

TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)

Ubicación sistemática de la especie

El tomate pertenece a la familia *Solanacea*. Es una planta de origen americano, de la zona de Perú - Ecuador, desde donde se extendió a América Central y del Norte.

Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Posee un sistema radical formado por una raíz principal, raíces secundarias y adventicias. Generalmente el 70% de las raíces se localizan a menos de 20 cm de la superficie y puede extenderse superficialmente sobre un diámetro de 1,5 m. El tallo es anguloso y cubierto por pelos, muchos de naturaleza glandular; pudiendo tener crecimiento rastrero, semierecto o erecto. Forma de 6 a 12 hojas, antes que la yema principal se transforme en inflorescencia. El crecimiento subsiguiente se produce a partir de la yema axilar de la última hoja, la cual desarrolla un tallo secundario que crece como una prolongación del tallo primario y desplaza lateralmente la inflorescencia.

- Cultivares con tallo de crecimiento determinado: el crecimiento del tallo principal, una vez que ha producido lateralmente varios pisos de inflorescencias (una cada 2 ó 3 hojas), detiene su crecimiento, formando una inflorescencia terminal.
- Cultivares de tallo de crecimiento indeterminado: posee siempre en su ápice un meristema de crecimiento, originando inflorescencias sólo en posición lateral, normalmente cada 3 hojas.

Las hojas se disponen en forma alternada sobre el tallo, son compuestas imparipinadas con 7 a 9 foliolos lobulados o dentados. También están cubiertas por pelos glandulares.

La floración se produce en racimos simples o ramificados; con 3 a 10 flores cada uno (ocasionalmente pueden contener hasta 50). El fruto es una baya bi o plurilocular que alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y 500 g. Internamente puede presentar entre 2 y 30 lóculos donde se alojan las semillas. Éstas presentan forma lenticular, son de color grisáceo y cubiertas de vellosidad. Cada gramo contiene entre 250 y 300 unidades y su capacidad germinativa dura 4 ó 5 años.

Importancia mundial, nacional y regional

El tomate es la hortaliza más importante y su cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo, habiendo evolucionado la producción media mundial de 34.703 mil toneladas en 1969/71 a 72.744 mil toneladas en 1991/93 y cubriendo casi 3 millones de hectáreas. El consumo medio por habitante se incrementó en el mismo periodo de 26 g a 36 g. Un 25 a 30% de la producción mundial se destina a la industria de conservas, que es la más importante entre las hortícolas.

En Argentina se cultivan alrededor de 28.000 ha, con un consumo medio por habitante y por año de 9 Kg de tomate industrializado y 14 Kg de tomate en fresco. Aproximadamente 11.000 ha se destinan a la producción para consumo en fresco, cultivándose principalmente en Tucumán, Salta, Jujuy, Buenos Aires, Santa Fe, Mendoza y Corrientes. Río Negro, Mendoza, San Juan, Santiago del Estero y La Rioja están dedicados principalmente a la industrialización.

Ecofisiología

El tomate es una planta propia de climas cálidos, pudiendo considerarse el siguiente esquema de temperaturas óptimas:

	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)
Germinación	18-20	-----
Crecimiento	18-25	15
Floración	22-25	13-17
Fructificación	25	18

Germinación: La semilla de tomate no presenta dormición. Las temperaturas bajas (8,5 - 12°C) o superiores a 35 - 37°C provocan un crecimiento muy lento de la radícula. El requerimiento en humedad se ubica alrededor del 75% de capacidad de campo. Los pretratamientos con fitoreguladores como ANA, ácido indolpropiónico y el 2,4 diclorofenoxiacético pueden mejorar la velocidad, uniformidad y porcentaje de germinación.

Entre los 15 y 25 días posteriores a la germinación o en la fase inicial del trasplante es fundamental la disponibilidad de fósforo que tiene un rol importante en el desarrollo radicular. La escasez de este elemento durante este periodo puede llevar a retrasar la cosecha en 2 ó 3 semanas.

Crecimiento vegetativo: se prolonga desde la emergencia hasta la aparición de la primera inflorescencia que ocurre una vez que se han formado entre 6 y 12 hojas verdaderas. Se ve principalmente afectado por la iluminación diaria total y la temperatura. Temperaturas inferiores a 0°C destruyen totalmente la planta, si bien puede rebrotar luego de una helada poco intensa. El cero vegetativo se sitúa en 6°C. Respecto a la temperatura del suelo, los valores inferiores a 12°C resultan críticos para el crecimiento radicular, con umbrales máximos situados entre 30 y 35°C.

Durante esta fase, el exceso de nitrógeno puede conducir a un desarrollo vegetativo demasiado exuberante, en detrimento de la fructificación. Hasta floración se recomienda mantener una relación N:P:K de 1:0,8:0,77 para modificarse en 1:0,2:1,24 a partir de floración.

Floración: La cantidad de flores presentes por racimo se determina en el momento de diferenciación de la inflorescencia (la primera se diferencia cuando se observa los cotiledones totalmente expandidos y la primera hoja verdadera en expansión). Las flores se desarrollan más rápidamente con temperaturas medias de 20°C.

Fructificación: Temperaturas inferiores a 10°C o superiores a 35°C pueden provocar la esterilidad del polen. Se requiere cierto termoperiodismo, siendo adecuadas diferencias térmicas noche/día de 6 a 7°C. El nivel de humedad debe ser superior al 50% e inferior al 85% para que la polinización pueda producirse.

El ovario se desarrolla a fruto maduro en el término de 7 a 9 semanas, en función del cultivar, la posición en el racimo y las condiciones ambientales. El fallo en el cuajado es uno de los problemas más comunes en las zonas marginales de producción. Cuando el problema está causado por bajas temperaturas, puede resolverse mediante la pulverización con ANA u otros promotores del crecimiento. En estos casos es frecuente que los frutos posean pocas o ninguna semilla, mala textura y color. Una iluminación insuficiente puede causar la caída de la flor, aún después de la polinización, al igual que un exceso de fertilización o un cuajado previo abundante.

Los frutos demandan más asimilados que cualquier otro órgano de la planta y su suministro proviene fundamentalmente de las dos hojas situadas por debajo de la inflorescencia y de la inmediatamente superior. Existe cierto grado de competencia entre los racimos. Cuando la disponibilidad de asimilados es limitada, la fructificación de un racimo puede inhibir la floración de los siguientes, en general, los racimos sucesivos florecen a intervalos de 6 ó 7 días pero puede haber retrasos de hasta un mes en el desarrollo de algunos racimos superiores.

El tamaño final del fruto está relacionado con su posición en la inflorescencia, siendo mayor su crecimiento en los frutos proximales debido a una determinación morfogenética previa a la antesis (cantidad de células) como a la competencia entre los frutos de un mismo racimo. Tanto el tamaño como el contenido en sólidos solubles depende de los fotoasimilados recibidos de las hojas. En

zonas de baja iluminación es importante la proporción de frutos huecos (80 - 90%) y también es baja la proporción de materia seca de los frutos en las primeras recolecciones.

La calidad del fruto se ve afectada por el exceso de nitrógeno. Mantener una relación N/K en la fertilización de 1/2 (incluso 1/3) en fase de engrosamiento del fruto, favorece su calidad. Igualmente es necesario el equilibrio entre otros nutrientes, especialmente calcio y potasio, y magnesio. La conjunción de la fertilización nitrogenada y potásica favorece la acidez en tomate, la actividad de las enzimas pécticas, el rendimiento en frutos y reduce la incidencia de alteraciones en la maduración. El potasio influye sobre la precocidad de la cosecha, el tamaño del fruto y el número de flores fértiles. Se le adjudica principal incidencia sobre la firmeza de la piel y la calidad del fruto. La deficiencia de calcio trae aparejada la aparición de enfermedades de tipo fisiogénico como: "podredumbre apical" y "blotchy ripening".

Maduración: el fruto de tomate se clasifica como climatérico. Durante el desarrollo del fruto, la producción de etileno se mantiene baja. La misma aumenta bruscamente, en coincidencia con el inicio de la respiración climatérica. La inhibición de la síntesis de etileno bloquea la maduración. Otro cambio evidente durante la maduración del fruto es su ablandamiento, asociado a modificaciones de la pared celular que implican la solubilización de las pectinas. En este proceso se les atribuye un papel fundamental a las enzimas pécticas, en especial a la poligalacturonasa. La activación y expresión del gen de la poligalacturonasa se produce uno o dos días antes de la producción autocatalítica de etileno.

Es común observar que se cosechan frutos de dos o tres racimos a la vez. Cuando las temperaturas son bajas, el periodo de cosecha se alarga, separándose en el tiempo la cosecha de los distintos racimos. Si la temperatura es elevada, se produce la desaparición de pigmentos clorofílicos, quedando los carotenos e inhibiéndose la formación de licopeno. De esta manera, los frutos resultan con coloración amarillenta que no evoluciona hacia el rojo normal.

Implantación

Elección de cultivares: los cultivares de hábito de crecimiento indeterminado son adecuados para la recolección continua en invernaderos ya que florecen y fructifican en forma regular y uniforme. Los de hábito de crecimiento determinado se utilizan generalmente a campo o en invernaderos para lograr producciones concentradas.

El cultivo se inicia a partir de semillas por:

Siembra directa: se usa tanto en el campo o en el invernadero, cuando es necesario ganar tiempo. Se utiliza para el tomate de consumo en fresco en las producciones tardías de Buenos Aires, tapaderas de Tucumán y barandillas de Santa Fe; durante la época libre de heladas. En las plantaciones para industria se hacen siembras directas colocando 2 a 3 semillas por golpe, ubicándolas a 30 cm entre ellas en el surco y a 1,20 m entre surco. La siembra puede ser manual o mecánica, con sembradoras tipo Planet. En la zona de tomate para industria se utilizan sembradoras que combinan varias operaciones. Se utilizan 3 a 5 Kg de semilla/ha, previamente tratadas con fungicidas e insecticidas.

Almácigo y trasplante: La producción de plantines puede realizarse directamente en el suelo o mediante el uso de speedlings o contenedores. Para almácigos en suelo se requiere una superficie aproximada de 60 m² y 300 g de semilla para obtener plantas para una ha de cultivo. Cada vez está más generalizada la producción de plantines en speedlings, debiendo considerarse para la elección de los mismos, el tamaño de celda, dado que el crecimiento radicular se detiene cuando la

densidad de raíces es superior a 20 mg/cm³. La duración del periodo de almácigo es variable según el momento de siembra, estimándose 60 días en siembras tempranas (de invierno) y 30 días en siembras más tardías. El plantín está en condiciones de ser trasplantado cuando posee el segundo par de hojas verdaderas expandidas.

Preparación del terreno para la plantación: Este cultivo no presenta exigencias especiales respecto a suelos aunque se comporta mejor en suelos sueltos, profundos, con buen nivel de materia orgánica y bien drenados. Los máximos rendimientos se han obtenido con pH comprendidos en un rango de 6,5 a 6,9 (pudiendo tolerar pH desde 5,5). Es una hortaliza bastante resistente a la salinidad. Debe detectarse una conductividad de 8 mmhos/cm a 25°C para que los rendimientos disminuyan un 50%. La tolerancia a la salinidad está relacionada con la variedad y puede ser un carácter heredable.

Se recomienda su rotación con hortalizas de hoja o con gramíneas. No es conveniente volver a cultivar solanáceas ni cucurbitáceas, para evitar ciertas plagas y/o enfermedades comunes.

Densidad: el valor medio es 3 plantas/m², aunque si el objetivo es obtener la cosecha concentrada pueden usarse cultivares determinados de fruto grande con densidades mayores. Si el objetivo del cultivo es una cosecha prolongada, la densidad óptima es de 2 plantas/m².

Marco de plantación: las plantas pueden trasplantarse en hileras simples o dobles, sobre surcos distanciados 0,80 a 1,20 m, dejándose entre plantas una distancia comprendida entre 25 y 50 cm.

Manejo y tecnología

Raleos: en caso de siembras directas se deja una planta por golpe de siembra, de forma que las plantas queden a 25-30 cm.

Reposición de fallas: se realiza 6 a 7 días luego de haber efectuado el trasplante. Debe preverse esta tarea desde el momento de la siembra para producir los plantines necesarios.

Aporque: con esta operación se permite que la planta emita raíces adventicias, facilitando el desarrollo y anclaje. Suele realizarse 3 a 4 semanas luego del trasplante.

Desbrote: eliminación de los brotes que nacen de las axilas de las hojas en el tallo principal, de manera de ir formando la planta para conducirla en altura con el sistema de tutoraje seleccionado. Los brotes deben ser eliminados antes de que excedan los 5 cm, para no ocasionar una herida muy grande y no afectar el crecimiento del tallo principal.

Podas: se dejan 1, 2 ó 3 tallos por planta, según el sistema que se desee seguir. Con un solo "brazo" las plantas dan producciones más precoces, mientras que con 2 ó 3 tallos las producciones son más altas. Con plantas a un tallo se usan marcos de plantación más densos, sobre todo en lo que respecta a distancia entre plantas.

Conducción o entutorado: Según el tipo de conducción pueden usarse cañas, listones de madera, hilos plásticos, mallas.

Formas: Sin ningún tipo de conducción, en forma rastrera, para el tomate determinado destinado a industria. Requiere climas secos para evitar la podredumbre de los frutos.

Barraca o caballete: forma típica de conducción del tomate a campo en la zona de cinturones verdes, donde la planta se lleva a un solo tallo.

Espaldera: típica del norte argentino, Corrientes y algo de Santa Fe. Las plantas son conducidas en general a 2 tallos. Ofrece máxima exposición a la luz solar y facilidad para llevar a cabo las distintas labores culturales.

Sistema holandés o de hilo vertical: sistema de conducción generalizado en invernaderos.

Deshoje: en plantas con exceso de vigor es conveniente deshojar escalonadamente para conseguir dejar el racimo descubierto de modo que tenga una mejor ventilación, mayor exposición a la luz y como consecuencia acelerar la maduración de los frutos. Esta poda se inicia con las hojas basales. No debe ser excesiva ya que el primer racimo es abastecido por las hojas que están inmediatamente debajo de él. Se deben eliminar las hojas más viejas que son más fáciles de desprender y que en algunas situaciones se tornan parásitas.

Despunte: se practica en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, decapitando la planta para definir su crecimiento. El calibre y número de frutos en los racimos superiores puede disminuir y esta decapitación vigoriza y mejora la producción del último racimo.

Raleo de flores o frutos: permite regular el tamaño de frutos mediante la eliminación de flores o de frutos pequeños.

Fijación de frutos con reguladores: el uso de fitoreguladores (del tipo de las auxinas) permite la fijación normal de los frutos. El producto empleado comercialmente es el ácido alfa-naftoxicético, aplicado en la planta entera a razón de 30 ppm en momentos en que se presentan temperaturas bajas y que el 70% de las plantas del cultivo presenten por lo menos dos flores abiertas. Con el mismo objetivo se han usado CCC, giberelinas, 2,4 D.

Control de malezas: El problema más serio se presenta en la siembra directa. Tradicionalmente se hacía a mano. Como herbicidas del tomate y en cultivos al aire libre pueden utilizarse: metribuzina, difenamida, linurón, trifluralina. En post-trasplante, pueden utilizarse difenamida a las dosis de recomendadas comercialmente.

Riego: El porcentaje de humedad óptimo en el suelo de cultivo se encuentra en 60-70% de la capacidad de campo. Cuando los frutos comienzan a cuajar, el régimen de riegos debe hacerse más frecuente. Las necesidades estimadas de agua del tomate en invernáculo son de 2-4 l/día/planta desde la floración del primer racimo.

Fertilización: Los fertilizantes más empleados son los nitrogenados (sulfato de amonio, sulfonitrato de amonio, urea, etc.). También se aplican fertilizantes compuestos, aplicados en banda al trasplante, debajo y al costado de la raíz de la planta.

Cosecha

En nuestro país el cultivo de tomate tiene, normalmente, un período de producción que varía de 2 a 4 - 5 meses (bajo invernadero) dependiendo de la zona de producción y el sistema de cultivo. Pueden transcurrir entre 50 y 60 días desde la apertura de las flores a la maduración de los frutos. En promedio, el periodo de cosecha de una producción es de 3 meses con un pico de calidad y cantidad a los 45 días. Para comenzar la recolección, es imprescindible que los frutos hayan adquirido madurez fisiológica, punto en que el tomate alcanzó su tamaño definitivo. En el país los tomates se cosechan en los siguientes estados dependiendo del destino y distancia al mercado:

Verde maduro: de color verde y el extremo apical presenta una mancha blanca
Pintón o virado: presentan un comienzo de la aparición del color típico de la variedad
Rosado: leve coloración rosada en casi toda la superficie
Rojo firme: color típico de la variedad

Las variedades de crecimiento indeterminado se cosechan en forma manual y escalonada, realizando, como mínimo, dos pasadas semanales. Las de crecimiento determinado de cosecha manual en dos, tres o más pasadas únicamente. Mientras que las de cosecha mecánica, generalmente para industria, se realiza en una cosecha destructiva con madurez concentrada.

Rendimiento: En cultivos al aire libre puede variar entre 40 tn/ha y 70 tn/ha y en invernaderos entre 80 y 100 tn/ha.

Acondicionamiento

El empaque se realiza generalmente en forma manual. Los pasos dentro del galpón consisten en la recepción de los cajones cosecheros, una separación por tamaño y color y el embalaje en cajones de 10 ó 20 kg. Durante este proceso la fruta sufre golpes debido al movimiento y el sistema de embalaje ayuda a compactar más la mercadería. A veces, cuando el tomate se envía a mercados distantes, esta compactación es necesaria para evitar la fricción de un fruto contra otro durante el traslado. En algunos establecimientos se utilizan líneas de empaque más o menos mecanizadas desde la recepción, separación por colores y calibrado.

Para la conservación debe tenerse en cuenta que el tomate es sensible a la exposición a temperaturas menores a 12 ó 13°C.

El transporte desde diversas zonas del país se realiza en camiones abiertos, sin control de la temperatura y cubiertos con lonas. Los camiones refrigerados se utilizan, en alguna medida, para cargas procedentes del noroeste argentino, Brasil, Paraguay o Chile.

Comercialización

Tipos comerciales:

Tipo perita: incluye tanto los tomates perita para industria (más chicos) como los destinados al mercado en fresco

Tipo redondo: incluye tomates redondos, tanto al platense como al larga vida

Tipo cereza o "cherry": tamaño menor a 4 cm de diámetro

Mejoramiento

Normalmente el tomate es una planta autógama. El porcentaje de cruzamientos naturales está determinado por la mayor o menor excursión del estilo y el estigma respecto a la columna estaminal, combinado con la acción de insectos polinizadores. El gran número de producción de híbridos es posible porque las flores son de buen tamaño y fácil manipulación, si bien la tendencia actual parece centrarse en la utilización de algún tipo de androesterilidad genética.

A partir de especies silvestres se ha trabajado y aún se investiga la resistencia a *Fusarium* (*L. pimpinellifolium*), a los insectos (*L. hirsutum*) y a los suelos alcalinos (*L. chesmanii*).

Los rendimientos en semilla pueden variar entre 1,5 y 10 Kg de semilla seca por 1000 Kg de fruto de tomate. La extracción y separación de semillas de las bayas puede lograrse dejando fermentar el conjunto de la carne del fruto en su propio jugo. En 3 ó 4 días se produce la degradación de la pulpa, al final de cuyo proceso la semilla decanta hasta la parte baja del envase. Con este sistema quedan destruidas las bacterias patógenas que pueden transmitirse a través de la semilla. Otras formas de extracción pueden ser meramente físicas o mediante la adición de algunas sustancias químicas (ácido acético o clorhídrico) para precipitar la semilla, realizando luego su lavado y secado.

Los objetivos del mejoramiento varían según los destinos del producto pero pueden resumirse en:

Tomate para consumo en fresco	Tomate para industria
Mayor precocidad Mayor número de inflorescencias por planta Mayor número de frutos por inflorescencia Mayor peso de los frutos Piel consistente Mayor resistencia a fructificar bajo condiciones adversas Resistencia a la salinidad Resistencia a enfermedades y plagas Resistencia a accidentes fisiológicos y rajado de fruto	Formación de matas compactas Firmeza de los frutos Mayor contenido de sólidos solubles Flexibilidad en el procesado (variedades de uso múltiple)

BIBLIOGRAFIA

Comentario [JLG1]:

1. Barón, C; Barés, C. y Maradei F. Manejo poscosecha de tomate. Inspección de Frutas y Hortalizas. Mercado Central de Buenos Aires.
2. Favaro, J.C. y Pilatti, R. 1995. El cultivo de tomate en invernaderos. II Curso de producción de hortalizas bajo invernaderos. "Principales técnicas". FAVE. Universidad del Litoral.
3. Folquer, F. 1979. El tomate. Estudio de la planta y su producción comercial. De. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
4. Maroto, J.V. 1992. Horticultura Herbácea Especial. Ed. Mundi Prensa. Madrid. España.
5. Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 792 p.
6. Rodríguez Rodríguez, R; Tabares Rodríguez, J.; Medina San Juan, J. 1989. Cultivo moderno del tomate. 2º de. Mundi-prensa. España.
7. Vigliola, M. 1998. Cuarta Reimpresión. Manual de Horticultura. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires.