

La semilla de tomate es plana y de forma lenticular. En general, un gramo de semillas contiene de 250 a 350 semillas, según la variedad. Debido a los costos que implican las nuevas tecnologías de producción de plántulas, se requieren semillas de alta calidad que garanticen rápida germinación, buena uniformidad y plantas vigorosas. La utilización de bandejas de propagación presenta ventajas como el uso más eficiente de la semilla, debido a que se siembra una semilla por celda; la facilidad para movilizar las plántulas de un lugar a otro; la economía en el uso del sustrato y el poco daño al sistema radicular.

La semilla debe sembrarse a una profundidad de entre 5 y 10 milímetros y cubrirse con el mismo sustrato en que fue sembrada para asegurar que se mantenga húmeda. La germinación de la semilla es un paso crítico durante el proceso de producción de la plántula. La semilla de tomate requiere de buena aireación para germinar, por lo que es necesario evitar la saturación del sustrato con agua. La temperatura óptima para la germinación está entre 23 y 25 °C. El tiempo necesario para la germinación varía según la variedad y el lote de semillas, pero en general la germinación y emergencia de las plantas se produce entre los 3 y 6 días después de la siembra.

Desarrollo de la plántula

Comprende el tiempo que tarda la planta desde la siembra y germinación hasta que se alcanza el desarrollo foliar adecuado para su trasplante.

Prácticas de manejo

La calidad del material de propagación es un factor decisivo para un adecuado establecimiento del cultivo. Esta calidad, a su vez, es una respuesta a las prácticas de manejo durante el desarrollo de la plántula. Las principales prácticas de manejo durante la fase de propagación del tomate son las siguientes:

Niveles óptimos de fertilización en el sustrato para producción de plántulas de tomate.

ppm ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)

<i>pH</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>	<i>Mo</i>
5,8-6,5	100-120	20-30	150-180	60-100	30-60	80-120	3,5	2,3	0,7	2,5	0,4	0,2

Método: en extracto de saturación (SME).

Nutrición y riego

El riego y el programa de fertilización tienen un efecto fundamental en el crecimiento de la plántula. Es aconsejable hacer un análisis completo del agua de riego. La cantidad y frecuencia de riego varían dependiendo del volumen de la celda, el sustrato, la ventilación del invernadero y las condiciones del clima. Una recomendación general es regar las bandejas todos los días mediante riego por aspersión o, en su defecto, con una regadera de poma fina para evitar destapar las semillas. Los riegos deben hacerse 2 o 3 veces al día, según las condiciones climáticas y el crecimiento de la planta, asegurándose de que cada celda quede completamente húmeda para promover el crecimiento de raíces en la parte inferior de la celda.

La nutrición de las plántulas se hace a través de soluciones nutritivas aplicadas frecuentemente. La concentración de la solución nutritiva está dada por la cantidad de elementos nutritivos que contenga. Esta concentración se expresa en unidades denominadas partes por millón (ppm) o mmol/l. El incremento moderado en la concentración da como resultado un incremento en la altura, el diámetro del tallo y el peso de la planta, mientras que concentraciones muy elevadas pueden ocasionar plantas altas y débiles con pobre calidad.

Los valores óptimos de pH y conductividad eléctrica (CE) varían según el estado de desarrollo de la plántula y se interpretan de acuerdo con la metodología utilizada para su determinación. El ajuste de la fertilización se debe hacer con base en un análisis físico y químico del material que se va a utilizar como sustrato de siembra. En la tabla 1 se indican los niveles nutricionales adecuados para el sustrato usado para la producción de plántulas de tomate (Alarcón y Egea, 1999).

Manejo y prevención de enfermedades en el semillero

La mejor forma de controlar las enfermedades de las plántulas es a través de medidas sanitarias preventivas y un adecuado manejo de las condiciones ambientales dentro del invernadero. Entre las prácticas más recomendadas para prevenir enfermedades se cuentan:

- Controlar las malezas dentro y en los alrededores del invernadero.
- Desinfectar las bandejas de siembra cuando éstas son reutilizadas.
- Ventilar el invernadero promoviendo la circulación de aire alrededor de las plántulas.
- No excederse en el riego y utilizar sustrato de buena calidad.

Normas de calidad de plántulas

- Una plántula de tomate tiene las condiciones apropiadas para su trasplante cuando cumple con las siguientes condiciones:
- La altura está entre los 10 a 15 cm y tiene como mínimo cuatro hojas verdaderas formadas y existe buena uniformidad entre plántulas en la bandeja de propagación.
- Las hojas están bien desarrolladas, son de color verde, erectas y sin entorchamientos.
- La coloración es ligeramente púrpura en la base del tallo y en el envés de las hojas. Los cotiledones están completamente sanos.
- Las raíces son blandas y delgadas, y llenan todo el contenedor de arriba hasta abajo. Las raíces con un color marrón y que no se extienden hacia la parte inferior del contenedor, son síntomas de que han estado creciendo bajo un estrés de humedad, lo cual puede retardar el enraizamiento en el campo.

Injertación de tomate

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal vivo, de tal manera que se unen y se desarrollan como una sola planta (Hartmann et al., 1997). El tomate es una de las hortalizas en la cual esta práctica es ampliamente utilizada; para el año 2000, en Japón se injertaba hasta el 48% del tomate producido bajo invernadero (Lee, 2003).

La injertación en tomate facilita el manejo y control de enfermedades, utilizando patrones con cierta resistencia a enfermedades que se desarrollan en el suelo, lo que permite mantener plantas sanas y vigorosas durante más tiempo; además, aumenta la producción del cultivo. Por otro lado, se registran incrementos en la producción y calidad mediante el uso de patrones tolerantes a condiciones de estrés, como la salinidad. Las principales limitaciones del uso de injertos en la producción de tomate son el costo adicional del patrón y la mano de obra requerida.

3. Manejo del cultivo

Establecimiento del cultivo

El establecimiento del cultivo consiste en el trasplante del material de propagación en el sitio en donde se adelantará su crecimiento y desarrollo. De acuerdo con el sistema de producción escogido, el material podrá sembrarse directamente en el suelo o en un sustrato, si el sistema es hidropónico. El éxito durante el establecimiento del cultivo depende de varios factores, como la humedad adecuada del suelo o sustrato, el estado nutricional y fitosanitario del mismo, la profundidad de siembra y la calidad del material de propagación, entre otros.

Densidades de siembra

Existen básicamente dos formas para ubicar las plantas dentro del invernadero. La primera es mediante surcos individuales en donde se dejan distancias entre surcos que varían entre 1,0 y 1,4 m. Las distancias entre plantas a lo largo de los surcos pueden ir de 30 a 50 cm, según la variedad seleccionada. La segunda es el trasplante en surcos dobles (foto 2) en donde se hacen camas en las cuales se dejan de 50 a 60 cm entre los dos surcos de la cama y de 40 a 50 cm entre plantas a lo largo del surco. La distancia entre los centros de las camas varía entre 1,40 y 1,60 m, dejando, por tanto, caminos de 0,8 a 1,0 m de ancho.

De esta manera se alcanzan densidades de 2,2 a 2,5 plantas por m². En algunos casos, especialmente cuando se trabaja con variedades de crecimiento abierto o en condiciones de clima frío, se pueden utilizar densidades de siembra más altas cercanas a 3 plantas por metro cuadrado. En condiciones de menor luminosidad y mayor temperatura, se debe trabajar con una densidad más baja para mantener una calidad aceptable y un buen rendimiento. Una densidad más elevada de lo recomendado implicará un mayor costo en material vegetal y en insumos, mayores problemas sanitarios y una menor calidad en el tamaño de los frutos.

Trasplante

El trasplante definitivo se realiza aproximadamente a las cuatro o cinco semanas después de la siembra. Un trasplante bien hecho es esencial para obtener una buena cosecha en invernadero. Antes del trasplante, se aconseja levantar camas a una altura mínima de 20 cm. Luego, se hace el trazado de los surcos y se marcan los sitios en los cuales irán ubicadas las plantas. Cuando se utiliza el acolchado plástico, la ubicación de las plantas se marca sobre el plástico mediante un pequeño agujero. En el sitio de trasplante se hace un

hueco de aproximadamente 5 cm de profundidad, ligeramente mayor al volumen ocupado por el recipiente que contiene la planta que se va trasplantar. El suelo debe tener un adecuado nivel de humedad.

Las plantas se van colocando con cuidado, tratando de no deshacer el bloque de sustrato en el que están enraizadas. Se recomienda que durante el trasplante una pequeña porción del tallo quede enterrada en el suelo para proporcionar un mejor soporte inicial y permitir a la planta el desarrollo de nuevas raíces, pero teniendo precaución de que las hojas cotiledonales no queden enterradas. Una vez trasplantadas, es necesario regar las plantas lo antes posible para evitar el marchitamiento. En los primeros días después del trasplante, los riegos deben ser cortos pero frecuentes para mantener húmeda la zona donde están desarrollándose las raíces.

Podas

La poda es la práctica de remover cualquier tipo de estructura de la planta. El principal objetivo de las podas es balancear el crecimiento reproductivo y vegetativo, permitiendo que los fotoasimilados se canalicen hacia los frutos, pero también tiene otros beneficios principalmente de tipo fitosanitario. Básicamente existen cuatro tipos de podas:

Poda de formación

Mediante esta poda se decide el número de tallos que va a tener la planta. Lo aconsejable para variedades de crecimiento indeterminado es la poda a un solo tallo, ya que la planta es más vigorosa y se facilita su tutorado y manejo. En caso de que se tome la decisión de dejar dos tallos en la planta, se deben escoger los dos tallos más vigorosos. El tallo más vigoroso es el principal y el segundo tallo es aquél que aparece inmediatamente por debajo de la primera inflorescencia.

Poda de yemas o chupones

Las yemas axilares, también llamadas chupones, son pequeños brotes que crecen en el punto de inserción entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas y que se deben eliminar manualmente antes de que se desarrollen demasiado (< 5 cm). Esto evitará que tomen parte de los nutrientes que son importantes para el fruto. Además, al eliminarlos cuando aún son pequeños, se reduce el tamaño de las heridas y así la probabilidad de ataque de hongos, especialmente de *Botrytis cinerea*.

Para evitar la eliminación accidental del punto de crecimiento de la planta al confundirlo

con un chupón, únicamente se deben eliminar los chupones que están por debajo del último racimo floral que se ha formado. A medida que el cultivo se desarrolla, la proliferación de chupones disminuye y su control se puede hacer con menos frecuencia.

Poda de flores y frutos

La poda de flores y frutos ayuda a balancear el crecimiento vegetativo con el generativo, para optimizar el número y el tamaño de los frutos en el racimo y a lo largo de la planta. El manejo de la poda de frutos no tiene una fórmula general, y dependerá de las siguientes variables:

Variedad. En variedades de fruto grande se dejarán menos frutos por racimo que en variedades de fruto pequeño. A la vez, variedades con hábito de crecimiento abierto y con frutos más pequeños tienden a formar inflorescencias con numerosas flores. Por eso, es necesario eliminar algunas flores para que los frutos que se formen puedan crecer más homogéneamente y alcanzar tamaños un poco mayores hasta donde su potencial genético lo permita.

Condiciones climáticas. En condiciones de temperatura más elevada y menor radiación, se deben dejar menos frutos por racimo para mantener las mismas características de calidad. A la vez, a mayor densidad de siembra o menor disponibilidad de radiación por planta, se debe disminuir la cantidad de frutos por racimo para mantener la misma calidad.

El estado de desarrollo de la planta y vigor. En los primeros racimos se acostumbra podar frutos para favorecer el crecimiento vegetativo, dejando de 4 a 6 frutos según la variedad y el clima. Igualmente, cuando en las plantas se están cuajando los frutos del 7º racimo en adelante, éstas muestran con frecuencia un crecimiento vegetativo débil. Si el objetivo es producir más racimos, es conveniente dejar estos racimos con uno o dos frutos menos que los racimos anteriores.

Las exigencias del mercado. Según el mercado para el cual se produce, se requiere cierta proporción de frutos de diferentes calibres o tamaños. El tamaño depende en parte de la variedad y las condiciones climáticas, pero se puede también manipular a través de la poda de frutos.

En variedades de crecimiento compacto y vigoroso (frutos multiloculares), sembradas en clima medio con una densidad de aproximadamente 2,5 plantas por m², se deben dejar solamente cuatro frutos en los primeros dos racimos para no sobrecargar la planta y permitir que éstas sigan creciendo normalmente y emitiendo nuevos racimos florales. Más

adelante se pueden dejar 5 frutos por racimo mientras la planta esté en buenas condiciones de vigor. En clima frío moderado, donde el desarrollo del cultivo y de los frutos es más lento, se pueden dejar más frutos que en clima medio. Aquí se recomiendan de 4 a 5 frutos en los primeros dos racimos, después de 5 a 6 frutos en los siguientes racimos.

Las variedades con hábito de crecimiento abierto y con frutos más pequeños tienden a formar inflorescencias con numerosas flores. Por eso, es necesario eliminar algunas flores para que los frutos que se formen puedan crecer más homogéneamente y alcanzar tamaños un poco mayores hasta donde el potencial genético de la planta lo permita. Generalmente, el primer fruto de los racimos es el más grande, pero a veces éste crece tan rápido que los demás frutos se quedan pequeños, o, en algunas variedades, el primer fruto tiende a deformarse y perder su valor comercial. Si esto ocurre se puede optar por eliminar el primer fruto de forma sistemática.

Fuera de la poda de frutos para equilibrar el crecimiento vegetativo con el generativo, también se hacen podas sanitarias y podas para eliminar malformaciones. Frutos con pudrición apical, frutos con síntomas de ataque por enfermedades o insectos, o con malformaciones como “cara de gato” deben eliminarse tan pronto se detecta el síntoma. Dejarlos más tiempo en la planta sería sólo un gasto de energía para el cultivo.

Poda de hojas bajas

A medida que las plantas maduran y se cosechan los frutos de los racimos más inferiores, las hojas más antiguas situadas en esta zona comienzan a amarillarse y a morir. Éstas deben ser eliminadas para permitir una mejor ventilación y bajar a su vez la humedad relativa en la base de las plantas. La eliminación de estas hojas se debe comenzar al finalizar la recolección de los frutos del segundo racimo, y de ahí en adelante se deben seguir podando a medida que maduran los racimos. La poda se puede hacer simplemente partiéndolas con los dedos al nivel del tallo para evitar al máximo las cicatrices y se deben retirar inmediatamente del invernadero para eliminar cualquier infección.

En términos generales, siempre se trata de mantener una buena área foliar sin que ésta sea excesiva. En variedades muy “frondosas” se puede podar de vez en cuando algunas hojas en la parte bajera y del medio. Esto aumentará la ventilación en el cultivo y disminuirá la incidencia de enfermedades sin afectar la producción.

Una recomendación general para casos en los cuales se ha implementado un programa de control biológico de mosca blanca mediante el uso de parasitoides, es la de revisar las hojas antes de la poda para verificar si todavía se encuentran pupas de mosca blanca

parasitándolas. Si esto ocurre, se recomienda dejarlas hasta que emerjan los adultos de los parasitoides.

Tutorado y enrollado

El tutorado consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda de plástico o de tela que va desde la base de la planta (tercera o cuarta hoja) hasta un alambre ubicado directamente sobre las plantas a 2,5 a 3,0 metros de altura y tendido en el mismo sentido del surco (foto 4). Para sostener la planta a lo largo de la cuerda se pueden usar abrazaderas de plástico, las cuales se anillan al tallo por debajo del pecíolo de una hoja completamente desarrollada y resistente. También se puede tutorar la planta enrollándola a la cuerda, en el sentido de las manecillas del reloj, cada 2 o 3 hojas o una vuelta por cada racimo.

Se debe tratar de hacer esta labor sin maltratar a las plantas, es decir, no envolverlas más de lo necesario y no estrangularlas. La labor de enrollado de las plantas se hace semanalmente y hasta dos veces por semana durante las primeras semanas de desarrollo a temperatura elevada, cuando el crecimiento de las plantas es muy rápido. Posteriormente, cuando comienza la formación de frutos el enrollado se puede hacer una vez por semana.

Es importante enfatizar que durante el enrollado la parte superior de la planta (la cabeza) debe quedar libre para permitir una expansión normal de las hojas y evitar su entorchamiento. A medida que crece la planta, será necesario descolgarla para facilitar su mantenimiento.

Polinización

La planta del tomate es “autopolinizadora”, por lo cual no se requiere de polinización cruzada. Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre. En cambio, en los invernaderos, el movimiento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por sí mismas, siendo necesaria la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización.

En los cultivos bajo invernadero, los productores hacen una vibración de la planta golpeando el sistema de tutorado. Otros productores no toman ninguna medida para mejorar la calidad de la polinización.

Las condiciones climáticas también son importantes para una buena polinización. Para prevenir la caída de flores, la temperatura promedio no puede exceder 25 °C, especialmente

en condiciones de baja luminosidad. Por debajo de 15 °C existen problemas con la fecundación y por debajo de 10 °C se detiene el proceso.

La humedad del aire también tiene una influencia directa en la fecundación. Valores elevados, especialmente con poca iluminación, pueden reducir la viabilidad del polen. Buitelaar & Eindhoven (1986) definen el rango óptimo de humedad relativa para la polinización entre 60 y 85%. Debajo de este rango se reducen las características pegajosas del estigma, lo que puede disminuir la adhesión y germinación del polen. A la vez, humedades muy bajas ocasionan la desecación del polen haciéndole perder su efectividad. Por encima del rango mencionado se reduce el desprendimiento del polen de la antera.

Todo el proceso de fecundación dura, en condiciones normales, aproximadamente 50 horas. Cuando la polinización se ha efectuado correctamente, al cabo de una semana comienzan a formarse los frutos; esto es lo que se denomina cuajado de la flor. Cuando las plantas son jóvenes y producen sus primeros racimos florales, éstos se deben polinizar todos los días o como mínimo cada 48 horas hasta que se observen los primeros frutos.

Es muy importante asegurar que en estos primeros racimos se formen frutos, ya que ello induce a la planta a un estado reproductivo que favorecerá positivamente la floración y la productividad de la misma. Para incrementar la productividad del cultivo de tomate bajo invernadero, se recomienda implementar algún tipo de medida para polinización, entre las 9 y 10 a.m., cada día de por medio, desde el inicio de la floración.

Ciclo de cultivo

La duración del ciclo de cultivo del tomate está determinada principalmente por la variedad y por las condiciones del clima en las cuales se produce el desarrollo de la planta. Cuando se realiza el trasplante al invernadero, ya ha ocurrido la diferenciación floral, es decir, ya se ha dado origen a la primera inflorescencia, aunque ésta no sea visible todavía. El tiempo transcurrido hasta la apertura de la primera flor de la primera inflorescencia depende de la radiación total recibida, pero puede estar entre 40 y 50 días después de la siembra de la semilla.

El desarrollo de la flor, por su parte, está determinado fundamentalmente por la temperatura, siendo las temperaturas diurnas más importantes que las nocturnas en la promoción del desarrollo de las flores. Cuando la flor ha alcanzado un completo desarrollo, se produce la fecundación del fruto como consecuencia de la polinización. El tiempo requerido desde el cuajamiento del fruto hasta que se desarrolla un fruto maduro oscila entre 7 y 9 semanas, en función de la variedad, la posición en el racimo y las condiciones

ambientales.

Inicialmente, el crecimiento del fruto es lento durante las primeras 2 o 3 semanas y se alcanza un 10% del peso total del fruto. Posteriormente, viene un período de rápido crecimiento que dura entre 3 y 5 semanas, en el cual el fruto alcanza prácticamente su máximo desarrollo. Finalmente, hay un período de crecimiento lento de unas dos semanas, en el que el aumento en el peso del fruto es pequeño, pero se producen cambios metabólicos característicos de la maduración (Chamarro, 1995).

Renovación del cultivo

Cuando la productividad de las plantas comienza a decrecer, es necesario hacer una renovación del cultivo. Debido a los altos costos de producción de tomate bajo invernadero, es necesario aprovechar al máximo el área disponible a lo largo del año. Al momento de hacer la renovación de un cultivo, el punto de crecimiento de la planta se elimina mediante un corte 2-3 hojas por encima del racimo en floración más alto.

Esta práctica se debe hacer por lo menos 5-6 semanas antes de la fecha destinada para renovar el cultivo, con el objetivo de que durante ese tiempo los frutos que ya se han formado en la planta alcancen su máximo tamaño y puedan ser cosechados.

Simultáneamente con la eliminación de los puntos de crecimiento, se debe hacer la siembra de las plántulas para el siguiente cultivo, de tal manera que se pueda minimizar el período de tiempo en que no hay producción.

Otra forma para renovar el cultivo consiste en trasplantar nuevas plántulas en medio de plantas viejas que están próximas a eliminarse, de tal forma que en el momento de la eliminación de las plantas viejas, las nuevas plantas tengan un desarrollo avanzado y comiencen a fructificar en pocas semanas.

Control de malezas

Las malezas, también llamadas arvenses, son todas aquellas plantas que en un momento dado dificultan o interfieren de una u otra forma en el crecimiento de un cultivo.

En el cultivo del tomate -al igual que en todos los cultivos- las malezas tienen dos efectos diferentes: 1) competir en la toma de agua, nutrientes y luz, y 2) ser hospederas alternativas de hongos y plagas que pueden afectar al cultivo.

En la toma de agua, la interferencia no suele ser muy importante si el agua es un recurso abundante. Pero si no lo es, como en muchas partes, la competencia puede ser importante,

especialmente por aquellas malezas que poseen sistemas radiculares más desarrollados que los del tomate. Con respecto a los nutrientes, si el suelo está bien fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio, la competencia se produce principalmente por elementos secundarios y micronutrientes.

La competencia por luz se origina más tardíamente y es más severa en malezas con gran desarrollo foliar. El grado de interferencia está condicionado principalmente por el estado de desarrollo de la planta de tomate, siendo mayor entre la germinación y las primeras semanas del trasplante definitivo.

El control de las malezas, al igual que el de plagas y enfermedades, también requiere un control integrado que combine el control con herbicidas (naturales o sintéticos) con algunas prácticas culturales: preparar muy bien el terreno donde se van a trasplantar las plantas, ya sea mediante labores manuales o mecánicas, contribuye a controlar las malezas pero no es suficiente para solucionar el problema.

Se pueden cubrir las camas donde se va a hacer el trasplante con un acolchado. El acolchado puede ser de tipo vegetal como cascarilla de arroz, tamo, entre otros, o sintético. El acolchado más común en tomate consiste en una lámina de plástico (negro, gris o blanco lechoso) que se coloca sobre el suelo a lo largo y ancho de la cama, el cual se asegura al suelo apisonándolo con la tierra de los bordes de la cama. Después de instalado, el plástico se perfora únicamente en los sitios en donde se siembran las plantas. El uso de acolchados, además de ejercer una barrera física que obstaculiza la emergencia de malezas, también disminuye la luz dentro de la cama, impidiendo que éstas puedan emerger.

En cuanto al control con herbicidas, el uso de químicos requiere conocimientos mínimos tanto de los productos a utilizar como de las malezas predominantes en la zona donde está el cultivo, puesto que el tomate es una planta especialmente sensible a sufrir daños ocasionados por herbicidas. Frecuentemente, el daño relacionado con los herbicidas puede ser similar al causado por otras fuentes, tales como exceso de sales fertilizantes. Los síntomas de daños por herbicidas no siempre son definitivos y daños similares pueden resultar de la aplicación de diferentes plaguicidas.

[Descarga el documento completo en PDF](#)

Fuente: www.utadeo.edu.co/es

Imagen de portada: www.ricardocuisine.com



www.portalfruticola.com