

# Propagación de tomate **2**

---

Sandra Pulido y Hugo Escobar

## Introducción

La producción de plántulas es una de las primeras etapas en la producción de tomate bajo invernadero. Dicha etapa incluye la selección y propagación del material vegetal. Actualmente, los materiales más utilizados para cultivo bajo cubierta son híbridos de crecimiento indeterminado con alto potencial productivo. Los frutos son de larga vida poscosecha y de tamaño, forma y maduración uniformes.

Una buena plántula para trasplante debe ser vigorosa, verde, libre de plagas y enfermedades, y con buen desarrollo radicular. Una vez trasplantada, debe tolerar los cambios ambientales y de manejo para lograr un óptimo desarrollo (Vavrina C., 2002).

En la actualidad, la producción de plántulas es una actividad especializada que incluye el uso de estructuras sólidas capaces de proteger el valor del material vegetal, sistemas de fertirrigación, uso de contenedores (bandejas de propagación) y sustratos especiales para la siembra de las semillas. Según el tamaño de la explotación, se hace necesario el uso de nuevos equipos y desarrollos tecnológicos aplicados a la propagación de plantas, como máquinas para el llenado de bandejas y sembradoras neumáticas, entre otros.

Con los nuevos requerimientos de calidad, los semilleros deben aplicar protocolos de buenas prácticas agrícolas (ver capítulo 11).

## 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 (ver capítulo 1). 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

P<sub>ST</sub> = *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.

En el anexo 1 se reportan algunos híbridos de tomate disponibles en el país para producción bajo invernadero.

## 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 (ver capítulo 6).

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 (Navarro, 1999 y Hartmann *et al.*, 1997).

Finalmente, el *sistema de riego y/o fertiriego*, 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 < 0,2 g/cm<sup>3</sup>) y con alto porcentaje de espacio poroso (> 80%).
- Proporcionar una elevada capacidad de retención de agua disponible.
- Tener buen drenaje y aireación.
- Presentar baja tendencia a la compactación.
- Estar libre de patógenos, semillas y nematodos.

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 (Berjón *et al.*, 1999).

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<sup>-1</sup>. 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 a 0,15 g·ml<sup>-1</sup>), 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).

## 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<sup>-1</sup>. 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 utiliza-

ción 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:

### 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).

**Tabla 1. Niveles óptimos de fertilización en el sustrato para producción de plántulas de tomate.**

ppm (mg·l <sup>-1</sup> )												
pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Mo
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).

Por lo general, los niveles de calcio y magnesio se alcanzan a través de la incorporación de la cal dolomítica que se utiliza para elevar el pH del sustrato. La incorporación de los demás elementos nutritivos se puede hacer de dos formas: incorporando los fertilizantes en presiembra durante la preparación del sustrato, o después de la siembra mediante un plan de fertirrigación. Como fuente de fertilización para los elementos mayores, se aconseja el uso de fertilizantes que permitan una rápida disponibilidad de los elementos nutritivos. Estos fertilizantes pueden ser a partir de fuentes simples como el nitrato de calcio, el nitrato de potasio, el sulfato de potasio, el fosfato monoamónico y el sulfato de magnesio, complementados con una solución de micronutrientes que contenga cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo), manganeso (Mn), zinc (Zn) y hierro (Fe). También pueden usarse fertilizantes compuestos de alta solubilidad que incorporan al mismo tiempo elementos mayores y menores.

### 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 (foto 1) 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 blancas y delgadas, y llenan todo el contenedor desde arriba hasta abajo. Las raíces con un color marrón y que no se extienden hacia la parte inferior del contenedor, son síntoma de que han estado creciendo bajo un estrés de humedad, lo cual puede retardar el enraizamiento en el campo.
- No presentar síntomas de deficiencias nutricionales, estar turgentes y libres de enfermedades y plagas.

### 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. En nuestro país, se están adelantando los primeros avances en la implementación de esta técnica, junto con la labor de las empresas importadoras de semillas en la introducción de patrones con potencial de uso en Colombia.

**BIBLIOGRAFÍA**

- ALARCÓN A. y C. EGEA 1999. Fertirrigación en plántulas y semilleros. En *Plántulas, semilleros, viveros*. Barcelona: Ediciones de horticultura.
- BERJÓN, M.A., P. NOGUERA, V. NOGUERA y L. SEGURA. 1999. «Los sustratos para el semillero hortícola». En *Plántulas, semilleros, viveros*. Ediciones de horticultura. Barcelona. Pág 11-29.
- CANTLIFFE, D.J. 1993. «Pre and Postharvest Practices for Improved Vegetable Transplant Quality». *HortTechnology* 3, 415-417.
- GLOBAL GAP. 2007. «Puntos de control y criterios de cumplimiento. Aseguramiento integrado de fincas. Módulo base para todo tipo de explotación agropecuaria». V3. 0-2. [www.globalgap.org](http://www.globalgap.org).
- HARTMANN, H.T, D.E. KESTER, F.T. DAVIES and R.L. GENEVE. 1997. *Plant Propagation: Principles and Practices*. New York: Prentice Hall International.
- LEE, J.M. 2003. «Advances in Vegetables Grafting». *Chronica Horticulturae* 43 (3), 13-19.
- NAVARRO, J.A. 1999. «Estructuras para semilleros del 2000». En *Plántulas, semilleros, viveros*. Barcelona: Ediciones de horticultura.
- NE SMITH, D.S. and J.R. DUVAL. 1998. «The Effect of Container Size». *HortTechnology* October-December 8(4).
- VAVRINA C. 2002. *An Introduction to the Production of Containerized Vegetable Transplant*. HS849. Horticultural Sciences Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida: University of Florida.

