

Producción de
tomate
para mercado fresco

Compilador: Juan Carlos Favaro



INTA Ediciones

Colección
EDUCACIÓN SUPERIOR

Producción de tomate para mercado fresco

Compilador: Juan Carlos Favaro

Ediciones INTA. Buenos Aires, 2023.

Producción de tomate para mercado fresco

Juan Carlos Favaro

1ra. Edición

Ediciones INTA

Agosto de 2023

ISBN 978-987-679-369-8 (digital)

635.64 Producción de tomate para mercado fresco / compilador: Juan Carlos Favaro.
P96 Buenos Aires : Ediciones INTA, 2023.
. 147 p. : il. (PDF)

ISBN 978-987-679-369-8 (digital)

i.Favaro, Juan Carlos

Tomate – Producción – Mercados – Manejo del cultivo

DD-INTA

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Diseño:

Área de Comunicación Visual

Gerencia de Producción Multimedia

DNA de Comunicación Institucional

Este libro
cuenta con licencia:



Juan Carlos Favaro. Ingeniero agrónomo egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral. Profesor titular de la Cátedra de Cultivos Intensivos, FCA-UNL. Profesor de la Maestría en Cultivos Intensivos de FCA-UNL, Maestría en Horticultura FCA-Univ. Nac. de Cuyo, Maestría en producción Vegetal, FCA-UNNE. Socio gerente de EL Aromal SRL. empresa dedicada a la producción de hortalizas.

Roberto Matías Pacheco. Ingeniero agrónomo egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Córdoba y M. Sc. en Cultivos Intensivos de la Universidad Nacional de Litoral. Lugar de trabajo: INTA Bella Vista, especialista en cultivos de tomate y pimiento bajo invernadero. Referente Hortícola ante el Mercado Central de Buenos Aires.

Paola María López Lambertini. Bióloga y Dra. en Ciencias Biológicas egresada de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Lugar de trabajo IPAVE-CIAP-INTA. Especialidad: Virología vegetal.

Ana María Romero. Ingeniera agrónoma egresada de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires. Ph. D., of Plant Pathology Department, North Carolina State University (EE. UU.) Profesora Asociada, en la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires. Especialidad: fitopatología: enfermedades bacterianas.

Mariel Mitidieri. Ingeniera agrónoma egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, M. Sc. en Mejoramiento genético Vegetal UNR, Dra. en Cs. Agropecuarias UNC. Lugar de trabajo: INTA San Pedro. Especialidad: Manejo integrado de enfermedades en hortalizas y frutales.

Verónica Gabriela Obregón. Ingeniera agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, M. Sc. Cultivos Intensivos de la FCA-UNL. Lugar de trabajo: INTA Bella Vista. Especialidad: Fitopatología hortícola.

Ceferino René Flores. Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Nacional de Jujuy. MSc. Universidad Nacional de Mar del Plata. Responsable del Laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental de Cultivos Tropicales del INTA de Yuto Jujuy. Especialidad: Fitopatología en frutales y hortalizas.

Roberto Ricardo Scotta. Ingeniero agrónomo egresado de la Fac. de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral. M. Sc., en Horticultura, FCA-UNCU. Dr. en Ciencias Agrarias, UNL. Profesor titular en Sanidad vegetal. FCA-UNL ●

La **Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)**, principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)**, que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina ●

Ing. Agr. Roberto Rodríguez
Coord. Editorial ASAHO

Ing. Agr. Carlos Parera
Coord. Editorial INTA

Capítulo 1..... 9

Generalidades

Juan Carlos Favaro

- 1.1. Taxonomía y origen
- 1.2. Importancia económica
- 1.3. Zonas de producción
- 1.4. Valor nutricional

Capítulo 2..... 15

Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo

Juan Carlos Favaro y Roberto Matías Pacheco

- 2.1. Descripción de la planta
- 2.2. Hábito de crecimiento
- 2.3. Morfología del racimo floral
- 2.4. Tipos comerciales

Capítulo 3..... 22

Bases ecofisiológicas de la producción

Juan Carlos Favaro y Roberto Matías Pacheco

- 3.1. Germinación
- 3.2. Acumulación y partición de materia seca
- 3.3. Floración
- 3.4. Establecimiento de frutos
- 3.5. Crecimiento de frutos y partición de asimilados
- 3.6. Tamaño, calidad y maduración de fruto
- 3.7. Enfermedades fisiogénicas

Capítulo 4..... 36

Orientaciones para el manejo del cultivo a campo

Juan Carlos Favaro

- 4.1. Elección de cultivares
- 4.3. Producción de plantines
- 4.4. Trasplante
- 4.5. Desbrote o poda
- 4.6. Tutorado
- 4.7. Aplicación de reguladores de crecimiento
- 4.8. Raleo de flores o frutos
- 4.9. Deshojado
- 4.10. Riego y fertilización

Capítulo 5..... 52

Orientaciones para el manejo del cultivo en invernadero

Roberto Matías Pacheco

- 5.1. Elección de cultivares
- 5.2. Requerimientos de cultivo

- 5.3. Ecofisiología del cultivo en invernadero
- 5.4. Selección de cultivares
- 5.5. Laborares culturales

Capítulo 6..... 66

Manejo de plagas

Roberto R. Scotta

Introducción

- 6.1. Plagas en la plántula y sistema radicular
- 6.2. Plagas del follaje
- 6.3. Plagas en flores, frutos y follaje

Capítulo 7..... 91

Manejo de enfermedades

Paola López Lambertini, Ana María Romero, Mariel Mitidieri, Verónica Gabriela Obregón y Ceferino René Flores

- 7.1. Enfermedades ocasionadas por hongos y oomycota
- 7.2. Enfermedades bacterianas
- 7.3. Enfermedades virósicas

Capítulo 8..... 136

Cosecha, empaque y comercialización

Roberto Pacheco y Juan Carlos Favaro

- 8.1. Cosecha
- 8.2. Tipificación
- 8.3. Empaque
- 8.4. Atributos de calidad
- 8.5. Comercialización

Bibliografía..... 143



Generalidades

Juan Carlos Favaro

1.1. Taxonomía y origen

La planta de tomate corresponde a la especie *Lycopersicon esculentum* mill. de la familia de las Solanaceas, es originaria de la costa oeste de América del Sur, en el área que comprende Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile hasta uno 30 grados de latitud sur. En esta región se han encontrado los primeros cultivares de tomate y también otras especies del género *Lycopersicon* emparentadas que se han utilizado con fines de mejoramiento genético. El antepasado más probable del tomate cultivado es la var. *cerasiforme* que crece silvestre en esta zona.

A la llegada de los españoles, el tomate ya estaba difundido en América Central y México, donde probablemente fue domesticado y desde allí llevado al resto del mundo. En el año 1554 se realizó en Europa la primera descripción botánica de esta especie. Luego los marinos españoles y portugueses lo difundieron por Asia y África.

El género *Lycopersicon* incluye además especies silvestres de interés agronómico que se han usado en cruzamientos para obtener resistencia a enfermedades y factores abióticos. Entre ellas podemos citar: *L. peruvianum* donde se encontró genes de resistencia para el mosaico del tomate (ToMV), virus de la cuchara (TYLCV), peste negra (TSWV) y enfermedades bacterianas y nematodos; *L. hirsutum* es conocido por su resistencia a plagas insectiles y tolerancia a bajas temperaturas; y *L. pimpinelifolium* es también portador de genes para resistencia a enfermedades. Los tres se han usado en mejoramiento genético de los híbridos comerciales cultivados actualmente, incluso para los cultivares usados como pie de injerto.

1.2. Importancia económica

1.2.1. A nivel mundial

El tomate es la hortaliza de fruto más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su incremento en producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

La extensión que ocupa el cultivo del tomate a nivel mundial incluyendo los cultivos destinados a industrialización y los realizados para mercado fresco tanto al aire libre como invernadero es de 4.803.680 hectáreas, que han llegado a producir 161,79 millones de toneladas, según los datos de Faostat, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), correspondientes al año 2012. La mayor extensión dedicada a este cultivo se encuentra en China, país en el que un total de 1 millón de hectáreas se dedican a producir tomate, el segundo lugar por número de hectáreas lo ocupa India, donde a este cultivo se dedican 870.000. La tercera posición por la extensión dedicada a cultivar tomate es para Turquía, con 300.000 hectáreas, luego está Nigeria con 270.000 hectáreas, seguida por Egipto (216.395), Irán (160.000), Estados Unidos (150.140), Camerún (150.000), Rusia (117.700), México, con un total de 96.651 hectáreas, aparece en el décimo lugar por extensión dedicada al cultivo del tomate.

En producción, China también lidera el ranking con 50.125 millones de kg, el 31 % del total. El segundo lugar lo ocupa India con 17.500 millones de kg (10,8 %), los Estados Unidos de Norteamérica (EE. UU.) ocupan la tercera posición con una producción de 13.206 millones de kg (8,1 %). La cuarta posición está ocupada por Turquía, que produce 11.350 millones de kg (7 %). Le siguen Egipto (5,3 %), Irán (3,7 %), Italia (3,1 %), España (2,4 %); en Latinoamérica, Brasil produce 3.87398 millones de kg (3,2 %) y México, 3.433 millones de kg (2,1 %).

De los 30 mayores productores, el mejor rendimiento lo obtiene Holanda, con 47,6 kg/m² en invernaderos de alta tecnología. En los países mediterráneos, con invernaderos de tecnología más simple y cultivos también al aire libre, Portugal obtiene 9 kg/m² y España con 9,8 kg/m² aunque en producción intensiva se puede poner como ejemplo el dato del rendimiento que obtiene Almería en la producción de tomate larga vida, que supera los 13 kg/m². Es de destacar el tercer lugar en cuanto a rendimiento ocupado por Estados Unidos, que obtiene 8,8 kg/m² básicamente con cultivos realizados al aire libre, seguido por España que ocupa el cuarto lugar con 8,2 kg/m², Marruecos (7,8 kg/m²), Grecia (6,1 kg/m²), Brasil (6 kg/m²), Japón (6 kg/m²), Polonia (5,7 kg/m²), con Italia en la décima posición al obtener un rendimiento de 5,5 kg/m².

1.2.2. A nivel nacional

El consumo de tomate en Argentina es alto, cercano a los 28 kg/hab/año, de los cuales 15 kg son consumidos en fresco, principalmente en ensaladas o cocido. En mucha menor escala se utiliza como encurtido.

El tomate es la hortaliza más cultivada bajo invernadero y una de las más importantes al aire libre en la Argentina. Debido a la extensión en latitud de su territorio y a la diversidad de ambientes es posible producir tomate en Argentina al aire libre durante todo el año desde Río Negro hacia el norte, con algunas pequeñas restricciones en lo que hace al clima. Es así que tenemos zonas típicas de producción de verano (Buenos Aires, Mendoza, y Río Negro), de invierno (NOA y NEA) y zonas de transición donde se produce en primavera y otoño (Litoral, Tucumán, San Juan).

Si se lo analiza desde el contexto de su importancia económica y social, aunque la superficie cultivada con esta especie no refleja un área significativa, es revelante en cuanto a que en la mayoría de los casos se lo produce en zona extrapampeana; esto significa una fuente de mano de obra e ingresos importantes para estas provincias dado que es un cultivo de demanda de trabajo muy intensivo y dentro de las hortalizas uno de los de mayor precio.

Dada la gran cantidad de zonas donde se cultiva, tenemos diversos sistemas de producción desde los más rudimentarios como los cultivos al aire libre tendidos realizados en zonas áridas pasando por cultivos tutorados en áreas húmedas como las espalderas en el norte del país o barracas en el sur, cultivos protegidos bajo barandillas en el Litoral, San Juan y Tucumán, bajo mallas en Cuyo o bien con mayor incorporación de tecnología como son los cultivos bajo invernaderos existentes en el NOA, NEA y Buenos Aires.

Si bien las estadísticas de área sembrada no son confiables, la superficie total cultivada con tomate para mercado fresco está estimada por las compañías proveedoras de semillas y el INTA entre 9.500 y 10.500 ha, de las cuales alrededor de 2.500 se realizan bajo invernadero y el resto al aire libre o con protección de malla antigranizo, tela antihelada o barandilla representando el 3,14 % de la superficie de hortalizas cultivadas.

1.3. Zonas de producción

Si bien dentro de las hortalizas no es la más importante en superficie en Argentina (6.º después de poroto seco, papa, zapallo, lechuga y cebolla), es la 2.ª en producción (cerca de 1.000.000 de toneladas, de las cuales 650.000 t son comercializadas para tomate en fresco) y 2.ª en consumo después de la papa. La distribución de esa superficie corresponde en un 48 % al NOA (incluyendo Tucumán y Santiago del Estero) mayoritariamente al aire libre, un 23 % en Cuyo al aire libre y bajo malla antigranizo, un 16 % en Buenos Aires, y un 9 % en el NEA (incluyendo Santa Fe) prácticamente todo bajo invernadero. El 4 % restante se distribuye en el resto del país, especialmente en el área de Río Negro y Neu-

quén (Figura 1). Del total sembrado un 48 % corresponde a cultivares de fruto redondo (41 % de crecimiento indeterminado y 7 % de crecimiento determinado) y un 52 % a tipo pera (43 % de crecimiento determinado y 9 % de tipo indeterminado). De acuerdo a la tecnología utilizada, los rendimientos fluctúan desde 50 t en cultivos al aire libre hasta 200 t en cultivos de cosecha larga bajo invernadero.

El principal mercado en Argentina es el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA), en este caso, durante el año 2015 la oferta de tomate provino de 16 zonas productoras, con un total de 121.484,8 t un 7 % más que el año anterior con 113.451,2 t. El promedio de la oferta de tomate en el MCBA desde el año 1999 al año 2015 es de 119.709,4 t.

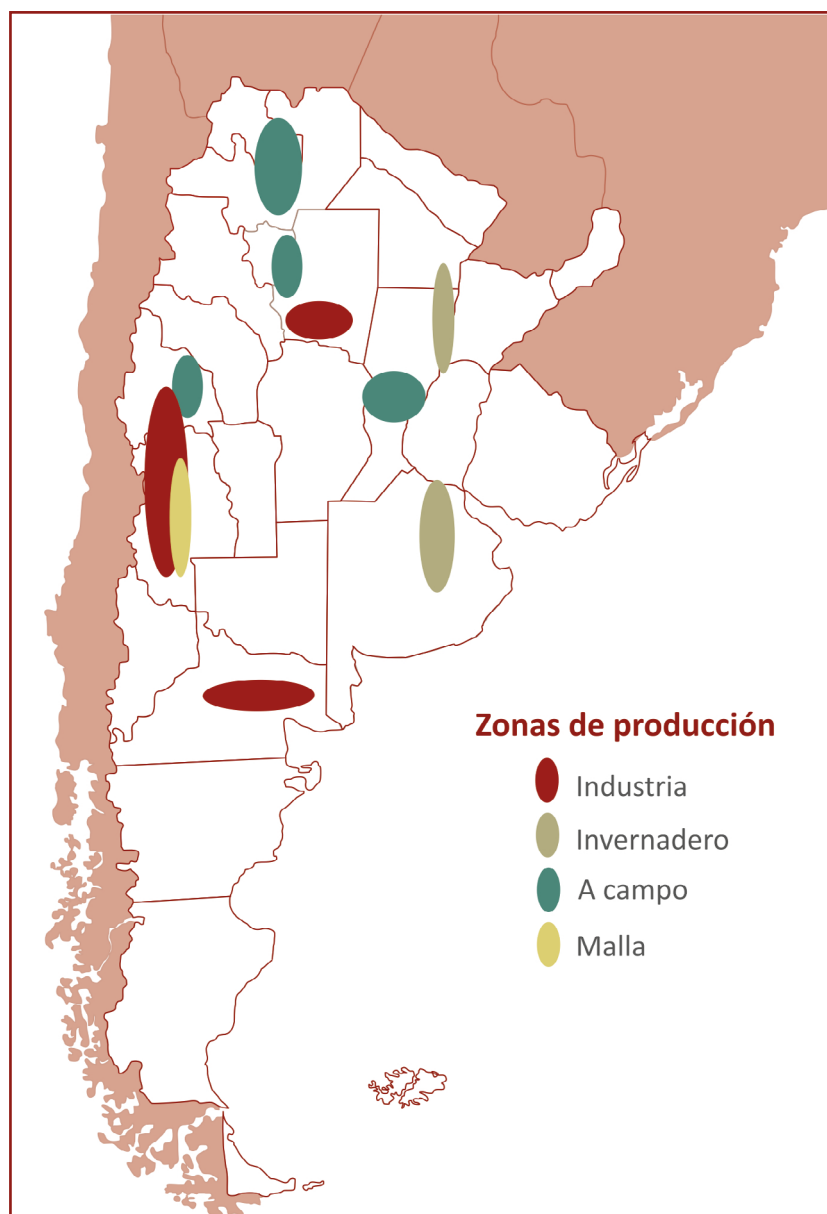


Figura 1

Zonas de producción de tomate en Argentina.

En el Cuadro 1 se observan los volúmenes de ingreso por zonas de producción, su participación relativa con relación al volumen total de tomate ingresado al MCBA y la distribución anual por regiones.

Cuadro 1			
Zona	t 2015	% Participación	Época de producción
Buenos Aires	44.211,4	36,4	noviembre-abril
NOA	35918,0	29,6	abril-octubre
Corrientes	28.017,0	23,1	mayo-diciembre
Mendoza	11.822,7	9,7	diciembre-marzo
Otras zonas	1.515,7	1,2	
Total	121.484,8	100,0	

Ingreso de tomate (toneladas) y época de producción al MCBA durante 2015.

1.4. Valor nutricional

En general, del 5 al 7,5 % del contenido del fruto de tomate es materia seca (MS), valor que depende no solo del cultivar, sino también de las condiciones de cultivo. Sobre ese contenido de MS, al momento de la madurez, un 50 % corresponde a azúcares como glucosa, fructuosa y sacarosa teniendo muy poco almidón. Además tiene un 8 % de minerales y la misma cantidad de proteína. El contenido de celulosa, hemicelulosa y pectina está en el 30 % y el resto lo componen pigmentos, lípidos, vitaminas y ácidos orgánicos.

El contenido de MS del fruto maduro en general esta inversamente relacionado con el tamaño de este; en general, las técnicas culturales tendientes a mejorar la vida poscosecha (manejo de la conductividad eléctrica y el riego) favorecen una disminución del tamaño y un aumento en el % de MS.

El agua contribuye por lejos a la mayoría del peso de la pulpa, pero un gran número de otros componentes también se acumulan, muchos de los cuales son solubles en agua.

En cuanto a las propiedades organolépticas, la percepción de gustos y aromas de muchos componentes químicos como azúcares, ácidos y sus interacciones son importantes para la dulzura, acidez, y toda la intensidad de sabores en tomate. El sabor agridulce de tomate se debe a una combinación de los azúcares y ácidos orgánicos presentes en el fruto, entre los que predominan la fructuosa y el ácido cítrico. Muchos azúcares y relativamente mu-

chos ácidos son necesarios para el mejor sabor. Altos ácidos y bajos azúcares producirán un tomate desabrido mientras que al revés resultara en sabor insulso. Cuando ambos están bajos, da un tomate sin sabor, insípido.

El tomate, además de contribuir con elementos nutritivos, color y sabor a la dieta, deriva de una mezcla de biomoléculas (incluyendo el licopeno, el ácido ascórbico, compuestos fenólicos, flavonoides, vitaminas A, C y E) lo que lo hace también una fuente valiosa de antioxidantes.

La protección antioxidante del tomate se debe a la habilidad de los carotenoides de aplacar radicales libres. El contenido de licopeno y la actividad antioxidante del tomate varía entre cultivares y es mayor en tomates cherri o cóctel. Hay evidencias científicas que demuestran efectos benéficos del consumo de tomate con respecto a enfermedades cardiovasculares, sistema inmunitario, hiperlipidemia, párkinson, arterioesclerosis y algunos tipos de cáncer.

Debido a su importancia para la salud humana, los antioxidantes pueden ser considerados como un atributo de calidad de alto valor en tomate, y es importante minimizar las pérdidas de estos compuestos durante el período poscosecha. Para el consumidor es importante saber que el 52 % de los antioxidantes totales (48 % de licopeno, 43 % de ácido ascórbico, 53 % de compuestos fenólicos) se encuentran en la epidermis de la fruta, lo que, en consecuencia, no debe descartarse durante el consumo. El licopeno está enclavado en membranas de estructura semicristalina. Al calentar las membranas celulares se ablandan y el licopeno queda libre. Los carotenoides son lipofílicos, por lo cual su solubilización en lípidos es necesaria para su absorción en el aparato digestivo. Al cocinarse el tomate se mejora la biodisponibilidad del licopeno y sus beneficios.

Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo

Juan Carlos Favaro

2.1. Descripción de la planta

El tomate es una especie perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, la planta puede crecer tanto en forma rastrera como erecta si le colocamos un tutor, en este caso puede alcanzar hasta 10 m en cultivares de tipo indeterminado y cosecha larga. La ramificación es simpodial, o sea, que los tallos se desarrollan a partir de yemas axilares del tallo precedente. La yema apical diferencia racimos florales y según la tasa de crecimiento de esta, por lo que los racimos pueden ser desplazados hacia el lateral (cultivares indeterminados); por lo tanto, la planta permanece siempre vegetativa o bien puede ser terminal, es decir, cultivares determinados.

Las hojas están compuestas por entre 7 y 9 folíolos y su tamaño es variable según el tipo de cultivar y la altura de la planta, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés de la hoja, y constan de un nervio principal.

En variedades con crecimiento indeterminado, el tallo principal presenta un diámetro que oscila entre los 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpodial) e inflorescencias. Para este tipo de crecimiento, el tallo puede llegar a medir hasta 10 m y albergar cerca de 30 floraciones para ciclos largos de cultivo como se da en invernaderos del norte de Europa.

La flor del tomate es hexámera y perfecta. Posee un cáliz corto unido a seis sépalos verdosos; la corola consiste en un pequeño cono que se divide en seis pétalos de color amarillo. El androceo está formado por seis estambres con anteras bilobuladas, soldados formando el cono estaminal, en cuyo interior se encuentra el pistilo, de tal forma que en condiciones normales el tomate es una planta típicamente autógama. Existen algunas variedades con estilos exertos (sobrepasan la corola) en las que existe un cierto porcentaje de polinización cruzada. Además, ciertas condiciones ambientales (temperaturas mayores a 30 °C) afectan a la longitud del estilo modificando a su vez el grado de autogamia.

El gineceo posee entre dos y siete carpelos de color verde que están fusionados en el centro de la flor. Los estigmas son receptivos al polen desde dos días antes de la antesis y seguirán receptivos entre cuatro y ocho días más.

Las flores se agrupan en racimos, la primera flor se forma de la yema apical y las demás se desarrollan lateralmente por debajo de la primera, alrededor de un eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión.

En tomate, cuando las condiciones ambientales (temperatura, luz y humedad) son adecuadas, el meristema vegetativo apical se transforma en meristema reproductivo, dando lugar a la inflorescencia. La diferenciación floral suele iniciarse cuando la planta tiene entre 6 y 12 hojas; temperaturas elevadas e iluminación débil (o la asociación de ambas) producen un retraso en la aparición de este primer racimo floral, así como las bajas temperaturas provocan la aparición del primer racimo con el menor número de hojas.

La inflorescencia es un racimo compuesto por múltiples flores y el número de estas depende del cultivar; en general, los cultivares de fruto redondo grande tienen 5-6 flores, los de tipo pera, alrededor de 10 y en el extremo se encuentran los de tipo cereza (cherri) con alrededor de 50. El fruto es una baya y su tamaño depende del tipo de cultivar, puede ir desde 5 g en tomates cereza, hasta 1 kg en tomates dedondos.

El sistema radicular está muy modificado por el trasplante, en caso de siembra de asiento presenta una raíz pivotante poderosa y profunda que puede alcanzar 1 m de profundidad, pero cuando se realiza el trasplante se daña el eje principal y por ello crece en forma más ramificada y superficialmente alcanza 30-40 cm. Las raíces secundarias son numerosas y potentes, y presenta raíces adventicias. El peso fresco de las raíces se incrementa hasta el cuajado de los frutos y luego se mantienen aproximadamente constantes en peso. El crecimiento radical se reduce de manera significativa al iniciarse el período de crecimiento reproductivo, produciéndose incluso la muerte de una parte de estas. La fracción de MS Total destinada a las raíces se mantiene constante durante el ciclo del cultivo y se sitúa cerca del 4 %.

2.2. Hábito de crecimiento

De acuerdo al hábito de crecimiento, las variedades comerciales se pueden dividir en dos tipos de diferente morfología: indeterminado y determinado. Las indeterminadas (Figura 2) son plantas que presentan inflorescencias laterales, manteniendo el brote terminal siempre vegetativo; son de uso muy difundido en invernaderos, aunque se las suele también hacer a campo despuntándolas para finalizar la cosecha. En el caso de cultivo bajo invernadero es posible tener un período de cosecha muy largo, manejando la planta a muchos racimos, en Argentina entre 15 y 18 y en invernaderos de alta tecnología del hemisferio norte hasta 30 floraciones, lo que permite 8 meses de cosecha. Estas plantas comparten el crecimiento vegetativo con el reproductivo y según el cultivar, el primer racimo floral aparece luego de haber diferenciado entre 7 y 12 hojas para luego interca-

lar racimos florales cada 3 hojas, ello depende de una interacción entre el genotipo, el fotoperíodo y la temperatura. En condiciones de fotoperíodo corto y temperaturas bajas la floración se produce luego de la aparición de menos hojas mientras que en verano el mismo cultivar emite más hojas antes de florecer.

En tanto las plantas de tipo determinado (Figura 3) también desarrollan la primera inflorescencia luego de emitir el mismo número de hojas, pero intercalan 1 hoja entre cada racimo hasta que, en la 3.^ª o 4.^ª inflorescencia, el ápice terminal se diferencia en un racimo floral, en ese caso pueden retomar el crecimiento vegetativo a partir de un brote axilar, pero inmediatamente este brote se transforma también en reproductivo. Estas plantas de crecimiento determinado son utilizadas normalmente para cultivos a campo, aunque en la Argentina en algunos casos se las utiliza en invernaderos para concentrar la producción en períodos cortos y también en el caso de realizar doble cultivo (Cuadro 2).



Tomate de crecimiento indeterminado.



Floración terminal en tomate determinado.

Cuadro 2			
	Determinado	Indeterminado	Época de producción
Hojas	1-2 por racimo	2-3 por racimo	abril-octubre
Cosecha	Concentrada (4-7 racimos)	Larga (8-18 racimos)	mayo-diciembre
Hábito de crecimiento	Arbustivo	Rastrero	diciembre-marzo
Tipo de producción	A campo con o sin conducción	A campo o bajo invernadero, con conducción	
Destino	Industria o modo fresco	Modo fresco	

Hábito de crecimiento del tomate.

2.3. Morfología del racimo floral

La forma del racimo floral difiere según las condiciones ambientales en las cuales se produjo su diferenciación y es afectado básicamente por la temperatura. Es así que, si esta se produce con temperaturas altas, se genera un racimo simple formado por un raquis principal sobre el que se disponen las flores; en cambio si la diferenciación del racimo se produce en temperaturas bajas (alrededor de 10 °C), el racimo presenta un raquis ramificado en 2 o 3 ejes con una mayor cantidad de flores. En países donde se prefiere el consumo de frutos chicos y con invernaderos de alta tecnología se utiliza como técnica el bajado de la temperatura para aumentar el número de flores por racimo y de esta forma también lograr mayores rendimientos.

2.4. Tipos comerciales

En Argentina se comercializan tres tipos de tomate conocidos como redondos, pera y cherri. Dentro de cada uno de ellos hay diferencias morfológicas en cuanto a tamaño, forma y dureza, además de la coloración (Figuras 4 y 5). Es así que dentro del grupo de tomates redondos existen formatos desde aplanados hasta esféricos, aunque la preferencia en Argentina está en los primeros. También en este grupo se diferencian las cultivares con genética larga vida de los de maduración normal que en general presentan menos firmeza pero mejor sabor. En cuanto al tipo pera también hay varios formatos desde cilíndricos hasta cuadrados, con y sin estrechamiento, aunque en general en nuestro país se prefieren los cilíndricos sin estrechamiento. Con respecto al tipo cherri existen con forma esférica o pera y con distintos tamaños, aunque nuestra preferencia es hacia los de formato pera.

Las exigencias de los compradores están relacionadas básicamente con tamaños grandes y de gran firmeza (especialmente para supermercados) aunque actualmente está tomando cada vez más importancia el sabor. Como regla general podría decirse que en verano aumenta la demanda de tomates larga vida o de redondos con firmeza y del tipo pera.

Con respecto a la coloración dentro de lo que es el rojo existen cultivares de color uniforme o con hombro verde, pero además existen tomates que a la madurez pueden ser amarillos, naranjas, rosados o marrones, aunque todavía su consumo no está extendido.

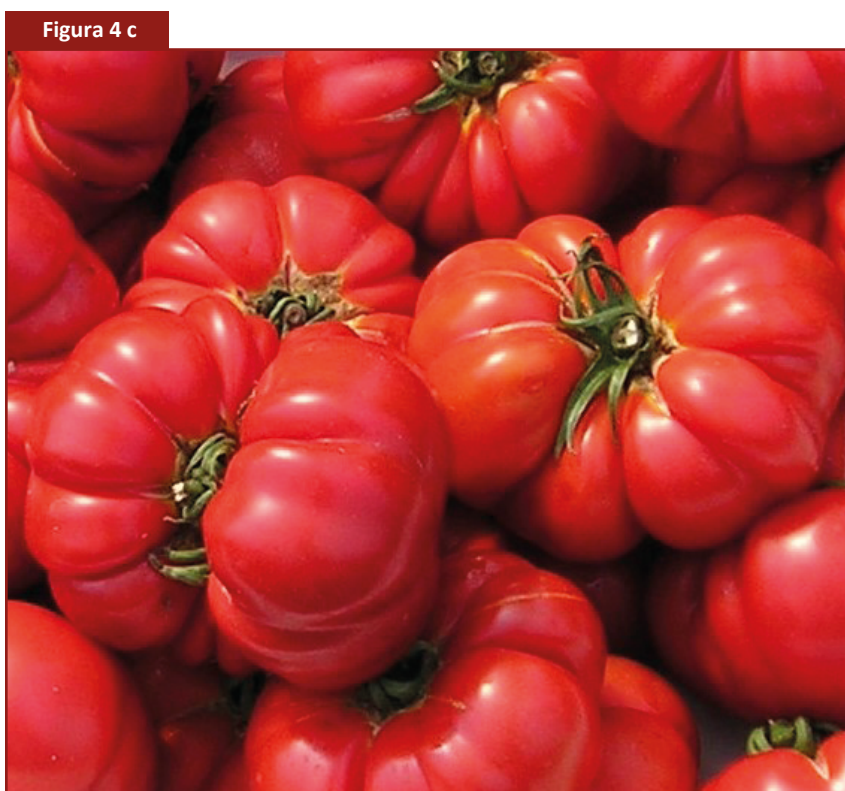


Figura 4
*a) tomate redondo,
b) tomate para
cosecha en racimo,
c) tomate raf.*

Figura 5 a



Figura 5 b



Figura 5 c



Figura 5

*a) cherry amarillo,
b) tomate redondo morado,
c) tomate cherry perita.*

De acuerdo a esto existe una gran diversidad de cultivares para cada zona lo que varía por épocas de producción y sistema de cultivo. Por regla general podríamos decir que el tipo larga vida (con presencia de los genes *nor* o *rin*), de origen israelí, se cultiva mayormente en invernadero debido a que a campo no consiguen calibres adecuados y es solicitado solamente por los supermercados. Los tomates con gen *rin* o *nor* de tamaño grande que existen en el mercado, de origen americano o europeo no tienen la misma firmeza y están siendo utilizados en cultivos al aire libre y en algunos casos se venden como tomates redondos comunes.

Los cultivares de tipo pera generalmente son realizados al aire libre, siendo de tipo determinado o indeterminado, mientras que pequeñas superficies se realizan en invernaderos con indeterminados.

Dentro de las variedades de tipo redondo los conocidos como extrafirmes o estructurales desplazaron a las variedades comunes debido a sus mejores características comerciales, en este grupo podemos citar las variedades que reúnen los mejores requisitos en cuanto a tamaño, firmeza y sabor.

Las diferencias en los cultivares predominantes en las distintas zonas son sustanciales y dependen del clima, de la tecnología del cultivo y de los objetivos productivos y comerciales.

En el NOA se cultiva tomate al aire libre, redondos y peras con trasplantes secuenciales para obtener períodos de producción largos. En el NEA se cultiva tomate en invernadero con cultivares indeterminados para períodos de producción larga o bien para hacer doble ciclo. En la zona semiárida se realizan tomates pera determinados tendidos en el suelo o bien indeterminados redondos tutorados.

En Buenos Aires y en el Litoral se cultivan tomates redondos en su mayoría indeterminados en los cuales es importante la resistencia al virus de la peste negra, debido a la época en que se cultiva y a la presencia de trips.

La elección del cultivar para utilizar es central para el éxito del cultivo, entre los factores para considerar principalmente debemos tener en cuenta en primer lugar la demanda del mercado y en segundo lugar la adaptación del cultivar al ambiente, en especial la tolerancia a condiciones climáticas desfavorables y la resistencia o tolerancia a enfermedades presentes en la zona y a las que tienen probabilidades de aparecer.

Las resistencias mínimas que debe tener un cultivar para campo son V (Verticillum), F (Fusarium), N (nematodos), ToMV (virus del mosaico del tomate) y TSWV (virus de la peste negra), este último si es para cultivo en primavera, verano, otoño y TYLCV (virus de la cuchara) si es para cultivos tempranos en el NOA.

Además, son características deseables tamaño y firmeza en el fruto, poca o nula necesidad de raleo y tolerancia a la aplicación de hormonas.

Bases ecofisiológicas de la producción

Juan Carlos Favaro y Roberto Matías Pacheco

3.1. Germinación

En general cada gramo contiene aproximadamente 300 semillas, no mantienen la viabilidad por muchos años, aunque es factible su conservación en envases herméticos, con baja humedad y buena germinación por unos 5 años. El tamaño de la semilla tiene importancia tanto en el desarrollo en altura como en la acumulación de materia seca en los primeros estadios.

Las semillas de tomate para germinar requieren de tres factores ambientales: agua, temperatura y oxígeno. Los requerimientos de humedad para emergencia están alrededor del 75 % de capacidad de campo, aunque existen variaciones de acuerdo con la temperatura del suelo. En general la germinación es muy lenta por debajo de los 10 °C, a baja temperatura presentan un lento crecimiento de la radícula. La emergencia de las plántulas se produce cuando se han acumulado alrededor de 93 unidades de calor (temperatura base: 6 °C) sin embargo 28 °C es la temperatura óptima de germinación. La emergencia es acelerada y uniformada cuando se aplican tratamientos de acondicionamiento osmótico (priming) con algunas soluciones salinas, polietilenglicol o manitol. Buenos resultados se han obtenido con soluciones entre 0,5 y 1 % de $\text{NO}_3\text{K} + \text{K}_3\text{PO}_4$ (con potenciales osmóticos entre -6,2 y -8,3 bares) y períodos de tratamiento de entre 5 y 10 días de imbibición.

3.2. Acumulación y partición de materia seca

El primer crecimiento de la planta privilegia la formación de un área foliar importante con objeto de realizar el proceso fotosintético para responder a los requerimientos energéticos de la planta. Además, continúa el desarrollo radicular para que le permita realizar la exploración del suelo para absorber agua y nutrientes. La velocidad de aparición de estas hojas esta relacionada con la temperatura. A mayor suma térmica menor cantidad de días son necesarios para el desarrollo de una hoja. Por ello es común que pase un lapso

de aproximadamente 60 días desde la siembra hasta la antesis floral, si las temperaturas a la que está expuesta la planta son óptimas (18 °C de noche y 25 °C durante el día).

Si la siembra se realiza durante el invierno y la temperatura es inferior, la antesis floral se produce más tarde. En realidad, se considera que el fin de la fase vegetativa, es decir, cuando se produce la antesis de la primera flor se da cuando se han acumulado alrededor de 600 unidades de calor.

La producción fotosintética hasta la antesis floral se particiona entre la raíz, el tallo, el ápice terminal, los brotes laterales y las hojas jóvenes. La mayor demanda de las hojas en crecimiento se da a los 10-12 días desde que ha comenzado la expansión. Aproximadamente 25 días antes de alcanzar su tamaño máximo comienzan a exportar asimilados. Normalmente la traslocación de asimilados de una planta en estado vegetativo implica que el sistema radicular es abastecido por las hojas inferiores, mientras que las superiores traslocan hacia el ápice y las hojas jóvenes.

El nitrógeno es un elemento que favorece el desarrollo de la masa foliar, esto trae como consecuencia un buen nivel de área foliar, con ello una buena captación de la luz y una excelente tasa fotosintética. Pero si los niveles de N son altos, se puede llegar a producir un desbalance entre el área foliar y el radicular. Si esto ocurre, la mayor área foliar produce un aumento en la transpiración que no es correspondida con un aumento en la absorción de agua y la planta puede entrar en estrés hídrico, aunque tenga buena disponibilidad de agua, dado que el tomate es una especie que no tiene buen control estomático. En esa situación es normal que se produzca el acartuchamiento de las hojas, el cual no se revierte a pesar de que luego se pueda recuperar el potencial hídrico de la planta.

En el momento de iniciarse la floración se disminuye fuertemente la cantidad de asimilados que dispone la raíz, y ello trae como consecuencia un menor crecimiento radicular. Este menor crecimiento radicular disminuye la exploración del suelo debido que la interceptación radicular se detiene o disminuye. Además, la falta de asimilados por parte de la raíz hace que la absorción activa de sales (aproximadamente el 90 % de la absorción de sales) disminuya. Este efecto se manifiesta más en cultivos determinados que en indeterminados. En estos últimos se observa que las raíces comienzan a crecer nuevamente a partir de 11.º racimo floral. Esto es especialmente importante, porque al disminuir la capacidad exploratoria de las raíces, el manejo del agua y nutrientes deben ser muy ajustados.

Los brotes laterales deben ser quitados semanalmente para no tener competencia y por lo tanto, desde el momento de antesis la competencia por asimilados se podría reducir a la competencia entre el brote apical, las hojas jóvenes y la inflorescencia o infrutescencia. Posibles aplicaciones prácticas se pueden observar en la competencia que presentan los frutos de un mismo racimo. En los cultivares indeterminados, se puede decir que la mayor disponibilidad de fotoasimilados proviene de las tres hojas inferiores a la inflorescencia y en mayor medida a la hoja que está inmediatamente abajo del racimo y con la misma filotaxis. Cualquier cosa que impida que esta hoja realice correctamente la fotosíntesis compromete el suministro de asimilados al racimo floral. Por ejemplo, altas densidades de plantas o plantas con los entrenudos demasiado cortos.

En los invernaderos no calefaccionados durante el invierno, en regiones de latitudes medias, es común observar que las hojas presentan un fuerte enrulamiento. Ello es debido a una gran acumulación de almidón en los cloroplastos, lo que indican que el crecimiento de la planta no está limitado por la fuente, sino por los destinos. Durante el día es común que en estos invernaderos se obtengan tasas fotosintéticas altas debido a que alcanzan temperaturas adecuadas para la fotosíntesis, pero a la noche las temperaturas descienden fuertemente, lo que hace que los destinos detengan su crecimiento y parte de los fotoasimilados queden en la hoja. Esto ocurre día tras día hasta que se produce un disturbio a nivel del mesófilo y se observa el enrulamiento de las hojas. Las primeras hojas que presentan este fenómeno son las que mayor iluminación reciben. Por ejemplo, si las líneas están de este a oeste, las plantas de la línea que da al norte muestran este efecto antes, pudiendo aparecer en la línea que da al sur, más tarde.

También es posible observar un acartuchamiento de las hojas cuando la tasa fotosintética es alta y la temperatura nocturna es baja, situación que se da a campo en primavera o en invierno en invernadero. En esta situación los fotoasimilados no son trasladados desde la hoja con suficiente velocidad porque los destinos tienen poca demanda y se acumulan en el cloroplasto, acartuchando la hoja y posteriormente provocando una baja en la fotosíntesis.

Al momento del transplante, el 80 % del peso de la materia seca de la planta lo constituye la parte aérea y el 20 % el sistema radicular. El paso de la radiación a través del polietileno, la disminución en luminosidad incidente, como el sombreamiento producido por altas densidades de plantas, hace que la luz roja lejana (730 nm) aumente en relación con la roja (660 nm). De esta manera el fitocromo inducirá a la planta a aumentar el crecimiento de los entrenudos, por consiguiente, tendremos una planta de mayor altura, tallos más finos, con menor sistema radicular y floración a mayor altura.

3.3. Floración

El cambio de crecimiento vegetativo a reproductivo se caracteriza por la aparición de órganos florales. El crecimiento vegetativo continúa de la yema ubicada en la axila de la última hoja. Si la planta es de crecimiento indeterminado, la tasa de crecimiento de esta yema axilar es grande y la inflorescencia queda al costado pareciendo que se diferencia de una yema lateral. En tanto si es de crecimiento determinado, el crecimiento de la yema axilar es lento y de esta manera se observa que la inflorescencia queda en el ápice y la yema sale del costado.

Si la intensidad lumínica es alta durante el crecimiento vegetativo, la floración se produce antes, lo que se da generalmente en condiciones de fotoperíodo largo. En tanto, si las temperaturas son demasiado altas, superiores a 35 °C, se consumen demasiados carbohidratos para la respiración de mantenimiento y la floración se retrasa. Esto en algunos casos puede llevar a que plantas de una misma variedad bajo condiciones ambientales diferentes necesiten desarrollar distinta cantidad de hojas hasta que se produzca la floración.

Lo expuesto pareciera correlacionar el inicio de la floración con una cantidad de fotoasimilados disponibles. Esto quizás podría explicar por qué algunas situaciones estresantes demoran la floración; por ejemplo: plantas que sufrieron deficiencia de nutrientes o agua en las macetas antes del trasplante. También la aplicación de hormonas de crecimiento actúa aumentando el número de hojas a la floración (cinetina y giberelina) o reduciéndola (auxinas). De todas formas, la mayoría de los modelos de simulación para representar la fenología de este cultivo solo utilizan las sumas térmicas. Tanto las temperaturas altas de día como de noche disminuyen la cantidad de días necesarios para llegar a la antesis floral; igualmente se comportan en los días largos.

La cantidad de flores por racimo se determina en el momento de diferenciación de la inflorescencia. Por ejemplo, la primera inflorescencia se diferencia cuando se observa los cotiledones totalmente expandidos y la primera hoja verdadera en expansión. El racimo floral está compuesto de una sucesión de axilas, en cada una de ellas hay una flor simple. El pedúnculo del racimo floral es capaz de ramificarse una o más veces. Las ramificaciones aumentan la cantidad de flores que tiene un racimo.

La temperatura media diaria y la intensidad de luz influyen sobre la cantidad de flores de la inflorescencia, a menores temperaturas y a mayor intensidad de luz mayor número de flores. Por ello, una técnica para lograr racimos ramificados con abundantes flores consiste en colocar las plántulas recién germinadas a una temperatura de 10 a 13 °C durante dos semanas. En condiciones de cultivo se puede observar que las inflorescencias diferenciadas en invierno tienen más flores que las diferenciadas en verano.

También las bajas temperaturas y la buena disponibilidad de nitrógeno pueden hacer que el extremo apical de la inflorescencia continúe con un brote vegetativo. No se debe confundir el efecto de las bajas temperaturas en la diferenciación floral (aumento del número de flores por racimo) con el efecto durante el establecimiento de los frutos (caída de flores). También las aplicaciones de ácido giberélico aumentan el número de flores por racimo floral.

La cantidad de luz es afectada por la intensidad y la duración. Si bien la duración en otras especies afecta la inducción floral, en el caso del tomate esto es despreciable; si bien algunos autores le dan cierta importancia, en general se podría decir que los días cortos provocan la aparición del 1.º racimo floral emitiendo pocas hojas, mientras que fotoperíodos largos causan la aparición de la inflorescencia más arriba. Asimismo, en estas condiciones, el número de flores del racimo es menor, aunque esto podría estar más asociado con alta temperatura nocturna, lo que disminuiría la cantidad de asimilados disponibles al racimo por una fuerte tasa respiratoria. La relación parte aérea-sistema radicular aumenta a medida que la duración del día es más larga. Al momento de producirse la antesis de la primera flor, la partición de asimilados hacia las raíces disminuye (solo el 8 % tiene ese destino) mientras que las hojas y el tallo son los principales órganos en crecimiento (60 y 31 % respectivamente). Las estructuras reproductivas tienen todavía una escasa importancia como destino (1 %). Aproximadamente 4 semanas después de la antesis de la primera flor la traslocación de asimilados a la raíz es mínima de tal forma que esta pierde su capacidad exploratoria y solo utiliza fotoasimilados para su respiración, esto coincide con el momento de mayor demanda de los frutos de los racimos inferiores.

El efecto de las temperaturas e intensidad lumínica puede ser comprendido, desde el punto de vista de la disponibilidad de carbohidratos. A mayores intensidades de luz mayor tasa fotosintética lo que causa un ápice de mayor tamaño y este puede producir mayor número de flores. Con temperaturas bajas, se reduce la respiración de mantenimiento y con ello hay más asimilados disponibles para el ápice, lo que conduce a mayor número de flores.

También las bajas temperaturas y la buena disponibilidad de nitrógeno pueden hacer que el extremo apical de la inflorescencia continúe con un brote vegetativo. No se debe confundir el efecto de las bajas temperaturas en la diferenciación floral y en el establecimiento de los frutos. También las aplicaciones de ácido giberélico aumentan el número de flores por racimo floral.

3.4. Establecimiento de frutos

Se llama establecimiento al proceso que marca la transición del ovario de la flor a fruto. Este proceso involucra la iniciación de un crecimiento rápido de los tejidos del ovario, como consecuencia de una activa división celular, que constituye la primera fase del crecimiento del fruto.

La falla en el cuaje también puede ser generada por competencia entre frutos por fotoasimilados. La capacidad de los frutos para atraer fotoasimilados está condicionada por factores físicos asociados al número y tamaño de células con capacidad de almacenamiento. Este fenómeno se da tanto entre frutos del mismo racimo como entre racimos. Además, una limitada disponibilidad de fotoasimilados puede afectar las etapas de germinación y crecimiento del tubo polínico provocando una disminución en el establecimiento de frutos de algunos cultivares a la vez que incrementa el período total de desarrollo de los frutos.

Una vez que se produce la antesis floral, la flor se mantiene abierta durante aproximadamente 7 días, al llegar a este punto la flor puede continuar por dos vías: senescencia y aborto floral, o cuajado y desarrollo del fruto. La elección de un camino u otro depende del éxito de la polinización, de la germinación del grano de polen, de la fecundación y de la competencia con otros frutos que puedan estar desarrollándose. En el primer caso se reduce la síntesis de auxinas naturales (producidas por los pétalos) y de no mediar la fertilización y la fecundación se desencadena la abscisión floral dado que el gradiente auxínico entre la flor y el pedúnculo floral es negativo. De producirse la fecundación el ovario en crecimiento y también la semilla, se generan las auxinas necesarias para prevenir la caída de la flor. Tanto el grano de polen al germinar, el crecimiento del tubo polínico, y el embrión y posteriormente las semillas generan estímulos de crecimiento positivos.

Varios son los factores que afectan el establecimiento de los frutos: temperaturas extremas (altas o bajas), falta de viento, luminosidad escasa, estrés hídrico, exceso de nitrógeno.

Cuando las temperaturas nocturnas son inferiores a 13 °C, no hay polen viable y con ello no se produce la fecundación y luego de 7 días desde la antesis floral disminuye la síntesis de auxina y la flor se cae. Temperaturas superiores a 35 °C esterilizan el polen y secan el estigma por lo que el grano de polen no germina y también la flor se cae.

La falta de viento, común en los invernaderos, no permite una buena polinización y en consecuencia hay menor fecundación y menor establecimiento de frutos, lo mismo sucede cuando hay un exceso de humedad ambiental y es imposible la dispersión del polen que queda adherido a las anteras.

La luminosidad escasa y la falta de agua afectan directamente la fotosíntesis reduciendo la cantidad de fotoasimilados producidos de esta manera, los diferentes destinos de la planta compiten entre sí, y en muchos casos un gran número de flores pierde esta competencia y cae. También la baja luminosidad provoca longistilia, lo cual perjudica la polinización.

El exceso de nitrógeno trae como consecuencia un mayor crecimiento vegetativo, si esto se mantiene en el momento de la floración, puede traer como consecuencia un fuerte desvío de fotoasimilados a los ápices vegetativos, y con ello la caída de flores.

Asimismo, la posición del racimo en la planta y de las flores en el racimo tienen influencia en el establecimiento de flores, los racimos superiores forman menos frutos que los inferiores, pues el porcentaje de aborto es mayor, lo mismo ocurre con las flores distales respecto a las próximas al tallo en los racimos.

Varias son las posibilidades para solucionar la caída de flores, pero para seleccionar la mejor se debe tratar de determinar la causa de la caída.

Si el problema es la falta de viento, pero hay una adecuada producción de polen viable, una posible solución es hacer vibrar a la planta manualmente o con vibradores, aplicar viento artificial o utilizar abejorros.

Si la causa es la temperatura baja, la solución ideal es la calefacción en el caso de invernaderos, pero dado que es una tecnología cara se recurre a la aplicación de auxinas, lo mismo cuando realizamos cultivos a campo. El objetivo de este tratamiento es reemplazar la auxina endógena que deja de producirse por no haber fecundación. Se debe aplicar algún derivado auxínico, por ejemplo, ácido naftalen glicólico, ácido naftalenoacético, ácido clorofenoxiacético o similares una vez por semana a todas las flores en antesis evitando la aplicación a los frutos ya establecidos, dado que la sobredosis provoca deformaciones leves (la parte apical del fruto termina en punta) y si la dosis es muy alta o las temperaturas descienden hasta cerca de 0 °C las deformaciones son graves (separación de los carpelos). La tolerancia a las deformaciones provocadas por aplicación de hormonas está relacionada con características genéticas, en general son más proclives las variedades de fruto grande, aunque hoy en día casi todos los híbridos han sido seleccionados para soportar aplicaciones de auxinas. También suele aplicarse ácido giberélico, y si bien logra un muy buen establecimiento de frutos, este es excesivo y los frutos son de pequeños. alguna bibliografía cita la utilización de retardadores de crecimiento para

favorecer el establecimiento de frutos como el cloruro de clorocolina (CCC). Se debe recordar que los retardadores de crecimiento inhiben la síntesis de giberelina. Lo que ocurre es que mientras las auxinas y la giberelina se deben aplicar a la flor para activar su actividad metabólica, el CCC se debe aplicar a las hojas, en ellas se produce un retraso en el crecimiento de las otras partes de la planta y de esta forma quedan más asimilados para ser utilizados por las flores. De todas maneras, no es una aplicación recomendable porque disminuye el largo de los entrenudos y aumenta el sombreado de las hojas.

La razón por la cual la aplicación de hormonas debe ser semanal está dada por el tiempo en que la flor puede mantener por sí misma un contenido endógeno óptimo de auxina. La cantidad de aplicaciones a cada racimo es variable y depende del número de flores que se quiera establecer en cada uno, si son pocas (4-5) puede ser suficiente con dos aplicaciones; si se pretende un mayor número de frutos, es necesario aplicar más veces dado que la floración en el racimo es continua. En general, las aplicaciones hormonales provocan un defecto en la calidad ya que ocasionan frutos huecos (partenocárpicos) al no tener semillas, en caso de que se hallan formado algunas, también causan el aborto de estas.

En muchos casos la partenocarpia puede darse naturalmente provocando la aparición de frutos de poco tamaño, esto está dado porque el ovario puede llegar a tener una concentración de auxina suficiente que le permita establecerse sin la necesidad de formación de semilla.

3.5. Crecimiento de frutos y partición de asimilados

En general podemos decir que el tamaño de los frutos está relacionado con la cantidad de asimilados que ellos disponen y su capacidad de utilizarlos. La capacidad de utilización o mejor denominado, la fuerza como destino de los frutos está definida por el tamaño potencial y la actividad de estos. El tamaño final de los frutos estará condicionado por el número de células del ovario previo a la fecundación, el número de fecundaciones exitosas, las divisiones celulares que ocurren dentro de él luego de la fecundación y la extensión de la fase de crecimiento celular.

El tamaño potencial de un fruto está definido entre otras cosas por el número de células que lo forman, un factor que queda definido alrededor de 10 días después de la antesis cuando la división celular cesa. En el caso de frutos partenocárpicos, esta termina solo 3 días luego de antesis por lo que tienen menor número de células que un fruto normal, lo que explica su menor tamaño.

Una buena fecundación asegura una gran cantidad de semillas y en el período de crecimiento del fruto estas aseguran una mayor actividad como destino por el aporte de hormonas que realizan

El tamaño potencial también está influenciado por la posición del fruto en el racimo. Generalmente, las primeras flores se establecen antes, lo cual crea una dominancia sobre los restantes, que estaría dado por un mayor contenido de auxinas y mayor número de

células. Sin embargo, cuando artificialmente conseguimos que todos los frutos se establezcan al mismo tiempo, todos estarán en las mismas condiciones para obtener tamaño.

La cantidad de asimilados disponibles está en función de la tasa fotosintética y la competencia con los otros destinos existentes en la planta. Todo factor ambiental que limite la fotosíntesis en principio limitará, el crecimiento de los frutos. Como ejemplo tenemos baja luminosidad, déficit hídrico, plantas con poca área foliar, etc.

El índice de cosecha de un cultivo de tomate es de alrededor del 60 %, y en algunos momentos del período de fructificación, el 80 % de los asimilados es particionado hacia las flores y frutos en crecimiento. Durante este período la competencia entre los órganos vegetativos y reproductivos es ganada por estos últimos.

La pérdida de consumo de asimilados por parte de los frutos se puede deber por lo menos a dos razones: a la abscisión de los frutos o a la falta de actividad de ellos. El primero generalmente se resuelve con la aplicación de reguladores de crecimiento para aumentar el establecimiento de frutos, la falta de actividad suele ser de mayor complejidad. En determinadas condiciones, especialmente cuando falla el establecimiento de frutos, el tallo puede ser utilizado para almacenar los asimilados excedentes, para luego ser removilizados cuando la demanda aumenta. Una competencia marcada puede presentarse entre frutos del mismo racimo o entre frutos de diferentes racimos que presenten demanda de asimilados al mismo tiempo. Es por ello que algunos recomiendan la extracción del florón o la extracción de las últimas flores del racimo. El establecimiento de flores en el racimo floral presenta un orden secuencial y puede durar varios días. La primera flor que se establece, normalmente inicia su crecimiento y se transforma en un destino fuerte que domina sobre los frutos que establecen después.

Los primeros racimos normalmente disponen de mayor cantidad de fotoasimilados, pero a partir del tercero o cuarto se llega a un equilibrio y los racimos disponen de menos fotoasimilados que lo necesario para formar 3 o 4 frutos de buen tamaño. Esto está muy relacionado con la actividad fotosintética.

3.6. Tamaño, calidad y maduración de fruto

Diversas técnicas de manejo han sido desarrolladas para mejorar el rendimiento y la calidad comercial. Algunas de ellas mal utilizadas pueden resultar en algunos perjuicios, pero en general son un importante aporte.

Una de ellas consiste en el raleo de hojas o deshojado basal, que debe realizarse solo cuando la mayoría de los frutos del racimo por encima de las hojas ha alcanzado el tamaño comercial. Esto es así porque cada racimo es suplido por asimilados desde las hojas inferiores a este, por lo que si se cortan hojas fotosintéticamente activas antes de que los frutos alcancen su total crecimiento, estaremos provocando un perjuicio. Sí es importante eliminar hojas senescentes por el peligro sanitario que representan, aun cuando las hojas

que han comenzado este proceso estén traslocando carbohidratos y aminoácidos provenientes de su degradación.

Otras técnicas corrientes son la eliminación de brotes laterales (desbrote o poda) y del brote terminal (capado) que tienen la finalidad de eliminar puntos de crecimiento vegetativo. El efecto de estas técnicas es muy notorio y básicamente se logra aumentar la tasa de crecimiento de los frutos en el caso de capado, especialmente en los cercanos al ápice, pero sin influencia en los racimos inferiores que normalmente están próximos a cosecha. La elección del momento de capado está dada por razones económicas y de manejo y depende de varios factores, entre ellos el cultivar utilizado; por ejemplo, es importante recordar que como efecto indeseable, el capado acelera la senescencia del cultivo y puede también causar falla en el establecimiento del último racimo.

Con referencia al tamaño de fruto, en algunos casos se recomienda regular el número de frutos por racimo a través del raleo de flores o frutos pequeños o bien el raleo total de algunos racimos. Algunas experiencias que hemos desarrollado indicarían que en ningún caso es beneficiosa la eliminación de frutos, aunque sean recién establecidos, porque no se consiguió mejorar el tamaño de los restantes. Sin embargo, por un lado, la bibliografía menciona la eliminación de flores como una técnica utilizada. Posiblemente al realizar el raleo tan tempranamente se consigue evitar el efecto de competencia entre frutos antes mencionado. Por otro lado, hemos observado que si el raleo es excesivo, el racimo podría perder capacidad para competir, y con ello beneficiarse algún otro órgano de la planta o eventualmente un racimo superior. En ese sentido los cultivares de tipo indeterminado son muy plásticos y tienden a compensar la pérdida de producción en algún racimo inferior con un aumento en la parte superior de la planta.

Además del tamaño y la forma del fruto, otro factor condicionante de la calidad es la firmeza y vida poscosecha de este. Estas cualidades son intrínsecas del cultivar utilizado y es conocido que los materiales de tipo larga vida genético tienen un buen comportamiento en este sentido, ya que son portadores de los genes que inhiben la síntesis de las poligalacturonasas y por lo tanto retrasan el ablandamiento subsecuente a la madurez. Además, la mayoría de las variedades comerciales de reciente desarrollo han sido mejoradas en cuanto a su firmeza (larga vida estructural). Algunas condiciones de manejo pueden acentuar estas características deseables, en especial el riego y la fertilización con potasio.

La utilización de una alta concentración salina en el agua de riego mejora notablemente la firmeza del fruto al bajar el contenido de agua, lo que es lo mismo incrementar los sólidos totales. Esta técnica generalmente provoca una pérdida de tamaño de fruto y si las condiciones de salinidad son altas, las pérdidas en la producción son significativas. Normalmente se puede trabajar con conductividades de hasta 8-10 mS, aunque lo óptimo desde el punto de vista de la producción sea 2-3 mS.

Además del tamaño, firmeza, forma y color del fruto, el mal manejo del riego y la conductividad puede causar la aparición de algunos desordenes fisiológicos en el fruto como las rajaduras (cracking), podredumbre apical (blossom end rot) y maduración des-

uniforme (blotchy ripe) lo que afectan no solo la calidad, sino también el rendimiento comercial del cultivo.

La temperatura y la luz son los factores más importantes en la maduración del fruto, en especial, las sumas de temperatura que recibe este. Es común encontrar que se cosechan frutos de dos o tres racimos a la vez. Cuando las temperaturas son bajas este período se alarga y la cosecha de los distintos racimos se separa en el tiempo, pero cuando las temperaturas se elevan este período se acorta y se superponen las cosechas de diferentes racimos. La posibilidad de utilización de etileno para provocar la maduración anticipada es bastante conocida, la velocidad de maduración dependerá de la dosis utilizada, la forma de aplicación y la temperatura. Este último es un factor importante, debido a que a temperaturas altas, durante la madurez se produce la desaparición de los pigmentos clorofílicos quedando los carotenos e inhibiéndose la síntesis de licopeno, por lo que el fruto adquiere coloración amarillenta. Asimismo, la síntesis de ese carotenoide está gobernada por la acción del fitocromo, mientras que la luz roja favorece su síntesis, la luz roja lejana o la oscuridad la inhiben. La aplicación puede hacerse a frutos con madurez fisiológica y ya cosechados, donde la respuesta es muy rápida; o bien a toda la planta, lo que produce una rápida senescencia, la detención del crecimiento de los frutos y su maduración posterior; o bien pincelando el tallo solamente provoca el mismo efecto, pero más lentamente.

3.7. Enfermedades fisiogénicas

Las enfermedades fisiogénicas que se tratan aquí tienen una componente ambiental relacionada también con el cultivar utilizado y en muchos casos la causa del desorden involucra un complejo de factores. En la mayoría de los casos más de un factor ambiental interviene en su expresión y los síntomas no pueden ser atribuidos a un agente biológico. Entre las adversidades que pueden presentarse relacionadas con el manejo del riego y la nutrición del cultivo cabe mencionar la podredumbre apical ocasionada por una deficiencia localizada de Ca en el fruto, muchas veces asociada a condiciones ambientales y manejo del riego. También relacionada con la relación de nutrición entre Ca y K y asociado a características genéticas y ambientales está la aparición del blotchy ripening o maduración despareja. También como desordenes de origen fisiogénico aparecen el rajado de frutos y los frutos huecos ocasionado por malas prácticas de cultivo.

Podredumbre apical (blossom end root): la podredumbre apical ocurre frecuentemente en tomate y se desarrolla en el fruto como una depresión externa visible de tejido necrótico afectando la parte distal del fruto, que resulta en una alteración de la estructura del tejido en esa área. Es una enfermedad fisiogénica originada en una deficiencia de calcio localizada en el extremo distal del fruto, que puede deberse a múltiples factores que pueden ser falta de Ca en el suelo, problemas en la absorción por competencia con otros cationes (en especial K y NH_4), también el bajo contenido de humedad en el suelo, o porque la tasa transpiratoria es baja (recordar que el acercamiento de los nutrientes a las raíces para su absorción se da mayormente por flujo masal), o por dificultades en la traslocación en la planta. El calcio solo se mueve por xilema, y debido que los frutos



Figura 6

Podredumbre apical.



Figura 7

Blotchy ripening.



Figura 8 a

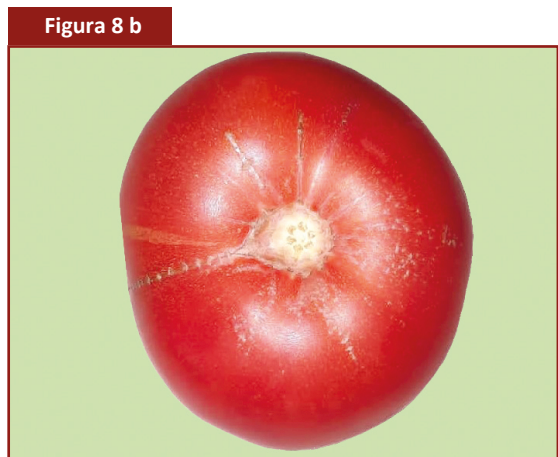


Figura 8 b

a) rajado radial, b) microcracking.

transpiran poco, al no tener estomas, el agua llega a ellos mayormente por floema. De esta forma, el calcio solo podría entrar a ellos cuando la presión de raíz es importante y las hojas transpiran poco. Si la entrada de Ca al fruto se ve disminuida, al aumentar este rápidamente de volumen se produce una disminución relativa de su contenido de Ca, hasta que la zona más alejada del pedúnculo presenta la deficiencia del elemento, con una posterior síntesis de etileno, muerte de tejidos y colonización por hongos saprofitos, (Figura 6) por ello los frutos alargados tipo pera son los más propensos a manifestar el problema. En ese sentido, también un aumento en la conductividad perjudica la absorción de Ca y puede provocar la aparición de los síntomas, si bien trae aparejada una mejora en la firmeza, produce una disminución relativa de su contenido de Ca, hasta que la zona más alejada del pedúnculo presenta la deficiencia del elemento, con una posterior síntesis de etileno y los síntomas ya conocidos. En ese sentido un aumento en la conductividad perjudica la absorción de Ca y puede provocar la aparición de los síntomas.

La interacción entre luminosidad, temperatura del aire, disponibilidad de agua, salinidad, relación de nutrientes en la rizósfera, temperatura de la raíz, humedad del aire y desarrollo de tejido xilemático en el fruto parecieran controlar la incidencia de podredumbre apical de los frutos.

Humedad relativa baja, alta temperatura del aire y de la raíz y alta intensidad de radiación pueden aumentar considerablemente su incidencia, ya que estas condiciones producen altos niveles de transpiración que mejoran la absorción de agua, aumentando así el transporte de calcio a las hojas a través del xilema. Sin embargo, en tales condiciones, el transporte de agua a las frutas se reduce debido a la competencia con las hojas, y por lo tanto la traslocación de calcio a las frutas también se ve restringida, lo que aumenta el porcentaje de frutos con podredumbre apical.

La salinidad tiene un fuerte impacto en la incidencia de podredumbre apical en frutos de tomate. Se ha encontrado que la aparición de podredumbre apical en tomate y pimiento aumenta dramáticamente cuando la CE aumentó por encima de 1 mS/cm. La salinidad disminuye tanto la absorción del calcio total y el contenido de calcio de la fruta. Esta reducción en la absorción de calcio es el resultado de una restricción en la captación de agua.

La incidencia de podredumbre apical de los frutos también fue aumentada mediante altas aplicaciones de nitrógeno en forma de $\text{NH}_4\text{-N}$, lo cual aumenta el contenido de azúcares en el fruto, pero disminuye el calcio en la planta. Esto se debería a que el $\text{NH}_4\text{-N}$ reduce la absorción de calcio.

Los frutos son más susceptibles a la podredumbre apical cuando hay un rápido aumento de tamaño visible y se debe tener un especial cuidado durante este período. Elegir cultivares resistentes, optimizar el suministro de calcio y fósforo, mantener un balance dinámico entre calcio y potasio, y entre nitratos y amonio que aseguren suficiente absorción de calcio, usar baja CE, optimizar la frecuencia de irrigación para evitar estrés hídrico o excesos de agua, evitar alta temperatura radical y baja concentración de oxígeno que reducirá la absorción de calcio, evitar excesiva transpiración de la canopia mediante poda,

sombreado y encalado, y mantener una relación fruto:hoja apropiada que provea de una adecuada tasa de crecimiento al fruto disminuirían la aparición del desorden.

Maduración despareja (blotchy ripening): asociado con problemas de Ca se cita otro disturbio fisiológico denominado blotchy ripening que es la aparición de zonas verdosas en los frutos maduros que se corresponden con áreas de color marrón en el parénquima del fruto ocasionadas por una asociación entre un genotipo predisponente con un exceso en el contenido de Ca, exceso de N, días fríos y baja radiación (Figura 7); es un desorden de amplia distribución que daña la calidad del fruto de tomate tanto para consumo en fresco como para industria reduciendo considerablemente su valor económico. Se caracteriza por frutos con una coloración irregular o una maduración retrasada con respecto al resto. Presenta áreas irregulares en forma y tamaño, de color verde claro, amarillas o casi decoloradas. Normalmente el tejido presenta una consistencia más dura que el tejido rojo circundante y no madura normalmente.

También son normales áreas marrones necrosadas frecuentemente asociadas al tejido vascular del fruto. La presencia de tejido blanco interno en el pericarpio es algunas veces enmascarada por tejido rojo, y por lo tanto el fruto luce normal externamente. Los síntomas son enmascarados por una fina capa de células normalmente pigmentadas justo por debajo de la epidermis.

El desorden está asociado con condiciones de baja intensidad de luz, temperaturas frías y alta humedad, alto nitrógeno y bajo potasio. Bajos niveles de boro en planta predispondrían a los frutos a mancharse. Suelos compactados incrementarían la severidad.

Como el desorden no está del todo entendido, no existen medidas de control definitivas. Sin embargo, es prudente evitar cambios repentinos de temperatura en los invernaderos y mantener adecuados niveles de potasio y boro en el suelo. Toda práctica que reduzca el tamaño del fruto (poda de raíces, escasa nutrición, competencia) reduciría la ocurrencia de blotchy ripening. La relación $K/Ca + Mg$ en la solución del suelo debe mantenerse entre 0,4 y 0,6 durante el período vegetativo. Durante el estado reproductivo, debe mantenerse entre 0,6 y 1, si baja de 0,6 aparece el blotchy ripening y si es mayor a 1, se manifiesta la podredumbre apical, por lo cual es importante hacer monitoreos periódicos mediante extractores para ajustar la fertilización. Las condiciones predisponentes para esta enfermedad fisiológica también son variadas, depende del manejo de la nutrición (el exceso de NH_4 y Ca la provocan), pero también de factores ambientales como días fríos y nublados, suelos muy húmedos y tiene un componente genético ya que hay cultivos más tolerantes que otros.

Rajado (cracking): un manejo adecuado del riego, además de prevenir los problemas de podredumbre apical debe considerar el efecto sobre el rajado de frutos o cracking. Existen tres tipos, uno originado en condiciones de alta humedad, lo que hace que se deposite rocío sobre los frutos, los que al estar expuestos a la radiación sufren pequeñas rajaduras dándole a la epidermis un aspecto áspero y corchoso (microcracking). Las otras dos formas son debidas a problemas hídricos dentro de la planta y consisten en rajaduras radiales o concéntricas (según el genotipo) originadas en un aumento en el contenido de

agua de los frutos que no se corresponde con un crecimiento en la epidermis del fruto (Figura 8). Las causas pueden estar dadas por riegos poco frecuentes, con las consiguientes fluctuaciones en el potencial hídrico o bien responder a un aumento en la presión radical, es decir, la absorción activa de agua, que al no ser eliminada durante la noche por transpiración (solo por gutación) tiene ese efecto.

El rajado reduce el valor comercial y provee la entrada a insectos y hongos causando pérdidas tanto en tomate en fresco como para industria. En zonas donde las lluvias son comunes durante la maduración, los problemas y las pérdidas pueden ser muy altos. Condiciones de alta luminosidad, especialmente en la fruta sin sombra, también se han asociado con altas tasas de rajado de fruta. Los frutos de los racimos de arriba son más susceptibles al rajado, debido a que por mayor radiación recibida tienen mayor temperatura, lo que acelera la maduración transformando el almidón en moléculas pequeñas, lo que baja drásticamente el potencial osmótico y provoca un violento ingreso de agua al fruto.

Muchas características de los cultivares están asociadas con el rajado del fruto forma y tamaño del fruto, cutícula extensible y gruesa, número de frutos por planta, posición del fruto en la planta, contenido de sólidos solubles, desarrollo de tejido vascular en fruto y arquitectura de la planta.

Las prácticas culturales que se traducen en crecimiento uniforme y relativamente lento de la fruta, como humedad constante del suelo, preferentemente baja, ofrecen cierta protección contra el rajado fruto. Capado de plantas, desbrote, conductividad de la solución fertilizante baja, y ampliando el espacio entre plantas incrementan el rajado. Sombreado las plantas se reduce, pero no elimina el rajado de fruto.

El grado de madurez del fruto también incide en el rajado. El fruto se vuelve más susceptible a este desorden a medida que madura, especialmente cuando desarrolla el color. La cosecha del fruto en estado pintón y la selección de cultivares resistentes al rajado ofrecen probablemente la mejor protección contra el agrietamiento.

Toxemia por amonio: otra de las enfermedades fisiogénicas es la toxemia producida por NH_4 , que ocurre en general cuando se hacen aplicaciones de urea en banda en dosis altas en la cercanía del cuello y raíces de las plantas. Es importante remarcar que la forma normal de absorción de N por el cultivo es como nitrato, aunque tolera una relación de 3:1 entre nitrato y amonio, por lo tanto, la urea debe ser nitrificada por los microorganismos del suelo para ser correctamente aprovechada. Dado que la urea es la fuente más barata de N es la más usada en cultivos a campo, y si se aplica una cantidad importante, se incrementa la absorción de amonio hasta volverse tóxico. Ello se reconoce rápidamente porque la planta muestra una fuerte muerte de tejidos en el cuello de la planta con olor a amoníaco, ya que sobre todo en condiciones de temperatura alta la planta no puede unir el amonio a cadenas carbonadas para trasladarlo a las hojas y sintetizar aminoácidos y se acumula allí provocando daños en los tejidos al punto de provocar la muerte de plantas.

Orientaciones para el manejo del cultivo a campo

Juan Carlos Favaro

4.1. Elección de cultivares

La disponibilidad de cultivares para mercado en fresco es muy abundante y se renueva continuamente por lo que la descripción de cada uno excede los objetivos de este escrito, sin embargo, se detallan los principales tipos comerciales y las resistencias a enfermedades de las que actualmente se disponen. Prácticamente todo el tomate que se cultiva a nivel comercial es híbrido y de origen extranjero, ya que las empresas semilleras son de origen estadounidense, holandés, francés, español, alemán, israelí, japonés y sudafricano, lo que implica que los cultivares deben ser testeados en las zonas de producción de Argentina para poder garantizar su adaptabilidad.

El primer condicionante en la elección del cultivar para utilizar está relacionado con la demanda del mercado, ya que el consumidor fija el producto que desea comprar y es muy difícil provocar un cambio en su hábito de consumo para un productor individual, es así que la coloración, el tamaño, la forma y en menor medida el sabor del cultivar son relevantes. Si bien este último parámetro no puede ser determinado por el consumidor en el momento de la compra, la utilización de tomates con poco sabor ha provocado una disminución en el consumo en especial debido a los tomates larga vida, y en nuestro país un remplazo por tomates de tipo pera.

El siguiente punto para considerar es la adaptación del cultivar al ambiente de cultivo tanto sea en cuanto a la tolerancia/resistencia a enfermedades y plagas como a los factores abióticos. En cuanto a las resistencias genéticas la mayoría de los híbridos presenta un grupo de resistencias básicas (N nematodos, V *Verticillium*, F 1-2 *Fusarium* razas 1 y 2, y TMV virus del mosaico del tomate). Además, existen comercialmente resistencias o tolerancias a TSWV (virus de la peste negra), TYLC (virus de la cuchara), Bsp (peca bacteriana), Cl (*Cladosporium*), Fr (*F. radialis*), Fo (*F. raza 0*), Cb (*Clavibacter*) y St (*Stemphyllum*), aunque no existen cultivares que reúnan todas las resistencias, por lo que es muy importante tener en claro qué es lo que se necesita para cada zona. La utilización de tomates con resistencia/tolerancia a enfermedades es la mejor forma de control dado que tiene nulo impacto ambiental, da seguridad de cosecha y es de bajo costo, además ante algunas enfermedades como virosis o plagas como nematodos es la

única alternativa. Debemos recordar que el tomate es uno de los cultivos más propensos a plagas y enfermedades y en algunas de ellas necesitamos períodos de rotación muy largos porque son de difícil control químico, como ocurre por ejemplo con cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis*) o nematodos que persisten largo tiempo en suelo. El uso de portainjertos se ha difundido bastante en invernadero, aunque no tanto en cultivos a campo. Uno de los beneficios que brinda es la tolerancia a enfermedades y a algunos tipos de nematodos, aunque con pérdida de precocidad y alto costo del plantín, por lo que es inviable en cultivos a campo de cosecha corta, dado el aumento en el costo de producción.

También la tolerancia a factores abióticos es fundamental: en general los cultivos al aire libre pueden sufrir daños por exceso de lluvia, heladas, granizo, que cuando no son totales pueden ser sobrellevados por el cultivo si tiene suficiente capacidad de rebrote, en ese sentido los cultivares de hábito de crecimiento determinado son más plásticos y se adaptan mejor porque al tener siempre el ápice vegetativo les permite retomar el crecimiento y producir nuevas floraciones y lograr aunque sea una cosecha menor. Los cultivares determinados no tienen esa característica dado que la yema apical remata en inflorescencia en general luego del cuarto racimo.

En tercer orden el material seleccionado debe adaptarse fácilmente a formas de manejo sencillas que sean fáciles de adoptar. Por regla general y pensando en estas condicionantes se sugiere hacer el recambio varietal paulatinamente dado que esto permite testear correctamente los nuevos cultivares y cambiar el rumbo con mínimas pérdidas; debe recordarse que no existe mucha información sobre cada cultivar en cuanto a su comportamiento en el lote.

En cuanto a los tipos comerciales en función de su comportamiento en poscosecha tenemos híbridos de tipo larga vida genético (genes nor o rin) con una vida en estante de entre 20 y 25 días, los conocidos como larga vida estructural que tienen algunas características similares a los anteriores, pero sin genes inhibidores de la poligalacturnasa, con una vida poscosecha de aproximadamente 7 días y los de maduración estándar con menor duración. Según su forma y tamaño se dividen en tomates pequeños (cherri) y grandes, en ambos casos existen con forma redondeada (redondos) o alargada (perita). Con respecto a los de forma redondeada los hay desde completamente esféricos hasta achatados completamente, en general se prefieren intermedios con un peso de alrededor de 200 g. Con respecto al tipo pera hay desde cilíndricos a cuadrados con o sin estrechamiento (cintura), preferentemente se usan los cilíndricos sin estrechamiento y de alrededor de 100 g.

También existe una gran diversidad de colores, los hay rojos uniformes o bien con el hombro verde, también hay amarillo, rosados, marrones e incluso que maduran en verde. De cualquier manera, el gran consumo se divide entre tomates redondos y peras grandes, de color rojo, habiendo preferencias regionales por uno u otro. El resto de los tipos está más relacionado con un consumo gourmet y constituyen un mercado de poco volumen.

4.2. Formas de cultivo

En Argentina hay más tomate cultivado al aire libre que en invernadero, dado que la temperatura base de 6 °C permite el cultivo en muchas zonas donde el período libre de heladas es lo suficientemente largo, por lo menos 5 meses. Es así que tenemos posibilidad de cultivar en esa condición desde Río Negro hasta Jujuy. Sin embargo, las diferencias en rendimiento entre aire libre e invernadero son marcadas ya que por lo menos se duplica en el segundo caso, aunque también aumenta el costo de producción.

La producción al aire libre puede realizarse completamente en esa condición (Figura 9) salvo la producción de los plantines, o bien con algún tipo de protección parcial. Es así que es frecuente el desarrollo de cultivos semiforzados con uso de túneles y barracas de polietileno o cultivos protegidos con barandillas de paja o pasto (Figura 10) en Litoral, Tucumán, San Juan, o bien con tela antiheladas como en el NOA (Figura 11). También es posible la realización de cultivos de pleno verano bajo malla de sombreo (Figura 12) o bien malla antigranizo (Figura 13).

Tanto el uso de polietileno para semiforzado como las barandillas tienen por finalidad adelantar la época de transplante y por lo tanto de producción, tratando de obtener mejores precios. En ambos casos el transplante se puede anticipar un mes a la fecha normal de aire libre, aunque el funcionamiento es distinto, las barracas de plástico provocan un aumento en la temperatura diurna, lo que acelera el crecimiento, pero son menos eficiente en el control de heladas que las barandillas cuando el cultivo está recién implantado.

Cuando el cultivo tiene aproximadamente 50 cm de altura cualesquiera de estas dos formas de cultivo están expuestas a heladas tardías, por ello no se puede anticipar más el transplante. Es posible mejorar la eficiencia térmica en esta situación con el uso del riego especialmente si es por goteo, siempre que se utilice agua de pozo.



Figura 9

Cultivo al aire libre tendido sobre acolchado de polietileno negro (Mendoza).



Figura 10

Cultivo protegido con barandillas de pasto (Litoral, San Juan).



Figura 11

Cultivo protegido por tela antihelada (Salta).

La tela antihelada también provee una protección contra temperaturas bajas moderadas, aunque es el sistema más caro en cuanto al costo del material se ha usado eventualmente en el NOA para proteger cultivos próximos a cosecha en zonas de heladas suaves.

Las mallas de sombreado y antigranizo son utilizadas durante el verano en áreas de alta radiación con valores de sombreado de 8 a 35 %. La ventaja del antigranizo es que permite una mayor aireación y eliminación de humedad en caso de lluvias, por lo que el cultivo permanece menos tiempo mojado y en condición predisponente de ataque de patógenos. Además, solo sombrea hasta 15 % por lo que la producción es mayor.



Figura 12

Cultivo protegido con malla de sombreo (Litoral).



Figura 13

Cultivo bajo malla antigranizo (Mendoza).

4.3. Producción de plantines

Dado que la producción de tomate para consumo fresco se realiza con semillas híbridas de alto valor, prácticamente todos los cultivos son implantados por trasplante. La producción de plantines se realiza mayoritariamente en bandejas multiceldas ya que los productores cuentan con túneles o invernaderos para producir sus plantas; o bien las compran en empresas dedicadas a su provisión.

Los problemas de falla en la emergencia pueden deberse a hongos, pérdida de los cotiledones al emerger (por rozamiento con el sustrato), condiciones hídricas no adecuadas,

bajas temperaturas (25 °C es la temperatura óptima), en todos los casos las semillas senescentes aumentan estos problemas. En esta etapa una vez que la planta se estableció, es de desear que tenga equilibrada el área foliar y su sistema radicular. Algunos factores ambientales actúan sobre esta relación, luz, temperatura y disponibilidad hídrica son los más importantes. Tanto la poca luminosidad incidente como el sombreamiento producido por altas densidad de plantas hace que la luz roja lejana (730 nm) aumente en relación con la roja (660 nm). De esta manera el fitocromo inducirá a la planta a aumentar el crecimiento de los entrenudos, de esta manera, tendremos un plantín de mayor altura, tallos más finos y con menor sistema radicular. Para resolver este problema se recomienda aumentar el área de la celda o realizar el trasplante antes. Un fenómeno similar suele ocurrir cuando la temperatura es elevada.

En la producción del plantín hay dos aspectos muy importantes, por un lado, la elección del volumen de celda que condiciona el tamaño del plantín y por otro el uso de retardadores de crecimiento.

Con respecto al volumen de celda, se utilizan desde 10 a 120 cm³ aunque existe una estrecha correlación entre este, el tamaño de planta lograda y por lo tanto la precocidad del cultivo (celdas de 20 cm³ presentan un retraso en la producción de 15 días con respecto a celdas de 70 cm³ (Figura 14)), por lo cual es un factor para considerar cuando se pretende hacer cultivos para primicia. Asimismo, es importante la forma de la celda ya que las de tipo piramidal permiten una mejor distribución de las raíces. En cada caso es recomendable realizar la selección del recipiente en función del momento de trasplante, de lo contrario podemos tener una planta desbalanceada en la proporción área foliar sistema radicular, debido a que el crecimiento radicular se detiene cuando la densidad de raíces es de 20 mg/cm³ de suelo. En el caso de utilizar macetitas se da mayor tiempo para el trasplante.

El control de la altura del plantín es un manejo necesario dada la alta densidad de plantas que existe en las bandejas. El uso de retardadores de crecimiento si bien asegura un plantín compacto también retrasa el crecimiento inicial luego del trasplante dado que bloquean la síntesis de giberelinas y deben ser metabolizados para recuperar el crecimiento. Por ello es más conveniente usar mecanismos naturales como manejo de temperatura, agua, nutrientes y luz para controlar la altura de tal forma que una vez trasplantadas la plantas tienen un rápido crecimiento.

Si el trasplante se va a realizar al aire libre directamente, es conveniente tener un período de adaptación conocido como endurecimiento, donde según cual sea el factor ambiental limitante (temperaturas bajas, calor, baja humedad) se somete a las plantas por una semana a estas condiciones para lograr un mejor establecimiento. Este acondicionamiento no es necesario cuando los plantines se implantan en una situación parecida a la que se usó para producirlos.

En años recientes se ha incorporado como técnica el uso de portainjerto, por lo que la obtención de este tipo de plantines se ha vuelto más complicada. Los portainjertos o pie proporcionan algunas ventajas con respecto a las plantas no injertadas, relacionadas

básicamente a su gran desarrollo radicular que les permite tolerar condiciones de cultivo desfavorables como presencia de nematodos y enfermedades de suelo, suelos fríos o salinos, etc. Sin embargo, implica un aumento sustancial en el costo del plantín ya que deben utilizarse dos semillas por planta y celdas de mayor tamaño para poder realizar el corte e injertarlo, además de mucha mano de obra e instalaciones especiales.



Figura 14

Efecto del volumen de celda sobre el tamaño del plantín a los 28 días.

4.4. Trasplante

El trasplante debe ser realizado lo antes posible, una vez que la planta logró llenar la celda de tal forma que el plantín puede extraerse con el cepellón completo, en ese momento las raíces presentan un color blanquecino. En caso de atrasos en el trasplante, una parte del sistema radicular comienza a envejecer, lo que se reconoce por el color marrón de las raíces y la dificultad para extraer el plantín, en especial en bandejas de poliestireno expandido ya que las raíces se introducen dentro del material. En general el tiempo de permanencia en la plantinera oscila entre 30 y 45 días dependiendo del volumen de celda y de las condiciones ambientales. Durante el transplante generalmente se producen modificaciones traumáticas en el patrón de crecimiento, esta situación es más estresante cuando la planta es más grande y se debe recordar que la antesis floral se producirá aproximadamente a los 60 días (con temperaturas óptimas) y en ese momento es deseable que la planta presente una buena tasa de crecimiento.

Al momento del transplante, el 80 % del peso de la materia seca de la planta lo constituye la parte aérea y el 20 % el sistema radicular, con abundantes raíces laterales. La aparición de estas y de raíces adventicias puede ser inducida por técnicas de manejo que incluyen el corte del ápice radicular (repique), sistema de riego (según sea por aspersión o subirrigación), aporque, etc. El desarrollo de raíces adventicias es inducido por variaciones en el contenido endógeno de etileno y auxinas, y resultan de gran importancia para superar etapas críticas como inundaciones o daños en raíces provocados por enferme-

dades. El trasplante sobre mulching de polietileno normalmente impide la realización de aporques, lo cual reduce la posibilidad de emisión de raíces adventicias, las que pueden ser importantes en las etapas finales del cultivo.

Cuando se decide el trasplante deben tenerse en cuenta los objetivos de la producción y el tipo de cultivar utilizado. En principio, es interesante la decisión sobre plantar una línea única paralela a la cinta de riego, o bien líneas apareadas con el goteo en el centro, en la primera situación la zona radicular estará ubicada siempre en el centro del volumen de suelo mojado, mientras que, en el segundo caso estará ubicada sobre la periferia, donde podría haber desplazamiento de sales.

Con respecto a la densidad de plantas, un valor medio es 2,2 pl/m², aunque si el objetivo es obtener la cosecha concentrada, pueden usarse cultivares determinados de fruto grande con densidades mayores. El tamaño de fruto se ve sensiblemente afectado por la densidad, aumentando notablemente la cosecha de frutos chicos a medida que esta se incrementa. En caso de cultivos cuyo objetivo es cosecha prolongada, la densidad óptima está alrededor de 1,8 pl/m². Si bien estas densidades pueden variar de acuerdo a la luminosidad incidente, que cambia según la latitud y época del año, no es lo mismo, en cuanto a la densidad de plantas, sembrar cuando los días se acortan que cuando los días se alargan, por la radiación que recibirán las plantas cuando el índice de área foliar es alto.

La densidad de trasplante también está relacionada con la forma de cultivo, los tutorados en espaldera tanto a campo como en invernadero fluctúan entre 18.000 y 25.000 plantas/ha en líneas simples a 1,4 m o bien dobles (invernadero) a 0,60 m con pasillo a 0,90. En el caso de tutorados en barraca la densidad se lleva a 40.000 plantas/ha en líneas dobles a 0,70 m con pasillo de 0,90 m. En el caso de trasplantes al aire libre, el uso de mulching no es habitual como bajo invernadero.

4.5. Desbrote o poda

Al momento de producirse la antesis de la primera flor, la partición de asimilados hacia las raíces disminuye, (solo el 8 % tiene ese destino) mientras que las hojas y el tallo son los principales órganos en crecimiento (60 y 31 % respectivamente). Las estructuras reproductivas tienen todavía una escasa importancia como destino (1 %). A medida que la planta desarrolla, se producen nuevas inflorescencias y aumenta la competencia por asimilados, sin embargo, dado que son estructuras pequeñas su capacidad de competir es baja. Con la técnica del desbrote, se pretende limitar el número de puntos de crecimiento de la planta, favoreciendo el flujo de fotoasimilados hacia el ápice terminal, y las inflorescencias. Las ventajas de esta técnica son lograr mayor precocidad en cosecha y calidad de fruto, especialmente en cuanto a tamaño, y también permite un correcto tutorado de las plantas. Sin embargo, presenta como desventaja un mayor envejecimiento del cultivo y la posibilidad de transmisión de enfermedades.

Esta tarea debe realizarse frecuentemente en condiciones de temperatura alta con una frecuencia semanal y durante todo el ciclo de cultivo, de tal forma que los brotes para eliminar sean lo más pequeños posibles, de esta forma se minimiza la herida producida y la utilización de materia seca en estructuras inútiles que originan mermas en la productividad. Si el brote para extraer es chico se puede cortar con la mano, provoca heridas pequeñas y poca transmisión de enfermedades, caso contrario hay que cortarlo con cuchillo o tijera y puede transmitirse alguna bacteria vascular, especialmente cancro bacteriano (Figura 15).

En el tomate se pueden practicar varios tipos de podas, pero lo más común es el de conducción a un solo tallo, por lo que se eliminan los brotes de las axilas foliares. Estos brotes son más manifiestos cuando la planta llega a antesis floral, y la dominancia apical se ve disminuida. Además, si el nivel de nitrógeno en suelo es alto se puede observar que los brotes crecen más rápidamente y también se pueden observar más de un brote por axila.

En determinadas condiciones puede resultar conveniente realizar la poda a dos tallos con el objeto de incrementar la producción por planta, manteniendo densidades normales. Esto es bastante común cuando se hace un planteo de cosecha concentrada, con doble cultivo anual para lo que se utilizan cultivares determinados de fruto grande. Una de las desventajas de incrementar el número de tallos/m² está en que se disminuye notablemente el tamaño de frutos y se pierde precocidad. Cuando se utilizan plantas injertadas, dado el vigor que proporciona el pie, en la mayoría de los casos se disminuye la densidad



Figura 15

Broto axilar en tomate de crecimiento indeterminado.

a la mitad o hasta un tercio y la poda se maneja a 2-3 tallos consiguiendo mantener tamaño de fruto, aunque no precocidad.

Además del desbrote axilar, en los tomates de tipo indeterminado se suele realizar la poda del brote apical, unos 45 días antes del momento en que se quiere finalizar la cosecha, de esta forma quedan eliminados todos los puntos de crecimiento vegetativo y los asimilados van únicamente a los frutos, de esta forma se acelera el crecimiento de las inflorescencias superiores y se termina el ciclo de cultivo. En el caso de los cultivares determinados esta técnica no se utiliza ya que usualmente la 3.^a o 4.^a inflorescencia esta en posición terminal, por lo que para lograr mayor número de racimos se deja crecer el ultimo brote axilar de tal forma que reemplaza al ápice, aunque luego de 2 o 3 racimos también la yema apical se convierte en reproductiva.

4.6. Tutorado

El objetivo del tutorado es transformar un cultivo rastrero en uno erecto de tal forma de separar la planta del contacto con el suelo para evitar enfermedades o desmejoramiento en la calidad de fruto, pero a la vez se consigue también cambiar la manera en que la planta realiza la captación de luz, mejorando la distribución de esta a través de la canopia y aumentando el área expuesta a la radiación directa. Básicamente las formas de tutorado son dos: vertical o inclinado. El tutorado vertical, también llamado espaldera, implica que la planta está perpendicular al suelo y tiene acceso por ambos costados del surco, lo que permite una buena insolación y además mejora los trabajos de pulverización. Este tutorado puede realizarse usando postes con alambres que sostienen cañas o bien solo con alambres a distintas alturas. En el caso de invernaderos se utilizan hilos o mallas.

El tutorado inclinado, realizado a campo y conocido como barraca (Figura 16) implica colocar cañas inclinadas a 60°, uniendolas con las del surco vecino sobre un alambre sostenida por postes. La ventaja de este tutorado es que las hojas protegen los frutos de la alta radiación por lo que se usa en verano, aunque el acceso a las plantas se da por un solo costado. Con este tipo de tutorado es posible construir una estructura tipo túnel para realizar un semiforzado y adelantar el trasplante. Otro tipo de tutorado inclinado



Figura 16

Tutorado inclinado en barraca con cobertura de polietileno.

se realiza con hilo dentro de invernaderos, con la finalidad de facilitar el bajado de las plantas. En este caso la inclinación es en el sentido del surco y permite lograr plantas de muchos racimos en la medida que la planta va siendo acostada en cada bajado.

4.7. Aplicación de reguladores de crecimiento

Dado que las condiciones ambientales juegan un rol preponderante en la caída de flores y fallas en el establecimiento de frutos, especialmente la temperatura, tanto baja como alta y que esta no puede ser manejada en condiciones de campo, en muchas ocasiones se recurre a la aplicación de reguladores de crecimiento para mejorar el establecimiento de frutos.

Se debe aplicar algún producto auxínico, por ejemplo, el ácido naftalen glicólico a razón de 50 ppm una vez por semana a todas las flores abiertas. También suele aplicarse ácido giberélico, y si bien, logra un muy buen establecimiento de frutos este es excesivo y los frutos son de pequeño tamaño. En condiciones de campo la cantidad de aplicaciones a cada racimo es única dado el costo de mano de obra que significa, si se pretende un mayor número de frutos es necesario aplicar más veces dado que la floración en el racimo es continua. La forma en que se aplica la hormona puede ser mediante el empleo de mini-pulverizadores (Figura 17) o bien por inmersión del racimo. En algunos casos en la misma aplicación se aplica algún fungicida con acción para controlar enfermedades del racimo, en especial botritis. En algunos casos se puede aplicar con mochilas pulverizadoras mojado una banda a la altura que están los racimos en antesis, pero se debe recordar que las auxinas tienen algunos efectos indeseables cuando son aplicadas al follaje (recordar que a altas concentraciones son usadas como herbicidas).



Figura 17

Aplicación de hormonas por pulverización al racimo.

También se debe considerar que el establecimiento logrado de esta forma ocasiona algunos defectos en cuanto a su calidad como la presencia de frutos huecos, con forma angular, aumento de la cicatriz peduncular, alargamiento de la zona apical y deformidades. Por ello es muy importante si se van a usar reguladores de crecimiento, elegir un cultivar con tolerancia a estos. En general los cultivares de frutos grandes son los de mayor tendencia a deformar.

4.8. Raleo de flores o frutos

Con referencia a esta técnica, el raleo de frutos está asociado a tomates con genes de larga vida poscosecha que en general son de poco tamaño y se pretenden mejorar. Es un manejo poco habitual en cultivos al aire libre y dado al recambio varietal que introdujo cultivares de fruto más grande, también se usa poco en invernaderos dado el costo de mano de obra. El tamaño es uno de los parámetros más importantes para definir la calidad de un fruto de tomate. Dado que entre el crecimiento vegetativo y la cosecha de frutos existe una relación que es especialmente de fuente-destino, diversas técnicas de manejo se han desarrollado para mejorar la partición de asimilados hacia los frutos. La supresión de racimos completos o de algunos frutos en un racimo ha demostrado en algunos casos tener efecto favorable sobre el tamaño de los frutos remanentes, mientras que en otros casos favoreció el crecimiento vegetativo. Posiblemente la capacidad para importar asimilados por parte de los frutos sea una característica propia de cada cultivar que modifica la respuesta al raleo.

En algunos casos, se recomienda regular el número de frutos por racimo a través del raleo de flores o frutos pequeños o bien el raleo total de algunos racimos. Posiblemente,



Figura 18

Frutos partenocárpicos pequeños inducidos por condiciones ambientales.

por un lado, al realizar el raleo tempranamente se consigue evitar el efecto de competencia entre frutos antes mencionado. Por otro lado, hemos observado que si el raleo es excesivo, se puede perder productividad. En general los mejores efectos del raleo se observan cuando se produce simultáneamente el descolado del racimo en el momento que 3 o 4 flores están en antesis y simultáneamente se hace la aplicación de hormonas. De esta forma se logra establecer un número de frutos adecuado, mejorar el tamaño potencial, reducir la competencia y la dominancia, porque todos los frutos inician su crecimiento a la vez.

Sin embargo, por un lado, se menciona la posibilidad de que el raleo de frutos ocasione un efecto desfavorable sobre el rendimiento cuando se realiza en momentos de condiciones ambientales muy favorables para el cultivo. Por otro lado, los frutos partenocárpicos, producidos naturalmente por las plantas en condiciones de baja temperatura, tendrían baja capacidad como destino, por lo que un aumento en la disponibilidad de asimilados no incrementaría su calidad (Figura 18).

También debe considerarse que la capacidad potencial de los frutos para atraer asimilados está determinada antes del establecimiento de estos y que uno de los factores que hacen el tamaño máximo (n.º de células) queda establecido poco después de la antesis. Por ello, aunque exista una cantidad de asimilados disponible debido al raleo, el fruto solo alcanzará el tamaño previamente establecido. Además, debería considerarse el efecto de dominancia de los frutos proximales al tallo sobre los distales que implica una limitación en el aporte de fotoasimilados.

Todo indicaría que el uso del raleo como técnica para incrementar el peso de los frutos tendría respuestas diferenciales según el tipo de cultivar y el n.º de frutos que se dejen sobre la planta. Los frutos obtenidos por partenocarpia natural tendrían un impedimento para alcanzar tamaños óptimos pese a disponer de asimilados debido a que su tamaño potencial es bajo, por tener menor número de células y reducido volumen celular.

La utilización de técnicas de raleo debería ser cuidadosamente analizada en función del cultivar utilizado y la situación climática imperante no solo en el momento del raleo, sino las expectativas favorables posteriores en cuanto a radiación y temperatura. Cualquier limitación en los destinos podría provocar pérdida de rendimiento si la planta encuentra condiciones satisfactorias que le permitan mantener una alta disponibilidad de asimilados para los órganos reproductivos.

4.9. Deshojado

El deshojado basal tiene por finalidad eliminar las hojas de los estratos inferiores a medida que la planta va creciendo para posibilitar el bajado y acostado de esta. Casi no se práctica en cultivos al aire libre y es común en invernaderos en cultivos de ciclo largo en los que se pretende obtener más de 10 racimos llegando a tener plantas de más de 4 m de longitud. El principal inconveniente de esta tarea es además del uso de mano de obra la posibilidad de transmisión de enfermedades, especialmente bacterianas.

El deshojado basal debe realizarse solo cuando la mayoría de los frutos del racimo por encima de las hojas ha alcanzado el tamaño comercial. Esto es así porque cada racimo es suplido por asimilados desde las hojas inferiores a este, por lo que si se cortan hojas fotosintéticamente activas antes de que los frutos alcancen su total crecimiento, estaremos provocando un perjuicio. Sí es importante eliminar hojas senescentes por el peligro sanitario que representan, aun cuando las hojas que han comenzado este proceso estén traslocando, generalmente esta es una de las razones cuando se lo emplea en cultivos a campo.

4.10. Riego y fertilización

Dentro los sistemas de riego disponibles en cultivos al aire libre deben descartarse los de aspersión, básicamente porque la aplicación de agua sobre el cultivo trae aparejada un aumento de las enfermedades foliares, porque se extiende el período de hoja mojada, un factor esencial para este tipo de problemas. La mejor forma de regar es por goteo dado que permite mantener el follaje y parte del suelo seco y permite la utilización de fertilizantes conjuntamente, lográndose una optimización del agua y los nutrientes aplicados. En regiones húmedas es posible cultivar tomate usando riego por surco, dado que en estos casos la necesidad de regar no es frecuente y los riegos son muy espaciados. En este caso se dificulta la aplicación de fertilizantes, ya que hay que hacerlo en bandas y disminuye la eficiencia de uso. Con respecto a la calidad de agua, se han realizado cultivos con niveles de 8-10 ms/cm aunque con pérdida de rendimiento y tamaño, pero con gran calidad poscosecha. En general una conductividad mayor a 1,5-2 ms/cm provoca reducción de rendimiento (Cuadro 3) por pérdida de tamaño, aunque conductividades bajas provocan frutos con bajo contenido de sólidos y mala poscosecha, pero con frutos grandes. El manejo de la conductividad se realiza junto con la fertirrigación y si el agua es de muy baja conductividad y con ello no se alcanza el valor óptimo en algunos casos, se agrega además de los fertilizantes, pequeñas cantidades de ClNa. Esto ocurre en algunas zonas donde se riega con agua de lluvia (lagunas y algunos ríos). La firmeza del fruto es una cualidad intrínseca del cultivar utilizado y es conocido que los materiales de tipo larga vida genético tienen un buen comportamiento en este sentido. Es decir, aquellos que son portadores de los genes *nor* o *rin* que inhiben la síntesis de las poligalacturonasas y por lo tanto retrasan el ablandamiento subsecuente a la madurez). Además, la mayoría de las variedades comerciales de reciente desarrollo han sido mejoradas en cuanto a su firmeza (larga vida estructural). Algunas condiciones de manejo pueden acentuar estas características deseables, en especial el riego y la fertilización con potasio. Si bien el aumento de conductividad trae aparejada una mejora en la firmeza, puede ser desventajoso al provocar una mayor incidencia de podredumbre apical.

Cuadro 3			
CE	Rendimiento (t/ha)	% frutos grandes	% blotchy ripe

1,5 ms/cm	95	29,7	4,2
3,0 ms/cm	83	26,0	1,6
6,0 ms/cm	67	5,8	1,2

Efecto de la conductividad eléctrica del agua de riego sobre el rendimiento, tamaño de fruto y la incidencia de blotchy ripening.

Por un lado, los cultivos al aire libre demandan menos fertilizantes que los realizados en invernadero, fundamentalmente porque su rendimiento es menor y además porque los ciclos son más cortos. Es fundamental realizar aportes de abonos orgánicos en especial estiércol vacuno para lograr buenas condiciones de estructura de suelo debido a que aportan gran cantidad de materia orgánica y su mineralización se produce a lo largo del ciclo de cultivo. Se considera para solanáceas que una buena rotación es a 4 años y cada vez que se realizan se debe aplicar como mínimo 3 kg/m². Si los cultivos se realizan en época fría, puede reemplazarse con guano de ave que es de descomposición más rápida. El resto de los nutrientes se aplica a partir de fertilizantes químicos a partir de un análisis de suelo. Como regla general para rendimientos de cultivos de campo, un cultivo de tomate extrae para producir 100 t de fruto 375 kg de N, 60 kg de P y 500 kg de K, los fertilizantes deben ser aplicados fraccionados en lo posible por medio del fertirriego siguiendo determinadas relaciones de nutrición en función del estado fenológico, o en caso de regar por surco en aplicaciones divididas en bandas e incorporadas mediante escarda. A medida que se incrementa el rendimiento hay un consumo de fertilizantes mayor, no proporcional al incremento de rendimiento, el Cuadro 4 refleja el consumo para diferentes valores de cosecha. A su vez existen relaciones de proporcionalidad en la absorción de los diferentes nutrientes como refleja el Cuadro 5, donde los valores están referidos a cada kg de N necesario, nótese que algunos de los macroelementos son requeridos en cantidades superiores a este.

Cuadro 4						
Investigadores	t/ha	N	P	K	Ca	Mg
Castilla	99	375	59	537	209	117
Zuang	125	460	74	747	393	60
Lefevre	145	400	71	797	---	---
Zuang	200	675	70	1162	644	96

Extracción de nutrientes de cultivos de tomate según rendimiento para distintos investigadores.

Cuadro 5					
N	P	S	K	Ca	Mg
1	0,33	0,6	1,95	1	0,2

Demanda de nutrientes en tomate en relación con el nitrógeno.

Por otro lado, la demanda no es proporcional entre cada nutriente a lo largo del ciclo de cultivo, sino que varía en función de las distintas fases fenológicas; el Cuadro 6 muestra cómo a medida que avanza el cultivo se necesita cada vez más K y se reduce la aplicación de P. En general el fósforo se aplica en su mayor parte en las etapas iniciales de cultivo dado que es fundamental para el enraizamiento y tiene la ventaja de que es poco lixiviado. Por el contrario, la aplicación de potasio se incrementa luego de la floración dado que está relacionado con tamaño y firmeza de frutos, y en ciclos largos llega a ser el doble del nitrógeno.

Cuadro 6			
Estado fenológico	N	P	K
Vegetativo	1	0,8	0,8
Floración	1	0,3	1
Fructificación	1	0,2	1,5

Demanda diferencial de N, P, K por estado fenológico.

El uso de fertilizantes foliares está relacionado con suplir alguna carencia de microelementos más que a realizar aportes de macroelementos, dado el alto consumo que tiene el cultivo. También a veces suelen usarse en floración ya que muchas formulaciones tienen además incluidas hormonas y pueden mejorar el establecimiento de frutos.

Orientaciones para el manejo del cultivo en invernadero

Roberto Matías Pacheco

5.1. Elección de cultivares

En Argentina se destacan tres zonas especializadas en la producción de tomate bajo invernadero: la prov. de Buenos Aires con los Cinturones Hortícolas de La Plata y Mar del Plata, el NEA (principalmente la prov. de Corrientes) y el NOA (especialmente Salta y en menor medida Jujuy).

El Cinturón Hortícola de La Plata abarca varias localidades, a partir de la localidad de Campana se extiende por los partidos de La Plata, Florencio Varela, Berazategui, Almirante Brown, Esteban Echeverría, La Matanza, Merlo, Moreno, Cañuelas, General Rodríguez, Luján, Marcos Paz, Pilar y Escobar. En la actualidad se estima que en el partido de La Plata y alrededores concentra el 70 % de la superficie total hortícola. Prevalece el cultivo de tomate para consumo en fresco bajo invernadero plástico. La falta de estadísticas no permite analizar la evolución de la superficie implantada de tomate en la zona durante los últimos años, pero se estima una superficie de tomate redondo cercana a las 1300 ha y perita con 200 ha. Otros tipos de tomates (cherris rojos y amarillos, racimo y platense) también se pueden encontrar. El Cinturón Hortícola de Mar del Plata abarca una superficie de 25 km de ancho alrededor de la mencionada ciudad. La superficie del cultivo de tomate bajo cubierta asciende a 470 ha, con rendimientos promedios cercanos a las 140 toneladas por hectárea.

El noroeste argentino (NOA), la zona hortícola por excelencia se encuentra ubicado en las regiones de Urundel, Colonia Santa Rosa, Apolinario Saravia, Embarcación, Zanja del Tigre, San Agustín, Pichanal, Río Pescado, Peña Colorada y Aguas Blancas todas en la prov. de Salta. En la provincia de Jujuy se cultiva tomates en las zonas de San Pedro, Yuto y Fraile Pintado. Existe una superficie implantada de tomate bajo invernadero de 730 hectáreas aproximadamente. También posee una superficie de tomate a campo muy importante, y las variedades más utilizadas dependerán del tipo y época de producción. Se cultivan tanto tomates determinados y especialmente indeterminados, siendo un factor limitante en los cultivos implantados tempranos el virus de la cuchara (TYLCV).

El noreste argentino (NEA) se especializa en el cultivo de tomate bajo invernadero plástico, con una superficie que supera las 1000 ha. La zona núcleo productora se encuentra ubicada entre los departamentos de Lavalle, Bella Vista, Goya, en la prov. de Corrientes, en ese orden de importancia (Cuadro 3). Las variedades más utilizadas son el tipo redondo estructural indeterminado. También algo de perita, tanto indeterminado como determinado, y tomate cherri. La modalidad de cultivo incluye ciclos largos de cosecha hasta 18 racimos o bien doble ciclo corto.

A su vez, las zonas productoras antes mencionadas ingresan al mercado en diferentes épocas del año, definidas por su ubicación geográfica (Cuadro 7).

Cuadro 7												
Cultivado en invernadero	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Salta-Jujuy					X	X	X	X	X	X	X	X
Corrientes					X	X	X	X	X	X	X	X
Bs. As.	X	X	X	X	X						X	X

Épocas de comercialización de tomate fresco para las principales zonas productoras.

5.2. Requerimientos de cultivo

Suelo: el cultivo se adapta a diferentes tipos de suelos, desde los fértiles a los poco fértiles. Hay que tener cuidado al momento del armado de los lomos, según el tipo de suelo. Los suelos negros son muy anegadizos por lo que conviene lomos altos. Los suelos arenosos se lavan fácilmente, por lo que se debe tener cuidado con la cantidad y con la frecuencia del fertirriego.

De los cultivos bajo invernadero, el tomate es el más tolerante a salinidad del suelo y del agua de riego. No obstante, el éxito del cultivo depende de manejo de estos factores, tratando de no pasar ciertos límites de salinidad ($CE < 3 \text{ mS/cm}$). Con respecto al pH, requiere suelos ligeramente ácidos (6-7,5).

En el caso de invernaderos de alta tecnología del hemisferio norte debido a problemas sanitarios y para evitar la desinfección se ha remplazado el suelo por distintos sustratos como lana de roca, fibra de coco, perlita y más antiguamente por arena y se recurre a la recirculación de la solución nutritiva, lo que soluciona algunos problemas ambientales y genera otros, dado la gran cantidad de sustrato que se utiliza.

Humedad ambiente: la humedad relativa ambiente (HR) es un factor muy importante en la producción de tomate bajo invernadero. Frutos producidos a baja HR son firmes, más jugosos, menos harinosos y tienen menos desórdenes fisiológicos (rajado de fruto, gold spots), que los producidos a alta HR, ya que esta causa disminución de la transpiración de la planta, disminución de la absorción de nutrientes, aumento de la presión radical y generalmente favorece el rajado de frutos.

La materia seca (MS) y la concentración de azúcares de la fruta expuesta durante su crecimiento a baja HR fueron mayores que las de la fruta expuesta a alta HR, aparentemente debido a una disminución en la acumulación de agua en la fruta.

Ahora bien, la HR baja extrema puede ser contraproducente, ya que disminuye la tasa fotosintética debido al cierre estomático reduciendo el crecimiento, tamaño de fruto y rendimiento total. También hay un aumento en el número de fruta afectada por podredumbre apical debido a una alta tasa de transpiración del follaje, limitando el suministro de savia del xilema al fruto, lo que reduce la cantidad de Calcio (Ca) en este.

Temperatura: altas temperaturas favorecen la distribución de asimilados al fruto, a expensas de crecimiento vegetativo, pero también aceleran el desarrollo del fruto y reducen el tiempo requerido para la maduración, por lo que reducen su tamaño, y por lo tanto su calidad.

Las bajas temperaturas producirían frutos de tomate menos jugoso con sabor harinoso. También causarían malformación de frutos, falta de semillas y rajado de pericarpio en tomate.

Temperaturas excesivas conducen a pérdidas de calidad, produciendo alteraciones en la forma, color y textura de frutos de tomate, así como de otras especies como pimiento, pepino y berenjena.

La transpiración de la canopia es favorecida por alta radiación, así como por una humedad relativa baja, sumado a una alta temperatura ambiente resultaría en un transporte de Ca a las hojas más que a la fruta, desencadenando la aparición de podredumbre apical en los frutos.

La síntesis de ciertos pigmentos es sensible a la temperatura. El color del fruto de tomate se desarrolla mejor cuando la temperatura dentro del invernadero es mantenida entre 12 y 21 °C. Temperatura del aire muy baja (<10 °C) o muy alta (>30 °C) inhiben la maduración normal del fruto y el desarrollo de licopeno, pigmento que le da el color rojo característico al fruto de tomate. Por encima de 30 °C el licopeno no se forma, y el fruto toma un color anaranjado (debido a la presencia de otros carotenoides).

Las temperaturas óptimas para las diferentes etapas fenológicas son germinación 20-25 °C, crecimiento de la planta, diurna entre 20-5 °C, nocturna entre 16 y 18 °C. Temperaturas menores a 13-15 °C reducen el crecimiento y la temperatura base (se paraliza el crecimiento) es 6 °C. Una amplitud térmica noche/día de 6 a 7 °C es óptima.

Luminosidad: el aumento en la intensidad de luz incrementa la MS del fruto y el contenido de los principales compuestos determinantes del sabor, como azúcares solubles y ácidos, así como elementos minerales, pero no tiene casi efecto en la concentración de ácidos orgánicos. Los frutos de tomate producidos a plena luz solar contienen más azúcares y MS que los crecidos a la sombra. Bajas intensidades de luz reducen la síntesis de pigmentos en tomate, sobre todo licopeno, lo que resulta en una coloración irregular del fruto, y conduce a la formación de fruta hueca y con sabor harinoso.

La cantidad y la intensidad de la luz durante el ciclo de cultivo tienen una clara influencia en la cantidad de ácido ascórbico formado. En general, menor la intensidad de la luz, menor es su contenido en los tejidos vegetales.

Los frutos expuestos a luz directa poseen temperaturas en la superficie del fruto sustancialmente mayores que la temperatura ambiente. La radiación puede aumentar el rajado de frutos a través de un aumento en la temperatura de este. El exceso de luz también puede resultar en quemaduras (escaldado) en frutos de tomate.

Como efecto indirecto, baja radiación o baja temperatura provocan menor viabilidad del polen o aborto estilar, lo que resultaría en un menor porcentaje de fecundación y cuaje de los frutos.

5.3. Ecofisiología del cultivo en invernadero

Desarrollo floral y cuaje de los frutos: en tomate el desarrollo de los estambres comienza a los 5 días de la iniciación del primordio floral, pero la microsporogénesis no empieza hasta 3 días después, cuando ya ha comenzado el desarrollo de todos los verticilos florales y los sépalos recubren el primordio floral. A partir de esta fase de botón floral hasta la antesis, que coincide con la apertura de los pétalos, tiene lugar el desarrollo de los gametofitos masculino y femenino. Este período es uno de los más críticos del desarrollo de la flor y está muy influenciado por las condiciones ambientales. En condiciones normales los granos de polen se forman 1 día antes de la antesis, y se desprenden de las anteras 2 días después de la apertura de la corola.

Las condiciones óptimas para crecimiento y fructificación del tomate son temperaturas día/noche de 25 °C/18 °C, alta luminosidad y humedad relativa alrededor del 70 %. Cuando nos alejamos de las condiciones óptimas, condiciones adversas pueden llevar a esterilidad e incapacidad de polinización y fecundación, impidiendo el cuaje y desarrollo del fruto, disminuyendo en algunos casos drásticamente la productividad de las plantas. La fructificación está muy ligada a la cantidad y calidad de polen y también a la viabilidad de los óvulos en el cultivo de tomate.

Cuando el cultivo se expone a temperaturas muy altas, se ven afectadas la meiosis en los gametofitos, la posición del estigma, el desarrollo de las anteras, la receptividad del estigma al polen, la germinación del grano de polen, el crecimiento del tubo polínico, la

viabilidad del óvulo y los procesos posteriores a la fecundación (muy asociados a niveles hormonales). Temperaturas altas (superiores a 32 °C) afectan a la meiosis de las células madres del polen, impidiendo la formación normal del grano de polen y la cantidad de polen viable, por lo que afecta al cuaje de los frutos. El gametofito femenino no es tan sensible a las diferencias de temperatura, pero temperaturas superiores a 40 °C impiden el desarrollo normal de la macrospora. Con temperaturas elevadas el pistilo se alarga y puede atravesar el cono estaminal, por lo que es más probable la polinización cruzada.

Por lo general el polen es más sensible a las bajas temperaturas que los óvulos. Temperaturas menores a 7 °C afectan al desarrollo de la microspora (problemas en la microsporogénesis), y por ende la calidad del polen. También se presentan problemas en la germinación del grano de polen y progresión del tubo polínico.

Una vez que el polen se encuentra en el estigma se produce la germinación. El polen permanece inactivo durante un número variable de horas, dependiendo de la temperatura. La temperatura óptima para la germinación del grano de polen es de 21 °C, ocurre en una hora a 25 °C o en 20 horas a 5 °C. Si además el polen es de baja calidad, el efecto es aditivo. Cuando las plantas se cultivan a 18 °C día/7 °C noche, hasta transcurridos 14 días en condiciones de temperatura óptimas no se recupera la fertilidad del polen.

Una vez germinado el grano de polen, el tubo polínico comienza su crecimiento a lo largo del estilo. La velocidad de progresión del tubo polínico depende de la temperatura. En el rango de 10 °C a 35 °C, la velocidad de crecimiento aumenta con la temperatura. A temperaturas menores de 10 °C el crecimiento es muy lento, y si la temperatura supera los 35 °C se inhibe el crecimiento de este. En ambos casos no se llega a producir la fecundación.

Es posible observar diferencias notables en calidad y cantidad del polen entre variedades. En general cuando la temperatura es baja los híbridos F1 producen polen de mejor calidad y en mayor cantidad que las variedades clásicas (polinización abierta).

Temperaturas bajas sumado a humedad relativa elevada dificultan la liberación del polen. En estas circunstancias se puede mejorar la polinización agitando los racimos con vibradores eléctricos o con la utilización de insectos polinizadores (*Bombus* sp.).

Las bajas temperaturas nocturnas, además de producir una disminución en la calidad del grano de polen y en el número de frutos cuajados, afectan también el período total de desarrollo y maduración de los frutos alargándolo. Una forma de corregir esta situación es la utilización de fitoreguladores.

La humedad relativa juega un papel muy importante y debe situarse alrededor del 70 % para que la polinización sea óptima. Humedades relativas muy altas dificultan la liberación del grano de polen de las anteras, el polen se aglutina y se dificulta su movilidad, mientras que ambientes muy secos impiden la adhesión de los granos a la superficie del estigma y su posterior germinación.

En cuanto a la luminosidad, en condiciones de baja luminosidad desciende la cantidad de fotoasimilados disponibles, produciéndose deficiencias en el desarrollo de las anteras y reducción de la viabilidad del polen.

5.4. Selección de cultivares

Antes de encarar un cultivo de tomate es necesario definir ciertos criterios que posibilitaría (o por lo menos nos acercaría) el éxito del cultivo. Estos criterios son ciertas características de los cultivares/variedades seleccionados deseables al momento de encarar una nueva campaña. Por ejemplo, la demanda del mercado define qué es lo que quiere consumir. Para el caso de tomate, prefieren las variedades rojas (si bien las hay de otros colores), del tipo redondo (le siguen perita y cherri en preferencia), de no más de 200 g de peso, y con una buena poscosecha (firmeza, sobre todo). No tener en cuenta estas características pondría en riesgo la comercialización de la fruta producida.

Al mismo tiempo, de nada sirve un tomate rico y de calidad si su rendimiento es bajo. Surgen los factores del rendimiento como otros criterios de selección: el productor necesita que produzca en cantidad (llenar cajones) y calidad (del tamaño adecuado, ni muy chico, ni muy grande), evitando ser rechazados por el consumidor.

También el comportamiento del cultivo ante los factores ambientales, como lo es la respuesta a diferentes situaciones de estrés (hídrico, térmico) o la precocidad de la planta en entrar en producción, y, por ende, su comercialización temprana. La resistencia a plagas y enfermedades, sobre todo de aquellas que no pueden ser manejadas culturalmente, es muy importante en cultivos bajo invernadero, y sobre todo en tomate.

5.5. Laborares culturales

5.5.1. Pretrasplante

Previo a la plantación, se recomienda realizar un trabajo de suelo que permita el desarrollo de las raíces, tanto en profundidad como lateralmente. Para ello se suele usar el arado de cincel para romper capas duras profundas, ocasionadas por el tránsito del personal durante la campaña anterior. Posteriormente, se realizan una o dos pasadas de rastra de disco para cortar e incorporar residuos de cultivo o abono de base, antes de la desinfección del suelo

Desinfección del suelo: en cultivos bajo invernadero la desinfección de suelo es una tarea muy importante, y que debería realizarse todos los años. La imposibilidad de rotación de cultivos con diferentes necesidades (dicotiledóneas y monocotiledóneas) hacen de la desinfección de suelo una tarea infaltable en los cultivos hortícolas bajo invernadero.

Se disponen de diferentes métodos para realizarla. Los más conocidos son los métodos químicos y físicos.

Métodos químicos (metam sodio, metam potasio, dicloropropeno, entre otros): estos productos surgen como alternativa de sustitución del bromuro de metilo, de conocidos efectos sobre el medioambiente y la capa de ozono, y cuyo uso va disminuyendo por su desaparición en el mercado (debido a la prohibición de uso). Estos productos alternativos son métodos con resultados muy variables según el año (condiciones ambientales, tipo de suelo, carga de patógenos en el suelo, tiempo de desinfección, etc.), lo que los convierte en una alternativa no siempre efectiva. Además, al ser productos químicos pueden contaminar el ambiente así como el peligro de exposición de los aplicadores.

Métodos físicos (vapor de agua, solarización): son métodos que se basan en el aumento de temperatura para disminuir la carga de patógenos en el suelo, por lo cual son amigables con el medioambiente.

Vapor de agua: se utiliza vapor de agua que es inyectado o aplicado al suelo mediante placas o inyectores (Móvil Vap). El vapor es generado por una caldera a combustión (gasoil o leña), con un alto costo económico para su puesta en régimen. Además, las temperaturas logradas (mayores a 80 °C), además de los organismos patógenos, pueden eliminar los organismos benéficos creando un vacío biológico en el suelo, donde la capacidad de recolonización de los patógenos es mayor.

Solarización: la solarización es una estrategia de control utilizada para reducir patógenos de suelo, malezas y nematodos, que contempla un enfoque productivo integral, es un proceso hidrotermal que tiene lugar en el suelo húmedo cubierto con una película plástica expuesto a la luz solar durante los meses más cálidos. Esta práctica se realiza en invernaderos armados, con sus plásticos de techo y laterales totalmente cerrados. La eficacia de la solarización se da en función de la relación tiempo: temperatura. Dentro de las ventajas, permite el control de los principales hongos patógenos del suelo, malezas y nematodos que afectan a las plantas. Favorece el control biológico, ya que no se produce "vacío biológico", permitiendo la sobrevivencia de organismos benéficos (*Trichodermas*, *Bacillus*, *Pseudomonas*). Aumenta la disponibilidad de nutrientes, naturales y agregados, y se incrementa el efecto invernadero del suelo.

La solarización se desarrolla hace muchos años en la provincia de Corrientes, con buenos resultados en el control de hongos de suelo como *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* principales agentes causales del mal del tallito o damping-off; también disminuye la población de *Ralstonia solanacearum*, agente causal del marchitamiento bacteriano.

Abonado y fertilización: según la disponibilidad, se recomienda realizar un abonado de base con estiércol (vacuno, gallina, etc.), procurando que esté fermentado (compostado) o al menos estabilizado para evitar el quemado de plantas, o evitar el exceso de nitrógeno que conduce al que la planta se envicie (crecimiento desproporcionado). Las cantidades dependerán del tipo de estiércol utilizado, la estabilidad del material para

abonar, y de la riqueza del suelo en materia orgánica (más riqueza, menor cantidad de abono). En suelos arenosos de la provincia de Corrientes, se recomiendan 8 kg/m² de estiércol vacuno. Si no se consigue estiércol vacuno, se puede sustituir por 4 kg/m² de cama de gallina (mezcla de guano con cascarilla de arroz y plumas) o 2,5 kg/m² de guano de gallina puro.

Posterior al abonado de base se puede aplicar fosfato diamónico (18-46-00), a razón de 200 kg por hectárea, como fuente adicional de fósforo y nitrógeno. Se puede realizar una fertilización mineral con productos sólidos, teniendo en cuenta siempre que el tomate es sensible a los excesos de nitrógeno y escasos de potasio. Además las necesidades del cultivo se modifican según el estado fenológico, y las necesidades de los macroelementos (N:P:K y Ca) se modifican a lo largo de la ontogenia del cultivo, lo que no puede ser controlado con la fertilización sólida.

Por eso, y si se dispone de riego por goteo, se recomienda la fertirrigación a través del agua con fertilizantes solubles que permiten abonados más frecuentes y sin modificaciones muy marcadas de pH y CE. Si bien lo ideal es la fertirrigación diaria, hay productores que la realiza una vez por semana para simplificar la técnica, obteniendo resultados diferentes según el establecimiento.

Armado de lomos: una vez terminado el tiempo de desinfección del suelo y el abonado, se procede al armado de lomos. Hay que tener en cuenta el tipo de suelo para definir la altura y el ancho del lomo, para evitar encharcamientos. En suelos negros (muy anegadizos, lenta infiltración) se recomienda armar lomos altos (0,30 m o más) para evitar acumulación de agua y de esta forma enfermedades. En suelos arenosos (rápida infiltración, fácil lavado), armar lomos bajos. El uso de acolchado o mulching es indispensable cuando se van a realizar cultivos de ciclos largos de cosecha para posibilitar el bajado de plantas y evitar que estas toquen el suelo. En el caso de ciclos cortos el acolchado no es imprescindible, pero si recomendable.

El marco de plantación sugerido dependerá del tipo de invernadero y del ancho de este. Para estructuras de 7 metros de ancho, colocar 4 lomos por invernadero a 1,75 m entre lomos, y 0,25-0,30 m entre plantas, lo que resulta en densidades de 2,3 a 1,9 plantas.m² respectivamente. Para estructuras de 6 metros de ancho, colocar 3 lomos por invernadero a 2,00 m entre lomos, y 0,25 m entre plantas, obteniéndose una densidad de 2,0 plantas.m².

5.5.2. Trasplante

En zonas cálidas el trasplante debería realizarse posterior a las horas de registro de mayor temperatura para evitar el estrés térmico de los plantines. Para ello se debe tener en cuenta la colocación previa de mallas media sombra sobre los techos para disminuir la temperatura de los invernaderos, o el encalado de estos. En zonas templadas (La Plata), esto debería ser al revés debido a la fecha de plantación.

Para la plantación, el operario deberá utilizar una herramienta de marcación, y que al mismo tiempo realice el agujero/hoyo de plantación. Para ello se utiliza un bastón de madera de diámetro similar al pilón de tierra del plantín, en cuyo extremo inferior se colocará un alambre que cumplirá la función de limitador de profundidad, al mismo tiempo que el extremo distal del alambre marcará la ubicación del plantín siguiente. Luego otro operario coloca el plantín en los agujeros realizados, y un segundo operario realiza el enterrado de este. Se recomienda regar inmediatamente para lograr un mejor contacto entre el suelo y el plantín, ya sea solo con agua, o con alguna solución fungicida (Fosetil Aluminio 250 g 100 l⁻¹) para evitar hongos de suelo.

El tomate se puede plantar en línea simple o líneas dobles a tresbolillo (Figura 19). La elección de uno u otro sistema dependerá de la cantidad de líneas de riego (cintas) que se disponga, y lograr una mejor distribución de agua. Lo usual es plantar en línea simple con una o dos cintas de riego laterales.

Cuando uno realiza la plantación a línea simple, puede optar por conducirla en una sola dirección (simple) o una conducción doble (también llamada surcos apareados). Esta última permite una mejor distribución de las plantas y se aprovechan mejor los espacios libres (pasillos).



Figura 19

Trasplante a doble hilera.

Época de plantación: la época de plantación depende de la zona productora. Las zonas especializadas en producción de tomate de primicia (NEA y NOA) realizan trasplantes tempranos (a partir de enero) y se prolonga mientras las temperaturas mínimas lo permitan. Para Buenos Aires (La Plata y Mar del Plata), al tener inviernos más fríos, la época de plantación se realiza a partir de julio-agosto, cuando la temperatura del suelo y del

aire permiten el crecimiento y desarrollo del tomate. Esto define dos épocas marcadas de producción de tomate bajo invernadero: desde mayo a principios de diciembre en Salta, Jujuy y Corrientes; y de noviembre a principios de mayo en Buenos Aires.

5.5.3. Postrasplante

Riego: la distribución de agua dentro de los invernaderos necesariamente debe realizarse en forma artificial, ya que es indeseable el ingreso de agua de lluvia dentro de estos. Existen diferentes métodos, dependiendo del nivel tecnológico aplicado en el establecimiento. El riego por surco, que consiste en dejar correr el agua a través de surcos laterales a las filas de plantas, llegando a las raíces por infiltración vertical y lateral. Es el método más económico, pero el menos eficiente. No recomendado en suelos de baja conductividad capilar (mala distribución). Además, genera encharcamientos por exceso de agua, generando un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades.

El riego por goteo sería el más eficiente, pero de mayor costo por la necesidad de un sistema de cañerías y cintas de riego para la distribución del agua. Este método economiza el uso de agua y permite mayor superficie de riego comparado con el riego por surco. El agua se deposita en cantidad adecuada y en el lugar adecuado (cercano a las raíces del cultivo), sin encharcamientos. Con este método se disminuye la incidencia de malezas, enfermedades de cuello y raíces (dumping off) producidas por hongos y posibilita la fertilización (fertirriego) a través del agua suministrada.

Con respecto a la calidad del agua de riego, aguas muy salinas pueden dañar la planta por acumulación de sales en la zona radicular, por lo que es conveniente buscar una fuente de buena calidad de agua, y realizar los análisis necesarios para determinar la posibilidad de uso para riego.

Tutorado: la planta de tomate inicialmente es de porte erecto, para posteriormente volverse decumbente y se comporta como una enredadera. Por ello, es necesario tutorar la planta para permitir su crecimiento en altura.

El tutorado se realiza con hilo plástico o rafia, atando un extremo a la base de la planta, liándolo alrededor de esta con el objetivo de sujetarla, realizando una conducción en forma vertical, atando el otro extremo al alambre de conducción ubicado a 1,80 a 2,00 metros de altura. Hay que tener cuidado de no estrangular la planta al realizar esta tarea, por lo cual se recomienda que el hilo no quede muy apretado. En el caso de cultivos de ciclo largo en los cuales se realiza el bajado de planta el hilo se coloca en forma oblicua para facilitar esa labor (Figura 20).

Bajado de planta: a medida que la planta va creciendo, surge la necesidad de bajar la planta, ya que el tallo de una planta de tomate de crecimiento indeterminado puede llegar a medir 6,00 metros de largo. El límite de crecimiento vertical estará determinado por la altura del alambre superior (1,80 a 2,00 m), determinada a su vez por la altura de los invernaderos, y a la comodidad de manejo del operario. Alturas superiores sugieren

la utilización de escaleras para su conducción. Una vez que el ápice de la planta llega al alambre superior, se desata el hilo para tutorado, y se realiza el bajado de la planta, ya sea apoyándola sobre el suelo, o sobre mulching plástico en caso de ser utilizado. En algunos casos se coloca un alambre horizontal a los 0,50-0,60 m de altura, y la planta se recuesta sobre este evitando que los racimos inferiores toquen el suelo y se produzcan pérdidas de frutos por pudriciones.



Figura 20

Tutorado con hilo inclinado.



Figura 21

Deshojado y bajado de plantas.

Poda y deshoje: como se comentó anteriormente, la ramificación de los tomates del tipo indeterminado utilizados bajo invernadero es débil, lo que significa que en las axilas de las hojas saldrán brotes débiles improductivos, por lo cual su eliminación es muy importante. En general la poda o desbrote se realiza según necesidades (aparición de estos). Brotes de más de 0,25 m de largo equivale a una pérdida de 1 fruto por planta debido a la energía que la planta gasta en generarlos, sin ningún tipo de beneficio.

A medida que se baja la planta, se van acumulando en la parte inferior hojas improductivas, muchas veces reservorios de plagas y enfermedades. El deshoje se recomienda para mejorar la aireación (evitar enfermedades) y para mejorar la iluminación y temperatura de los frutos inferiores, mejorando su maduración. Una defoliación severa expone a la fruta a radiación solar alta, que a menudo resulta en la aparición de desórdenes fisiológicos tales como rajado de frutos y escaldado (quemado), además de disminuir los fotosintatos disponibles para los frutos en crecimiento. Siempre eliminar los restos de poda y deshoje para evitar la diseminación de enfermedades, sobre todo las de tipo bacteriana (Figura 21).

Número de tallos: si bien la eliminación de brotes es necesaria e importante en cultivo de tomate cultivado bajo invernadero, existe la opción de utilizar más de un tallo para su conducción. Con esta labor se puede reducir la densidad de plantación, al aumentar el número de tallos por unidad de superficie. Si bien se afirmó que la ramificación de la planta indeterminada es débil, y los brotes son improductivos, existe un brote con la suficiente energía para generar racimos vigorosos y productivos. Este se halla ubicado en la axila de la séptima u octava hoja, justo por debajo del primer racimo del tallo principal. Es el único brote capaz de dar fruta de calibre comercial.

Cabe destacar que una planta de tomate conducida a más de un tallo, a la larga, disminuye su rendimiento por superficie y su calibre de fruta por competencia. Recordando que el peso fresco de las raíces se incrementa hasta el cuajado de los frutos y luego se mantienen constante, reduciéndose el crecimiento radical de manera significativa al iniciarse el período de crecimiento reproductivo, y que en este caso es el encargado de suministrar a más de un tallo. Por ello, este tipo de conducción (a dos o tres tallos) se recomienda solo en los siguientes casos: tomate cherri: las variedades de tomate cherri tipo perita disponibles en el mercado suelen presentar frutos de tamaño muy grande. Para estos casos, la utilización de un segundo tallo aumenta el rendimiento por unidad de superficie, y reduce el tamaño del fruto adecuándose a las necesidades del mercado. También en tomate injertado, los pies de injerto utilizados confieren un gran vigor a la copa, lo que permite seleccionar más de un tallo (2 o 3 tallos), sin perder rendimiento ni calidad de fruta. Esta práctica permite reducir a la mitad o a un tercio la densidad de plantas original. En tomate redondo de ciclo corto de cultivos (8 a 10 floraciones), la elección de un segundo tallo para conducción no produce reducción del rendimiento y permite utilizar una densidad menor de plantas (la mitad), reduciendo los costos de plantación, siempre y cuando la fecha de plantación haya sido la óptima y se haya mantenido la sanidad de cultivo.

Establecimiento de frutos: el número de semillas que contiene el fruto y el volumen de este son proporcionales al número de óvulos fecundados, lo que indica que el desarrollo del fruto depende de la producción de fitorreguladores (sobre todo auxinas), lo que a su vez guarda relación con la cantidad de semillas. Al mismo tiempo, el desarrollo del fruto en tomate implica la regulación conjunta de diversos procesos: división, crecimiento y diferenciación celular. Las hormonas vegetales implicadas en la coordinación de todos estos procesos incluyen auxinas, giberelinas (GA), etileno, ácido abscísico y citoquininas. Si bien las auxinas están presentes en etapas tempranas del desarrollo floral, se incrementan en respuesta al estímulo generado por la polinización. Las giberelinas producidas por el grano de polen serían las responsables de desencadenar el incremento en la producción de auxinas por el ovario, las cuales activarían, directa o indirectamente, la división celular posterior a la polinización/fecundación. Así, el establecimiento de los frutos sería consecuencia de la acción secuencial o coordinada de giberelinas y auxinas. Al mismo tiempo, el tubo polínico es un importante aportador de auxinas, que estimulan el crecimiento del fruto.

En ausencia de polinización y fecundación o previamente a que esta ocurra, la partenocarpia artificial puede ser inducida por aplicación de giberelinas o auxinas en la pared del ovario. El tratamiento resulta en la acumulación de reguladores en niveles adecuados para inducir el establecimiento y desarrollo de los frutos. Cuando las condiciones ambientales resultan limitantes para la producción y suministro de fotoasimilados, un adecuado manejo ambiental en el cultivo de tomate bajo invernadero permite mejorar la productividad. Como modificar el ambiente la mayoría de las veces resulta antieconómico, se justifica el uso de reguladores del crecimiento.

Mediante la aplicación exógena de hormonas es posible superar el umbral de concentración hormonal necesario para la inducción del cuaje del fruto. La aplicación de auxinas o giberelinas en la pared del ovario en ausencia de fecundación provocaría la acumulación de reguladores en niveles adecuados para permitir el proceso de división y agrandamiento celular que conduce al establecimiento y desarrollo de frutos partenocárpicos (sin semillas), aun antes de lo que ocurriría en ovarios autofecundados.

Diversos reguladores del crecimiento producen efectos favorables sobre el rendimiento, precocidad en la maduración y el mejoramiento en la forma y pigmentación de los frutos, pudiendo citarse como ejemplos la aplicación del ácido 4-clorofenoxiacético (4-CPA), el ácido β -naftoxiacético (Tomatosa), el ácido indol acético (IAA), citoquininas, GA (giberelinas), entre otros.

Sin embargo, la aplicación de fitorreguladores supone un gasto adicional (mano de obra), y los frutos obtenidos en muchos casos son de baja calidad, con tamaño reducido o malformaciones, como así también huecos, que imposibilitan su comercialización. Otra opción es la utilización de variedades capaces de cuajar en condiciones subóptimas. Se pueden emplear variedades que producen polen viable en condiciones de bajas temperaturas, variedades tolerantes a estrés térmico o variedades partenocárpicas.

En el desarrollo normal del fruto, el período de división celular comprende de 10 a 14 días después de la antesis. En los frutos inducidos por la aplicación de auxinas, este período es algo más corto (10 días), pero la tasa de división celular es mayor, dando lugar a un mayor número de células en el pericarpio. Por lo tanto, al finalizar el desarrollo se obtiene un fruto de aproximadamente el mismo tamaño que el fruto normal.

Una aplicación de auxina a alta dosis puede estimular la síntesis de etileno y causar efectos negativos de crecimiento, inclusive la muerte de tejidos. Una mala aplicación puede generar un gran número de frutos huecos, deformes, apezonados y de calibres muy grandes, lo que además afecta negativamente su resistencia al transporte. Tanto la aplicación de concentraciones elevadas como el uso de productos agresivos en variedades sensibles provocarán deformaciones y la aparición de frutos excesivamente acostillados, interiormente huecos, o de ápice apuntado o hueco.

Las dosis normales van del 2,5 al 5,0 ‰. A medida que la temperatura aumenta, las dosis disminuyen, porque aumenta el cuaje natural. La técnica consiste en aplicar la hormona en estado de flor abierta, y repetir cada siete días, a las nuevas flores. Se realiza flor por flor, evitando pulverizar otras partes de la planta. También se suele utilizar un recipiente (tipo vaso o tasa) donde se sumergen las flores abiertas.

Además del uso de fitorreguladores existen otras técnicas para mejorar el cuaje del fruto en tomate.

La polinización se puede incrementar mediante la introducción de insectos polinizadores como *Bombus* sp. o mediante el empleo de vibradores. Si las plantas producen polen viable pero no en grandes cantidades, el empleo de estas técnicas mejora significativamente el cuaje. Sin embargo, en ausencia de polen viable el empleo de polinizadores no consigue mejorarlo. En condiciones de baja fertilidad lo recomendado es el uso de fitorreguladores.

El uso de vibradores facilita el desprendimiento del polen, y por ende la polinización. Esta debe realizarse en horas del mediodía, pues da una mayor opción a la germinación del polen.

Manejo de plagas

Roberto R. Scotta

Introducción

El cultivo de tomate debido a su importancia económica dispone de una amplia gama de productos fitosanitarios inscriptos, más de 60 para el control de diversas plagas. El uso de estos productos no está exento de problemas colaterales, uno de los más importantes es derivado de la existencia de residuos con distinto grado de significación toxicológica. Para minimizar los problemas y de este modo evitar o reducir el uso indiscriminado de tratamientos químicos es necesaria la aplicación de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) dentro del marco de la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Para lo cual es necesario realizar un buen monitoreo con el fin de minimizar las intervenciones químicas y efectuar los tratamientos solo en casos justificados. Se debe conocer al momento de elegir un plaguicida, su eficiencia y poder residual, tiempo de carencia, modo de acción, toxicidad para peces, aves, mamíferos, enemigos naturales, abejas, el hombre y los posibles problemas de contaminación de aguas superficiales, de escurrimiento o drenaje. Siempre, de ser posible no utilizar productos de amplio espectro y fomentar el uso de los más específicos. Otro aspecto fundamental es la tecnología de aplicación que define en muchos casos la eficiencia de los tratamientos, para lo cual los equipos empleados deberán estar bien calibrados, poseer los picos adecuados, trabajar a presión constante, pulverizar uniformemente y sin goteos.

Las especies mencionadas en el Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas (SINAVIMO) en el cultivo de tomate son la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*), la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*), la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), el trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*), el pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*), el pulgón del algodón (*Aphis gossypii*), la arañuela roja (*Tetranychus urticae*), el ácaro del bronceado del tomate (*Aculops lycopersici*), el minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*), el perforador del fruto del tomate (*Neoleucinodes elegantalis*), el gorgojo del tomate (*Phyrdenus muriceus*), el gusano del fruto y del brote del tomate (*Heliothis gelotopocoon* y *H. terginis*, respectivamente), el gusano variado (*Peridroma sacucia*), la oruga militar verdadera (*Pseudaletia adultera*), la oruga medidora (*Rachiplusia nu* y *Plusia bonariensis*) y los

nematodos (*Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. Javanica*, y *Nacobbus aberrans*). Dentro de estas se pueden mencionar como plagas claves a la polilla del tomate, las moscas blancas, los trips y los nematodos, como plagas secundarias la arañuela roja, el ácaro blanco, el ácaro del tostado, el gorgojo del tomate y el minador de la hoja. La incidencia e importancia de estas plagas puede variar en las distintas regiones productivas del país.

Para facilitar el abordaje de este tema se agruparon las plagas según en que órganos causan los daños más importantes y se realiza una breve descripción de estas, los síntomas y daños que producen en el cultivo, los métodos de muestreo, las alternativas de manejo disponibles y los principios activos registrados para cada plaga.

6.1. Plagas en la plántula y sistema radicular

■ Gorgojo del tomate (*Phyrdemus muriceus*)

Descripción y biología: es una plaga clave en siembra directa, en el área de Cuyo, afecta a especies de toda la familia Solanáceas, tanto de interés económico como así también a malezas; estas últimas son los hospedantes alternativos. El adulto es de color marrón y de textura rugosa, de unos 5 mm de largo. Los élitros son prominentes, convexos, con seis estrías longitudinales. Poseen patas bien desarrolladas. Si bien poseen los dos pares de alas completos no vuelan, su difusión más común es caminando y, en las zonas de regadío, por el agua. Las hembras desovan de 30 a 50 huevos y lo hacen preferentemente de noche. La visualización del adulto en el follaje no se produce de día, ya que permanece escondido en la base de las plantas o ingresa en pequeñas grietas del suelo. Su actividad en el follaje se produce durante las horas de la noche. Las larvas de los primeros estadios se asemejan a un grano de arroz, por su color y tamaño. Son de cuerpo blanco con la cabeza negra y miden 2 mm de longitud mientras que la larva de 4.º estadio posee el cuerpo verdoso de 8 mm de longitud. Una vez alcanzado su máximo desarrollo, las larvas dejan de alimentarse, se separan de las raíces y forman un habitáculo pupal con tierra y una sustancia aglutinante, el estado pupal dura de 14 a 18 días.

Síntomas y daños: si bien el gorgojo del tomate puede provocar daños en todo el ciclo del cultivo, como perforaciones circulares en hojas, necrosis en pecíolos y tallos, y manchas secas en los frutos.

Los daños más graves son causados en el almácigo, el período crítico para la zona de Cuyo es en primavera, afectando el sistema radical por el hábito subterráneo de las larvas. En ataques severos penetran en el mesófilo de la hoja y especialmente en la parte inferior del tallo destruyendo el cuello de los plantines y la parte aérea.

Manejo: las labranzas después de la cosecha pueden destruir un gran número de pupas, al igual que la eliminación de malezas de la familia de las solanáceas como chamico (*Datura ferox*), duraznillo (*Cestrum parqui*), revienta caballos (*Solanum sisymbriifolium*) que son utilizadas por este insecto para sobrevivir y alimentarse. Debido a que los picudos

adultos no pueden volar, las barreras mecánicas pueden detener eficazmente su migración desde los lugares de hibernación hacia nuevos cultivos, estas pueden ser zanjas periféricas a los lotes de cultivo donde se captura los picudos para luego controlarlos con insecticida.

Control químico: los tratamientos recomendados son aplicación de tiametoxam por inmersión de raíces previo al trasplante, o aplicación por planta con dosificador.

■ ■ Gusanos cortadores: gusano variado (*Peridroma sacucia*) y gusano grasiento (*Agrotis ypsilon*)

■ Gusano variado (*Peridroma sacucia*)

Descripción y biología: pertenece al complejo de orugas cortadoras. El adulto posee las alas anteriores de color castaño y las posteriores blancas, los huevos son de color amarillo cremoso. La larva tiene 6 estadios y totalmente desarrollada llega a medir 45 mm. Es de color castaño y tiene característicos puntos amarillos en la línea dorsal del cuerpo, además presenta una mancha en el extremo abdominal en forma de "W" y una en la cápsula cefálica en forma de "M". Posee 3 o 4 generaciones al año, es de hábito nocturno y muy polífago.

■ Gusano grasiento (*Agrotis ypsilon*)

Descripción y biología: los adultos del gusano grasiento u oruga cortadora son mariposas de hábito nocturno, poseen alas anteriores grises a marrón oscuro. Las larvas, de aspecto grasiento, tienen una banda dorsal ancha, de color más claro que los flancos, la piel presenta gránulos muy pequeños fácilmente visibles con ayuda de una lupa, la cabeza es rojiza. Las larvas desarrolladas alcanzan un tamaño máximo de 45 mm y 8 mm de ancho. Pasa el invierno como pupa invernante y los adultos emergen en la primavera.

Daños: por lo general los daños comienzan por manchones pudiendo generalizarse. En plantas de mayor desarrollo, cortan por debajo del nivel del suelo, alimentándose de raíces, formando galerías y favoreciendo las pudriciones por la entrada de organismos patógenos.

Condiciones predisponentes: alto grado de infestación de malezas antes de la siembra, cultivos antecesores (praderas, etc.), suelos húmedos y ricos en materia orgánica, primaveras húmedas.

Monitoreo: las infestaciones de orugas pueden ser pronosticadas con bastante anticipación en función de la captura de adultos en trampas de luz. Este método es el menos común a nivel productor, sin embargo, es de gran utilidad para tener una idea de cómo se presentará el comportamiento de la plaga en la primavera. Actualmente varias EEA del INTA cuentan con estaciones, con base en esta técnica de muestreo y luego propor-

cionan información útil a los productores, a través del servicio de alarma para las distintas zonas geográficas específicas. Otro método para detectar la presencia de orugas cortadoras es la observación de malezas y plantas guachas atacadas en las cuales se concentra la plaga. En el cultivo ante la presencia de plantas cortadas, se podrán encontrar orugas cortadoras enterradas a pocos centímetros de estas.

Manejo: ambas especies son afectadas por gran diversidad de enemigos naturales, como predadores, patógenos, nematodos, y parásitos específicos como la avispa *Thimetatis* sp. Las larvas de carábidos y otros insectos pueden destruir gran parte de la población de cortadoras durante los primeros estados larvales, larvas más desarrolladas son consumidas por aves y otros animales silvestres. Las orugas cortadoras por ser especies polífagas pueden pasar el invierno en malezas de hoja ancha como cardos, ortiga mansa, bowlesia, etc., que favorecen su desarrollo invernal. Por esto el control de estas durante el barbecho favorece en inviernos secos una menor sobrevivencia de la plaga en sus primeros estadios de desarrollo.

Control químico: los tratamientos se deben realizar preferentemente de noche o a la tardecita, porque durante el día esta plaga se encuentra enterrada a unos pocos cm del suelo. El producto registrado para su control es deltametrina.

Figura 22 a

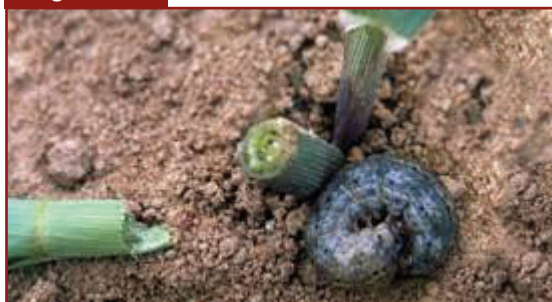


Figura 22 b



Gusanos cortadores: a) *Peridroma sacucia*, b) *Agrotis ypsilon*.

Nematodos (*Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. Javanica*, y *Nacobbus aberrans*)

Descripción y biología: los nematodos según dónde vivan y cómo se alimentan pueden ser endoparasíticos (viven y se alimentan dentro de los tejidos de raíces, tubérculos, brotes y semillas) o ectoparasíticos (se alimentan externamente a través de las paredes de la planta). Los nematodos endoparásitos son los de mayor importancia económica, entre ellos los nematodos del nudo de la raíz (las especies de *Meloidogyne*), los nematodos del quiste (las especies de *Heterodera*), y los nematodos lesionadores de raíces (las especies de *Pratylenchus*).

La mayoría de los nematodos que parasitan las plantas tienen un ciclo de vida similar. Se desarrollan a partir de huevos, cuatro estados larvales o juveniles que posteriormente se vuelven adultos. Los juveniles en muchos géneros son similares a los adultos en apariencia, exceptuando la estructura de los caracteres sexuales. En la mayoría de las especies, los nematodos eclosionan de los huevos como segundo estado juvenil (J2), aunque en unos pocos géneros eclosionan como el primer estado juvenil (J1). Los estados juveniles se mueven a través de films de agua (de 0,2 a 0,5 mm de espesor) buscando un hospedero para alimentarse. La mayoría de las especies se alimentan en cualquiera de los estados después de eclosionar, pero hay excepciones en que los machos en los estados juveniles nunca se alimentan. En algunas especies los adultos se cruzan y las hembras ponen huevos fertilizados. En otras especies los machos son desconocidos o muy raros y no son necesarios para la fertilización de los huevos. La mayoría de las especies de nematodos completan su ciclo de vida (entre 3 y 6 semanas) durante la estación de crecimiento si existe suficiente humedad y temperatura (el rango óptimo está entre 20 y 30 °C, con temperaturas inferiores a 15 °C o superiores a 33 °C las hembras no llegan a completar su madurez). Hay especies que les puede llevar un año completar su ciclo. Los estados juveniles en algunas especies pueden entrar en un estado de quiescencia y así sobrellevar períodos largos de desecación que pueden durar hasta años, los exudados de las raíces de plantas hospederas inducen la muda en algunas especies de nematodos. La distribución de los nematodos nunca es uniforme en el suelo, sino que están normalmente agrupados y son muchos más numerosos cerca de las raíces de los cultivos.

Daños: los daños son producidos en la raíz donde se forman agallas, debido a una hipertrofia e hiperplasia de los tejidos provocados por la presencia de las hembras, y una posterior necrosis, lo cual impide una normal absorción del agua y nutrientes por parte de la planta. Las heridas que producen son vía de entrada de otros microorganismos (virus, bacterias, hongos). En la parte aérea puede observarse clorosis, debilitamiento, enanismo, raquitismo, marchitamiento. Todo esto conduce a una disminución del vigor de la planta y del rendimiento del cultivo.

Manejo: el manejo de los nematodos requiere la integración de varias estrategias de control. El control cultural incluye el saneamiento, que es la destrucción de las plantas o partes de estas afectadas, desinfección de las herramientas y maquinarias, calzado y ropa de los operarios. La destrucción de las raíces al final de un cultivo es muy importante para evitar que los nematodos continúen multiplicándose. La utilización de plantines libres de nematodos previene la infección del lote y la rotación con cultivos no hospederos, causa el cese de la reproducción y permite que actúen los factores de mortalidad. La inundación y el barbecho, en ciertas situaciones, pueden ser usados para reducir el número de nematodos en el suelo. La inundación de un campo puede ser utilizado cuando el nivel del agua puede ser fácilmente controlado y mantenido por un período prolongado. Esta medida es más efectiva si se utiliza por períodos alternativos de 2 o 3 semanas de inundación, secado y después inundación nuevamente. El barbecho, se refiere a dejar un campo sin cultivo y libre de malezas por períodos prolongados. En esta situación la mayoría de los nematodos bajan su población. Adicionalmente, la exposición a altas temperaturas sobre la superficie del suelo puede reducir significativamente el número

y el tipo de nematodos. Las variedades resistentes también tienen efectividad para el control de nematodos. Las enmiendas tanto de origen orgánico como inorgánico han sido agregadas al suelo por su efecto supresivo sobre los nematodos. La mayoría de las explicaciones sugieren que las enmiendas o los productos de su degradación son tóxicos para los nematodos o aumentan la proliferación de antagonistas que matan o debilitan a los nematodos. Los métodos físicos de control están basados fundamentalmente en la utilización del vapor y en la solarización del suelo.

El control químico puede realizarse con nematicidas registrados para tomate, los fumigantes (dicloropropeno + cloropicrina) y los no fumigantes (abamectina + tiametoxam y fenamifos) que actúan sobre el sistema nervioso central. La eficacia de los nematicidas depende del momento de aplicación, la localización, la distribución y la retención en el suelo de los componentes volátiles, el lavado del producto y el efecto de la degradación microbiana. Además, existen nematicidas biológicos a base de hongos, producidos por la fermentación de *Myrothecium verrucaria* de amplio espectro, o parásitos de hembras y huevos como *Paecilomyces lilacinus*. Y productos a base de bacterias como *Bacillus firmus* que tienen la capacidad de colonizar y destruir huevos.



Figura 23

Daños en raíces por nematodos.

6.2. Plagas del follaje

■ Pulgones (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)

Descripción y biología: son insectos chupadores con forma de pera y cuerpo flexible con o sin alas y protuberancias en el abdomen. *Aphis gossypii* es de color variable, desde el amarillo al negro mate, pasando por los diversos tonos del verde. Los adultos ápteros de 1,5 a 2 mm de largo, con sifones cilíndricos, ligeramente ensanchados en la base y de color negro. Las formas aladas tienen la cabeza, el tórax y los sifones negros y el abdomen de color variable, por lo general verde y de forma alargada. Las antenas y los fémures son de color negro. Las ninfas son de color verde claro y suelen presentar secreciones algodonosas blancas en el dorso. En climas cálidos se reproducen solo por partenogénesis, mientras que en climas templados lo hacen sexualmente. En general invernan como huevo y durante la temporada de cultivo alternan generaciones ápteras y aladas. *Myzus persicae* es de color amarillo pálido a verde, su tamaño oscila entre 1,6 y 2,4 mm y las antenas son del mismo tamaño que el cuerpo. Los adultos ápteros son de color rosado oscuro, cremoso, amarillento, verde claro o casi incoloro, en el abdomen presentan una mancha característica. Los sifones son del mismo color del cuerpo, con las puntas más oscuras y ligeramente hinchadas en la parte distal. Las antenas, del mismo tamaño del cuerpo. Los adultos alados tienen cabeza y tórax negro, y el abdomen de color verde presenta una mancha negra central. Las ninfas son siempre amarillentas y las hembras son ovovíparas.

Síntomas y daños: estos áfidos forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño. En tomate producen un daño directo al alimentarse de la savia debilitando la planta. En la almaciguera o en trasplante al aire libre, las plantas afectadas quedan sensibles al ataque de otras plagas y enfermedades. En ataques intensos pueden afectar la fotosíntesis, puesto que los pulgones excretan sustancias azucaradas que favorecen el desarrollo de fumagina. La mayor importancia de los áfidos se debe a la capacidad de transmitir virus.

Monitoreo: la detección de la plaga se puede realizar mediante trampas amarillas pegajosas o con la trampa Moerike. Es importante saber que en tomate el pulgón verde del duraznero coloniza las hojas viejas basales por el envés de la hoja y cuando las infestaciones son altas, tiende a homogenizarse en toda la planta, llegando a los ápices y afectando el haz de las hojas. Los áfidos en tomate son responsables del 70 % de las virosis que afectan este cultivo. La estrategia de control en plantaciones tempranas y en almacigo debe diseñarse para evitar la transmisión de virus, lo que hace que los niveles de población tolerables sean muy bajos, incluso en tomate en invernadero su presencia debiese ser nula.

Manejo: esta plaga tiene depredadores como los sírfidos, cuya larva se alimenta de pulgones. El neuróptero *Chrysoperla* sp. (crisopa), en su estado de larva es otro importante depredador de pulgones. Entre los parasitoides destacan los microhimenópteros de los

Figura 24 a



Figura 24 b



Figura 24 c



Pulgones en tomate: a) *Myzus persicae*, b) *M. persicae* (forma roja), c) *Aphis gossypii*.

géneros *Praon* y *Aphidius*, que colocan un huevo en el interior del pulgón, la larva se alimenta de este provocándole la muerte. Un buen manejo incentivará una acción eficiente de los enemigos naturales que mantendrán a los pulgones en bajos niveles de población.

El control químico en el cultivo establecido se justifica solo cuando se encuentran colonias en todas las plantas. En tal caso se recomienda el uso de productos selectivos y de baja toxicidad para los enemigos naturales. Los productos registrados son pymetrozine, tiametoxam, imidacloprid.

Arañuela roja (*Tetranychus urticae*)

Descripción y biología: el adulto posee ocho patas y es casi microscópico (0,3 a 0,5 mm de largo). La hembra, de forma oval, tiene un color que va de amarillento a verde, con dos o cuatro manchas dorsales oscuras. El macho, que es más activo, tiene cuerpo más angosto y abdomen más delgado. Los huevos son esféricos, diminutos y transparentes en la ovipostura, luego adoptan un color amarillo-verdoso. La larva es transparente, con ojos carmín, seis patas y no es mucho mayor que el huevo. Durante las dos etapas de ninfa es de color gris pálido, de forma oval y ocho patas. Las manchas oscuras ya son visibles en esta etapa. El ciclo biológico desde huevo hasta la etapa reproductiva tarda entre 9 a 14 días, a temperatura de 25 °C, cuando la temperatura se incrementa a 30 °C, su ciclo se acorta a 6 a 7 días. Las condiciones que afectan la población de la araña roja son temperaturas menores a 12 °C y mayores a 40 °C, alta humedad relativa y presencia de depredadores.

Síntomas y daño al cultivo: los ácaros penetran la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta un aspecto blancuzco o bronceado y como consecuencia hay una disminución de la actividad fotosintética, provocando reducción del crecimiento, retraso de la floración y disminución del tamaño de frutos. El envés de las hojas puede verse recubierto de un tejido sedoso o telaraña que las protege contra daños o ataques de depredadores, condiciones ambientales adversas y aplicaciones de acaricidas. La infestación se inicia en la parte media de la planta, continuando de manera

Figura 25 a



Figura 25 b



Arañuela roja (*Tetranychus urticae*): a) estado juvenil, b) estado adulto.

ascendente hacia los brotes. Se dispersan entre las plantas u otros cultivos por medio del aire, además se adaptan a distintas malezas y vegetación en general.

Monitoreo: la infección de arañuela roja puede no ser detectada en etapas tempranas por su diminuto tamaño, por lo que un monitoreo continuo y minucioso es fundamental. Este consiste en revisar con una lupa el envés de 2 a 3 hojas por planta de los estratos superior y medio, iniciando en los bordes de las parcelas. También es recomendable colocar una hoja de papel blanca debajo de las hojas y brotes de los cultivos, posteriormente mover o golpear levemente las hojas de las plantas provocando la caída de los ácaros cuando están presentes. Las plantas dañadas o infestadas deben ser marcadas para observar la evolución de la incidencia.

Manejo: destruir las malezas alrededor del campo después de la cosecha o antes de la siembra. No es aconsejable la destrucción de malezas que circundan el campo durante la temporada de cultivo para evitar que emigren a este.

Los depredadores naturales son la primera alternativa para el control de la araña roja. Los más importantes son *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* y *Amblyseius swirskii*. Cada depredador tiene la ventaja de alimentarse exclusivamente de los adultos de la plaga y algunos también de los huevos y las larvas, además se pueden combinar entre ellos e incluso para el caso de *Phytoseiulus* con plaguicidas, ya que resiste residuos de distintos tipos de acaricidas. Otra alternativa es el uso de hongos entomopatógenos, que de manera natural atacan la plaga, como *Metarhizium anisopliae*. Los biopesticidas como el extracto de neem (*Azadirachta indica*), polisulfuro de calcio y aceites vegetales han resultado efectivos. El control químico es el método más utilizado, sin embargo, el uso excesivo de acaricidas e insecticidas ha provocado la aparición de poblaciones resistentes. Algunas consideraciones para utilizar productos acaricidas o insecticidas son realizar la aplicación conociendo el estado de desarrollo de la población del ácaro. Hacer la aplicación en el momento de mayor proporción de formas sensibles del ácaro. Elegir la sustancia activa y el formulado más adecuado de acuerdo a la especie del ácaro y la diversidad de enemigos naturales. Calibrar el equipo de aspersión y procurar una buena cobertura de la aplicación en zonas donde se localiza la plaga. En sucesivas aplicaciones, alternar sustancias con diferentes modos de acción. Utilizar surfactantes compatibles con

el cultivo y con la fauna auxiliar. Conocer el nivel de resistencia de las poblaciones de ácaros a los plaguicidas. Algunos acaricidas registrados para ácaros en tomate son abamectina, hexitiazox y propargite.

Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*)

Descripción y biología: el ácaro adulto es muy pequeño (machos: 0,11 mm, hembras: 0,2 mm) con cuerpo de color amarillo pálido, ámbar o verde y un listón en el extremo posterior del cuerpo de las hembras. Estas pueden oviponer hasta 76 huevos durante un período entre 8 y 13 días y pueden oviponer huevos fértiles sin haberse apareado. La proporción por sexos en huevos fecundados es de cuatro hembras por macho. El ciclo completo es de 4 a 10 días dependiendo de la temperatura. Las hembras tienen un estado de larva quiescente, durante esta etapa los machos adultos las transportan a los brotes más nuevos de la planta, donde posteriormente se aparean, asegurando la disponibilidad de alimento. También se ha reportado la utilización de insectos huéspedes para el movimiento entre plantas, concretamente de algunas especies de mosca blanca.

Síntomas y daño: el ácaro blanco es una plaga muy destructiva que ocasiona deformaciones de hojas, ramas tiernas y frutos pequeños. Posteriormente la planta detiene su crecimiento y da la apariencia de un arrosamiento en las partes más jóvenes seguidas de coloraciones cobrizas o purpúreas. El daño ocasionado puede confundirse fácilmente con daño producido por herbicidas, carencia de boro o desorden fisiológico.



Figura 26

Daño producido por ácaro blanco.

Monitoreo: el muestreo debe realizarse en brotes con malformación y en áreas sombrías del fruto. Se extrae el material vegetal y se observa la presencia de la plaga con la ayuda de una lupa.

Manejo: existen acaricidas registrados para el control de esta plaga como abamectina, hexitiazox y propargite. Además, aceites y jabones insecticidas también pueden ser efectivos y menos tóxicos para el ambiente. Para áreas amplias o control en invernadero existen agentes biológicos de ácaros depredadores.

Minador de hoja (*Liriomyza huidobrensis*)

Descripción y biología: los adultos de este díptero son mosquitas de 2 mm de longitud, de color negro, con manchas o líneas amarillas en el cuerpo. La hembra es de mayor tamaño que el macho y con el ovipositor realiza "picaduras" sobre el haz y el envés de las hojas, las cuales producen exudados que les sirven de alimento tanto a las hembras como a los machos. Los huevos son elípticos, de color blanco y de 0,31 x 0,16 mm, al eclosionar el huevo da lugar a una larva que pasa por tres estados de desarrollo y miden aproximadamente 2,5 mm. La larva madura abandona el folíolo para empupar, aunque algunas pueden hacerlo en este. El puparium es color marrón y de 11 x 0,90 mm de cual emergen las mosquitas adultas. El ciclo se completa en 19 días con temperaturas cercanas a los 20 °C y 80 % de humedad relativa. Cada hembra puede vivir hasta 24 días y oviponer 250 huevos durante este período.

Síntomas y daño: el minador de la hoja efectúa en las hojas galerías irregulares que tienen generalmente forma de una "S" y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas y reducir el rendimiento, el tamaño del fruto y exponer este a la quemadura del sol. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos fúngicos de las plantas.



Figura 27

Daño del minador de la hoja.

Monitoreo: la población de minadores de la hoja es más elevada en climas tropicales y condiciones de invernadero. Para comprobar la presencia de minadores se debe revisar la hoja, observando la larva que se alimenta del mesófilo de la hoja, protegida entre las epidermis formando "minas".

Manejo: a pequeña escala, proceder al retiro de las hojas de tomate infestadas ayuda a mantener la población de minadores de la hoja en un nivel manejable. Las avispas parasitarias ayudan a mantener las poblaciones de minadores en niveles bajos. Los tratamientos se justifican si están presentes las pupas. La ausencia de pupas, aun si se encuentran presentes nuevos minadores, indica que los controles naturales están funcionando. El producto registrado para esta plaga es imidacloprid para aplicaciones al follaje, en riego por goteo o aplicación por planta.

6.3. Plagas en flores, frutos y follaje

■ Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*)

Descripción y biología: es un insecto pequeño de metamorfosis intermedia que se puede reproducir sexual o partenogenéticamente. El ciclo biológico comprende 4 estados: huevo, ninfas (4 estadios), pupa y adulto. Las hembras viven entre 30 y 40 días, los huevos son lisos, periformes y provistos de un pedicelo, son depositados en un círculo en el envés de la hoja y pueden estar cubiertos de una secreción cerosa; las ovipositoras normales son de 150 huevos. El primer estadio ninfal es el único móvil y camina varias horas sobre la hoja hasta encontrar un lugar adecuado para alimentarse del floema. El segundo y tercer estadio ninfal son muy similares, aplanados con forma de escama. Después de la tercera muda, la ninfa pasa por dos fases, una inicial durante la cual se alimenta (ninfa 4) y otra en la que deja de hacerlo. Este último estado se caracteriza por la aparición de largas setas y la elevación de las paredes laterales típicas de la pupa. Los adultos recién emergidos tienen las alas transparentes que luego se cubren de una sustancia cerosa. La máxima tasa de desarrollo se da a los 30 °C, con temperaturas inferiores a 10 °C o superiores a 36 °C no se produce desarrollo. Sobre plantas de tomate el tiempo estimado puede ser de 18 días a 30 °C hasta 130 días a 8 °C.

Síntomas y daños: los daños causados por *T. vaporariorum* pueden ser: a) directos, los producidos por adultos y estados inmaduros al alimentarse provocando pérdidas de rendimiento. b) Indirectos, que pueden ser de dos tipos: 1) efectos sobre la calidad causados por las ninfas al alimentarse de la savia, retienen los nutrientes y excretan sustancias ricas en azúcares, que favorece el crecimiento del hongo fumagina (*Cladosporium* sp.) que cubre los frutos y afecta su valor comercial. 2) La transmisión de enfermedades como potencial vector de closterovirus y bacteriosis.

Figura 28 a



Figura 28 b



Mosca blanca de invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*): a) adulto, b) ninfa.

Monitoreo: un buen monitoreo es indispensable para realizar un control efectivo a tiempo, para control temprano se pueden utilizar placas amarillas. Como la plaga se alimenta principalmente de las hojas nuevas es necesario observar la presencia de adultos en el envés de las hojas del tercio superior del cultivo y los estados inmaduros en los estratos medios e inferiores de la planta de tomate. La mayor población de adultos y ninfas de mosca blanca afectan más el rendimiento comercial de tomate que la producción total. Los menores rendimientos comerciales se obtuvieron con altas densidades de mosca blanca durante el período de fructificación. Como umbral de daño económico se sugiere controlar cuando se observan 2 a 5 adultos por hojas o 2 a 5 ninfas por folíolo.

Manejo: el manejo de la mosca blanca requiere un programa integrado que se enfoque en la prevención e integre el control biológico cuando este sea posible. Algunos ejemplos de prácticas de manejo son la eliminación de malezas, dentro de las hospederas más importantes se puede mencionar *Urtica urens*, *Sonchus oleraceus* y *Anoda cristata* y los restos de cultivos. Dentro de los enemigos naturales de esta plaga se pueden mencionar arañas e insectos predadores de las familias *Syrphidae*, *Coccinellidae* y *Anthocoridae* y parasitoides como *Encarsia* sp. y *Eretmocerus* sp. La avispa parásita (*Encarsia formosa*) es un ejemplo de los enemigos naturales que se puede emplear en condiciones de invernadero, pero hay que tener en cuenta que la reproducción de este parásito puede verse limitada a temperaturas inferiores a 24 °C. *Encarsia* spp. tiene una colonización temprana del huésped por sus características reproductivas, su mayor capacidad de dispersión y colonización en relación con *Eretmocerus* spp.

El control químico se debe realizar con insecticidas seleccionados cuidadosamente, ya que algunos son más efectivos cuando se aplican contra las moscas adultas y otros sobre estados inmaduros. En algunos casos, se necesitan aplicaciones regulares de insecticidas para controlar la población adulta que emerge hacia el final del cultivo para evitar la infestación de otros cultivos. Los insecticidas registrados para el control de esta plaga en almácigo o al trasplante, por riego por goteo o drench son clorantranilprole + tiametoxam, dinotefuron; y para tratamientos foliares fenpropatrina, imidacloprid + beta cicflutrina, pimetrozine, piriproxifen, spirotetramat, tiacloprid + deltametrina y tiametoxam + deltametrina.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Descripción y biología: los adultos de estas especies poseen dos pares de alas membranosas cubiertas por una pulverulencia blanca y miden 1,5 mm de largo. La duración de su ciclo es de 3 a 4 semanas. Poseen metamorfosis intermedia. Presentan estadios de huevo, cuatro estadios ninfales, pupa y adulto. Los huevos son ovoides y provistos de un pedúnculo mediante el cual la hembra los adhiere a las hojas, generalmente en la cara abaxial. Las ninfas son achatadas, de forma oval o esféricas, provistas de pelos. La identificación y diferenciación de los adultos de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* se realiza basada en la posición de las alas. *T. vaporariorum* tiene las alas horizontales, mientras que *B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo. Las pupas son igualmente fáciles de diferenciar; pues *T. vaporariorum* tiene todo el perímetro lleno de pelos o quetas, mientras que *B. tabaci* contiene como máximo 7 pares de quetas.

Síntomas y daños: las moscas blancas ocasionan daño al succionar savia de las hojas y produce un "melado" que favorece la formación de fumagina que mancha frutos y hojas. Pero el daño más importante es como transmisora del virus Tomato Yellow Mosaic Virus (TYMV) y Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV).

Monitoreo: el muestreo se realiza igual que para *T. vaporariorum*, pero los niveles de poblaciones de intervención son inferiores por ser la transmisión de virus el principal daño por *B. Tabaci*.

Manejo: evitar exceso de abono nitrogenado. Favorecer la proliferación de poblaciones de insectos auxiliares, racionalizando el uso de productos fitosanitarios, utilizando barreras vegetales alrededor de los cultivos o plantas trampa como la berenjena en las que se concentren las poblaciones de mosca y sobre las que se realizará el control. Empleo de trampas cromáticas adhesivas amarillas desde el inicio del cultivo y antes de las sueltas de insectos auxiliares.

Figura 29 a



Figura 29 b



Mosca blanca (*Bemisia tabaco*): a) adulto, b) ninfa.

Los productos que contienen el aceite de neem son tóxicos para las ninfas jóvenes e inhiben la crianza y desarrollo de las ninfas mayores. También se recomienda realizar aplicaciones con soluciones jabonosas o de aceites. La mezcla de *Beauveria bassiana* junto con aceites minerales ha dado interesantes resultados en el control. Los insecticidas registrados en tomate para el control de esta plaga son iguales a los citados para el control de mosca blanca de los invernaderos.

■ Polilla del tomate (*Tuta absoluta*)

Descripción y biología: la polilla del tomate es un microlepidóptero de hábitos nocturnos, posee un primer par de alas de color gris oscuro jaspeado con manchas oscuras y un segundo par de alas de color negruzco, alcanza hasta 7 mm de longitud. Los adultos se aparean a las pocas horas del nacimiento, temprano a la mañana, las hembras pueden copular más de una vez y realizan hasta 20 posturas, con un promedio de 60-70 huevos. La vida media es de 6 a 7 días en los machos y de 10 a 15 días en las hembras. Los huevos dispuestos aisladamente son de forma ovalada, con una longitud promedio de 0,36 mm y 0,22 mm de ancho, de color blanco cremoso, a veces amarillo, tornándose oscuro cuando está cerca de la eclosión, son colocados en ambas caras de las hojas, en los pecíolos, tallos, brotes, racimos florales o en frutos (cerca de la inserción del pedúnculo). Si bien el 65 % de las posturas se ubican en el haz de las hojas cerca de la nervadura principal o en la inserción del folíolo. El tercio superior de las plantas es el sitio preferido para oviponer tanto en cultivos al aire libre como en invernadero (puede variar según la fenología del cultivo y las variedades). El 80 % de las posturas se acumulan entre el brote apical y las primeras 4-8 hojas, la segunda hoja es la que presenta más posturas. Los huevos tardan entre 4 y 6 días en eclosionar. Las larvas son de tipo eruciforme y presentan de 4 a 5 estadios, recién eclosionadas son de color amarillo cremoso y a medida que se alimentan adquieren un color verdoso, tornándose de color rojizo en su región dorsal cuando están próximas a pupar. El tamaño varía de 0,9 mm hasta 7,5 mm de longitud, presentan la cabeza de color castaño y el escudo protorácico de color marrón oscuro solo en su parte basal. Estas crecen en galerías en las hojas, tallos o frutos. Al cambiar de estadio, la larva, en la mayoría de las ocasiones, sale de la galería en la que se encuentra para penetrar en otra hoja aumentando los daños en la planta. El período larvario dura entre 10 y 15 días. La mayor mortalidad durante el período larval ocurre L1 (desde emergencia hasta iniciar su actividad como minadora) y entre L3 y L4 durante el tránsito en busca de una hoja nueva. Una vez completada la fase de larva, las orugas se dejan caer al suelo para empujar, aunque algunas lo hacen en distintas partes de la planta, especialmente en el envés de la hoja y junto al cáliz del fruto. La pupa es de color marrón y de forma cilíndrica, con un tamaño de 4,5 mm de largo y 1,10 mm de ancho. En la mayoría de las ocasiones suele estar cubierta por un capullo blanco sedoso. El período de pupa dura entre 10 y 12 días. En cultivo a campo y hacia final de la temporada de producción son frecuentes dentro de los tallos de rastrojo de tomate, cerca del nivel del suelo. El potencial reproductivo y su ciclo biológico pueden durar entre 29 y 38 días, dependiendo de las condiciones ambientales, pudiendo tener entre 10 y 12 generaciones al año.

Síntomas y daños: la larva 1 (L1) recién eclosionada penetra en el tejido foliar produciendo galerías o minas traslúcidas al consumir el mesófilo, luego a partir del segundo y tercer estadio pueden trasladarse a otros órganos de la planta. Los daños comienzan a visualizarse en el plantín cuando estos aún se encuentran en el almácigo. Al trasplantar estos plantines al lote definitivo llevan consigo las larvas que continúan su evolución atacando hojas y meristemas terminales dificultando el crecimiento de la planta. En los tallos el ataque se concentra en los brotes tiernos. Cuando los ataques se producen en etapas más avanzadas producen daños en los frutos recién cuajados, inmaduros y maduros donde nuevamente realizan las minas o galerías. El daño puede favorecer el ingreso de patógenos oportunistas, causando podredumbres y pérdida del valor comercial de los frutos. Generalmente en zonas templadas los ataques son más frecuentes en primavera y verano y las pérdidas pueden llegar hasta un 90 % de la producción. Para el reconocimiento a campo del daño fresco de la polilla se debe considerar lo siguiente: la epidermis en el daño fresco es flexible, mientras que en el daño viejo es seca y quebradiza. Las deyecciones están húmedas en el daño fresco, y secas en el daño viejo. Ante cualquier duda, para confirmar si el daño es fresco, se debe mirar a trasluz la presencia de la larva viva en el interior de la galería. El daño de polilla puede confundirse con el de *Liriomyza* sp., esta es una plaga secundaria del tomate que generalmente no es necesario controlar. Las diferencias más importantes son las siguientes: la galería de polilla es posible abrirla rompiendo la epidermis, mientras que en el caso de *Liriomyza* sp. se rompe el folíolo. En el caso de polilla las deyecciones se acumulan en un sector de la galería, mientras que en *Liriomyza* sp. las deyecciones se distribuyen a lo largo de la galería. En los últimos estadios de polilla la galería se ensancha mientras que en los últimos estadios de *Liriomyza* sp. la galería tiene forma de serpentina.

Monitoreo: el muestreo se debe realizar a partir del almácigo para obtener plantines sanos y evitar la contaminación del lote definitivo. El umbral de tratamiento se estableció en 2 larvas por folíolos con daño fresco por planta, superando este valor se debe implementar una estrategia de intervención. Las trampas de feromonas se utilizan para detectar la presencia de la plaga tanto en el almácigo como en el cultivo. La feromona para polilla del tomate es estructuralmente similar y mimica de la feromona natural producida por la hembra para atraer los machos para el apareamiento. El ingrediente activo sintético, Grado Técnico (IAGT) (E,Z,Z) 3,8,11 tetradecatrienylacetato, es altamente específico y eficiente para interrumpir el cortejo normal de apareamiento de la plaga en cultivos de tomate. Las trampas liberan permanentemente una concentración de feromona 10.000 veces mayor que la hembra y por lo tanto puede atraer a los machos con mayor frecuencia y facilidad. Estos son retenidos en las trampas sin posibilidades de copular y las hembras de ser fecundadas, por lo tanto, hay un impacto depresor en las futuras poblaciones muy importante. El número de trampas para colocar para monitoreo es de una o dos cada 1-5 ha.

Manejo: las trampas pueden utilizarse como método de control; estas tienen un área de influencia denominada "espacio activo" de aproximadamente 250 m². Este espacio se modifica por la estructura del cultivo y la velocidad y dirección del viento. Se deben localizar las trampas, procurando que los "espacios activos" cubran el área del cultivo para proteger. En cultivos a campo, por el libre desplazamiento del viento, se deben colocar

Figura 30 a



Figura 30 b



Figura 30 c



Polilla del tomate: a) adulto, b) larva, c) daño.

trampas perimetrales alineadas cada 16 m, en el borde de donde soplan los vientos más frecuentes. Las restantes trampas se colocan equidistantes en el interior del cultivo hasta cubrir el resto de la superficie, se deben colocar entre 25 y 30 trampas/ha, durante unos 35 días. El uso de feromonas no es un método para aplicar con altas infestaciones de la plaga, primero se deberá corregir la situación problemática antes de decidir utilizar esta tecnología. En caso de que el cultivo o sus subproductos se destinen a la exportación, deberá conocerse el límite máximo de residuos del país de destino y observar el período de carencia que corresponda a ese valor de tolerancia. Otras medidas que permiten disminuir la influencia de la plaga son: la rotación de cultivos con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas, utilizar material de plantación exento de la plaga, eliminar folíolos, brotes y frutos dañados, levantar las plantaciones y restos de cultivos evitando la dispersión de la plaga y dejar pasar 6 semanas desde que se limpian los restos de una plantación y que se realiza un nuevo trasplante. Además, esta plaga tiene enemigos naturales como los parásitos oófagos *Trichogramma pretiosum* y *T. rojasi*, las avispas *Dineulophus phthorimae* y *Pseudopanteles dignus* que controlan larvas y depredadores como *Chrysoperla externa*.

La aplicación de insecticidas se debe realizar cuando se alcance el umbral de 2 larvas vivas por folíolo o se detecte un aumento del número de polillas capturadas por trampas. Se realizan aplicaciones foliares en el cultivo con clorfaniliprole + tiametoxam o ciantraniliprole benzoato de emamectina, clorfluazuron, ciantraniliprole, deltametrina,

flubendiamide, imidacloprid + novaluron + bifentrin e indoxicarb. También se puede utilizar el tratamiento de plantines por inmersión de bandejas utilizando insecticidas

Trips (*Frankliniella occidentalis* y *Frankliniella schultzei*)

Frankliniella occidentalis

Descripción y biología: las hembras adultas miden de 1,2 a 1,6 mm y los machos de 0,8 a 0,9 mm y se encuentran en las flores para aparearse porque el polen les asegura la máxima fecundidad. Encastran los huevos dentro de los tejidos (en hojas, flores y frutos, aunque prefiere las flores). La descendencia está condicionada por la alimentación de la hembra, puede colocar entre 20 a más de 300 huevos y completar su desarrollo entre 10 y 44 días, en invernaderos tiene generaciones continuas. Los trips pasan el invierno en estado adulto o como pseudopupa en el suelo o rastrojo, invade el cultivo en horas de la mañana ya que la temperatura por encima de los 34 °C les es perjudicial. Los adultos son vectores de virus y pueden vivir desde 2 a 70 días. Las formas juveniles nacen de 2-13 días después de la ovipostura y prefieren las flores por ofrecer un ambiente críptico, los 2 estadios de pseudopupa duran de 2-9 días y transcurren en la hojarasca o en el suelo a poca profundidad. Los adultos nacen con la capacidad de transmitir el virus.

Síntomas y daños: el daño directo se produce por los adultos y estados inmaduros al raspar y succionar el contenido celular de los tejidos, causando lesiones superficiales en hojas y frutos. En hoja lo hace en forma de placas plateadas que luego se necrosan, pudiendo afectar a toda la hoja y producir la muerte de la planta. Los daños indirectos son la transmisión de virosis tomato spotted wilt virus (TSWV).

Figura 31 a



Figura 31 b



Adulto y formas juveniles de *Frankliniella occidentalis*: a) adultos, b) juveniles.

Monitoreo: el monitoreo con trampas adhesivas de color amarillo provee un método simple para determinar el inicio de la infestación de estos trips, además de ser una forma sencilla de estimar la densidad poblacional. Otra alternativa es la observación directa de los trips en las flores de tomate, al menos se deberían observar 100 flores. Se recomiendan los tratamientos cuando se observa en promedio un trips por flor.

Manejo: las medidas para mantener la población en niveles que no causen daños son eliminar las malezas y restos de cultivos. La utilización de barreras físicas en plantinera (mallas o cubiertas flotantes de 28 x 28 hilos.cm⁻¹) puede aminorar el número de puntos a partir de los cuales la enfermedad será diseminada por el trips. Los enemigos naturales pueden jugar un papel importante en el control de esta plaga, como los ácaros fitoseidos de los géneros *Amblyseius* y *Phytoseiulus* atacan al primer estadio juvenil, *Orius* ataca todos los estadios, este predador está disponible comercialmente y se logran controles similares en eficiencia al control químico. Además, los trips son parasitados por *Verticillium* sp. y nematodos *Heterorhabditidae*. El control químico es dificultoso debido a su comportamiento, las ninfas se encuentran refugiadas en las flores, la prepupa y pupa en el suelo y el adulto tiene una gran movilidad, lo que dificulta su control. Las aplicaciones deben cubrir toda la planta, principalmente el envés de las hojas y flores. Para tratamientos por riego por goteo, planta por planta o aplicación foliar está registrado para tomate imidacloprid y para aplicación foliar solamente imidacloprid + novaluron + bifentrin.

Frankliniella schultzei

Descripción y biología: el ciclo de vida varía entre los 35 a 40 días. Pueden tener entre 5 y 7 generaciones por año. Es un pequeño insecto que al estado adulto alcanza 1 mm de largo, es alado, el color varía del castaño claro al amarillento. Los huevos son pequeños, de color blanco cremoso de forma arriñonada. La larva del primer estadio es de color blanco, de 1 mm de largo, sin alas; las de segundo estadio son amarillo brillante. La prepupa es de color semejante a las larvas, poseen esbozos alares, transcurre en el suelo y no se alimenta. La pupa es semejante a la prepupa, pero de mayor tamaño, posee antenas dobladas sobre el dorso de la cabeza. Las hembras encastran los huevos en la epidermis de las hojas. Las larvas se alimentan de la lámina y de las nervaduras, dando pequeñas puntuaciones blanquecinas.



Figura 32

Trips
(*Frankliniella schultzei*).

Síntomas y daños: las larvas se alimentan de las hojas, lacerando la lámina y las nervaduras dando lugar a pequeñas puntuaciones blanquecinas. También afectan a las flores. Además este trips causa daños indirectos, ya que puede actuar como transmisor de enfermedades como la peste negra.

El monitoreo y manejo es similar al mencionado para *Frankliniella occidentalis*.

■ Perforador del fruto del tomate (*Neoleucinodes elegantalis*)

Descripción y biología: el perforador del fruto del tomate coloca sus huevos en frutos pequeños una a dos semanas después de la polinización. Los huevos son pequeños de color blanco con tonalidades pardas, que tienden a ponerse rojizos cuando están cerca de eclosionar, la cual ocurre en las primeras horas de la mañana. Al nacer la larva come de la cáscara del huevo, sale y camina un poco sobre el fruto para luego insertarse dentro de este, esto ocurre en pocas horas. Durante tres semanas aproximadamente la larva forma galerías en el interior del fruto. Cerca de la cosecha el gusano sale y busca hojas de las plantas que pega con una especie de seda y se enrolla para formar la pupa que se convierte en mariposa aproximadamente quince días.

Síntomas y daños: produce galerías en los frutos, además por los orificios por donde salió la larva es el lugar de ingreso de bacterias que pudren el fruto.

Manejo: esta plaga tiene como controladores biológicos a avispas parásitas conocidas como *Trichogramma*. El cultivo de berenjenas se puede utilizar como cultivo trampa en el cual se cosechan las berenjenas pequeñas antes de que salgan los gusanos y se destruyen los frutos. El control químico de esta plaga es muy complejo, para lograr un efectivo control se debe aplicar cuando la larva ha nacido hasta el momento en que se introduce dentro de la fruta (no más de 3 horas). Los mejores resultados se obtuvieron aplicando en horas de la tarde o primeras horas de la mañana, cuando el fruto tiene un diámetro de 2,5 cm. Se debe lograr una calidad de aplicación que permita que los insecticidas cubran los sépalos y el fruto cerca del pedúnculo donde esta plaga coloca los huevos. Las lluvias por el lavado de los insecticidas dificultan el control de la plaga. En Argentina no se encuentran productos registrados para el control de esta plaga. En otros países están recomendados estos insecticidas flubendiamide, triflumuron, lufenuron, tiametoxam + lambdacialotrina, emamectina, spinetoram, clorantraniliprole, imidacloprid, bifenthrin, lambdacialotrina y clorpirifos.

■ ■ Orugas: *Helicoverpa zea*, *Pseudaletia adultera*, *Rachiplusia nu* y *Plusia includens*

■ Gusano del fruto y del brote del tomate (*Helicoverpa zea*)

Descripción y biología: el adulto es una polilla robusta de unos 2,5 cm de largo y 4 cm de envergadura alar, de hábitos nocturnos y se alimenta de néctar. Las alas anteriores

Figura 33



Gusano del fruto y del brote del tomate (Helicoverpa zea).

son amarillo pajizo o verdoso, con manchas reniformes más claras. La hembra deposita los huevos sobre tejidos blandos, al nacer las larvas son eruciformes, al principio grises y con cabeza negra, pero alrededor del tercer estadio se tornan amarronadas, con líneas longitudinales de color más claro (blanco, crema o amarillento) y una banda espiracular marcada. Hacia el final del estado larval, alcanzan una longitud de aproximadamente 4 cm y cambian notoriamente su color, volviéndose, con frecuencia, rosadas. Las larvas de esta isoca tienen el hábito de arrojar al suelo cuando se las molesta y enrollarse en forma de espiral. Al cabo de cinco o seis estadios larvales los individuos se dirigen al suelo donde, tras un breve período de prepupa, pasan a empupar. Según la temperatura ambiente, el estado de pupa puede demandar entre 15 y 60 días.

Monitoreo: los muestreos se deben comenzar al iniciar la floración, observando la presencia de huevos en las hojas que están abajo y arriba del racimo floral con más flores abiertas. El umbral de acción es de cuatro o más huevos viables en 30 hojas. Los huevos viables se distinguen de los parasitados por *Trichogramma* sp. por la coloración son gris oscuro en el primer caso y negro brillante en el segundo.

Manejo: se recomienda eliminar los restos del cultivo una vez terminada la cosecha, durante el barbecho se destruyen gran cantidad de pupas invernantes. La siembra de alfalfa en bandas intercaladas con tomate favorece la reproducción y desarrollo de enemigos naturales, como depredadores, parasitoides y entomopatógenos. Esta plaga cuenta con un número importante de controladores biológicos, dentro de los insectos entomófagos que predan larvas se encuentran: *Orius* sp., *Geocoris* sp., *Nabis* sp., *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Coleomegilla maculata*; larvas de *Chrysoperla* sp., *Collops* sp. y pájaros. Como parasitoides se reportan los himenópteros *Trichogramma minutum* y *T. pretiosum* que atacan huevos; mientras que de larvas destacan *Cardiochiles croceipes*, *Meteorus autographae*, *Apanteles marginiventris*, *Bracon platynotae*, *Pristomerus spinator*, *Microplitis croceipes*, *Euplectrus* sp., *Campoletis* sp., *Hyposoter exiguae* y los dípteros *Winthemia quadrisputulata* *Eucelatoria armigera*, *Lespesia archippivora* y *Archytas* sp.

En tomate el producto registrado para el control de esta plaga es metomil.

Oruga militar verdadera (*Pseudaletia adultera*)

Descripción y biología: el adulto es de hábito nocturno, de color parduzco, con alas posteriores más claras que las anteriores. La hembra coloca hasta 400 huevos por desove y generalmente los ubica en el envés de las hojas. Estos son blanquecinos o verdosos, hemisféricos, en cadenas que se unen en el ápice. La larva totalmente desarrollada mide unos 40 mm de longitud y es de coloración variable (desde verdosa hasta grisácea), con franjas claras longitudinales bien notorias. Las pupas son de color castaño oscuro y de unos 20 mm de longitud y se desarrollan en el suelo. Pasan el invierno como larva o pupa.

Síntomas y daños: las larvas son defoliadoras, en ataques masivos producen pérdidas en el vigor de la planta y por consiguiente menor rendimiento.

Oruga medidora (*Rachiplusia nu* y *Plusia includens*)

Descripción y biología: el adulto de la oruga medidora (*Rachiplusia nu*) posee de 30 a 35 mm de expansión alar; el primer par de alas es de color castaño oscuro con manchas claras y reflejos dorados. Las alas posteriores son castaño claras con una ancha franja más oscura contra el margen externo. La hembra deposita huevos hemisféricos y blancos, aisladamente, en el envés de las hojas u otros órganos aéreos de las plantas. A partir de diciembre ocurren picos de actividad de adultos, lo cual permite anticipar los ataques que ocurren principalmente a fines de diciembre y enero, aunque en algunas campañas continúan en febrero. La larva tiene unos 35 mm de longitud, es de color verde claro con rayas finas blanquecinas en el dorso. Su nombre vulgar se origina por la posición que adopta al desplazarse arqueando su cuerpo. Se alimenta de las hojas, pero respeta las nervaduras. Los ataques se observan en manchones que luego se extienden rápidamente, cubriendo la totalidad del cultivo.

El adulto de la falsa medidora (*Plusia includens*) tiene las alas anteriores de color marrón o gris oscuro con una "Y" plateada central y con resplandor dorado brillante, las alas posteriores de color marrón pálido y una expansión alar 30-39 mm. En el dorso del tórax se observa una "cresta" de escamas. Los 5 huevos son irregulares en tamaño y forma, presentan dos a tres ciclos de celdas, solo las celdas del primer ciclo se yuxtaponen en la base y las celdas primarias y secundarias no se disponen en el mismo plano. Las larvas tienen un endurecimiento y oscurecimiento de la quitina en el exoesqueleto más débil y todas las estructuras son de color castaño claro. La pupa presenta una coloración verde brillante, los ojos se destacan por su color castaño anaranjado.

Síntomas y daños: las larvas atacan las hojas, pero sin alimentarse de las nervaduras, lo que les da a estas un aspecto de red. Las orugas del último estadio son las que provocan los mayores daños, ya que consumen el 80-85 % de lo ingerido en el total de su desarrollo. Pueden causar importantes defoliaciones y pérdidas de rendimiento.



Figura 34

*Larva de oruga
medidora.*

Monitoreo: la detección temprana de los primeros vuelos se puede detectar con la colocación de trampas de feromonas (atrayerentes sexuales) o trampas de luz. El muestreo de los primeros estados de desarrollo del cultivo es vital, ya que los ataques pueden ser irreversibles al afectar a brotes y tallos.

Manejo: los enemigos naturales pueden cumplir un rol importante en el control de estos lepidópteros, podemos encontrar algunos depredadores, parásitos y patógenos. Dentro de los depredadores generalistas se pueden mencionar *Chrysoperla* sp., *Coccinella septempunctata* y *Orius* spp. En Argentina no hay productos registrados para estas plagas. Actualmente se comercializa la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. como insecticida biológico. Otros productos mencionados son los insecticidas reguladores del crecimiento, tienen su acción en la muda de las larvas y son más eficaces cuando las aplicaciones se realizan en los primeros estadios larvarios. Además de principios activos como alfacipermetrina, cipermetrina, bifentrin, clorpirifos y lambdacialotrina entre otros.

Chinches: *Phthia picta* y *Nezara viridula*

Chinche del tomate (*Phthia picta*)

Descripción y biología: esta chinche mide entre 1,2 y 1,6 cm, es de color negro con zonas naranjas o rojizas que pueden ser muy variables en extensión, viven en grupos. Tiene 5 estadios ninfales y una gran fertilidad, puede su ciclo biológico variar entre 25 y 40 días según las condiciones ambientales, puede tener de tres a cinco generaciones por año.

Figura 35 a



Figura 35 b



Adulto y daño causado por la chinche del tomate.

Síntomas y daños: los daños se manifiestan en brotes y hojas por producir marchitamiento y caída de flores y frutos pequeños. En los frutos verdes al succionar la savia dejan puntos pardos y duros, donde fueron dañados se seca, produciéndose cicatrices que con el tiempo se agrietan y deforman el fruto. Además, esta plaga es importante debido a que es el vector de una enfermedad viral en tomate que se conoce con el nombre de podredumbre apical del tomate.

Monitoreo: el muestreo debe comenzar cuando comienza la floración, se debe inspeccionar la planta entera en busca de ninfas y adultos. El umbral de acción es una ninfa o adulto por planta.

Manejo: las avispas parásitas atacan a los huevos y las moscas parásitas atacan a las ninfas y a los adultos. Los depredadores generalistas incluyen hormigas de fuego (*Solenopsis invicta*), saltamontes, chinches de ojos grandes (*Geocoris* spp.), chinches (*Nabis* spp.) y arañas.

Los insecticidas mencionados para su control son neonicotinoides y piretroides.

Chinche verde (*Nezara viridula*)

Descripción y biología: insecto con hábito alimentario picador, los adultos de ambos sexos son de color verde, posee en el abdomen aberturas glandulares y espiráculos de color negro. Sus huevos son amarillentos, de forma cilíndrica con base redondeada, opérculo blanco. El huevo con el desarrollo del embrión adquiere el color anaranjado a excepción del opérculo que se torna de color rosado. El tamaño medio de los huevos es de 1,25 mm de largo por 0,85 mm de diámetro. Las posturas son poligonales y los huevos aparecen estrechamente unidos uno a lado del otro y fuertemente unidos al substrato. El desarrollo de la ninfa I ocurre en cinco estadios. Las ninfas del 1.º estadio se mantienen encima de la postura hasta que ocurre la muda, a partir del 2.º estadio permanecen agrupadas hasta el instar IV, cuando se inicia una verdadera dispersión. Este comportamiento se debe a la necesidad de protegerse de los depredadores disipando hormonas y para man-

Figura 36 a



Figura 36 b



Daño de chinche verde en tomate.

tener cierto grado de humedad que le permita ganar peso. La búsqueda de alimento y sitios para la oviposición obliga a los adultos a emigrar abandonando la colonia. La alimentación en los primeros días como adultos es importante y los obliga a volar en busca de hospederos que le garanticen su alimentación y la de generaciones futuras. Tiene 2 a 3 generaciones al año.

Síntomas y daños: los daños en el fruto son severos ya que la picada detiene en ese punto el crecimiento de este, y conforme el resto del fruto crece se produce en esa zona agrietamientos y deformaciones que pueden llegar a enmohecerse.

Monitoreo: la presencia de 0,5 chinches por m de surco puede causar pérdidas de un 5 % de rendimiento.

Manejo: entre las medidas de manejo para implementar podemos mencionar la eliminación de las malezas donde las chinches pasan el invierno antes de implantar el cultivo. La implementación de cultivos trampa como girasol o sorgo y favorecer la instalación de enemigos naturales como *Trissolcus basalís*, esta pequeña avispa deposita sus huevos en el interior de los huevos de *Nezara viridula*. Y *Trichopoda pennipes* que parasita adultos es tos reducen su alimentación y su fertilidad en un 50 %. El control químico se puede realizar con piretroides, neonicotinoides, carbamatos y fosforados.

Manejo de enfermedades

Paola López Lambertini, Ana María Romero, Mariel Mitidieri, Verónica Gabriela Obregón y Ceferino René Flores

7.1. Enfermedades ocasionadas por hongos y oomycota

Mal de los almácigos o damping-off

Agentes causales: *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp.

Hospedantes: tomate, pimiento, zapallito, pepino, chaucha, cultivos ornamentales, etc.



Figura 37

Daño por dumping off.

Síntomas: la enfermedad afecta a semillas, plántulas y raíces. Las semillas afectadas por estos hongos se vuelven blandas, de color marrón, se pudren y se desintegran fácilmente. Los patógenos pueden atacar en pre- o en posemergencia. En el primer caso se advierten fallas en la emergencia de plántulas y en el segundo puede apreciarse la plántula marchita. Las plantas que logran emerger son atacadas en raíces, tallos o debajo de la línea de suelo. Los tejidos dañados se vuelven húmedos, se decoloran, se doblan y caen. La parte basal del tallo se vuelve más delgado que la parte de arriba (marchitamiento y muerte de plántula). Las plantas adultas, rara vez mueren por el ataque de estos hongos, pero provocan lesiones en los tallos y raíces. Un síntoma típico es el fácil desprendimiento de la corteza radicular. En estos casos, el crecimiento de las plantas se retrasa y el rendimiento se reduce.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: este complejo está integrado por hongos habitantes comunes de los suelos y puede afectar varias especies de plantas. La infección puede ocurrir a través de micelio vegetativo, oosporas o esclerocios y penetran en el tejido directamente a través de aberturas naturales o de heridas. La enfermedad se disemina por el agua de lluvia, riego, suelo o herramientas contaminadas. Dependiendo de las condiciones ambientales, prevalecerá uno u otro hongo. Algunos de ellos prefieren temperaturas altas (30-33 °C) y otros bajas (15-18 °C), pero en general los suelos húmedos son ideales para el desarrollo de la enfermedad.

Manejo:

- Solarización.
- Evitar suelos encharcados.
- Rotación con cereales no susceptibles.
- Aplicación de fungicidas en la semilla.

■ Podredumbre de cuello y raíces

Agente causal: *Phytophthora parasitica*, *Phytophthora capsici*.

Clase: Oomycetes.

Orden: Peronosporales.

Familia: Phytaceas.

Hospedantes: tomate, pimiento, etc.

Síntoma: los síntomas se manifiestan en hojas, tallos y frutos. Manchas en el pecíolo y hojas de color pardo. En condiciones de clima cálido y húmedo, sobre los tallos, se desarrollan lesiones alargadas color oscuro, que provocan el estrangulamiento del tallo. Sobre los frutos verdes, se forma manchas en anillos concéntricos, en distintas tonalidades de marrón. Esta mancha puede cubrir gran parte del fruto, más de la mitad y generalmente los síntomas comienzan en los frutos que están en contacto con el suelo.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: *Phytophthora* crece y esporula más abundantemente a una humedad relativa cercana al 100 % y temperatura entre 15-22 °C. Suelos con exceso de humedad, encharcados, son los preferidos por estos Oomycetes. Se propaga por el agua de riego, lluvia y por movimiento de suelo contaminado.



Figura 38

Daño por Phytophthora en fruto.

Manejo:

- Desinfectar el suelo (se recomienda solarización).
- Favorecer la ventilación dentro del invernadero.
- Evitar suelos encharcados.
- Eliminar plantas infectadas y residuos de cosecha.
- Aplicar fungicidas.

■ Moho gris

Agente causal: *Botrytis cinerea* Pers.

Clase: *Leotiomyces*.

Orden: *Helotiales*.

Familia: *Sclerotiniaceae*.

Hospedantes: amplia gama de cultivos hortícolas, ornamentales, etc.

Síntoma: la infección puede ocurrir sobre pecíolos, tallos y hojas senescentes, si bien una vez que el inóculo se incrementa puede invadir tejidos jóvenes. En los folíolos se desarrollan grandes áreas necróticas de color marrón con sépalos que quedan adheridos a estos, los frutos sufren una podredumbre blanda con abundante fructificación de color marrón.



Figura 39

Daño por moho gris.

En determinadas condiciones, sobre la fruta se forman halos de color blanquecino que se conoce como "mancha fantasma", e indica la presencia de *Botrytis* en los campos.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: *Botrytis* puede sobrevivir en restos de cultivos, malezas y en el suelo en forma de micelio o esclerocios. A partir de estas fuentes se generan los conidios que son fácilmente transportados por el viento. El hongo requiere temperatura entre 18-23 °C, agua libre y alta humedad relativa para crecer, esporular y establecer la infección.

Manejo:

- Favorecer la ventilación dentro del invernadero.
- Evitar plantas muy vigorosas.
- Podar las partes de las plantas que manifiesten infección.
- Aplicar fungicidas.

Esclerotinia

Agente causal: *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary

Clase: *Leotiomyces*.

Orden: *Helotiales*.

Familia: *Sclerotiniaceae*.

Hospedantes: tomate, pimiento, zapallito, pepino, chaucha, etc.

Síntoma: es común que la infección comience en la parte baja del tallo o donde hubo una herida por el deshoje o desbrote. *Sclerotinia* es un hongo de suelo que sobrevive largos periodos en forma de esclerocios. Estos pueden germinar como micelio o mediante apotecios. El micelio es capaz de infectar directamente tallos de plantas jóvenes mientras que a partir de los apotecios se liberan abundantes ascosporas al exterior, que son llevadas por corrientes de aire e infectar la parte aérea de la planta (pecíolos). El síntoma es una lesión húmeda de color marrón que rodea a los tejidos que muy rápidamente manifiestan un marchitamiento y mueren. Si las condiciones ambientales son las adecuadas, se desarrolla un micelio blanco denso, con incrustaciones de esclerocios. Luego, el tallo se seca, se ahueca y se torna de color gris claro. Los esclerocios pueden formarse sobre o dentro de los tejidos infectados, es decir, dentro de la cavidad del tallo.



Figura 40

Daño por esclerotinia.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: el moho blanco es una enfermedad de clima fresco (15-20 °C) y húmedo; la presencia de agua libre y alta humedad son factores limitantes. La infección en plantas de tomate ocurre a partir de la floración. Las ascosporas precisan tejidos senescentes y períodos de humedad continua (16-72 h) para germinar y provocar la infección. Estas condiciones se dan en flores viejas, pétalos marchitos, tejidos necróticos, o en las axilas de los pecíolos y el tallo. El patógeno se dispersa por corrientes de aire, agua de riego y suelo infectado.

Manejo:

- Desinfectar el suelo previo al trasplante (solarización).
- Realizar monitoreos y aplicar fungicidas.
- Eliminar partes de la planta infectada, evitando que los esclerocios caigan al suelo.

■ Antracnosis

Agente causal: *Colletotrichum dematium*, *C. Coccodes* y *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.

Clase: *Sordariomycetes*.

Orden: *Glomerellales*.

Familia: *Glomerellaceae*.

Hospedantes: tomate, pimiento, berenjena, zapallo. Estos hongos tienen un amplio rango de hospedantes que alcanza a más de 400 en el caso de *C. gloeosporioides*.

Síntomas: podredumbre semihúmeda que se manifiesta por la presencia de manchas circulares, pequeñas, de aspecto húmedo y levemente hundidas (cancros) que aparecen en frutos en distintos momentos del desarrollo. También se manifiesta en hojas. En tomate, así como en otras hortalizas, la antracnosis suele aparecer en las hojas basales del cultivo. Inicialmente se presenta como pequeñas manchas circulares que se oscurecen con el tiempo. Una característica destacable es que los tejidos afectados forman anillos concéntricos con el tejido muerto necrosado y oscurecido. Una manera sencilla de diferenciar a la antracnosis de otras enfermedades similares es el anillo clorótico que se manifiesta al comienzo y se torna progresivamente más oscuro. Otra particularidad distintiva de la enfermedad en hojas es que las nervaduras principales detienen la expansión de las lesiones necróticas. En ellas también se observan abundantes estructuras reproductivas del patógeno.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: los conidios y esclerocios sobreviven en los residuos de cultivo. La infección puede producirse a través de la cutícula y tejido sano. Este proceso se ve favorecido por temperaturas moderadamente cálidas (25-30 °C) y períodos de alta humedad, debido a lluvias o riegos por aspersión. El patógeno se mantiene en forma latente en frutos inmaduros. El fruto se hace susceptible cuando llega a la madurez comercial, en este momento los síntomas aparecen 5-6 días después de la infección.

Manejo:

- Utilizar suelos con buen drenaje.
- Saneamiento de las estructuras y los elementos de tutorado.
- Eliminar rastrojo de cultivos afectados.
- Realizar tratamientos preventivos.
- Evitar riegos por aspersión en los cultivos a campo.
- Solarizar el suelo para reducir el inóculo que persiste en este.

Nombre vulgar: mancha gris

Agente causal: esta enfermedad está ocasionada por tres especies del género *Stemphylium*: *Stemphylium botryosum* f. sp. *Lycopersici* Rotem, Y. Cohen, & I. Wahl (syn. *Pleospora herbarum* [Pers.:Fr.] Rabenh.) teleomorfo *Pleospora tarda*, *S. lycopersici* (Enjoji) W. Yamam (syn. *S. floridanum* Hannon & G. F. Weber) y *S. solani* G. F. Weber.

Clase: *Dothideomycetes*.

Orden: *Pleosporales*.

Familia: *Pleosporaceae*.

Hospedantes: tomate; berenjena, pimiento, ajo, gladiolo, crisantemo (*S. lycopersici*); algodón, papa (*S. solani*).



Figura 41

Mancha gris.

Síntomas: la enfermedad puede presentarse en toda la parte aérea (tallos, hojas y pecíolos). El patógeno produce lesiones pequeñas, de color castaño oscuro y borde desuniforme que suelen presentar un halo clorótico y que inicialmente se encuentran en las hojas inferiores. Al aumentar de tamaño, el centro de la mancha se vuelve gris y normalmente se rasga quedando la hoja agujereada mientras que el patógeno fructifica abundantemente en los bordes. Estas manchas pueden coalescer y afectar toda la lámina que termina cayendo y defoliando el cultivo. La enfermedad afecta a plantas adultas y plantines ocasionando en ese caso daños severos. Este patógeno está asociado a podredumbres de fruto junto con *Stemphylium herbarum*.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: el micelio y las esporas de este hongo sobreviven sobre restos de cultivo, en el suelo, sobre hospedantes alternativos sean o no hospedantes y en las semillas. Los conidios se producen en el envés de las hojas y se dispersan a través del aire, del agua y por insectos. Los tejidos enfermos generan inóculo para infectar nuevas hojas y plantas. La penetración se produce a través de la cutícula o por heridas, luego el patógeno invade rápidamente los tejidos y los síntomas se observan en cinco días. Para que se produzca la infección se requiere más de ocho horas de humedad en la hoja, humedad relativa entre 85-90 % y temperaturas entre 23-27 °C.

Manejo:

- Semillas y plantines libres del patógeno.
- Saneamiento de estructuras y elementos de tutorado.
- Eliminar rápidamente los restos de cosecha.
- Cultivares resistentes.
- Ventilar los invernaderos y evitar riegos por aspersión.
- Realizar tratamientos preventivos con fungicidas de contacto y utilizar productos específicos y sistémicos cuando existan condiciones predisponentes para la infección.

Marchitamiento por *Verticillium*

Agente causal: *Verticillium dahliae dahliae* Kleb, Sin *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthier.

Clase: *Sordariomycetes*.

Orden: *Hypocreales*.

Familia: *Incertae sedis*.

Hospedantes: tomate, papa, tomate, berenjena, frutilla y numerosas especies.

Síntomas: comienza con un amarillamiento de las hojas basales que luego evoluciona a castaño culminando con la aparición de una lesión necrótica en forma de "V". Las plantas suelen presentar una marchitez generalizada durante el día y recuperarse durante la noche. El patógeno produce una toxina que genera marchitamiento y manchas en las hojas, estas pueden marchitarse, secarse y caer con la evolución de la enfermedad. Los síntomas progresan a lo largo del tallo. Los frutos quedan pequeños, desarrollan clorosis y quemadura de sol debido a la defoliación. La enfermedad puede distinguirse haciendo un corte

Figura 42



Marchitamiento por Verticillum.

y observando los vasos por debajo de la corteza, a una altura no mayor de 30 cm sobre el nivel del suelo, estos adquieren un color pardo.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: el patógeno persiste en el suelo, en restos de tejido enfermo, en malezas y también en forma de microesclerocios. La infección se produce directamente a través de pelos radicales, pero es facilitada por heridas o nematodos. El hongo crece en el xilema o floema, interfiriendo el transporte de agua y nutrientes. La infección requiere al menos un día de suelo saturado de humedad y temperaturas entre 13 y 30 °C con un óptimo de 24 °C.

Manejo:

- Resistencia genética.
- Solarizar el suelo.
- Rotaciones de 4 o 6 años con plantas no hospederas (sorgo, maíz, etc.).
- Retirar plantas enfermas y malezas.
- Control biológico utilizando antagonistas como *Trichoderma*.
- Evitar plantar en lotes infectados y excesos de riego.
- Desinfección de las herramientas de trabajo.

■ Moho de la hoja

Agente causal: *Passalora fulva* (Cooke) U. Braun & Crous (= *Fulvia fulva*, *Cladosporium fulvum*).

Clase: *Dothideomycetes*.

Orden: *Capnodiales*.

Familia: *Mycosphaerelleaceae*.

Hospedantes: tomate.

Síntomas: esta enfermedad ataca más frecuentemente los cultivos bajo cubierta dado que es más factible que se den las condiciones de alta humedad relativa en invernaderos que en el campo. Los síntomas aparecen primeramente en el haz de las hojas basales de las plantas como manchas amarillas y difusas. Estas lesiones se recubren de fructificaciones primeramente blancas y posteriormente oliváceas en el envés. Si bien es una enfermedad que afecta principalmente a las hojas provocando defoliaciones también es posible que afecte tallos, flores y frutos. Cuando afecta frutos, puede apreciarse una pudrición oscura y fibrosa en la zona del cáliz, lo cual afecta el rendimiento. Puede, además, invadir las semillas constituyéndose en fuente de inóculo.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: es un patógeno biotrófico. La infección se inicia a través de los estomas, a partir de esporas provenientes de infecciones previas en la misma planta en esporas llevadas por el viento. Se ha demostrado la persistencia del inóculo en la semilla y en el suelo como saprófito en restos del cultivo. En las plantas infectadas, los conidióforos emergen de los estomas y liberan conidios para iniciar una nueva infección. Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad son temperaturas del orden de los 20-25 °C y una humedad relativa superior al 80 %.

Figura 43 a



Figura 43 b



Moho de la hoja.

Manejo:

- Utilizar semillas y plantines libres de inóculo.
- Saneamiento de las estructuras y los elementos de tutorado.
- Cultivares resistentes a las razas presentes (en Argentina se ha citado las razas 0 y 2).
- Tratamientos preventivos.
- Ventilación del invernadero y poda de hojas para promover la reducción de la humedad relativa.

■ Tizón temprano

Agente causal: *Alternaria solani* (Cooke) Wint., (*sin Macrosporium solani*).

Clase: *Dothideomycetes*.

Orden: *Pleosporales*.

Familia: *Pleosporaceae*.

Hospedantes: tomate, pimiento, berenjena, papa.

Síntomas: la enfermedad se manifiesta en las hojas inferiores e internas de plantas adultas, en forma de manchas circulares de color café de 1-2 mm, por lo general rodeadas de un borde amarillo. En los tallos también se presentan canchales hundidos y alargados. Estas lesiones se presentan en forma de círculos concéntricos de colores castaño más claro y oscuro. Los plantines pueden verse afectados debido a podredumbres basales, también pueden producirse podredumbres o manchas en los frutos.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: es una enfermedad policíclica. El patógeno sobrevive en los rastrojos del cultivo y el suelo y se disemina mediante plantines infectados, semillas, insectos, viento, agua y herramientas. El patógeno realiza la infección a través de la cutícula de las hojas, y aprovechando heridas o grietas en los frutos. Las infecciones secundarias se originan a partir de tejidos dañados que generan inóculo, el cual es dispersado por la lluvia o los equipos de riego por aspersión. Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son temperaturas moderadas (27 y 30 °C) y alta humedad ambiental, así como días nublados con llovizna. La germinación de las esporas se produce en cuarenta minutos cuando encuentran condiciones favorables y la manifestación de síntomas se observa entre 5-7 días de la infección.

Manejo:

- Ventilar los invernaderos.
- Utilizar plantines sanos y libres de inóculo.
- Saneamiento de las estructuras y los elementos de tutorado.
- Eliminar rastrojo de cultivos afectados.
- Resistencia genética.
- Realizar tratamientos preventivos con fungicidas de amplio espectro y curativos cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad.
- Evitar riegos por aspersión en los cultivos a campo.

Figura 44 a



Figura 44 b



Figura 44 c



Figura 44

*Tizón temprano
a) daño en la hoja,
b) daño en el tallo,
c) daño en el fruto.*

■ Moho negro

Agente causal: *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl. (syn. *A. tenuis* Nees).

Clase: *Dothideomycetes*.

Orden: *Pleosporales*.

Familia: *Pleosporaceae*.

Hospedantes: tomate y más de 380 especies.

Síntomas: es el mayor patógeno de poscosecha, dado que además de ocasionar podredumbres libera micotoxinas que desmerecen la calidad del producto procesado. Las lesiones son firmes, deprimidas, color castaño oscuro; en frutos verdes pueden ser pequeñas y rodeadas de un halo clorótico, pero luego crecen y se vuelven oscuras. El daño puede ser superficial o involucrar las cavidades internas. Los síntomas se observan con mayor frecuencia en la porción peduncular del fruto, pero pueden presentarse en otras zonas. En la región apical colonizan tejidos afectados por deficiencia de calcio, la cual es frecuente con altas temperaturas en el invernadero. También es frecuente observarlo invadiendo áreas de los frutos afectados por la radiación solar. En condiciones de elevada humedad se producen abundante esporulación sobre estas lesiones formando un moho de aspecto aterciopelado. Puede ocasionar canchales en los tallos y tizón de hojas.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: este hongo es considerado un patógeno débil. Persiste en rastros de cultivo y en el suelo, la lluvia y el viento favorecen su diseminación. Temperaturas de almacenamiento inferiores a 15 °C predisponen al ataque. El rango de temperatura de crecimiento varía entre 2 y 32 °C, con temperaturas óptimas entre 25 y 28 °C, humedades relativas superiores al 80 %.

Manejo:

- Ventilar los invernaderos.
- Saneamiento de las estructuras y los elementos de tutorado.
- Eliminar rastrojo de cultivos afectados.
- Realizar tratamientos preventivos.
- Evitar riegos por aspersión en los cultivos a campo.

■ Oídio

Agente causal: *Pseudoidium neolycopersici* (sinónimo *Oidium neolycopersici*).

Clase: *Ascomycota*.

Orden: *Erysiphales*.

Familia: *Erysiphaceae*.

Hospedantes: tomate.

Síntomas: este patógeno presenta un signo claramente reconocible que consiste en un micelio blanco pulverulento dispuesto en manchas sobre las hojas de las plantas afectadas. Estas manchas están formadas por hifas, conidióforos y conidios del patógeno.

Figura 45



Oídio.

P. neolycopersici puede afectar ambas caras de la hoja, pecíolos, tallos y cálices. Los síntomas, manchas cloróticas amarillentas, se presentan por debajo del abundante micelio que cubre las hojas. Avanzada la enfermedad, las hojas quedan totalmente cubiertas por las fructificaciones del patógeno, se secan y caen.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: es una enfermedad policíclica, se origina a partir de esporas llevadas por el viento. Estas germinan sobre una superficie seca del hospedante, produciendo una hifa corta en cuya extremidad se forma un apresorio que atraviesa la cutícula. El patógeno se desarrolla solamente sobre tomate y siempre por fuera del mesófilo, colonizando al huésped de forma superficial introduciendo en sus tejidos solamente los haustorios. Los conidios forman cadenas dispuestas verticalmente sobre las hojas. El desarrollo de la enfermedad continúa con la formación de nuevas hifas que se alargan y forman haustorios dentro del hospedante. El micelio y los conidióforos son siempre externos. El patógeno desarrolla entre 15 a 35 °C, tiene una temperatura óptima de 23 °C y humedades relativas entre 60 a 95 % (no hay germinación con agua libre).

Manejo:

- Eliminar cultivos de tomate viejos.
- Utilizar plantines sanos y libres de inóculo.
- Saneamiento de las estructuras y los elementos de tutorado.
- Eliminar rastrojo de cultivos afectados.

- Realizar tratamientos preventivos con fungicidas de amplio espectro y curativos cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad.
- Evitar altas densidades de plantación.

Oidiopsis

Agente causal: *Leveillula taurica* (Lév.), *G. Arnaud* (teleomorfo), *Oidiopsis taurica* (anamorfo).

Clase: *Leotiomyces*.

Orden: *Erysiphales*.

Familia: *Erysiphaceae*.

Hospedantes: tomate, pimiento y más de 50 hospedantes entre ellas berenjena, pepino, alcaucil, cardo, puerro y numerosas especies silvestres.

Síntomas: en el haz de las hojas se observan manchas amarillas irregulares que con el tiempo se tornan necróticas. El signo de la enfermedad se observa como una eflorescencia harinosa color blanco amarillento que predomina en el envés de las hojas. En ataques intensos las hojas se acartuchan y desprenden.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: el hongo sobrevive en forma de micelio en hospederos alternativos y malezas. La infección se origina a partir de esporas provenientes de numerosas plantas cultivadas que albergan el patógeno. Los conidios (esporas asexuales) son transportados a larga distancia por el viento y la lluvia. Dentro del cultivo, las esporas son diseminadas por insectos (trips, áfidos y moscas blancas). La enfermedad comienza atacando a las hojas inferiores, el patógeno crece dentro del mesófilo. Los conidios germinan emitiendo tubos germinativos cortos que penetran por los estomas, dando lugar a nuevas hifas que se alargan formando haustorios dentro del hospedante. Esta enfermedad predomina en climas secos y calurosos y es favorecida por densidades de siembra altas, al igual que por el exceso de fertilización nitrogenada. Los conidios germinan con un rango de temperatura entre 10 y 35 °C, un óptimo de 26 °C y una humedad relativa entre 50-70 %. Los días calurosos y las noches frescas favorecen la infección, las temperaturas superiores a 30 °C aceleran el desarrollo de los síntomas.

Manejo:

- Eliminar malezas hospedantes.
- Utilizar plantines sanos y libres de inóculo.
- Saneamiento de las estructuras y los elementos de tutorado.
- Eliminar rastrojo de cultivos afectados.
- Resistencia genética.
- Realizar tratamientos preventivos con fungicidas de amplio espectro y curativos cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad.
- Promover la ventilación de los invernaderos.
- Evitar temperaturas elevadas, altas densidades de plantación y excesos de fertilización nitrogenada.

Podredumbre basal del tallo

Agente causal: *Sclerotium rolfsii*, teleomorfo *Athelia rolfsii* (= *Corticium rolfsii*, *Pellicularia rolfsii*).

Clase: *Agaricomycetes*.

Orden: *Agaricales*.

Familia: *Typhylaceae*.

Hospedantes: tomate y más de 500 especies vegetales incluidas las cucurbitáceas, brasicáceas y leguminosas.

Síntomas: al comienzo de la infección se observan lesiones acuosas al nivel del cuello, sobre estas se forma un micelio de color blanco que crece de manera radial adherido



Figura 46

Podredumbre basal.

al tallo. Sobre estas hifas se forman esclerocios esféricos de color castaño, de 1-2 mm. Si las condiciones ambientales son propicias los síntomas se incrementan produciendo destrucción del tallo, marchitamiento severo y posterior muerte de la planta. Esta puede ser afectada por el patógeno en cualquier etapa de su desarrollo.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: se trata de una enfermedad monocíclica. Los esclerocios y el micelio sobreviven en el suelo u hospedantes alternativos. Las altas temperaturas y humedad favorecen la infección.

Manejo

- Solarizar el suelo.
- Rotación con gramíneas (sorgo, maíz, etc.).
- Retirar plantas enfermas.
- Control biológico utilizando antagonistas como *Trichoderma* sp.
- Evitar plantar en lotes infectados o en suelos con materia orgánica sin descomponer.
- Proteger el cuello de la planta con fungicidas.

Marchitamiento vascular por *Fusarium*

Agente causal: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* W.C. Snyder & H.N. Hansen

Clase: *Sordariomycetes*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Nectriaceae*.

Hospedantes: tomate.

Síntoma: amarillamiento asimétrico de las hojas inferiores (marchitamiento unilateral). En el tallo el tejido vascular se vuelve oscuro, esta coloración puede extenderse hasta el ápice y se hace bien visible en el punto de inserción del pecíolo. La planta muere.



Figura 47

Marchitamiento por Fusarium.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: el hongo habita en el suelo y puede permanecer allí mucho tiempo. También se encuentra como micelio en el suelo y en restos de plantas. Se disemina por semillas infectadas, tutores y suelo infectado. Los factores que favorecen la enfermedad son temperaturas cálidas (óptimo 28 °C), suelos arenosos y ácidos.

Manejo:

- Solarizar.
- Utilizar variedades con resistencia genética. Otra alternativa plantas injertadas sobre portainjertos resistentes.
- Utilización de semilla de sanidad garantizada.
- Evitar riegos abundantes y mantener el pH cercano a 7.
- Utilizar fertilizantes a base de nitratos.
- Evitar el movimiento de suelo.
- Favorecer la diversidad microbiana a nivel de la rizósfera.
- Rotar cultivos.

Agente causal: *Fusarium solani* (Mart) Sacc.

Clase: *Sordariomycetes*.

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Nectriaceae*.

Hospedantes: tomate, arveja, poroto, cucurbitáceas, etc.

Síntoma: se observan lesiones marrones de 1-2 cm de largo en la raíz principal y en las raíces laterales más importantes hasta 30 cm por debajo del nivel del suelo. La decoloración vascular interna puede extenderse entre 2 y 10 cm más allá de las lesiones. En la parte aérea los síntomas se expresan como clorosis internervales y necrosis en las hojas.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: las clamidosporas del hongo pasan el invierno en el tejido de las plantas o la semilla, o como micelio en el suelo y pueden permanecer allí mucho tiempo. Luego de la infección, el patógeno produce macro- y microconidios que se dispersan a través del viento y la lluvia. Las temperaturas más frías favorecen el desarrollo de la enfermedad, aunque el hongo puede crecer plenamente a una temperatura de suelo de 27 °C. La infección puede ocurrir a través de lesiones en las raíces de la planta, ocasionadas por distintas especies de nematodos.

Manejo:

- Solarizar o biosolarizar.
- Utilizar plantas injertadas sobre portainjertos resistentes.
- Favorecer la diversidad microbiana a nivel de la rizósfera.
- Rotar cultivos.
- Controlar nematodos.

Podredumbre de raíces y cuello

Agente causal: *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn (teleomorfo *Thanatephorus cucumeris* [A. B. Frank] Donk).

Clase: *Hyphomycetes*.

Orden: *Cantharellales*.

Familia: *Agonomycetaceae*.

Hospedantes: tomate y numerosas especies.

Síntomas: lesiones deprimidas, secas, color castaño sobre la raíz principal y cuello. Este patógeno produce muerte de plántulas, reducción del crecimiento y pérdida de plantas después del trasplante.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: los microesclerocios y el micelio pueden sobrevivir varios años en el suelo. La enfermedad se ve favorecida por una alta densidad de siembra, riego excesivo, suelos con drenaje deficiente, ambiente nublado y ventilación pobre.

Manejo:

- Solarizar el suelo.
- Evitar suelos compactados y condiciones que retrasen la emergencia.
- Control biológico utilizando antagonistas como *Trichoderma*, *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*.
- Evitar plantar en lotes con drenaje pobre y excesos de riego.
- Desinfección de las herramientas de trabajo.

Raíz corchosa

Agente causal: *Pyrenochaeta lycopersici* R. Schneid. & Gerlach.

Clase: *Dothideomycetes*.

Orden: *Pleosporales*.

Familia: *Incertae sedis*.

Hospedantes: tomate, berenjena, pimiento, melón, pepino.

Síntomas: esta enfermedad produce mermas de rendimiento al afectar el sistema radicular. Los primeros síntomas se observan como marchitamiento, falta de vigor y clorosis internervales. El hongo ocasiona muerte de raicillas, lesiones color marrón en raíces medianas y lesiones corchosas y grietas en las raíces principales. Cuando la planta es pequeña, estas lesiones son pequeñas, oscuras y ovales. En la parte aérea se observa clorosis y detención del crecimiento.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: el patógeno puede perdurar en el suelo por muchos años, bajo la forma de clamidospora o microesclerocios y persiste en raíces aparentemente sanas de tabaco y cultivos hortícolas como repollo, melón, calabaza, espinaca, lechuga, berenjena, chaucha, pepino, así como algunas especies silvestres. La

infección se produce al encontrar raíces susceptibles generando nuevas formas de resistencia del hongo. El desarrollo óptimo de la enfermedad ocurre a 15-20 °C, aunque existen cepas patógenas a 26-30 °C.

Manejo:

- Solarizar o biosolarizar el suelo.
- Fertilización balanceada.
- Rotación de cultivos evitando las solanáceas.
- Uso de portainjertos resistentes.
- Control biológico utilizando antagonistas como *Trichoderma*.
- Plantar en lomos altos.
- Reducir el estrés.
- Utilizar plantines sanos y libres de inóculo.

Viruela

Agente causal: *Septoria lycopersici* Speg.

Clase: *Dothideomycetes*.

Orden: *Capnodiales*.

Familia: *Mycosphaerellaceae*.

Hospedantes: tomate, berenjena, papa.

Síntomas: manchas foliares que se inician en la base de la planta, estas presentan un centro color castaño y bordes marrón oscuro; se presentan también en tallos, cálices y flores, pero no en frutos. En el centro de estas lesiones se observan puntuaciones negras, que son los picnidios. Las hojas muy afectadas se vuelven cloróticas y caen.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: es una enfermedad policíclica. El patógeno persiste en el suelo, en el rastrojo del cultivo, o en hospedantes alternativos como *Datura stramonium*. En condiciones de alta humedad, los picnidios liberan numerosos conidios que son llevados por el agua de lluvia, las manos y las ropas de trabajadores, plantines infectados, insectos y herramientas. Con alta humedad ambiente, los conidios germinan en 48 h, la infección puede comenzar en cualquier etapa del desarrollo de la planta y se produce a través de estomas o células epidérmicas. Los síntomas aparecen cinco días después. Las temperaturas límites para el crecimiento son 15 °C y 34 °C, con un óptimo entre 22 °C y 26 °C. Los días de niebla y lluviosos favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Manejo:

- Utilizar plantines sanos y libres de inóculo.
- Saneamiento de las estructuras y los elementos de tutorado.
- Eliminar rastrojo de cultivos afectados y malezas hospedantes.
- Realizar tratamientos preventivos con fungicidas de amplio espectro y curativos cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad.

Figura 48



Viruela.

- Evitar riegos por aspersión en los cultivos a campo y microclimas con alta humedad relativa.
- Solarizar el suelo para reducir el inóculo que persiste en este.
- Fertilización balanceada.
- Rotación de cultivos.

El manejo de las enfermedades de origen fúngico se encuentra detallado para el conjunto de estas en el Cuadro 8.

Cuadro 8													
Estrategia de control	Medidas de control	Mancha gris	Moho de la hoja	Moho negro	Oídio	Oidiopsis	Tizón temprano	Septoria	Moho gris	Damping-off	Podredumbre por <i>Phytophthora</i>	Moho blanco	Moho gris
Evitar la introducción de inóculo al cultivo	Utilizar plantines de sanidad controlada	XX	XX	X	-	X	X	X	X	XX	XX	x	X
	Tratamiento de semilla	XX	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
	Eliminar malezas y hospedantes alternativos como otros cultivos andonados próximos al tomate que puedan servir como reservorios	XX	Rango de hospedantes reducido	-	XX	XX	XX	-	X	XX	-	-	-
Medidas de prevención de la enfermedad	Utilización de cultivares resistentes	XX	XX	-	-	XX	-	-	-	-	-	-	-
	Monitoreo semanal	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	Evitar heridas, ataque de insectos	-	-	XX	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	Tratamientos con fungicidas	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
	Eliminar residuos de la cosecha de tomate y rotación de cultivos	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	-	XX	XX

Manejo de las principales enfermedades causadas por hongos.

Estrategia de control	Medidas de control	Mancha gris	Moho de la hoja	Moho negro	Oídio	Oidiopsis	Tizón temprano	Septoria	Moho gris	Damping-off	Podredumbre por <i>Phytophthora</i>	Moho blanco	Moho gris
Erradicación de la fuente de inóculo	Solarización	X	X	X	-	-	XX	X	X	XX	XX	XX	X
	Eliminación de hojas y/o plantas con síntomas en el cultivo	X	X	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX
Medidas culturales	Desinfección de herramientas y manos	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
		X	X	XX	X	XX	X	X	X	-	-	-	-
	Evitar riegos excesivos, y si es posible de aspersión	X	X	Evitar deficiencia de calcio	X	X	X	X	X	XX	XX	-	-
	Evitar altas densidades y ventilar los invernaderos	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	XX	XX
	Evitar altas temperaturas	-	-	XX	-	X	-	-	-	XX	XX	-	-
Tratamientos químicos	Tratamientos con fungicidas registrados para el cultivo de tomate	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Manejo de las principales enfermedades causadas por hongos.

7.2 Enfermedades bacterianas

Cancro y marchitamiento bacteriano

Agente causal: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Clase: *Actinobacteria*.

Orden: *Actinomycetales*.

Familia: *Microbacteriaceae*.

Hospedantes: tomate.

Síntomas: los síntomas pueden ser sistémicos o localizados. Son sistémicos cuando la infección es por semilla o heridas que llegan a los vasos del xilema; los síntomas son evidentes recién durante la floración. Primero se observa una flaccidez de los folíolos de un



Figura 49

Cancro bacteriano.

solo lado de las hojas o las hojas de un lado de la planta, luego las hojas se marchitan y secan permaneciendo adheridas al tallo. Finalmente, las plantas mueren. Ocasionalmente se forman canchales en tallos y pecíolos y con alta humedad pueden aparecer zooglias amarillas. En cortes transversales o longitudinales los haces vasculares se ven oscurecidos. Las plantas enfermas tienen una distribución lineal en el cultivo por la dispersión del patógeno durante el desbrote. Si la bacteria ingresa por estomas, hidatodos o tricomas rotos, se produce una necrosis marginal o pequeñas lesiones foliares localizadas, y el patógeno normalmente no se hace sistémico. En los frutos pueden aparecer lesiones pequeñas marrones y rugosas rodeadas por un halo blanco, llamadas "ojo de pájaro".

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: el patógeno llega al campo en semillas infectadas o infestadas y luego persiste entre dos y veinticuatro meses en los restos de plantas enfermas mientras estos no se desintegren. También puede sobrevivir en bandejas de siembra, tutores y otras estructuras, pero no libre en el suelo. La bacteria se dispersa principalmente por las herramientas durante el trasplante y desbrote, e ingresa por las heridas causadas durante estas. También puede dispersarse por el salpicado de agua y entrar por aberturas naturales o pequeñas heridas. Las plantas son susceptibles durante todo el ciclo de cultivo, pero cuanto más temprano ocurra la infección, mayores serán las pérdidas. La incubación puede ser de varias semanas y si debido a la ausencia de síntomas durante ese período no se toman medidas de precaución, se permitirá la dispersión del patógeno durante las labores culturales. La enfermedad se ve favorecida por la presencia de heridas, excesos de agua y desbalances en la fertilización.

Manejo:

- Utilizar semilla libre del patógeno o desinfectadas con agua a 52-56 °C durante 20-30 min o en ácido clorhídrico 0,6 M durante 5 h.
- Realizar rotaciones de al menos un año, o del tiempo suficiente para la completa desintegración de los restos del cultivo de tomate anterior.
- Desinfectar las herramientas de corte con lavandina, alcohol al 70 %, o cloruro de benzalconio (un amonio cuaternario) al 1 %.
- Destruir o aislar las plantas enfermas (y las vecinas) para evitar la dispersión del patógeno.

Mancha bacteriana

Agente causal: *Xanthomonas vesicatoria*, *X. euvesicatoria*, *X. perforans* y *X. gardneri*. En Argentina, hasta el momento, solo se identificaron las dos primeras.

Clase: *Gammaproteobacteria*.

Familia: *Xanthomonadaceae*.

Hospedantes: tomate y pimiento.

Síntomas: afecta todos los órganos aéreos de la planta, especialmente cuando son jóvenes. En las hojas, las manchas son circulares, de 1-3 mm, de color marrón oscuro a negro, con un halo amarillo reducido y por lo general con un borde de aspecto acuoso; el centro



Figura 50

Mancha bacteriana.

de las lesiones puede desprenderse. Si las condiciones son favorables para la enfermedad, las manchas pueden confluír causando un falso tizón; los folíolos muy afectados pueden aparecer completamente cloróticos. Al igual que ocurre con otras manchas foliares bacterianas, al observar una lesión cortada sobre una gota de agua con un microscopio con bajo aumento, se puede ver una corrida de bacterias saliendo de esta. En pecíolos y tallos las lesiones son oscuras y alargadas. En los frutos desarrollan manchas marrones, de 4-5 mm, resquebrajadas en la superficie con aspecto corchoso y áspero al tacto; cuando el fruto todavía está verde pueden tener un halo blanco, que luego desaparece.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: la enfermedad es más severa con clima cálido y húmedo. La bacteria sobrevive en semillas, restos de plantas enfermas y plantas de tomate o pimiento voluntarias. También puede persistir como epífita en varias solanáceas, aunque esta última no sería una fuente de inóculo importante. En rastrojos infestados puede sobrevivir por algunos meses en zonas cálidas y 1-2 años en zonas

frías (hasta la desintegración de los tejidos vegetales); no sobrevive libre en el suelo. La bacteria se dispersa en las gotas y aerosoles producidos por el salpicado de lluvia o riego por aspersión; la distancia a la que lleguen las gotas depende de la velocidad del viento. Entra en los tejidos por estomas o heridas. La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad es de 24 a 30 °C. La enfermedad es más grave en tomate de campo que bajo cubierta. Hay razas que afectan al tomate, al pimiento o a ambos cultivos.

Manejo:

- Utilizar semilla libre del patógeno o desinfectadas con agua a 50 °C durante 25 min o en hipoclorito de sodio (1,2 % de Cl) durante 20-40 min.
- Realizar rotaciones de uno o dos años, o del tiempo necesario hasta la completa desintegración de los restos del cultivo de tomate anterior.
- En cultivos de campo evitar el riego por aspersión, o al menos hacerlo por la mañana para que las plantas se sequen rápido. No deberían realizarse labores cuando las hojas están mojadas para evitar la diseminación de la enfermedad.
- Tratamientos con productos cúpricos; en caso de existir cepas tolerantes agregar mancozeb a la mezcla de cobre.

■ Peca bacteriana

Agente causal: *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.

Clase: *Gammaproteobacteria*.

Familia: *Pseudomonadaceae*.

Hospedantes: tomate.

Síntomas: produce lesiones en todos los órganos aéreos. En las hojas aparecen pequeñas puntuaciones necróticas de unos pocos milímetros, que con el tiempo se rodean de un halo clorótico y pueden confluir dando a las hojas un aspecto atizonado. En tallos y pecíolos las lesiones son alargadas. Los síntomas se pueden confundir con los de la mancha bacteriana, pero en los frutos son distintivos. En frutos aparecen puntuaciones negras sobreelevadas de 1-2 mm, rodeadas de un halo verde que persiste al comenzar la maduración.



Figura 51

Peca bacteriana.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: la enfermedad es más frecuente en regiones con temperaturas templadas y ambiente húmedo. La bacteria sobrevive durante varios años en semillas y al menos por un año en rastrojos infestados; también puede persistir como epífita sobre malezas. Se dispersa por salpicado de gotas y aerosoles producidos durante lluvias o por riego por aspersión. Penetra por estomas o heridas. La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad es de alrededor de 21 °C, más bajas que las de las bacterias que causan la mancha bacteriana. Por este motivo, suele aparecer primero la peca que la mancha. Existen dos razas de este patógeno.

Manejo:

- Utilizar semilla libre del patógeno o desinfectadas con agua a 50 °C durante 25 min o en hipoclorito de sodio (1,2 % de Cl) durante 20-40 min.
- Realizar rotaciones de al menos un año, o del tiempo necesario hasta la completa desintegración de los restos del cultivo de tomate anterior.
- En cultivos de campo evitar el riego por aspersión, o al menos hacerlo por la mañana para que las plantas se sequen rápido. No deberían realizarse labores cuando las hojas están mojadas.
- Tratamientos con productos cúpricos.

Podredumbre del tallo y de los frutos

Agente causal: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*.

Clase: *Gammaproteobacteria*.

Familia: *Enterobacteriaceae*.

Hospedantes: tomate y numerosas hortícolas.

Síntomas: el patógeno causa la podredumbre de tallos y frutos de tomate, tanto en cultivos de campo e invernadero como en poscosecha. En cultivo se ven plantas marchitas, con manchas de color verde oscuro y de aspecto acuoso en los tallos. En cortes longitudinales la médula aparece hueca y desintegrada. Las plantas afectadas mueren. La enfermedad aparece con más frecuencia cuando hay daño de insectos. En invernadero es más común debajo de goteras u otros lugares húmedos. En los frutos, se produce una podredumbre blanda en la zona del pedúnculo o del estilo, o en otro lugar si hubo heridas.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: la bacteria es ubicua. Sobrevive en residuos vegetales y posiblemente también en insectos. Penetra por heridas, como las causadas por insectos o podas. Necesita alta humedad ambiente.

Manejo:

- Eliminar los restos de plantas enfermas.
- Evitar el exceso de humedad y no realizar labores en plantas mojadas.
- Mejorar la ventilación en los invernaderos.
- No cosechar frutos mojados, y evitar la producción de heridas durante la cosecha.

Necrosis de la médula

Agente causal: la enfermedad está asociada con varios patógenos bacterianos. En Argentina se han citado las siguientes especies: *Pseudomonas corrugata*, *P. mediterranea* y *P. viridiflava*.

Clase: *Gammaproteobacteria*.

Familia: *Pseudomonadaceae*.

Hospedantes: tomate y otros cultivos, causando necrosis de la médula, podredumbres y tizones.

Síntomas: comienza por un amarillamiento de las hojas, que pueden terminar por marchitarse. En los tallos aparecen manchas longitudinales difusas, con numerosas raíces adventicias. La médula se torna de color pardo y consistencia blanda, y finalmente se ahueca pudiendo presentar cavidades internas. Las plantas enfermas tienen una distribución al azar en el cultivo

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: los patógenos son ubicuos; persisten en los restos de cultivos infestados, el suelo y la rizosfera de numerosos cultivos. La necrosis de la médula está relacionada con temperaturas nocturnas bajas, por lo cual es más frecuente en cultivos bajo cubierta sin calefacción. Además, la enfermedad se ve favorecida por una alta humedad ambiente y por excesos de nitrógeno.

Manejo:

- Eliminar los restos de plantas enfermas.
- Evitar el exceso de fertilización nitrogenada.
- Mejorar la ventilación en los invernaderos y evitar la acumulación de agua.

Marchitamiento bacteriano del tomate

Agente causal: *Ralstonia solanacearum*.

Clase: *Betaproteobacteria*.

Orden: *Burkholderiales*.

Familia: *Burkholderiaceae*.

Hospedantes: tomate, papa, berenjena, tabaco, pimiento.

Síntomas: las hojas más jóvenes muestran un marchitamiento repentino llamado "marchitamiento en verde" manifiesto durante las horas más calurosas del día. Ante estos primeros síntomas, las plantas pueden recuperarse durante la noche, pero al cabo de dos a tres días se marchitan por completo y mueren. Los tejidos vasculares del tallo muestran una coloración castaña oscura, que se puede observar en secciones transversales y longitudinales. La planta genera raíces adventicias a lo largo del tallo como defensa al déficit hídrico provocado por la obstrucción de los vasos.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: *R. solanacearum* habita naturalmente en el suelo, sobrevive largos períodos en ausencia del huésped susceptible. También persiste en el agua y en restos de cultivos. Se disemina fácilmente por el agua de riego. Temperaturas cálidas y alta humedad de suelo favorecen la aparición de síntomas. La bacteria ingresa a la planta por raíz, a través de heridas naturales o mecánicas (por el uso de herramientas, insectos, nematodos, etc.), se mueve por los vasos xilemáticos hasta llegar al ápice de la planta, en un proceso acelerado por las temperaturas altas. La enfermedad aparece por manchones, sobretodo en sectores donde hay acumulación de agua.



Figura 52

Marchitamiento bacteriano.

Manejo:

- Desinfectar el suelo (se recomienda solarización).
- Eliminar las plantas infectadas para evitar la diseminación de la bacteria.
- Realizar las labores de rutina (deshoje, desbrote, capado, etc.) con guantes.
- Desinfectar las herramientas de corte.
- Evitar el movimiento de suelo de las zonas infectadas a aquellas libre de la bacteria.

Fitoplasmosis

Agente causal: fitoplasma denominado TomRed (tomato read leaf) e identificado en San Juan, pertenece al grupo de RFLP (polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción) 16SrIII subgrupo J (16SrIII: secuencia que codifica para RNA ribosomal de bacteria).

Fitoplasma denominado TomLL (Tomato little leaf) e identificado en Tucumán, pertenece al grupo de RFLP 16SrIII subgrupo B.

Clase: *Mollicutes*.

Orden: *Acholeplasmatales*.

Familia: *Acholeplasmataceae*.

Género: *Candidatus Phytoplasma*.

Hospedantes: tomate, ajo, remolacha, acelga.

Síntomas: el fitoplasma TomRed ocasiona hojas coriáceas y rojizas mientras que el TomLL produce reducción de la lámina foliar severa y sobrebrotamiento.

Ciclo y condiciones predisponentes de la enfermedad: los fitoplasmas son bacterias sin pared celular. Se transmiten por insectos en su mayoría chicharritas (leafhoppers) y se localizan en el floema de la planta. En Argentina, se identificaron fitoplasmas infectando tomate, pero no hay reportes de alta incidencia o daño severo en este cultivo.

Manejo:

- Eliminar las plantas infectadas para evitar la diseminación.

Con respecto al manejo de las enfermedades de origen bacteriano, el conjunto de estas se encuentra resumido en el Cuadro 9.

Cuadro 9						
Medidas de control	Cancro	Mancha	Peca	Podredumbre húmeda	Necrosis de médula	Marchitamiento
Utilizar plantines de sanidad controlada	XX	XX	XX	X	X	X
Tratamiento de semilla	XX	X	X	-	-	-
Eliminar malezas y hospedantes alternativos, como otros cultivos abandonados próximos al tomate que puedan servir como reservorios	-	-	-	X	X	XX
	Rango de hospedantes reducido	Rango de hospedantes reducido	Rango de hospedantes reducido	Amplio rango de hospedantes	Amplio rango de hospedantes	Amplio rango de hospedantes
Utilización de cultivares resistentes	No descripta	No es común	No es común	No descripta	No descripta	No descripta
Evitar heridas, ataque de insectos	XX	X	X	XX	X	X
				el control de insectos es muy importante		
Rotación de cultivos y eliminar residuos de la cosecha de tomate	XX	XX. Hay razas que afectan el pimiento	XX	XX	XX	XX

Manejo de las enfermedades producidas por bacterias.

Cuadro 9						
Medidas de control	Cancro	Mancha	Peca	Podredumbre húmeda	Necrosis de médula	Marchitamiento
Solarización	-	-	-	-	X, aunque en general no es necesario	XX
Eliminación de plantas con síntomas en el cultivo	XX	-	-	-	-	XX
Desinfección de herramientas y manos	XX	-	-	X	X	XX
Fertilización adecuada	XX	X	X	X	XX	X
Evitar riegos excesivos, y si es posible de aspersión	X	X	X	XX	X	X
Tratamientos con cobre	-	X	X	X	-	-

Manejo de las enfermedades producidas por bacterias.

7.3 Enfermedades virósicas

Los virus son parásitos obligados por lo que una planta infectada con virus permanece infectada por el resto de su vida. No se disponen de viricidas que eliminen el virus del hospedante por lo que las estrategias de control de virosis más eficientes son las preventivas y la eliminación de la planta infectada con el objetivo de disminuir la dispersión del patógeno. Entre las estrategias preventivas, la utilización de resistencia a virus y la manipulación de los mecanismos de defensa de la planta a virus constituyen las medidas más amigables para el ambiente.

Peste negra

Agente causal: Tomato spotted wilt orthotospovirus (TSWV), Groundnut ringspot orthotospovirus (GRSV) y Tomato chlorotic spot orthotospovirus (TCSV). El Impatiens necrotic spot orthotospovirus (INSV) infecta tomate, pero en Argentina se lo identificó en begonia hasta el momento.

Orden: *Bunyvirales*.

Familia: *Tospoviridae*.

Género: *Orthotospovirus*.

Hospedantes: tomate, pimiento, papa, lechuga, soja y varias malezas. El rango de hospedante para el TSWV es muy amplio comprendiendo más de 90 familias botánicas la mayoría de solanáceas y compuestas. El GRSV está aumentando su rango de hospedantes en Argentina.

Vector: trips (Insecta: *Thysanoptera*). Las especies *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Frankliniella schultzei* (Tribom), *Thrips tabaci* (Lindemann) and *Frankliniella gemina* (Bagnall) son las reportadas como transmisoras en Argentina. Las especies de trips posee diferente eficiencia de transmisión para las diferentes especies de orthotospovirus.

Tipo de transmisión: persistente (circulativa y propagativa). El virus es adquirido por el trips en la fase larval y transmitido en el segundo estadio larval y adulto. El trip adulto solo puede transmitir el virus si se alimentó en planta enferma en su estadio larval. Los adultos que se alimentaron en plantas infectadas no son transmisores debido a barreras a nivel de intestino medio que no dejan que el virus invada los tejidos del trips. No existen evidencias de transmisión por semilla.

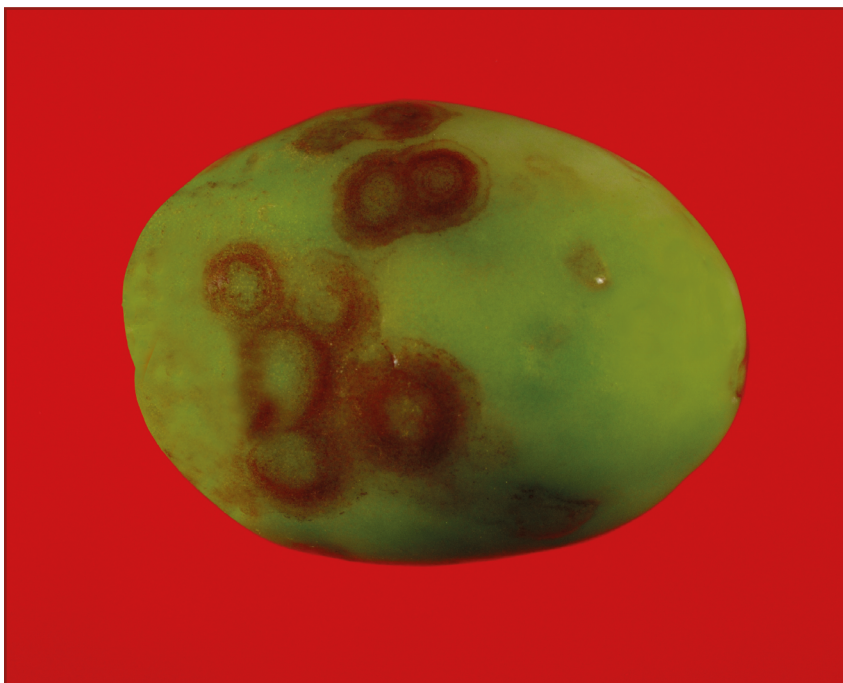


Figura 53

Peste negra en fruto.

Síntomas: los síntomas específicos ocasionados en general por esta virosis dependen del cultivar de tomate, la edad de la planta al momento de la infección y las condiciones ambientales. Los síntomas más característicos de estos virus son clorosis, anillos necróticos y necrosis en varias partes de planta. Otro síntoma característico en tomate es el achaparramiento de la planta y la necrosis del brote apical. También, afecta la calidad del fruto presentado disminución del tamaño y anillos concéntricos cloróticos y necróticos. La infección en etapas tempranas de crecimiento puede ocasionar la muerte de la planta.

Distribución: la distribución de las especies de tospovirus en Argentina depende de las regiones y de la especie de trips presente.

■ Virus de la cuchara

Con este nombre, el productor de tomates hace referencia a una variada sintomatología viral en tomate que está causada por diversos Begomovirus.

En la literatura, "virus de la cuchara" hace referencia a una especie viral en particular, el Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) que aún no ha sido detectado en Argentina.

El género de los begomovirus se divide en dos grupos, begomovirus del nuevo mundo (NW) y del viejo mundo (OW) según la organización del genoma, las relaciones filogenéticas y la distribución geográfica. El grupo NW comprende especies de América y mientras que el OW involucra especies de Europa, Asia, África y Australia. El TYLCV pertenece al grupo OW.

Familia: *Geminiviridae*.

Género: *Begomovirus*.

Agente causal: Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV), Tomato dwarf leaf virus (ToDfLV) y Tomato mottle wrinkle virus (ToMoWV), Tomato yellow spot virus (ToYSV), Tomato rugose yellow leaf curl virus (ToRYLCV), Solanum mosaic Bolivia virus (SoMBoV), Soybean blistering mosaic virus (SbBMV). La riqueza de especies de begomovirus es dinámica debido al rol fundamental de la recombinación y pseudorecombinación en la emergencia de estos virus. Hasta el momento todas las especies de begomovirus identificadas en Argentina tienen genoma bipartito. La presencia de infecciones mixtas de diferentes especies de begomovirus es común en tomate. Se podría hablar de un complejo de especies de begomovirus en tomate que varía según la región y los años de cultivo.

Hospedantes: amplio rango de plantas dicotiledóneas entre las que se destacan el tomate, pimiento, papa, poroto, soja y varias malezas como *Sida rhombifolia* L. (escoba dura), *Leonorus japonicus* Houtt. (cola de león), *Pitreaea cuneato-ovata* Cav. (Papilla), *Malva* sp. etc.

Vector: mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). La mosca blanca es un complejo de especie crípticas de las cuales se han identificado en Argentina: New World 2 (NW2, biotipo nativo), Middle East-Asia Minor one (MEAM1, ex biotipo B) y Mediterranean (MED, ex biotipo Q). Este grupo morfológicamente indistinguible posee



Figura 54

Virus de la cuchara.

diferencias biológicas como rango de hospedantes, fecundidad, eficiencia de transmisión, comportamiento de dispersión y resistencia a insecticidas.

Tipo de transmisión: persistente (circulativa y no propagativa). Solo se demostró transmisión por semilla para la especie Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) que como ya se mencionó, no ha sido reportada en Argentina.

Síntomas: los síntomas son muy variados y pueden incluir mosaico o moteado amarillo oro o verde claro, puntos cloróticos, arrugamiento, enrollamiento, disminución y deformación de la hoja.

Distribución: la distribución de especies de begomovirus depende de la región siendo el NOA la que presenta mayor riqueza de especies.

Virus del enrollamiento apical de la hoja de tomate

Agente causal: Tomato apical leaf curl virus (ToALCV).

Familia: *Geminiviridae*.

Género: todavía no está asignado.

Hospedantes: tomate.

Vector: podría ser una chicharrita (*Treehopper*) aunque falta realizar las pruebas de transmisión biológicas para su confirmación.

Tipo de transmisión: no determinada.

Síntomas: presenta enrollamiento, amarillamiento internerval y deformación de las hojas y una severa hipotrofia de las raíces.

Distribución: hasta el momento, se detectó al ToALCV en cultivos de tomate de la región productora de Yuto, Jujuy.

Manejo: comparte las estrategias de control cultural descriptas para begomovirus.

Virus Y de la papa

Agente causal: Potato virus Y (PVY). PVY existe como un complejo.

Familia: *Potyviridae*.

Género: *Potyvirus*.

Hospedantes: rango de hospedantes reducido.

Vector: transmisión por varias especies de áfidos.

Figura 55 a



Figura 55 b



Figura 55

Virus del enrollamiento apical
a) síntomas en hojas,
b) síntomas en raíz.

Tipo de transmisión: no persistente. Esto significa que el vector rápidamente adquiere y transmite el virus al alimentarse o probar en los tejidos de las plantas, aunque muy pocas partículas son transmitidas. No existe evidencia que sea transmitido por la semilla. La transmisión mecánica es a través de heridas producidas por laboreo o manipulación de plantas.

Síntomas: mosaico en las hojas jóvenes y nervaduras verde oscura. Otros síntomas relacionados son necrosis de los pecíolos y nervaduras de la cara abaxial de las hojas. No se observan síntomas en los frutos, pero infecciones tempranas pueden ocasionar pérdidas totales.

Virus del mosaico del pepino

Agente causal: Cucumber mosaic virus (CMV). Hay diferentes razas clasificadas en subgrupos denominados IA, IB, II y III.

Familia: *Bromoviridae*.

Género: *Cucumovirus*.

Hospedantes: posee un rango de hospedantes muy amplio infectando numerosas malezas y cultivos como pepino, melón, banano, legumbres, etc.

Vector: se transmite por más de 80 especies diferentes de áfidos.

Tipo de transmisión: no persistente, aunque no es eficiente la transmisión de tomate a tomate. No se transmite por semilla en tomate, aunque puede hacerlo en otras especies.

Síntomas: si bien en las hojas origina moteado y enrollamiento, el síntoma más característico del CMV en el tomate es el denominado "cordón de zapatos" en el cual la lámina foliar queda reducida a la nervadura central tomando un aspecto filiforme. En plantas jóvenes puede originar reducción del crecimiento y necrosis. En frutos causa decoloración y reducción del número y tamaño de estos.

Distribución: en todas las regiones productoras de tomate.

Virus del mosaico de la alfalfa

Agente causal: Alfalfa mosaic virus (AMV).

Familia: *Bromoviridae*.

Género: *Alfamovirus*.

Hospedantes: rango de hospedante reducido es importante en alfalfa.

Vector: varias especies de áfidos.

Tipo de transmisión: no persistente. Posee transmisión por semilla.

Síntomas: áreas amarillas y deformación de hojas. Los síntomas en frutos son irregulares en forma de manchas y anillos.



Figura 56

Virus del mosaico del pepino.

Distribución: posee baja incidencia en tomate y está relacionada con la presencia de cultivos de alfalfa cercanos a los de tomate.

Manejo: comparte las estrategias de manejo con el CMV, pero no hay cultivares con resistencia a AMV descrita en tomate todavía.

■ Virus del mosaico del tomate y virus del mosaico del tabaco

Agente causal: Tobacco mosaic virus (TMV), Tomato mosaic virus (ToMV).

Género: *Tobamovirus*.

Familia: *Virgaviridae*.

Hospedantes: tomate, pimiento, tabaco.

Vector: no tiene vector natural conocido. Tipo de transmisión: se transmite de una planta a otra a través de heridas producidas en el laboreo, herramientas, mano o ropa contaminadas con tobamovirus. Una característica destacada es que sus partículas son estables manteniéndose durante meses en tejido muerto, suelo, agua y herramientas etc. Se transmite por semilla, pero no infecta el embrión.

Síntomas: mosaico o moteado verde claro verde oscuro. Puede producir detención del crecimiento. Ciertas cepas de TMV pueden causar deformación, bronceado y color desuniforme de los frutos. Algunas razas de ToMV pueden ocasionar amarillamiento o mosaico amarillo semejante a los inducidos por begomovirus. Las hojas afinadas y retorcidas son síntomas menos frecuentes.

Distribución: en todas las regiones productoras.

El manejo de las principales enfermedades causadas por virus se encuentra resumido en el Cuadro 10.

Cuadro 10

Estrategia de control	Medidas de control	Tospovirus	Begomovirus	PVY	CMV	ToMV, TMV
Evitar la introducción de inóculo al cultivo	Utilizar plantines de sanidad controlada.	XX	XX	XX	XX	XX
	Tratamiento de semilla (ej. solución al 10 % v/v de hipoclorito de sodio).					X
	Eliminar malezas y hospedantes alternativos como otros cultivos abandonados próximos al tomate que puedan servir como reservorios del virus.	XX Amplio rango de hospedantes	XX Amplio rango de hospedantes	X Rango de hospedantes reducido	XX Amplio rango de hospedantes	X Rango de hospedantes reducido
	No plantar en áreas donde haya proliferación del insecto-vector.	XX	XX	XX sobre todo pimiento y papa	XX sobre todo pimiento, curcubitáceas	
	Programación de fechas de plantación teniendo en cuenta la presencia del vector. Las plantación temprana de tomates ha demostrado resultados positivos en disminuir la incidencia de esta virosis.	X	XX			
	Sembrar nuevos cultivos donde no haya cultivos viejos para no favorecer la invasión de insectos desde estos últimos.	XX	XX	XX	XX	
	Rotación de cultivos con cultivos no hospedantes.	X	X	X	X	X
	Eliminar residuos de la cosecha de tomate.	X	X	X	X	X

Manejo para las principales enfermedades ocasionadas por virus en tomate.

Cuadro 10

Estrategia de control	Medidas de control	Tospovirus	Begomovirus	PVY	CMV	ToMV, TMV
Medidas selectivas de prevención de la enfermedad	Utilización de cultivares con tolerancia o resistencia al virus.	XX Resistencia Sw-5b que confiere resistencia a TSWV, GRSV, TCSV y INSV	X Tolerancia 6 genes Ty evaluados frente al TYLCV (monopartito) pero buen comportamiento frente a bipartitos.			XX Resistencia Tm-1, Tm-2 y Tm-2 2 que corresponden a distintas razas de ToMV
Eradicación de la fuente de inóculo	Eliminación de plantas con síntomas de virosis guiada por monitoreo continuo de síntomas y presencia de insectos. Confirmación mediante análisis serológico o molecular en caso de dudas de infección.	XX	XX	XX	XX	XX
Eradicación del insecto-vector	Control químico del insecto-vector: - Establecimiento de un programa de aplicación de insecticida que evite la aparición de individuos resistentes a ese producto químico. - Establecimiento de un programa de aplicación de insecticida con compuestos que controlen distintos estadios del insecto (huevo, larva, adulto) y aplicar según su presencia.	XX Trips eficiente en la erradicación del virus debido al tipo de transmisión persistente. Reportes de resistencia a insecticidas	XX Mosca blanca eficiente en la erradicación del virus debido al tipo de transmisión persistente. Reportes de resistencia a insecticida	X Áfido no previene la diseminación del virus debido a su transmisión no-persistente en la cual la adquisición y transmisión del virus se realizan en pocos segundos	X Áfido no previene la diseminación del virus debido a su transmisión no persistente en la cual la adquisición y transmisión del virus se realizan en pocos segundos	

Manejo para las principales enfermedades ocasionadas por virus en tomate.

Cuadro 10

Estrategia de control	Medidas de control	Tospovirus	Begomovirus	PVY	CMV	ToMV, TMV
Erradicación del insecto-vector	Control biológico del insecto-vector.	X	XX Uso del parasitoide <i>Eretmocerus mundus</i> . Antecedentes en el control de la especie de mosca blanca <i>Middle East-Asian Minor 1</i> (ex biotipo B)			
Medidas culturales para evitar la diseminación del virus	Desinfección de herramientas, ropa y manos para eliminar el virus de las superficies contaminadas.	X	X	X	X	XX Como posee transmisión mecánica eficiente la implementación de estrictos procedimientos de higiene es importante. Desinfección por ejemplo con lavandina al 10 % después de manipular plantas infectadas con TMV.
Medidas culturales para evitar la diseminación del virus	Tratar cada invernadero como una unidad separada, con ropa protectora, herramientas, etc.	X	X	X	X	XX
	Atención con la contaminación del suelo y agua de riego.					XX

Manejo para las principales enfermedades ocasionadas por virus en tomate.

Cuadro 10						
Estrategia de control	Medidas de control	Tospovirus	Begomovirus	PVY	CMV	ToMV, TMV
Medidas generales	Fertilización adecuada	X	X	X	X	X

Manejo para las principales enfermedades ocasionadas por virus en tomate.

Cosecha, empaque y comercialización

Roberto Matías Pacheco y Juan Carlos Favaro

8.1. Cosecha

El grado de madurez de cosecha depende de varios factores como distancia al mercado, por un lado, si la distancia para recorrer es larga, se recomienda enviar con un estado de madurez menor para que el producto llegue en buenas condiciones. Por otro lado, si el mercado es cercano, el estado de madurez podría estar más cerca al rojo, ya que en menos tiempo estaría disponible en góndola. También influyen las condiciones climáticas, sobre todo temperaturas. En época invernal la maduración del fruto de tomate es más lenta debido a las bajas temperaturas. Si elegimos un estado de madurez de cosecha menor, aun con distancias a mercados más largas, al momento de comercialización el producto lucirá inmaduro, por lo cual se puede complicar su venta. En época primavero-estival, se da la situación opuesta. Si cosechamos con un estado de madurez mayor, la fruta llegara sobremadura al mercado. El tipo de cultivar también influye, ya que los tomates con gen larga vida deben ser cosechados con un grado mayor de madurez ya que esta es más lenta, asimismo los tomates de tipo perita se comercializan con un grado de madurez superior a los redondos. Como referencia se pueden tomar seis estados de madurez: 1) verde maduro: la superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según el cultivar; 2) inicio de maduración: aparición de otro color, además del verde de fondo en no más del 10 % de la superficie del fruto; 3) pintón: entre un 10 a un 30 % de la superficie del fruto presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos; 4) rosado: entre un 30 a un 60 % de la superficie mostrando color rosado o rojo; 5) rojo claro: entre un 60 hasta 90 % de la superficie de color rojo y 6) rojo: más del 90 % de color rojo.

El fruto de tomate está completamente desarrollado (madurez fisiológica) en el momento en que terminó de formar las semillas (fruto verde), a partir de allí se producen cambios metabólicos que llevan a la madurez comercial (fruto rojo), momento en el cual puede ser consumido. El período entre madurez fisiológica y comercial difiere por causas ambientales (el factor principal es la temperatura), y también genéticas (gen nor o rin), pero durante este tiempo se realiza la cosecha.

Si la cosecha se hace en madurez fisiológica (fruto verde maduro), la aparición del color rojo se retrasa, pero en este estado el fruto se puede guardar en cámaras frigoríficas a temperaturas superiores a 12 °C para evitar los daños por enfriamiento, durante unos días y luego hacer un tratamiento con etileno para madurarlos y posteriormente enviarlos a venta. Esta es la tecnología usada en EE. UU. que les permite reducir los costos de cosecha al realizar pocas pasadas, aunque la calidad organoléptica es mala.

En el caso de tomates con genética larga vida, los frutos deben cosecharse rojos para tener una calidad gustativa aceptable, pero dado que tienen reducidas la síntesis de poligalacturonasa y de etileno pueden permanecer con calidad hasta 28 días.

Los tomates de maduración normal se cosechan desde el estado de pintón (25 % de superficie roja) hasta maduro (75 % de superficie roja) dependiendo de la lejanía al mercado comercializador. En general esta característica de madurar en planta le da mejores condiciones gustativas porque desarrollan todo su sabor y además tienen menos sólidos totales y epidermis más fina que los de tipo larga vida.

La cosecha es manual debido a la imposibilidad de ingreso de maquinaria tanto en invernadero como en cultivo tutorado. Además, la cosecha es escalonada y distribuida en un largo período (1-3 meses en cultivos al aire libre y 4-6 meses en invernadero). El fruto puede cortarse con o sin el pedúnculo. La fruta cosechada es colocada en canastos plásticos, y luego son pasados a cajones cosecheros de madera o plástico (llamados cajones rasos, de 25 kg aproximadamente), sin golpearlo o apretarlo y desde poca altura, evitando el sobrellenado de los recipientes. Hay que evitar los daños por compresión y heridas en los frutos. Se deben descartar los frutos inmaduros o sobremaduros, deformes, o con daños. Los canastos cosecheros y las herramientas deberán limpiarse y desinfectarse cada vez que se considere necesario.

El momento de cosecha (horario) dependerá de la época. El fruto de tomates es muy sensible a la insolación directa y a elevadas temperaturas a campo. En épocas de más calor, evitar las horas de alta temperatura para reducir el calor de campo, o prever lugares frescos y a la sombra para evitar la exposición de la fruta al sol, hasta su traslado al empaque. Para mantener la calidad del tomate durante su vida comercial es decisivo efectuar el enfriamiento rápido luego de la cosecha (no siempre disponible en los galpones de empaque). El enfriamiento con aire forzado (temperatura entre 10 a 12,5 °C y HR del 90 a 95 %) es el método más efectivo por ser más rápido y con menos riesgos de contaminación para el fruto. El hidrogenado no es aconsejable ya que puede provocar daños en el tomate (rajaduras), particularmente si este es sumergido en el agua, o contaminación por patógenos (hongos y bacterias).

Cosechar en estado adecuado de madurez permite el manipuleo en poscosecha, embalaje, transporte y llegada al consumidor sin problemas graves de sobremadurez ni deterioro del producto.

8.2. Tipificación

Según la resolución N° 297/1983 (Reglamentense las normas de tipificación, empaque y fiscalización de las hortalizas frescas con destino a los mercados de interés nacional), existen dos tipos comerciales de tomate y su tipificación que se detallan a continuación.

Redondo: cuando el diámetro transversal es igual o mayor que el eje longitudinal. Se incluye el tipo platense. A su vez se clasifican por tamaño: frutos grandes, cuyo diámetro es mayor de siete y medio centímetros (+ 7,5 cm); frutos medianos, cuyo diámetro está comprendido entre los seis centímetros (6 cm) y los siete y medio centímetros (7,5 cm); frutos chicos, cuando el diámetro transversal es menor que seis centímetros (<6 cm) y mayor o igual a cuatro centímetros (4 cm). Dentro del tomate redondo podemos encontrar además los llamados redondos estructurales, con mejor comportamiento poscosecha que los redondos tradicionales, y los tomates redondos larga vida, de muy buen comportamiento en góndola, pero de fruto más pequeño y con características organolépticas deficientes (sin sabor).

Perita: cuando el eje longitudinal es mayor que el diámetro transversal. A su vez se clasifica en: frutos grandes, cuyo diámetro transversal es mayor de cuatro y medio centímetros (+ 4,5 cm), frutos medianos, cuyo diámetro transversal esté comprendido entre los tres y medio centímetros (3,5 cm) y cuatro y medio centímetros (4,5 cm), frutos chicos, cuando el diámetro transversal es menor que tres y medio centímetros (<3,5 cm) y mayor o igual que dos y medio centímetros (2,5 cm).

También se producen y comercializan variedades cherri (cereza), tomate de pequeño tamaño, pero de excelente sabor, disponibles en diferentes colores (rojos, amarillos, negros), del tipo redondo o perita.

8.3. Empaque

Una vez cosechados los tomates en el campo pasan por un proceso de tipificación y empaque en galpón antes de su envío a mercado. El proceso comienza con una preselección donde se eliminan los frutos de descarte (podridos, rajados, muy deformes) y luego va a un sector de lavado, secado, encerado y cepillado, a partir de lo cual se realiza la tipificación por tamaño, forma y grado de madurez, de tal forma de tener uniformidad en cada clase o categoría. Todo este proceso puede realizarse con distinto nivel de tecnología, desde un trabajo completamente manual hasta el empleo de clasificadoras electrónicas, dependiendo del volumen del empaque.

La tipificación puede responder a una normativa escrita que existe en Argentina, o bien de acuerdo a los usos y costumbres del mercado. Una vez realizada está el siguiente proceso es el empaque en el cual los frutos son colocados en los envases en los cuales serán comercializados. Al igual que para la tipificación existen normativas de empaque, pero

en general se maneja según usos y costumbres y el empaque es bastante distinto entre productores. Para empezar, no existe una uniformidad de los cajones utilizados y cada productor lo diseña para tratar de diferenciar su producto, es así que tenemos distintas formas en largo, ancho y alto que complican la consolidación de las cargas en camiones. En general el contenido de los envases está entre 16 y 20 kg salvo para los tomates cherri que se venden en bandejas de 5 kg. Otra diferenciación está dada en si los envases son descartables o no, en ese caso son de madera (llamados cajón torito) de poco espesor o bien cajas de cartón y generan un costo de comercialización importante, ya que se usan una sola vez; en general estos envases los usan productores alejados de los mercados para evitar el flete de cajones vacíos. Los envases retornables son de madera de mayor espesor o plástico rígido, estos últimos son lavables por lo que tienen mejor presentación, ya que los de madera se oscurecen con el uso.

Cuando se usan cajones de madera el interior del cajón se recubre con papel sulfito para impedir raspaduras en los frutos, otro material de embalaje usado son los separadores, especialmente si se comercializa fruta con pedúnculo.

Otra variable es cómo van colocados los tomates en los cajones, pueden ir solamente volcados sin ningún orden completando cierto peso, o bien pueden ser colocados (embalados) en orden, realizando lo que se conoce como "vista" para realzar la presentación (Figura 57). Los daños más frecuentes son por golpes y heridas durante la clasificación, y compresión al colocar el producto en el cajón.

Dado que la identificación del producto está en la etiqueta que llevan los cajones, para fidelizar la compra por los consumidores, algunos productores aplican etiquetas adhesivas a los frutos para llegar al consumidor final.

Se debe procurar que el contenido de cada envase sea homogéneo, con tomates de la misma madurez y origen, tamaño, color, variedad y tipo comercial. La cantidad total de fruta no debe sobrepasar la altura del cajón, de manera de evitar la compresión o aplastamiento de estos al momento del estibado. Si el tomate no va a comercializarse inmediatamente y va a almacenarse, es conveniente que el período desde cosecha hasta su ingreso a cámara no supere las 6 horas.



Figura 57

Tomate embalado en cajón de madera.

Para minimizar daños en la fruta se recomiendan envases de cartón o plástico que deben ser de una calidad y resistencia tal que garantice el estibado, almacenaje, transporte y comercialización. Además, deberán estar exentos de cualquier material y olor extraño (Cuadro 11).

Cuadro 11						
Tipo de envase	Ancho (cm)	Alto (cm)	Largo (cm)	Peso (kg)	Retorno	Material
Torito retornable	29-30	18-23	48-51	18	Si	Madera
Torito descartable	28,5	18	48	18	No	Madera
Bandeja	29	9-11	45-50	5-6	No	Cartón

Características de los envases más utilizados en la comercialización de tomate. Fuente: MCBA.

8.4. Atributos de calidad

Los atributos de calidad dependen del destino de la fruta (mercado en fresco o industria). Por ejemplo, varias características del fruto del tomate como sólidos solubles, azúcar, acidez, pH, forma y color son importantes tanto para mercado en fresco y la industria del procesado. La MS es un carácter muy importante para el tomate industria, mientras que otras características como el sabor y la vida poscosecha son más importantes solo para el mercado en fresco.

Los consumidores compran el tomate según la apariencia y la firmeza, pero su satisfacción y repetición en el consumo dependen de su buen sabor. La preferencia por un tamaño dado de tomate varía entre consumidores y depende, en algún punto, de la intención de uso de la fruta.

La calidad organoléptica del tomate es atribuida principalmente a sus aromas volátiles, azúcares y contenidos de ácidos, mientras que la calidad nutracéutica es definida por sus minerales, vitaminas, carotenoides, y contenido en flavonoides.

El color tiene una gran influencia en el comportamiento de compra del consumidor, en este caso es un indicador del estado de madurez. Es esencial ofrecer fruta con coloración uniforme y matices para satisfacer la demanda del consumidor. El color externo del tomate es el resultado del color de la carne y la piel. La mayoría de los consumidores prefieren los tomates rojos. Sin embargo, el fruto del tomate está disponible en otros colores (rosa, violeta, naranja, amarillo, etc.).

Luego de la apariencia visual, el factor más importante en la calidad de tomate es la firmeza que está asociada al estado de maduración. La textura es un componente impor-

tante de la calidad del fruto de tomate y de la aceptabilidad del consumidor, mientras que la firmeza del fruto maduro es una cualidad importante para el transporte, manipuleo y vida poscosecha.

Se ha establecido que la textura está compuesta por varias propiedades tales como características mecánicas (dureza, masticabilidad y viscosidad), geométricas (particularmente tamaño y forma), y químicas (humedad y contenido de grasa). Factores tales como organelas celulares y constituyentes bioquímicos, contenido hídrico o turgencia, composición de la pared celular y los factores abióticos que afectan estos rasgos (disponibilidad de agua y nutrientes, temperatura y humedad relativa), afectarán la textura del fruto. La firmeza del fruto es controlada por la integridad de la pared celular de los tejidos, la elasticidad de los tejidos del pericarpio, y la actividad enzimática envuelta en el ablandamiento del fruto durante el proceso de maduración. La regulación del ablandamiento en fruta madura puede ser a través de la síntesis de hidrolasas de la pared celular y etileno o por deposición de calcio más que a la importación de asimilados.

8.5. Comercialización

Una vez terminado el empaque los cajones son enviados en camión tanto a mercados mayoristas, como a los centros de distribución de supermercados, en la mayoría de los casos para facilitar la carga y descarga previamente son palletizados.

El transporte se hace en unidades térmicas si es a larga distancia o puede ser en camión común en caso de cercanía; si la venta no es inmediata, el producto es almacenado en cámara frigorífica a temperatura superior a 12 °C para evitar una aceleración de la maduración ya que el etileno es autocatalítico y los frutos son climatéricos y están amontonados en un ambiente cerrado.

Con respecto a la comercialización existen 2 formas de realizarla, a precio pactado, donde previamente se acuerda un valor por kg o cajón, o bien a comisión donde el operador de mercado realiza la venta y retiene para sí un porcentaje (12-15 %) previamente acordado. En general la venta a precio pactado ocurre en zona de producción o cuando está destinado a directamente a supermercados, la venta a comisión se realiza en los mercados mayoristas.

Dado que el tomate es un cultivo que no tolera heladas y sensible a los daños por frío, la oferta en el mercado está muy relacionada con la temperatura. Es así que durante la temporada invernal solo es posible cultivarlo al aire libre en el NOA y debajo de invernaderos en Corrientes, aun con dificultades que limitan la producción, es por ello que los mejores precios se obtienen entre agosto y octubre, con un pico máximo en setiembre. La situación inversa se da en la temporada estival donde la oferta aumenta debido a que puede ser cultivado en muchas regiones (Figura 58).

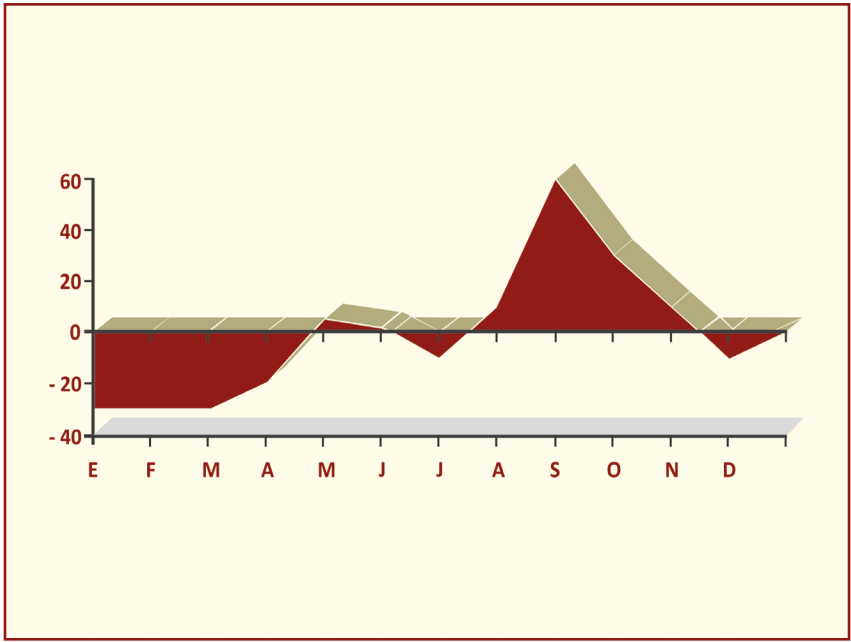


Figura 58

Variación de precios de tomate respecto al precio medio anual (en %) en el Mercado Central de Buenos Aires.

Bibliografía

- ABAD, M.; A. MONTEIRO. 1989. *The use of auxins for the production of greenhouse tomatoes in mild winter conditions; a review*. *Sci. Hort.* 38: 167-192.
- ADLERCREUTZ, E. 2015. *Descripción de la producción en el cinturón hortícola de Mar Del Plata*. Disponible: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_descripcion_produccion_cinturon_horticola_mdp.pdf consultado: 20 de junio de 2017.
- AGRIOS, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5.ª ed. Academic Press. 922 p.
- AGÜERO, M.S. 2003. *Fructificación partenocárpica en tomate: efecto del ácido giberélico sobre la proteólisis*. Tesis de Doctorado. Biblioteca Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires. 165 p.
- AGÜERO, M.S.; N.E. MIGUELISSE; G. BARRAL; O.E. CASTILLO. 2007. *Establecimiento y desarrollo en el cultivo forzado de tomate: aplicación de dosis variables de fitoreguladores*. *Rev. FCA UNCuyo*. Tomo XXXIX. N.º 1. 123-131.
- ALEMANDRI, V.; C.G. VAGHI MEDINA; A.D. DUMÓN; E.B. ARGÜELLO CARO; M.F. MATTIO; S. GARCÍA MEDINA; P.M.A. LÓPEZ LAMBERTINI; G. TRUOL. 2015. *Three Members of the Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) Cryptic Specie Complex Occur Sympatrically in Argentine Horticultural Crops*. *Journal of Economic Entomology* 108(2): 405-413.
- ALIPPI, A.M.; A.C. LÓPEZ. 2010. *First report of Pseudomonas mediterranea causing tomato pithnecrosis in Argentina*. *Plant Pathology* 59:1163.
- ALIPPI, A.M.; E. DAL BÓ; L.B. RONCO; M.V. LÓPEZ A.C. LÓPEZ; O.M. AGUILAR. 2003. *Pseudomonas populations causing pith necrosis of tomato and pepper in Argentina are highly diverse*. *Plant Pathology* 52:287-302.
- ALMIRÓN, L.; M.R.A. AGUIRRE; L. VELOZO; S. CÁCERES. 2016. *Gusano Rosado del Tomate Neoleucinodes elegantalis (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae: Pyraustinae)*. EEA BELLA VISTA. Hoja de divulgación N.º 47. 6 p.
- ARGERICH, C.; L. TROILO; M. RODRIGUEZ FAZZONE; J. IZQUIERDO; M.E. STRASSERA; L. BALCAZA; S. DAL SANTO; O. MIRANDA; M.L. RIVERO; G. GONZÁLEZ CASTRO; M.J. IRIBARREN. 2010. *Buenas Prácticas Agrícolas en la Cadena de Tomate*. FAO. 259 p.
- ARGERICH, C.; C. FLORES; D. FLORES ALZAGA; S. BEJARANO; V.G. OBREGÓN; M.H. COLOMBO. 2012. *Desinfección de semilla de tomate. Cancro bacteriano*. Ed. INTA.
- ARGERICH, C.; L. TROILO; M. RODRÍGUEZ FAZZONE; J. IZQUIERDO; M.E. STRASSERA; L. BALCAZA; S. DAL SANTO; O. MIRANDA; M.L. RIVERO; G. GONZÁLEZ CASTRO; M.J. IRIBARREN. 2011. *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate*. En: C. Argerich; L Troilo (Eds). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)* Disponible: <http://www.fao.org/3/a-i1746s.pdf> consultado: 17 de julio de 2017.
- BADO, S.G. 2016. *Evaluación de dos alternativas de manejo inocuas al medioambiente para el control de la "Polilla del Tomate" (Tuta absoluta M. (Lepidoptera: Gelechiidae)) en cultivos de tomate bajo invernáculo en el Valle Inferior del Río Chubut (Pcia. Chubut, Región Patagonia Sur, Argentina)*. Informe Técnico, INTA. 8 p.
- BAR-TAL, A.; B. ALONI; L. KARNI; H. AKTAF. 2003. *Nutrition of protected fruit vegetables*. *The International Fertilizer Society, Proceedings 528, The 2003 Dhalia Greidinger Symposium 'Nutrient Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems'*, 185-204.
- BERNAL, R. 2010. *Enfermedades de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero en las zonas de Salto y Bella Unión*. Serie Técnica N.º 181. INIA. 71 p.
- BERTIN, N. 1995. *Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato*. *Annals of Botany* 75: 55-65.
- BIURRUN, R.; A. MALUMBRES; G. AGUADO; J. ZÚÑIGA; M. GURPEGUI; J.E.I. LEZAUN GARNICA. 2002. *Control de plagas en tomate. Combinación de insecticidas con organismos vivos* *Revista Profesional de Sanidad Vegetal*. España. 138: 21-23.
- BOHNER, J.; F. BANGERTH. 1988. *Effects of fruits sequence and defoliation on cell number, cell size, and hormone levels of tomato fruits (Lycopersicon esculentum Mill.) within a truss*. *Plant Growth Regul.* 7: 141-155.
- BOYLE, J.S. 1994. *Abnormal ripening of tomato fruit*. *Plant Disease* 78(10): 936-944.
- BRUST, G. 2004. *Physiological tomato fruit disorders*. Disponible: <http://www.agnr.umd.edu/news/article.cfm?id=fc8a996380085a8f0183e98456bddcb1> consultado: 30 de abril de 2007.
- CÁCERES, S.; M. LENSCAK; R. VERÓN. 2004. *Liberaciones de Encarsia formosa para el control biológico de moscas blancas del complejo Bemisia tabaci en invernaderos hortícolas de Corrientes*. XV Reunión Comunic. Cient. y Tecn. Fac. Cienc. Agr. UNNE. 016 p.
- CAGNOTTI, C.L.; A.V. ANDORNO; C.M. HERNÁNDEZ; L. CARABAJAL PALADINO; E.N. BOTTO; S.N. LÓPEZ. 2016. *Inherited sterility in Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae): Pest population suppression and potential for combined use with a generalist predator*. *Florida Entomologist*. 99 (1):87-94.
- CASAFAE. 2017. *Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina*. Decimotercera edición 2017/2019. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFAE). 1058 p.
- CERKAUSKAS, R. 2005. *Gray wall (blotchy ripening)*. Disponible: <http://www.avrdc.org/pdf/tomato/graywall.pdf> consultado: 30 de abril de 2007.
- COLOMBO, M. DE H. 2003. *Manejo de enfermedades en cultivos protegidos de tomate*. *Revista IDIA XXI Vol. 4:142-146*. Disponible: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210936.pdf> consultado: 29 de marzo de 2018.

- COLOMBO, M.; V. MOLLINEDO; A. TAPIA. 2009. Solarización, antecedentes y experiencias en la Argentina. Proyecto Tierra Sana MPI/ARG/00/033.
- COLOMBO, M.H.; V.G. OBREGÓN. 2009. Principales enfermedades registradas en Corrientes en cultivos de tomate y pimiento en invernadero en el último trienio. II Jornadas de enfermedades y plagas en cultivos bajo cubierta. La Plata, 56 p.
- CUÉLLAR M.E.; F.J. MORALES. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomología 32 (1): 1-9.
- DAVIS, J.; E. ESTES. 1993. Spacing and pruning affect growth, yield, and economic returns of staked fresh-market tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 719-725.
- DE BORBÓN, C.M.; O. GRACIA; R. PICCOLO. 2006. Relationships between *Tospovirus* incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. J. of Phytopath 154: 93-99.
- DILLARD, H. 1987. Tomato Anthracnose. Department of Plant Pathology, New York State Agricultural Experiment Station. Geneva. Disponible: http://vegetablemendonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Tomato_Anth.ht consultado: 29 de marzo de 2018.
- DORAIS, M.; A.P. PAPADOPOULOS; A. GOSSELIN. 2001. Greenhouse tomato fruit quality. Hort. Rev. 26: 239-319.
- EHRET, D.L.; L.C. HO. 1986b. Translocation of calcium in relation to tomato fruit growth. Annals of Botany 58: 679-688.
- EHRET, D.L.; T. HELMER; J.W. HALL. 1993. Cuticle cracking in tomato fruit. Journal of Horticultural Science 68(2): 195-201.
- ERWIN, D.C.; O.K. RIBEIRO. 1996. Phytophthora Diseases Worldwide. APS PRESS. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 562 p.
- DIAZ MONTILLA, A. 2015. *Neoleucinodes elegantalis*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica C.I La Selva (CO). Bulletin OEPP/EPPO 45 (1): 9-13.
- ESTAY P. 2000. Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrik). INIA La Platina. Hoja Informativa. 4 p.
- FAJARDO, S.C.; A. SOTO; J.F. KOGSON. 2013. Eficiencia de productos alternativos contra *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural. 17 (1): 91-97.
- FAO. 2013. El cultivo de tomate con Buenas Prácticas Agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. 74 p.
- FAVARO, J.C.; R.A. PILATTI. 1987. Influence of the number of flowers upon the growth of the first cluster fruits in tomato. Sc. Hort. 33: 49-55.
- FERNANDEZ VALIELA, M.V. 1969. Introducción a la Fitopatología. Tomo III, Vol. IV: Hongos y Mycoplasmas. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, Argentina.
- FERRAND, L.; C.F. NOME; A.F. ORILIO; M.L. GARCÍA; T. NAGATA; L.B. RONCO; E. DAL BÓ. 2015. First report of Tomato blistering mosaic virus infecting tomato in Argentina. Plant Dis. 100(5): 1026.
- FLORES, C.R.; S.H. BUONO; S. GIORGINI. 2012. Guía de consulta Enfermedades de tomate. Disponible: <http://www.manua.lifitosanitario.com/InfoNews/GuiaConsultaEnfermedadesdelTomateWeb.pdf> consultado: 29 de marzo de 2018.
- FOLCIA, A.M.; S.M. RODRIGUEZ; H.F. RIZZO; S.A. RUSSO; F.R. LA ROSSA. 1998. Presencia y fluctuación poblacional de artrópodos perjudiciales al cultivo de tomate. Rev. Facultad de Agronomía, 18 (1-2): 105-109.
- GALDEANO, E.; F.A. GUZMÁN; F. FERNÁNDEZ; L.R. CONCI. 2013. Genetic diversity of 16SrIII group phytoplasmas in Argentina. Predominance of subgroups 16SrIII-J and B and two new subgroups 16SrIII-W and X. Eur J Plant Pathol 137: 753. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0285-5>
- GIL, M.A. 2015. Reseña bibliográfica. Resistencia a insectos en tomate (*Solanum* spp.). Cultivos Tropicales 36 (2):100-110.
- GOIDÁNICH, G. 1982. Manuale di patologia vegetale. Edizioni agricole Bologna. 1283 p.
- GOTUZZO, E.A. 1975. Bacterias. En: Fernández Valiela (ed). Introducción a la Fitopatología. Vol II. Colección Científica del INTA, Buenos Aires, Argentina. 3-360 pp.
- GRACIA, O.; C.M. DE BORBÓN; N. DE GRANVAL MILLAN; G.V. CUSETA. 1999. Occurrence of different tospoviruses in vegetable crops in Argentina. J. Phytopathol 174:223-227.
- GRIJALBA, P.E.; R.L. ZAPATA; H.E. PALMUCCI; C. BARON. 2015. Podredumbre basal de plantas adultas de tomate causada por *Pythium aphanidermatum* (Oomycota). Bol. Soc. Argent.Bot. Vol.50(1). Disponible: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18237225000100002 consultado: 29 de marzo de 2018.
- GRUDA, N. 2005. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. Critical Reviews in Plant Sciences 24: 227-247.
- HASEEB, M.; T. GORDON; J. LEGASPI; L. KANGA. 2016. Integrated pest management of the southern green stink bug, *Nezara viridula* on tomato crop using trap and refuge crops in north Florida. 52nd CFCS Annual Meeting, Guadeloupe. 43-46.
- HO, L.C. 1996. Tomato. En: Zemaski, E.; A.A. Schaffer. (eds.). Photoassimilate Distribution in Plants and Crops: Source-Sink Relationships. Ed. Marcel Dekker, NY, EUA. 709-728 pp.
- HOLLIDAY, P. 1980. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge University Press. 607 p.
- ISHIBASHI, K.; M. ISHIKAWA. 2013. The resistance protein Tm-1 inhibits formation of a Tomato mosaic virus replication protein-host membrane protein complex. J. Virol. 87(14):7933-9.
- JARVIS, W.; C. MCKEEN. 1991. Tomato diseases. Agricultural Canada Publication 1479/E. Disponible: http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/greenhouse_veg/pdf/TomatoDiseases.pdf consultado: 30 de abril de 2007.
- JONES, R.A.C. 2018. Plant and Insect Viruses in Managed and Natural Environments: Novel and Neglected Transmission Pathways. Adv Virus Res. 101:149-187.
- JONES, J.B.; T.A. ZITTER; T.M. MOMOL; S.A. MILLER. 2014. Compendium of Tomato Diseases and Pests. 2nd. Edition. APS Press, St Paul. 168 p.
- JONES, J.B.; P.J. JONES; R.E. STALL; T.A. ZITTER. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi-Prensa. 74 p.
- JONES, R.A. 2004. Using epidemiological information to develop effective integrated virus disease management strategies. Virus Res. 100(1):5-30.

- KAKKAR, G.; D.R. SEAL; V.K. JHA. 2010. Common blossom thrips, *Frankliniella schultzei* Trybom (Insecta: Thysanoptera: Thripidae). Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension. 5 p.
- KEMMITT, G. 2002. Early blight of potato and tomato. The Plant Health Instructor. Disponible: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/PotatoTomato.aspx> consultado: 29 de marzo de 2018.
- KIL, E.J.; S. KIM; Y.J. LEE; H.S. BYUN; J. PARK; H. SEO; C.S. KIM; J.K. SHIM; J.L. LEE; J.K. KIM; K.Y. LEE; H.S. CHOI; S. LEE. 2016. Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV-IL): seed-transmissible geminivirus in tomatoes. *Sci Rep.* 8, 6:19013.
- KOIKE, S.; P. GLADDERS; A.O. PAULUS. 2007. Vegetable Diseases. Damping-off, Pythium Root Rot. Eds. Academic Press, United States of America. 208-209 pp.
- LANFERMEIJER, F.C.; J. WARMINK; J. HILLE. 2005. The products of the broken Tm-2 and the durable Tm-2(2) resistance genes from tomato differ in four amino acids. *J Exp Bot.* Nov.56(421):2925-33.
- LANFERMEIJER, F.C.; J. DIJKHUIS; M.J. STURRE; P. DE HAAN; J. HILLE. 2003. Cloning and characterization of the durable tomato mosaic virus resistance gene Tm-2(2) from *Lycopersicon esculentum*. *Plant Mol. Biol.* 52, 1037-1049.
- LÓPEZ CAMELO, A.F. 2003. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 151, 179. Disponible: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y48935/y4893s00.htm#Contents> consultado: 20 de septiembre de 2010.
- LÓPEZ LAMBERTINI, P.M. 2013. Virosis emergentes transmitidas por mosca blanca: importancia y diversidad genética de begomovirus que infectan al tomate. Sanidad en cultivos intensivos 2013. Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable. Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. 72 p. Disponible: <http://inta.gov.ar/documentos/sanidad-en-cultivos-intensivos-modulo-2> consultado: 29 de marzo de 2018.
- LÓPEZ LAMBERTINI, P.; N. PUYANE; V. RANIERI; D. MATA; D. MORISIGUE; D. DUCASSE. 2007. Primera identificación del Impatiens necrotic spot virus en begonia en Argentina. 9.a Jornadas Nacionales de Floricultura. Salta, Argentina. 155 p.
- LORENZO, D.F. 2016. Manejo integrado de pulgones en cultivos hortícolas al aire libre. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrónoma y del Medio Rural. Tesis de Maestría. 65 p.
- MARTINENGO DE MITIDIÉRI, I. 1996a. Importancia de las enfermedades bajo invernadero y sus diferencias con respecto a los cultivos tradicionales. Curso de Capacitación. Producción de hortalizas en invernáculo. Módulo 3: Manejo de enfermedades y plagas. EEA INTA San Pedro. 1-10 pp.
- MARTINENGO DE MITIDIÉRI, I. 1996b. Enfermedades de poscosecha del tomate. Curso de Capacitación. Producción de hortalizas en invernáculo. Módulo 3: Manejo de enfermedades y plagas. EEA INTA San Pedro. 27-34 pp.
- MARTINEZ, S.; M. GARBI; A. CARBONE; G. MORELLI; C. ARGERICH; R. PACHECO, R.; L. PUCH. 2016. Aplicación de reguladores auxínicos: efecto sobre el cuajado de fruto en tomate para consumo fresco. *Horticultura Argentina* 35 (87): 30-40.
- MCCARTER, S.M.; J.B. JONES; R.D. GITAITIS; D.R. SMITLEY. 1983. Survival of *Pseudomonas syringae* pv. tomato in association with tomato seed, soil, host tissue and epiphytic weed hosts in Georgia. *Phytopathology* 73:1393-1398.
- MITIDIÉRI, M. 2009. Avances en el manejo de enfermedades foliares en cultivo de tomate y Pimiento bajo cubierta. Taller: Manejo de plagas en la producción fruti-hortícola. Coord. Dora Carmona. Disponible: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210790.pdf> consultado: 29 de marzo de 2018.
- MITIDIÉRI, M. 2013a. Manejo integrado de enfermedades que afectan a órganos aéreos. En: Mitidieri, M.; N. Francescangeli. (eds.). Sanidad Cultivos Intensivos. Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable. 50 p. Disponible: <https://inta.gov.ar/documentos/sanidad-en-cultivos-intensivos-modulo-2> consultado: 29 de marzo de 2018.
- MITIDIÉRI, M. 2013b. La biofumigación y el uso de portainjertos resistentes hacen posible el manejo sostenible de patógenos de suelo en cultivos hortícolas. En: Mitidieri, M.; N. Francescangeli. (ed.). Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable. 8 p. Disponible: <https://inta.gov.ar/documentos/sanidad-en-cultivos-intensivos-modulo-2> consultado: 29 de marzo de 2018.
- MITIDIÉRI, M.S.; A. POLACK. 2005. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. Disponible: <https://inta.gov.ar/documentos/guia-de-monitoreo-y-reconocimiento-de-plagas-enfermedades> consultado: 29 de marzo de 2018.
- MITIDIÉRI, M.S.; A. POLACK. 2012. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate. 2.ª ed. INTA San Pedro. 94 p.
- MITIDIÉRI, M.S.; M.E. STRASSERA; R.P. AMOIA; O.R. MARTÍNEZ QUINTANA. 2010. Evaluación de fungicidas para el control de oídio (Leveillula taurica) en el cultivo de pimiento bajo cubierta. *Horticultura Argentina* 29(68): 5-9 pp.
- MOLINA SANDOVAL, S.F.; M.R. MANZANO. 2012. Neoleucinodes elegantalis (Lepidoptera: Crambidae) plaga de Solanum quitoense. ¿Es vulnerable al control el primer estadio larval? *Acta Agronómica.* 61-62.
- NEDERHOFF, E.M.; A.N.M. DE KONING; A.A. RIJSDIJK. 1992. Leaf deformation and fruit production of glasshouse grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by CO₂, plant density and pruning. *Journal of Horticultural Science* 67(3): 411-420.
- NIEDMANN, L.; L. MEZA BASSO. 2006. Evaluación de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* como una alternativa de manejo integrado de la polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick; Lepidoptera: Gelechiidae) en Chile. *Agricultura Técnica (CHILE).* 66(3):235-246.
- NÚÑEZ, P.; A. ZIGNAGO; J. PAULLIER; S. NÚÑEZ. 2009. Feromonas sexuales para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). *Agrociencia* 13(1): 27-35.
- OBREGÓN, V. 2014. Guía para la identificación de las enfermedades del tomate en invernadero. Disponible: <https://inta.gov.ar/documentos/guia-para-la-identificacion-de-las-enfermedades-del-tomate> consultado: 29 de marzo de 2018.
- OBREGÓN, V.G.; M. COLLAVINO; E. GALDEANO. 2017. Análisis filogenético y clasificación de aislamientos de *Ralstonia solanacearum* del Nordeste Argentino. Libro de resúmenes 4.º Congreso Argentino de Fitopatología. Mendoza, Argentina. 163 p.

- OBREGÓN, V.G.; M.H. COLOMBO; J. MONTEROS; N. CARDOZO. 2009. Eficacia de la solarización en el control de hongos de suelo en invernaderos en Bella Vista Corrientes. Jornadas fitosanitarias, Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina.
- PACHECO, R. 2011. Efecto de la tasa de crecimiento y del tamaño del fruto sobre la aparición de "Blotchy Ripening" en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. 150 p.
- PASCUAL BAÑULS, L. 2010. Análisis del cuajado y desarrollo partenocárpico del fruto en solanáceas: Identificación de genes implicados. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica De Valencia, España.
- PASSAM, H.C.; I.C. KARAPANOS; P.J. BEBELI; D. SAVVAS. 2007. A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 1(1): 1-21.
- PEET, M.M. 2009. Physiological disorders in tomato fruit development. *Acta Hort.* 821: 151-160.
- PEIL, R.M.; J.L. GALVEZ. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. *Agrociencia* 11(1): 05-11.
- PÉREZ, D.E.; F. CANTOR; D. RODRÍGUEZ; J.R. CURE. 2011. Dispersión de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitando *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate bajo invernadero. *Revista Colombiana de Entomología* 37 (2): 210-216.
- PILATTI, R.A. 1998. El enrulamiento foliar inducido por bajas temperaturas y su relación con la producción de cultivos de tomate en invernaderos. *Revista FAVE* 12(1): 43-48.
- PILATTI, R.A.; M.A. BUYATTI. 2002. Efecto de la calefacción nocturna y de su duración sobre la producción de un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* 17(3): 457-462.
- PILATTI, R.A. 1981. Distribuição de fotoasimilados 14C. em funcao da temperatura noturna e do aplicacao de acido giberellico durante a antese em dois cultivares de tomate. M.Sc. Thesis. Univ.Fed. de Vicosa. 44 p.
- PEREIRA, R.C.; E.R. ARAÚJO; M.A.S.V. FERREIRA; A.M. QUEZADO-DUVAL. 2011. Occurrence of *Xanthomonas* species causing bacterial spot in fresh market tomato fields in Brazil. *Acta Horticulturae* 914:61-64.
- POLACK, A.; M.S. MITIDIERI. 2005. Producción de tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivo de tomate bajo cubierta. Disponible: <http://inta.gov.ar/documentos/produccion-de-tomate-diferenciado.protocolo-preliminar-de-manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades/> consultado: 29 de marzo de 2018.
- POSOS PONCE, P.; A. MONTOYA-RAMOS; H. RODRÍGUEZ-MORELL; Y. RODRÍGUEZ-LLANES; O. POSOS PARRA. 2016. Fluctuación poblacional de *Polyphagotarsonemus latus* (banks, 1904) en la producción protegida de pimiento (*Capsicum annum* L.). *Entomología mexicana*. 3: 1-8.
- PRODUCTORES DE HORTALIZAS. 2006. Plagas y enfermedades del tomate. Guía de Identificación y Manejo. Disponible: www.vegetablemendonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato consultado: 28 de marzo de 2018.
- RIQUELME VIRGALA, M.B.; E.N. BOTTO; C. LAFALCE. 2006. Evaluación de algunos insecticidas para el control de la «pollarilla del tomate». Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) y su efecto residual sobre el parasitoide *Trichogrammatoidea bactrae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 65 (3-4): 57-65.
- RISTA, L.; M. SILLÓN; J.C. FAVARO; M. BUYATTI. 2005. Influencia de la poda en la incidencia del cancro bacteriano en tomate. Libro de Resúmenes XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 217 p.
- RIVERO, M.L.; M.I. QUIROGA MARTÍN; O. GONZALEZ ERBIN; L. MORAGA. 2013. Poscosecha en tomate: empaque. Ficha técnica N.º 2. Disponible: https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha_n_2_-empaque_3.pdf consultado: 20 de junio 2017.
- ROJAS, M.R.; M.A. MACEDO; M.R. MALIANO; M. SOTO-AGUILAR; J.O. SOUZA; R.W. BRIDDON; L. KENYON; R.F. RIVERA BUSTAMANTE; F.M. ZERBINI; S. ADKINS; J.P.LEGG; A. KVARNHEDEN; W.M. WINTERMANTEL; M.R. SUDARSHANA; M. PETERSCHMITT; M. LAPIDOT; D.P. MARTIN; E. MORIONES; A.K. INOUE-NAGATA; R.L. GILBERTSON. 2018. World Management of Geminiviruses. *Annu Rev Phytopathol.* 56:637-677.
- ROLLERI, J. 2015. Cancro bacteriano del tomate: diagnóstico y prevención de su dispersión en el cultivo. Tesis para optar por el título de Magister Scientiae de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 98 p.
- ROMERO, A.M. 2013. Manejo del cancro bacteriano del tomate. En: Mitidieri, M.; N. Francescangeli. (ed.). Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable. 65-68 pp. Disponible: <https://inta.gov.ar/documentos/sanidad-en-cultivos-intensivos-modulo-2> consultado: 29 de marzo de 2018.
- ROMERO, A.M.; M. MONTECCHIA; L. MIGUENS; A. GARCÍA. 2004. Mancha bacteriana en tomate: Agente causal. Libro de Resúmenes XXVII Congreso Argentino de Horticultura. Merlo. 64 p.
- SÁNCHEZ, J.A.; A. LACASA; L. GUTIÉRREZ; J. CONTRERAS. 1998. Comparación de procedimientos de muestreo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) y *Orius* spp., Wolff (Hemip.: Anthorcoridae) en pimiento. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24: 183-192.
- SALAS, C.; C. QUIROZ; J. PUELLES. 2016. Pulgones. INIA La Platina. Ficha Técnica N.º 15. 2 p.
- SAVVAS, D.; G. NTATSI; H.C. PASSAM. 2008. Plant nutrition and physiological disorders in greenhouse tomato, pepper and eggplant. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 2(1): 45-61.
- SCHUSTER, D. 2001. Stink bugs & Leaffooted bugs. University of Florida. Integrated Pest Management. 64-66.
- SCOTTA, R.R. 2013. Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae): Daño, factores que afectan la población y su manejo en el cultivo de tomate. Tesis para optar por el grado académico de: Doctor en Ciencias Agrarias. 81 p.
- SENASA. 1983. Resolución 297/83: Reglamentación de hortalizas frescas con destino a los mercados de interés nacional. Disponible: <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/95000-99999/96677/texact.htm> consultado: 20 de junio de 2017.
- SHARABANI, G.; D. SHTIENBERG; M. BORENSTEIN; R. SHULHANI; M. LOFTHOUSE; M. SOFER; L. CHALUPOWICZ; V. BAREL; S. MANULIS SASSON. 2013. Effects of plant age on disease development and virulence of *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* on tomato. *Plant Pathology* 62:1114-1122.

- SINAVIMO. 2019. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas. Disponible: <https://www.sinavimo.gov.ar> consultado: 28 de marzo de 2018.
- SNOWDON, A.L. 1991. A color Atlas of Postharvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables. Vol. 2. Vegetables. Wolfe Scientific Ltd. 416 p.
- SOLDI, R.A.; A.C.M. RODRIGUES; P.H.G. ZARBIN. 2012. The Male-produced Sex Pheromone of the True Bug, *Phthia picta*, is an Unusual Hydrocarbon. *J. Chem. Ecol.* (38):814-824.
- SOTO, A.; M. VENZON; A. PALLINI. 2012. Lethal and sublethal effects of alternatives against *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural.* 16 (1): 120-131.
- TORRES, P.A. 2017. Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. *Boletín INIA-INDAP N.º 12.* 112 p.
- TORES MONTOSA, J.A. 1994. Oídios. Sanidad vegetal en la horticultura protegida. Cursos Superiores. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 441 p.
- URINA, M.; R. KORMELINK; R.O. RESENDE. 2016. Resistance to *Tospoviruses* in Vegetable Crops: Epidemiological and Molecular Aspects. *Annu Rev Phytopathol.* (4) 54:347-71.
- VAGHI MEDINA, C.G. 2015. Diversidad genética, recombinación y filogeografía de begomovirus que infectan tomate en la Argentina. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- VAGHI MEDINA, C.G.; D.P. MARTIN; P.M. LÓPEZ LAMBERTINI. 2014. Tomato mottle wrinkle virus, a recombinant begomovirus infecting tomato in Argentina. *Arch Virol* 160(2):581-585.
- VANDRE, W. 2006. Greenhouse tomato production. AVRDC (The World Vegetable Center) Publication 04-602. Disponible: <http://www.uaf.edu/ces/publications/freepubs/HGA-00435.pdf> consultado: 30 de abril de 2007.
- VEGA, D.; A.M. ROMERO. 2016. Survival of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomato under greenhouse conditions. *Plant Pathology* 65: 545-550.
- VIGLIANCHINO, L.E. 2013. Control integrado de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) con insecticidas y liberaciones de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) sobre pimiento en invernadero. Tesis Magister Scientiae en Cultivos Intensivos. Facultad de Ciencias Agrarias. UNL. 92 p.
- VIGLIANCHINO, L.; D. HUARTE. 2014. Ficha técnica para el cultivo de tomate. Insecticidas, nematocidas, acaricidas, herbicidas y fungicidas aprobados para su uso. INTA Centro Regional Buenos Aires Sur. 7 p.
- VITERI, M.L.; GHEZÁN, G.; IGLESIAS, D. 2013. Tomate y lechuga: producción, comercialización y consumo. Estudio Socioeconómico De Los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales. N.º 14: 12-23. Disponible: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_tomateylechuga_2013_viteri.pdf consultado: 25 de mayo de 2017.
- WASSERMANN, E.; M.S. MONTECCHIA; O.S. CORREA; D. VEGA; A.M. ROMERO. 2017. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* strains virulence and genetic diversity. A first study in Argentina. *European Journal of Plant Pathology* 149: 35-42.
- WILLIAMS, L.; P.M. LAMBERTINI; K.A. SHOHARA; E.B. BIDERBOST. 2001. Occurrence and geographical distribution of tospovirus species infecting tomato crops in Argentina. *Plant Dis.* 85: 1227-1229.
- WOLCAN, S.; G. LORI. 1991. Podredumbre del pie de tomate causado por *Fusarium solani*. (Mart) Sacc. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad de La Plata* 12:47-51.
- YAN, Z.; A. PÉREZ-DE-CASTRO; M.J. DÍEZ; S.F. HUTTON; R.G.F. VISSER; A.A. WOLTERS; Y. BAI; J. Li. 2018. Resistance to Tomato Yellow Leaf Curl Virus in Tomato Germplasm. *Front Plant Sci.* 9:1198.



La Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina.

ISBN 978-987-679-369-8



9 789876 793698



ASAHO

Asociación
Argentina de
Horticultura



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina