

CURSO DE HORTICULTURA Y FLORICULTURA

AÑO 2022

GUIA DIDACTICA: CULTIVO Y MANEJO DEL CULTIVO DE TOMATE FRESCO

Ing. Agr. (M. Sc.) Mariana del Pino

1. Mercado nacional e internacional

El tomate (*Solanum lycopersicon* L.) es uno de los productos hortícolas más importantes por su alto consumo, gran superficie en producción y por la tecnología e investigación desarrollada en torno a esta especie. La producción y el consumo están muy difundidos en todo el mundo, y por su alta calidad nutricional, constituye un gran aporte vitamínico para la población mundial. Se lo consume fresco, industrializado y seco. Además de su uso como hortaliza, se le atribuyen propiedades medicinales digestivas, desinfectantes y antiescorbútico. Contiene vitamina C, potasio, fibra, y beta-caroteno, precursor de la vitamina A, y es una importante fuente de licopeno, que lo convierte en un alimento funcional para la prevención de enfermedades, como el cáncer de colon y las enfermedades cardiovasculares.

En la actualidad existe una gran cantidad de tipos de tomate, variedades de polinización abierta e híbridos, y año a año se incorporan nuevas, ya que el mejoramiento es constante. Es el 2^a cultivo hortícola más importante en el mundo después de la papa, tanto en el volumen producido como en superficie cosechada (Cuadro 1).

El continente que mayor superficie destina para la producción de tomate es Asia (China el principal productor), y Europa se destaca por la alta calidad del producto cosechado, y en algunos países, por los altos rendimientos obtenidos y por el uso de alta tecnología. El mayor volumen de producción se evidencia en los países más cálidos como Italia y España. En España existe una gran producción de tomate en invernaderos (en Almería). En América, Estados Unidos es el país de mayor producción, y además es un gran consumidor de tomate, tanto fresco como industrializado.

Brasil es el principal productor en Sudamérica, y México y otros países de América Central también se destacan como productores, pero exportan su producción a Estados Unidos.

En Argentina es el 2^o cultivo hortícola más importante después de la papa, y ocupa un sexto de la superficie hortícola total. Se cultiva desde el NOA (Salta y Jujuy) hasta Río

Negro y Mar del Plata, lo que posibilita contar con producción nacional de tomate casi todo el año. Si bien es cultivado en todos los cinturones verdes, existen también zonas especializadas. La región andina (Cuyo) es la zona de producción de tomate para industria más importante, y con este destino también se produce en el Alto Valle de Río Negro y en el NOA (Salta y Jujuy). Para consumo en fresco, las zonas más importantes son el NOA (Salta, Jujuy, Santiago del Estero y Tucumán), el NEA (Corrientes), Buenos Aires (La Plata, Berazategui, Florencio Varela y Mar del Plata), el Alto Valle de Río Negro y también Cuyo (Mendoza y San Juan) (Cuadro 2). En Argentina se cultivan aproximadamente 17.000 ha de tomate (10.500 para mercado fresco y 6.500 para industria). Se producen en el país aproximadamente 1.000.000 de t de las cuales 650.000 t son comercializadas para tomate en fresco (MCBA, año).

País	Producción (tn)	Superficie (ha)
China	62.869.502	1.086.771
India	19.007.000	781.000
Turquía	12.841.990	181.488
Estados Unidos	10.858.990	110.760
Egipto	6.751.856	173.276
Italia	5.252.690	91.410
Irán (República Islámica)	5.248.904	121.203
España	5.000.560	56.940
México	4.271.914	87.917
Brasil	3.917.967	54.537
Argentina	658.106	16.828
Chile	1.050.626	15.202

Cuadro 1: Países importantes (ranking 10) (se incluye Argentina y Chile para su comparación) en la producción de tomate mundial (Faostat 2019).

Zona productora de tomate fresco	Superficie (ha)
NOA	5500 (250 en invernadero)
NEA	800 (inv.)
Cinturón de Bs As	1400 (casi todo inv.)
Mar del Plata	1200 (casi todo inv.)
Mendoza	1200
Patagonia	200
Zona productora tomate industria	Superficie (ha)
Cuyo	4500
Río Negro	1500
NOA	1500

Cuadro 2: Superficie ocupada por el cultivo de tomate en las diferentes regiones del país (García, 2011).

2. Material Vegetal

2.1. Ubicación taxonómica

Pertenece a la familia de las Solanáceas, y su nombre científico es *Solanum lycopersicon* L. Su denominación anterior (*Lycopersicum esculentum* Mill.) es aún ampliamente utilizada.

2.2. Centro de origen y domesticación

El centro de origen de la especie relacionada al ancestro más probable del tomate *Solanum lycopersicon* var. *cerasiforme*, es la región andina desde Colombia hasta el norte de Chile, incluidas las Islas Galápagos. Este tomate ya no se encuentra en forma silvestre (Bayley, cit por Peralta 2007).

Se han determinado dos centros hipotéticos de domesticación del tomate: México y Perú. En México se cree que fue domesticado por los aztecas entre campos de maíz, y llamado por ellos "tumatle ex Themistitan". La palabra "tomate" procede del término *tomatl* o *tomohuac* de la lengua nahuatl de México, que se aplica genéricamente a las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa. No queda claro sin embargo que este nombre se refiriera a un ancestro del tomate cultivado actualmente, sino que se cree que designaba a otro tipo de tomate, el llamado tomate de cáscara o tomatillo, perteneciente a otro género, *Physalis spp.* Sin embargo, no existe indicio concreto acerca del consumo de este cultivo por parte de los pueblos antiguos del Perú.

El tomate se difundió en Europa alrededor del año 1500, inicialmente en Italia y España, y rápidamente se distribuyó por el resto del continente. En algunos países se lo usó como ornamental en la jardinería, sin ser consumido supuestamente por su estrecha relación con plantas tóxicas de la misma familia como la belladona y la madrágora. Pero en Italia y en España se lo comenzó a comer en fresco, en salsas y encurtidos. Se lo llamó "papa de oro", "manzana de oro", "pomi d`Oro" y también "pomi del Perú", entre otras denominaciones, ya que los primeros tomates utilizados como alimento fueron de color amarillo. Alrededor de 150 años más tarde esta especie se comenzó a seleccionar y mejorar por su gran atractivo, y este mejoramiento y selección se mantuvo en forma ininterrumpida hasta la actualidad.

2.3. Características botánicas y biológicas

El tomate es una planta herbácea, que puede ser de tipo perenne en climas tropicales. Se cultiva como una planta anual ya que la afectan las sequías, así como las heladas.

El porte de la planta es erecto en los primeros estadios, pero a cierta altura se torna decumbente. Algunas variedades bajo determinadas condiciones ambientales pueden alcanzar gran tamaño o altura, pero el tallo no se lignifica. El sistema radicular principal es pivotante y profundo, puede llegar hasta 1,20 m de profundidad y está provisto de un número elevado de raíces secundarias. También tiene la capacidad de formar raíces adventicias, que pueden surgir del tallo en contacto con el suelo, pero también de la parte aérea del tallo.

El tallo es un eje circular (Fig 1), a veces algo anguloso, de 1,5 a 3 cm de diámetro, sobre el cual se van insertando las hojas, los tallos secundarios o brotes (Fig 2), y las inflorescencias. Toda la epidermis es pubescente, por la presencia de distintos tipos de tricomas de tipo glandulares y no glandulares, característica típica del tomate. La densidad de esta pubescencia depende de la variedad y les otorga resistencia diferencial frente a artrópodos.



Fig 1: Vista del tallo principal de un tomate indeterminado (izq) y Fig 2: Brote de una yema axilar de una hoja.

El tipo de crecimiento es simpodial. El tallo está formado por sucesivos simpodios, conformados por una cantidad limitada de hojas. El meristema apical emite una inflorescencia, y luego una yema axilar retoma el crecimiento con otro simpodio similar que sucede al anterior, otorgándole un aspecto de continuidad a este eje. Por lo tanto, el tallo está conformado por una sumatoria de simpodios, cada uno con una cantidad determinada de hojas dependientes del cultivar, y una inflorescencia (Fig 3).

Según el patrón de crecimiento de cada cultivar, este tallo puede alcanzar varios metros o tener una altura limitada.

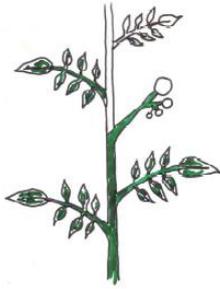


Fig 3: Esquema de un simpodio de tomate.

Las hojas son compuestas, imparipinnadas, con 7 a 9 folíolos peciolados, con borde dentado, con o sin foliólulos. Generalmente son grandes, pueden alcanzar una longitud de 50 cm, recubiertas también de tricomas.

Las flores son perfectas (Fig 4 y 5), regulares e hipóginas, pentámeras, con corola amarilla, y sépalos verdes. Los estambres están soldados formando un cono estaminal de apertura longitudinal de forma introrsa, que rodea al gineceo (al estilo), y el ovario es bilocular o plurilocular. La polinización es principalmente autógama, pero puede presentar distintas situaciones o porcentajes de alogamia. La fecundación se ve favorecida por la polinización entomófila que realizan principalmente abejorros.

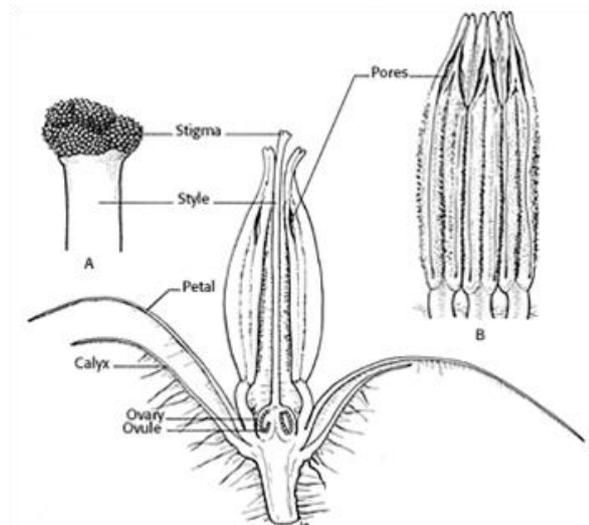


Figure 184. - Longitudinal section of tomato flower, x9. A, Tip of pistil; B, three anthers, greatly enlarged.

Fig 4 y 5: Foto de una flor de tomate y esquema de sus órganos florales.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo cimosas, denominados racimos, de diferentes formas, y con un número de flores variables: de 3 a 20, pero también hay variedades de mucha mayor cantidad de flores, llegando a más de 100, sobre todo en

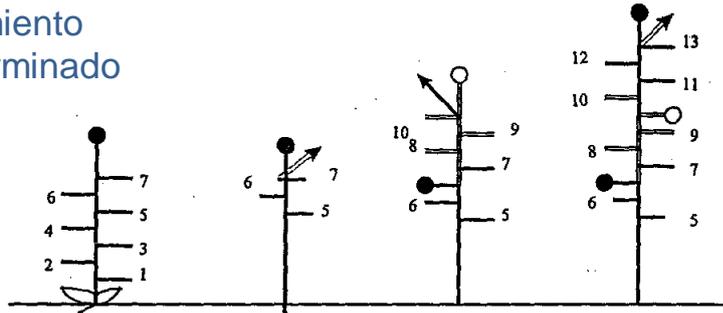
inflorescencias muy ramificadas. Los horticultores llaman a estas inflorescencias “corona”. La flor se une al eje de la inflorescencia por medio de un pedicelo articulado que contiene una zona de abscisión, que se diferencia por un engrosamiento con un pequeño surco. Esta es una característica varietal, ya que en algunas variedades el pedicelo permanece en el fruto y en otras no.

El fruto es el órgano comestible, es de tipo baya, bilocular o plurilocular, que puede tener diferentes colores, formas y tamaños. El peso puede ser de pocos gramos a 400 g o inclusive más. El color más generalizado es el rojo y la forma globosa o redondeada en los tomates para consumo en fresco, y alargada en los destinados a la industria. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas unidas a la placenta y contenidas en una masa gelatinosa, más o menos densa, que constituyen el contenido locular. Las semillas son redondeadas, ligeramente reniformes, generalmente abundantes, de 50 a 200 por fruto, pubescentes, de color ocráceo. Mantienen el poder germinativo durante 3 a 4 años. Un gramo de semilla puede contener entre 300 y 400 semillas, dependiendo de la variedad.

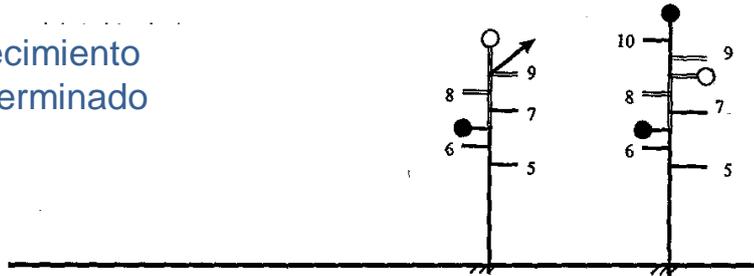
2.4. Tipos de crecimiento

El patrón de crecimiento de la planta puede ser de tipo determinado o indeterminado. El primer racimo aparece en el tallo luego de la expansión de 7 a 12 hojas aproximadamente. En el primer tipo de crecimiento, el porte es de aspecto más arbustivo, el primer racimo aparece entre la 7^o y 12^o hoja, y luego de emitir de 2 a 5 inflorescencias, ya no se emiten más, y el crecimiento de la planta se detiene. Entre racimos, hay 2 o 3 entrenudos cada uno con 1 a 2 hojas, pero los entrenudos se van acortando hacia el último racimo, o hacia la finalización del ciclo. El racimo se presenta de forma más erecta que en los patrones de tipo indeterminado, y en especial el racimo terminal (Fig 6). El patrón determinado está gobernado por el gen *sp* (self pruning) que se descubrió en un mutante de aparición espontánea en Florida, Estados Unidos en el año 1914 (Fig 6 y 7). Por el contrario, en los tomates de crecimiento de tipo indeterminado, las inflorescencias aparecen en forma indefinida mientras el entorno ambiental, nutricional y sanitario lo permitan. Se presentan de 2 a 4 hojas entre racimos y las inflorescencias suelen quedar desplazadas en forma lateral al final de cada simpodio (Fig 6 y 8).

Crecimiento indeterminado



Crecimiento determinado



El tomate y su mejora genética, Philouze, 2002.

Fig 6: Esquema de tomates de crecimiento determinado e indeterminado, identificando cada simpodio con hojas e inflorescencia.



Fig 7: Vista de la inflorescencia terminal en un tomate de crecimiento determinado (izquierda) y Fig 8: indeterminado (derecha).

2.5. Material vegetal, tipos varietales y objetivos de la mejora genética

Maroto (1992) cita las siguientes variedades botánicas de tomate:

- Var. commune o vulgare Bailey, de hojas grades, frutos con numerosos lóculos lisos o poco asurcados
- Var. cerasiforme Hort., de hojas pequeñas, frutos globulares de pequeño tamaño, con pocos lóculos. A esta variedad pertenecen los tomates conocidos como cherry
- Var. pyriforme Hort., de frutos aperados, normalmente dos lóculos
- Var. validum Bailey, de porte erecto, compacto y desarrollo bajo
- Var. grandifolium Bailey, de hojas anchas y planas, con pocos folíolos (normalmente 5), enteros, poco hendidos y un escaso número de folíolos secundarios

La variedad cerasiforme sería la más primitiva de donde derivan los demás tipos y variedades conocidas.

Una clasificación de la gran cantidad de tipos varietales que tiene esta especie es por el destino o uso. Pocos productos hortícolas permiten la diversidad de usos que permite el tomate. Se puede servir crudo, cocido, estofado, encurtido, seco, en polvo, en jugo, en salsa, otras cocciones o como combinación de otros alimentos.

Se produce tomate para industria y tomate para consumo en fresco. La industria del tomate es mundialmente muy amplia y diversa; en Argentina se realiza la producción de tomate industria para tomate pelado, cubeteado, concentrado o puré, y son cultivares casi en su totalidad de tipo pera o perita (alargados), determinados, de producción concentrada, y alto porcentaje de sólidos solubles.

Existe gran cantidad de cultivares de tipo híbrido. Durante las últimas décadas se ha desarrollado la obtención y utilización de híbridos, los cuales manifiestan heterosis, que se traduce en un mayor vigor de planta, producciones más altas y mayor porcentaje de frutos establecidos, precocidad, mejora de la firmeza, además de resistencia a distintas enfermedades bióticas y abióticas.

En Argentina para destino en fresco, la diversificación es mayor, pero también limitada a cultivares redondos, pera o perita (de forma oblonga), tipo cocktail, cherrys y en rama en mucha menor proporción.

Por la configuración genética, los cultivares se pueden clasificar como cultivares de polinización abierta (variedades) o híbridos.

La clasificación más útil de los tipos utilizados en Argentina es por la forma, tamaño, color y disposición del fruto en el racimo.

- Tipo redondos: frutos redondeados (globosos, achatados, lisos o más o menos acostillados). Multiloculares. Pueden pesar de 150 a más de 300 g. Pueden mantener o no el pedúnculo después de cosechados.

De forma redonda también son los conocidos como “larga vida” también, en los que los genes rin y nor son causantes de la mayor duración en estante o góndola, en los cuales se ve retrasada la maduración.

- Tipo pera o perita (oblongos o piriformes): frutos alargados, generalmente biloculares, pericarpio más firme, con menor contenido locular, menos jugoso.
- Tipo cocktail: frutos medianos, redondeados o piriformes, de alrededor de 50 g.
- Tipo cherrys: frutos pequeños, redondeados o piriformes, de 30 g a menos
- También hay cultivares que maduran “en racimo”, llamadas “tomates racimo” o “tomates en rama”, que pueden ser tomates grandes redondos, medianos, cocktail o cherrys. Los preferidos son los que el racimo tiene forma de “espina de pescado”, donde los tomates se disponen a lo largo de un eje hacia cada lado.

En cuanto a colores, el que predomina es el rojo, pero existen cultivares de muchos colores (marrones, violáceos, rosados, amarillos, blancos, verdes, naranjas, jaspeados) en todas sus formas.

Además, hace ya décadas, hay desarrollo de plantas de tomates injertados. El injerto es la combinación de un brote de una planta que se denomina “variedad de injerto” o “copa”, y otra que provee la raíz y base del tallo, que es provista por una planta que se denomina “patrón”, “portainjerto” o “pie”. Esta técnica consiste en unir dos porciones de tejido vegetal, de manera que crezcan y desarrollen como una sola planta, generándose en la combinación estiónica una interacción que puede afectar tanto el crecimiento diferencial de algún o algunos órganos, como así también la productividad. Generalmente, se usan pies de injerto con mayor desarrollo radicular con un cultivar para la “copa” con los atributos que se quiera buscar para fruto a cosechar. Los injertos pueden ser interespecíficos (*Solanum lycopersicum* x *Solanum hirsutum*, *S. lycopersicum* x *S. pimpinellifolium*), o intraespecíficos (*Solanum lycopersicum*). En Argentina también se ha usado como pie de injerto la variedad silvestre *Solanum sisymbriifolium* (Lam), con diversos resultados. La técnica más difundida en tomate es de empalme oblicuo, y lo realizan las propias plantineras comerciales que dominan la técnica y cuentan con sitios acondicionados para llevar a cabo esta labor. En tomate se han usado portainjertos tolerantes o resistentes con resultados efectivos para evitar marchitamientos por *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Perinochaeta lycopersici*, y nematodos. No se ha difundido más aún en nuestra zona, porque requieren una mayor inversión, ya que las plantas son más caras y se requiere un manejo diferencial (alargar el ciclo del cultivo, por ejemplo) que a veces el productor no está dispuesto a hacer. Las plantas de tomate injertadas se caracterizan por ser más

vigorosas que las de pie franco, ya que el sistema radicular es mucho más desarrollado, y así aumenta la capacidad de absorción de agua y nutrientes, y hay mayor concentración de citocininas, que son los causantes del aumento de la tasa de crecimiento.

3. Factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta

El tomate es una especie sensible a heladas. Las temperaturas por debajo de 0 °C ocasionan daños en la parte aérea, y tiene un cero vegetativo de 6 a 8 ° C (también hay citas de 10 °C). Esta especie requiere una temperatura mínima de 12 °C para un correcto desarrollo, aunque soporta temperaturas más bajas durante breves períodos de tiempo. Las fluctuaciones de temperatura diurna-nocturna (termoperiodicidad), benefician su crecimiento y desarrollo. En general, esta fluctuación de temperatura diurna/ nocturna es preferible que sea de 6 y 7 ° C.

Es indiferente al fotoperiodo en un rango de 8 a 16 horas, pero requiere de buena iluminación (1000 a 250 lux/pie). El efecto de una baja iluminación se traduce en síntomas como clorosis, falta de diferenciación de flores, poca o nula madurez, entre otras adversidades. La suma de grados días (con temperatura de base sobre 6 ° C) es un buen estimador de los cambios de fases fenológicas, y de la capacidad de lograr ciclos del cultivo en cada zona geográfica.

Durante el ciclo del cultivo se pueden identificar las siguientes etapas fenológicas:

1. Germinación-emergencia
2. Crecimiento vegetativo
3. Floración
4. Fructificación - maduración

La etapa vegetativa es corta en relación a las otras etapas fenológicas y cada etapa fenológica demanda diferentes condiciones térmicas.

3.1. Germinación-emergencia

La semilla del tomate carece de latencia o dormancia, con requerimientos de oxígeno y de agua en un 75 % de capacidad de campo, y temperaturas templadas, con óptimas entre 20 y 25 °C, con extremos negativos de 5 a 35 °C. La luz no afecta a este proceso, y puede germinar en oscuridad. La emergencia se produce cuando se han acumulado unas 93 unidades de calor (con temperatura de base sobre 6 °C).

3.2. Etapa vegetativa (emergencia - antesis)

Cuando los cotiledones están totalmente expandidos aparecen las hojas verdaderas, que ya están diferenciadas en el embrión. Durante esta etapa, la temperatura óptima es de 25 ° C para el crecimiento de las hojas, y de 15 para el ápice, y la tasa de emisión de hojas está influida principalmente por la temperatura, pero también influye la luminosidad. Las temperaturas diurnas óptimas varían entre 20 ° C a 27 ° C y las nocturnas de 13 ° C a 20 ° C. Con bajas temperaturas nocturnas, los entrenudos son más cortos. La aparición de hojas se produce cada 2 o 3 días y, según el cultivar de que se trate y de las condiciones ambientales, luego de 7 a 12 hojas, aparece la primera flor. La inducción a floración no es afectada especialmente por el fotoperiodo, pero sí por la temperatura y la radiación. El factor más influyente es la temperatura, en forma de sumatoria térmica o grados día, pero la interacción con la luminosidad también es importante.

3.3. Floración - Desarrollo de las estructuras reproductivas

Se considera al tomate como una planta autónoma, que no requiere de ninguna condición particular para florecer, que florece "con el tiempo". Bajo condiciones de luz favorable, la transición floral, y la aparición macroscópica de la primera inflorescencia, se produce en 30 a 45 días desde la germinación. La baja luminosidad y las bajas temperaturas postponen la antesis. Pero como el tomate es una planta que se satura a bajas condiciones lumínicas, a medida que la iluminación baja, también disminuye la temperatura óptima.

La fase sensible para la diferenciación floral se produce 9 días después de la expansión de los cotiledones. El fotoperiodo tiene un efecto débil o nulo sobre la iniciación floral. Las temperaturas bajas son la mayor influencia para provocar la ramificación de los racimos florales, y por lo tanto aumentan el número de flores.

Las temperaturas óptimas para la floración son diurnas de 22 a 25 °C y nocturnas de 17 a 18 °C, las temperaturas por debajo de 10 °C y por encima de 35 °C pueden provocar caída de flores, relacionadas a diferentes factores que afectan a los órganos reproductivos y la fecundación.

3.4. Factores que afectan el establecimiento del fruto ("cuajado")

Se define como "establecimiento del fruto" o "cuajado", al porcentaje de flores que producen frutos, de la población de flores que hayan alcanzado la antesis normalmente. Se le llama "aborto de flores" cuando se separa la flor antes de la apertura de los pétalos, y "caída de flores", cuando la flor cae después de que abrieron los pétalos.

Los factores que afectan el establecimiento del fruto son principalmente de tipo ambiental, y relacionados a reguladores de crecimiento.

Los procesos complejos que deben sucederse en forma exitosa, para el establecimiento del fruto son: polinización, la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico, la fertilización, y finalmente, la iniciación de la formación fruto. Los factores que afectan algunos de estos procesos individualmente, son las temperaturas extremas, la luminosidad, la humedad relativa, la falta de viento, las condiciones nutricionales desequilibradas, y el stress hídrico.

La esporogénesis se ve muy afectada por las temperaturas. Con temperaturas inferiores a 10 °C, hay muy poca producción de granos de polen (en forma general, ya que existen adaptaciones varietales para climas más fríos). Con temperaturas templadas (18 - 25 °C) los granos de polen formados retienen su viabilidad de 2 a 5 días después de anthesis. A temperaturas mayores a 35 °C, estos se esterilizan. Con temperaturas menores a 5 °C o mayores a 37,5 °C, se limita la germinación de los mismos. El estigma permanece receptivo de 16-18 horas a 6 días. Una vez que el grano de polen alcanza al estigma, permanece inactivo varias horas y luego se desarrolla el tubo polínico. Las altas temperaturas o la baja luminosidad, producen longistilia (alargamiento del estigma, con lo cual este está por encima del tubo polínico y los granos de polen no pueden penetrar por él, y no se produce la fertilización). Con baja humedad relativa (menor del 70 %) hay mala germinación de los granos de polen, pero con alta humedad relativa, se produce aglutinación de los mismos, que no se separan y no pueden ponerse en contacto con el estigma. La aplicación exógena de hormonas auxínicas promueve un mayor establecimiento del fruto a través de una fecundación más eficaz en el ovario cuando las temperaturas se encuentran por encima o por debajo de las óptimas requeridas.

3.5. Crecimiento y maduración del fruto

El desarrollo total del fruto (con el tamaño de cosecha), desde el "cuajado", tarda aproximadamente unos 45 días, con condiciones ambientales favorables. Los primeros frutos en formarse son los proximales, los más cercanos al tallo. A temperaturas de 30 °C diurnas y 24 °C nocturnas, la exportación de asimilados desde las raíces a los frutos en formación es mucho más rápida que a temperaturas de 17 °C diurnas y 12 °C nocturnas. El crecimiento del fruto es muy lento durante las dos primeras semanas, y el fruto llega sólo a un 10 % de del peso final. En este período, el crecimiento se debe principalmente a la división celular, y mucho menos al crecimiento de las células. De la tercera a la quinta semana, el crecimiento es muy rápido. Aquí se llega al máximo

desarrollo, y el crecimiento se produce por el aumento de tamaño de las células ya formadas. Finalmente hay un período de crecimiento lento, de otras 2 semanas, en el que el aumento de peso no es importante, pero se producen las transformaciones metabólicas que conllevarán a la maduración del fruto. El tamaño final del fruto dependerá del número de carpelos en el ovario, del número de semillas, de la posición del fruto, del número de racimo y de las condiciones ambientales y nutricionales durante el crecimiento vegetativo.

4. Requerimientos hídricos, edáficos y nutricionales

El tomate es un cultivo que no tiene especiales exigencias en cuanto a suelos. Si bien lo benefician los suelos fértiles, bien drenados, puede resistir ciertas condiciones de acidez o alcalinidad. Prefiere pH 6,5 - 6,9, y existen variedades adaptadas a condiciones de salinidad. Esta condición mejora el sabor de los frutos.

Respecto a la nutrición del cultivo, para obtener una tonelada de frutos cosechados, se requieren entre 2,1 y 3,8 kg de Nitrógeno, 0,3 y 0,7 kg de fósforo, y 4,4 y 7,0 kg de potasio. Se deben mantener relaciones N:P:K diferentes según cada etapa fenológica, de 1:0,8:0,77 durante la etapa vegetativa y de 1:0,2:1,24 en floración-cuaje.

5. Técnica de cultivo

En Argentina el tomate que se consume en fresco se cultiva tanto al aire libre como en invernaderos. Pero en el Cinturón Hortícola de La Plata y alrededores se produce casi exclusivamente en invernadero. Actualmente el cultivo de tomate a escala comercial se inicia por almácigo y trasplante, por la alta tecnología utilizada en las zonas de producción del mismo, por el costo de la semilla, para amortizar mejor el alto costo del cultivo, y además, para lograr precocidad.

El tiempo en que germinan las semillas de esta especie, es la más rápida de los cultivos de esta familia, y la tasa de crecimiento de la plántula también es más rápida que los otros cultivos de esta familia (pimiento y berenjena), por lo tanto, el ciclo del plantín es más corto. Puede tardar desde un mes con las condiciones más favorables hasta 50 días aproximadamente, en meses más fríos.

Las épocas de plantación al aire libre están sujetas a las condiciones ambientales propicias, y a la capacidad de realizar protecciones temporarias y/o calefaccionar de ser necesario, en forma eficiente. Además, va a depender del riesgo que el productor quiera asumir por los posibles daños por frío y/o heladas (o calor) que se pueden provocar en la época de plantación seleccionada.

Existe un rango de posibles fechas de plantación ya que es un cultivo que se implanta en muchas zonas de país, tanto al aire libre como en invernadero. Según la zona, desde el norte al sur de Argentina (desde Salta a Mar del Plata) se planta desde la primavera hasta el invierno, según las condiciones de cada zona en particular.

En el cultivo para consumo en fresco, se maneja esta especie con distintos tipos de conducción, tutorados, y podas de formación, para evitar caídas o quiebres de la planta o sus ramificaciones laterales, mantenerla en forma vertical y permitir suficiente ventilación, aumentar la capacidad fotosintética activa, y mejorar el acceso a la planta para realizar las diversas labores culturales necesarias por parte de los operarios.

6. Plantación y labores culturales

En la región de La Plata y alrededores, es recomendable realizar la plantación en surcos elevados o lomos, a fin de lograr un suelo bien acondicionado para un buen desarrollo radicular. El uso de mulching (coberturas) también es recomendable, a fin de hacer más eficiente el uso del agua, adelantar la precocidad y prevenir el desarrollo de malezas. El mulching también cubre las mangueras de goteo que es el tipo de riego usado en invernadero y al aire libre. También puede usarse el riego gravitacional por surco, pero sólo al aire libre.

No es recomendable mojar la planta, por eso no se usa el riego por aspersión. Si las plantaciones son muy tempranas, aún bajo invernaderos, se realizan coberturas adicionales de tipo túneles para prevenir daños por heladas o mejorar las condiciones térmicas invernales. Ante el riesgo de descenso de las temperaturas con peligro de heladas, también se agrega algún tipo de calefacción nocturna (en nuestra zona se realiza calefacción con leña).

La **densidad de plantación** para cultivos en invernadero de tipo indeterminado varía alrededor de 2,2 a 3 plantas por metro cuadrado. Se han probado densidades mayores, pero no se usan comúnmente. Para las variedades injertadas, con conducción a más que una guía, o variedades determinadas, las densidades son menores.

La **conducción** consiste en la cantidad de tallos, ramas o guías que se van a mantener en cada planta durante todo su ciclo, para que produzcan frutos. La conducción del tomate puede ser a un solo tallo, rama o guía, eliminando todos los brotes laterales y dejando solo un tallo principal, o dejando más tallos, ramas o guías (generalmente se pueden dejar hasta 2 o 3 tallos). Esta decisión dependerá estrictamente de algunas características de la variedad, que le permitan producir frutos de calidad y cantidad, con mayor cantidad de guías que una sola: del vigor, expresado

principalmente en el grosor de cada tallo, de la capacidad de emisión de los brotes secundarios y también de su grosor y vigor, y del tamaño de los frutos. Por ejemplo, tomates tipo cherry, tomates injertados, o alguna variedad específica más vigorosa, permiten conducciones a mayor cantidad de guías (Fig 9).



Fig 9: Conducción a 2 guías.

En zonas húmedas o para cultivo para consumo en fresco, como se trata de una planta de porte decumbente después de la antesis, es necesario realizar un **tutorado**. El tutorado se trata de un sistema de sostén de la planta a fin de mantenerla en forma vertical y que pueda captar la mayor energía solar incidente, ya que las hojas son de gran tamaño y se somborean unas con otras. Además, se mantiene la planta y los frutos más sanos y limpios, alejados del suelo y de la humedad (Fig 10, 11, 12). Los sistemas de tutorado difieren en los cultivos al aire libre, y también entre las diferentes zonas, y en invernadero.

En cultivos al aire libre, se usan espalderas verticales (postes con alambres) o barracas en forma de carpa (unidas de a dos en forma triangular) con cañas, sobre estructuras de alambres, y en invernaderos se realizan estructuras de postes con alambrados a lo largo del invernadero, sobre cada línea de plantación del tomate, donde se ubican verticalmente las plantas tutoradas con cintas plásticas planas, que se atan desde la base de la planta, hasta el alambre de la estructura del tutorado. Pueden o no engancharse al alambre con ganchos especiales a este fin (Fig 10, 11, 12 y 13).



Fig 10 y 11: Vista de la estructura de alambres postes y cañas, usadas para el tutorado del tomate (izq.). Cultivo de tomate plantado con mulching, con plantación en hilera simple y conducción a dos guías de tipo bifilar. Planta deshojada en los dos tercios medios.

La planta de tomate, desde antesis, o antes de que se produzca esta, emite brotes desde las yemas axilares de las hojas (Fig 2). Para mantener una planta a un solo tallo, se requiere la extracción de estos (**labor llamada “desbrote”**) en forma permanente (es ideal realizarla en forma semanal), desde la plantación hasta el fin del cultivo, a fin de limitar los destinos de los fotoasimilados que se van generando.

Otras prácticas necesarias son el **deshojado** que se realiza a fin de eliminar hojas senescentes o con patógenos. Se pueden ir eliminando las hojas cuando los frutos hayan adquirido el tamaño final (Fig 11, 12 y 14).

Para cultivos de ciclos largos, que pueden alcanzar un mayor largo de tallo que la altura existente entre el suelo y el alambre del tutorado (entre 1,5 y 2 m), se realiza una práctica conocida como **“descolgado”, “recostado” o “acostado”** de la planta. La labor consiste en desatar el hilo que tutora a la planta del alambre superior, y moverlo hacia un costado, de manera de inclinar la planta y aumentar así su altura o longitud tutorada. El tallo en su parte basal debe estar deshojado para poder mover mejor la planta. En algunas regiones se apoya la planta en forma horizontal sobre estructuras metálicas para evitar el contacto del tallo sobre el suelo. La técnica tiene diferentes variantes (Fig 12, 13 y 14).



Fig 12, 13 y 14: Vista de plantas de tomate recostadas sobre el lomo, arriba en estado del ciclo menos avanzado (comenzando a inclinarse), (13) percha con la que suele sujetarse la planta en otros países, y (14, abajo) proceso de recostado o bajado de la planta, más avanzado. Se observan las plantas deshojadas en la base del tallo, recostado ya sobre el lomo.

Si se pretende limitar el crecimiento en variedades de crecimiento indeterminado, se puede realizar una labor conocida como “**capado**”, que consiste en la poda del meristema apical. En el cinturón Hortícola de Buenos Aires, esta práctica se realiza siempre por ejemplo a fin de temporada otoñal, cuando se sabe que el cultivo terminará (no se formarán más flores ni frutos) unos meses después por la llegada del otoño, a raíz del clima adverso. La planta aún tiene frutos con tamaño de cosecha, pero inmaduros, y además frutos pequeños, y flores. Por las condiciones ambientales que seguirán (temperaturas más bajas y menos irradiación) no se puede esperar mayor cantidad de flores cuajadas, por lo tanto, se pretende limitar el crecimiento y lograr sólo el crecimiento y la maduración de los frutos existentes, con cierto tamaño. Por este motivo, se limita el crecimiento con este tipo de poda, por encima de los

últimos frutos que se espera cosechar. Se realiza tanto tiempo antes como se estima que demandará la terminación de esos frutos finales (Fig 15).

También se realiza el “capado” cuando se quiere finalizar el cultivo o madurar los frutos existentes por cualquier otro motivo, no sólo porque se avecine clima adverso.



Fig 15: Planta con poda del brote apical.

7. Cosecha y post-cosecha, calidad

7.1. Cosecha

El desarrollo, crecimiento y maduración de los frutos en los tomates para consumo en fresco (redondos, cherrys, peritas, racimo), sean determinados o indeterminados, se produce en forma escalonada, por lo tanto, de esta forma se realiza la cosecha: en escalonada en la planta y en el lote. Existen variedades con mayor homogeneidad o concentración de la maduración en la planta y en el lote, y especialmente esta característica es buscada en variedades con destino a industria. En estos cultivos se puede realizar la cosecha destructiva o total, de toda la planta o de parte de ella.

El momento de cosecha del tomate para consumo en fresco, es sumamente dependiente de muchos factores. La cosecha se realiza sólo desde el estado verde maduro (el fruto aún verde, pero con la base blanquecina) para asegurarse de que ese tomate podrá seguir madurando por su propia emisión de etileno o bien con la aplicación exógena del mismo.

El punto de madurez comercial (estado de madurez que pretende recibir el comprador, más verde o más rojo) será dependiente de lo que necesite el comprador en particular y también dependerá de la variedad de tomate, la distancia al mercado, las temperaturas de la época de cosecha en el lugar de producción y del destino, el

método de conservación del producto tanto en el establecimiento como en el transporte (refrigerado o no) y en el destino comercial, el tiempo de conservación, y además las consideraciones comerciales tales como precios, oferta y demanda.

7.2. Postcosecha y conservación

Los métodos de preenfriado recomendables para este producto son aire húmedo forzado (95-98 % HR) con nebulización, o circulación de aire frío. Suele cepillarse o lavarse con agua si es necesario. También pueden incorporarse ceras derivadas de aceites vegetales o ceras naturales, o derivadas de la industria petroquímica, con agregado o no de fungicidas.

Las condiciones óptimas para su conservación en cámara, para estado rojo maduro, de 9 a 10 °C con 95-100 % para mantener su vida comercial aproximadamente 2 semanas, y en estado verde pintón con 11-13 °C con la misma humedad relativa para mantenerlos de 2 a 4 semanas. Las temperaturas de conservación son inversamente proporcionales al estado de madurez.

7.3. Calidad

Los componentes de calidad más importantes que se han resaltado por parte de los consumidores, son aspectos que hacen al sabor (sabor, aroma, sensación en la boca al masticar), aspectos visuales como color, forma, daños o defectos; estructura: firmeza, porcentaje de líquidos y forma interna. Las décadas anteriores se caracterizaron por la búsqueda de un tomate firme, que tuviera una duración postcosecha larga (tanto en estante o góndola, como en la cocina o frutera), ya que las variedades antiguas tradicionales (Marmande, Platense, entre otras) tenían el problema de la baja firmeza y una rápida maduración y ablandamiento. Así surgieron tomates demasiado firmes, duros, prácticamente sin jugo, y con poco sabor. Actualmente, la firmeza es valorada, pero también existe la búsqueda de tomate con sabor, o “con sabor a tomate”, como dice la gente y las campañas en torno a la difusión de estos tomates con más sabor y menos difundidos comercialmente (por ejemplo, el tomate RAF en España, o el Platense en Argentina).

El sabor del tomate lo conforma la relación entre la acidez y el dulzor propio de este fruto, constituido por ácidos orgánicos (cítrico, málico y ascórbico), y azúcares reductores (glucosa, fructosa -la más importante- y sacarosa, aunque esta última es despreciable). Además, contiene aminoácidos, sales, vitaminas, y componentes aromáticos volátiles, que, si bien son más de 400, 16 contribuyen significativamente al sabor perceptible, y son los responsables también del sabor en la boca. El porcentaje

de materia seca es bajo, de 5 a 7,5 %. Este último está conformado por pectinas y celulosa, entre otros compuestos. Además de los compuestos relacionados al sabor, la textura del fruto es muy importante para el degustador, en relación al porcentaje de jugo, la firmeza (firme, pero no harinosa, crujiente, pero ni duro ni blando) y el color de la porción carnosa del fruto – pericarpio, y la piel (grosor). El pericarpio contiene menos azúcares reductores y menos ácidos orgánicos que la porción locular. Los minerales importantes de este fruto son el fósforo y el potasio. Es de alto contenido vitamínico, contiene vitamina A, C, y en menor proporción K y E. Medio tomate diario aporta un 20 % de vitamina A (β -caroteno) y un 40 % de vitamina C (ácido ascórbico). Además, es considerado un alimento nutraceutico, por el alto contenido de licopeno que contiene, ya que a este pigmento se le atribuye la prevención del cáncer de próstata, colon y recto, y de enfermedades cardiovasculares.

Estas características, si bien son de carácter genético, están muy relacionadas a los factores precosecha del proceso productivo, como las características del suelo, las condiciones ambientales imperantes (temperatura, luz, humedad relativa), agua.

El tomate se trata de un fruto climatérico, lo que implica que luego de cosechado, la emisión de etileno permite la maduración postcosecha.

Existen muchas escalas de colores que indican diferentes estados de madurez.

8. Adversidades abióticas y bióticas

Enfermedades Fisiogénicas

Podredumbre apical (Blosson end rot)

Blotchy ripening

Catface

Escaldadura o golpe de sol

Rajaduras (concéntricas o radiales)

Deficiencias de minerales

Adversidades bióticas

El tomate es afectado por numerosas enfermedades de origen biótico, por lo cual se citarán sólo las más relevantes en nuestro país (Para mayor información consultar <http://www.agro.unlp.edu.ar/cursos/course/view.php?id=137>)

Enfermedades de origen fúngico

Fusariosis y antracnosis. *Fusarium sp.* y *Colletotrichum sp.*

Botritis o Podredumbre gris. Agente causal: *Botrytis cinerea*

Phytophthora infestans

Septoria lycopersici

Oidiopsis, ceniza o polvillo. *Leveillula taurica* y *Erysiphe spp.*

Podredumbres de cuello: *Sclerotinia spp.*

Moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*)

Alternaria alternata

Alternaria solani

Stemphylium solani

Pyrenochaeta lycopersici

Enfermedades de origen bacteriano

Cancro bacteriano: *Clavibacter michiganensis* Subs. *michiganensis*

Peca bacteriana: *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*

Mancha bacteriana: *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Virosis

Virus del bronceado del tomate (TSWV). Tospovirus transmitido por trips.

Virus Y de la patata (PVY).

Plagas

Moscas blancas: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*

Polilla del tomate: *Tuta absoluta*.

Trips. *Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei* y *Trips tabaci*.

Pulgones: *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*.

Acaro del bronceado: *Aculops lycopersici*.

Minador (*Liriomyza trifolii* Burg): Díptero.

Arañuela roja común (*Tetranychus urticae*)

Otros lepidópteros.

Nematodos: *Meloidogyne spp.* y *Nacobbus spp.*

9. Bibliografía

- 1992: Maroto, J. V. Horticultura Herbácea especial. Capítulo Tomate, pág. 335 a 371. 3º Edición.
- 1995: Nuez, F. Editor. Mundiprensa. "El cultivo del tomate". Capítulos: Anatomía y fisiología de la planta Pág. 45 a 87. Tipos varietales, pág.44 a 12. Manejo del cultivo con suelo, pág. 189 a 225. Manejo del cultivo extensivo para industria. P. 255 a 301. Plagas y enfermedades, pág. 385 a 563.



- 1995. "Cultivos bajo invernaderos: tomate, pimiento, frutilla y apio". Pilatti, RA, Favaro, JC. Universidad Nacional del Litoral.
- Guía para el Exportador Hortícola – Provincia de Corrientes.
- 2007. Material de Postgrado Cultivos de Frutos, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Esperanza.
- 2011: Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de Tomate, INTA-FAO- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, On line en: http://64.76.123.202/SAGPYA/economias_regionales/fao.php#4 (Consulta Año 2013)
- Dogliotti, S.? Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. Material de apoyo al módulo hortícola, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, ROU. P. 18.
- 2012. Aula Virtual FCAyF Cursos Optativos Taller Optativo Tomate y Pimiento
- 2018. FAO, estadísticas. FOSTAT.

Marzo 2015. Revisada MARZO 2021.