

Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



Manual de
Buenas Prácticas Agrícolas
en la cadena de
tomate



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



Buenas Prácticas Agrícolas en la Cadena de Tomate

Editores

Cosme Argerich
Liliana Troilo

Autores

Cosme Argerich
Liliana Troilo
Marcos Rodríguez Fazzone
Juan Izquierdo
María Eugenia Strassera
Luis Balcaza
Silvia Dal Santo
Omar Miranda
María Laura Rivero
Guillermo González Castro
María Josefina Iribarren

Colaboradores

Oscar Martínez Quintana
Ernesto Gabriel
Víctor Mollinedo
Silvio Lanati
Paola López Lambertini
Analía Días Bruno

Revisión Técnica

María Josefina Iribarren

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO

Representación de la FAO en Argentina

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

Cervíño 3101 - C1425AGA - Tel: (54 11) 4801-3330 / 3888

www.rlc.fao.org

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-306646-9

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a copyright@fao.org, o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

Manual de
Buenas Prácticas Agrícolas
en la cadena de
tomate

Editores:
Cosme Argerich,
Liliana Troilo

Autores:
Cosme Argerich
Liliana Troilo
Marcos Rodríguez Fazzone
Juan Izquierdo
María Eugenia Strassera
Luis Balcaza
Silvia Dal Santo
Omar Miranda
María Laura Rivero
Guillermo González Castro
María Josefina Iribarren



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

Julián Domínguez
Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca
Carla Campos Bilbao
Secretaría de Agricultura Familiar y Desarrollo Rural
Carlos Casamiquela
Presidente de INTA
Luciano Di Tella
Subsecretario de Economías Regionales
José María Mones Cazón
Coordinación Nacional por el Minagri
Jose Suchowiercha
Coordinador Programa Nacional Periurbano
Oscar Balbi
Coordinación Nacional por Minagri
Amanda Fuxman
Coordinación Técnica por el Minagri

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Jorge González de la Rocha
Representante de la FAO en Argentina
Juan Izquierdo
Experto Retirado en Producción y Protección Vegetal FAO RLC
Francisco Yofre
Oficial de Programas - FAO Argentina
Cecilia Elena Castelli
Programas FAO Argentina

TCP/ARG/3203

Marcos Rodríguez Fazzone
Consultor Técnico Principal - FAO Argentina
Guillermo González Castro Feijoo
Consultor en Comercialización -FAO Argentina
María Josefina Iribarren
Consultor en BPA Hortícola - FAO Argentina

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Carlos Casamiquela
Presidente de INTA
Néstor Oliveri
Director Nacional de INTA
Carlos Parera
Director Centro Regional Mendoza-San Juan

PROLOGO

La magnitud

INTRODUCCIÓN

La magnitud e importancia socioeconómica que representa la pequeña agricultura en la estructura rural y en la producción agropecuaria de los países, aunado al impacto de la crisis de precios y a la amenaza del cambio climático, ha llevado a reposicionar la vigencia de la Agricultura Familiar (AF) en la agenda de desarrollo de Argentina y del resto de América Latina.

En la cadena hortícola, entre 70 y 80% de las explotaciones está en manos de los productores familiares, lo que representa el 47% de la superficie dedicada a esta actividad y la convierte en uno de los principales proveedores de alimentos frescos para las economías locales (IICA; 2007). A pesar de que no existe una definición única y consensuada para identificar a la Agricultura Familiar¹, los valores mencionados evidencian su claro potencial productivo y dejan de manifiesto la necesidad de priorizar el diseño de programas específicos con un claro sentido de inclusión y sostenibilidad..

El presente manual pretende ser una herramienta para contribuir al desarrollo de la pequeña horticultura, brindando recomendaciones que permitan acercar sus niveles tecnológicos y productivos, a los de una horticultura empresarial en el marco de las Buenas Prácticas Agrícolas.

La obra, fue elaborada en el marco de las acciones de la Secretaria de Desarrollo Rural y Agricultura Familiar del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación en convenio con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Para su elaboración se conformó un equipo de profesionales de éstas instituciones y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

El proyecto de cooperación técnica TCP/ARG/3203 ***“Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y organización comunitaria para la generación de ingresos y acceso a mercados de la Agricultura Familiar (AF) en Argentina”*** ha sido el elemento catalizador de esta obra. El proyecto se orienta a la contribución de su seguridad alimentaria, a la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como una herramienta integral de desarrollo, a la producción de alimentos inocuos y de calidad, al fortalecimiento organizacional e institucional de la Agricultura Familiar, y al desarrollo de economías regionales en el marco de una agricultura sustentable.

El concepto de Buenas Prácticas manejado por la FAO y el Ministerio y reflejado en este manual, se caracteriza por ser un enfoque holístico que busca apoyar desde distintos frentes, las necesidades de los pequeños productores periurbanos y rurales del país. El modelo no solo involucra aspectos tecnológicos y productivos (manejo integrado de plagas y enfermedades, manejo de cosecha y poscosecha, innovación tecnológica), sino también aspectos sociales (seguridad alimentaria, dignificación laboral, educación alimentaria, fortalecimiento organizacional comunitario y asociatividad), ambientales (análisis de suelo y agua, sostenibilidad del sistema, uso racional de agroquímicos) y económicos (gestión empresarial, competitividad, comercio justo).

1- Para mayor información sobre la caracterización de la Agricultura Familiar en América Latina ver:
www.rlc.fao.org/es/development/fao-bid/pdf/politicasaf.pdf

El objetivo del manual es constituirse en un instrumento orientador y de referencia técnica sobre las mejores prácticas para la producción, gestión y comercialización de la cadena hortícola del tomate en Argentina y en los países con sistemas y condiciones de producción semejantes. Los principales destinatarios son los profesionales y técnicos vinculados a las actividades de investigación, capacitación y extensión agropecuaria dirigida a los productores de tomate.

El contenido de la obra se sustenta en el análisis y la sistematización del conocimiento científico disponible, así como en ensayos y prácticas culturales conocidas, con el objeto de determinar las “mejores prácticas hortícolas” a ser implementadas en las principales zonas de producción de tomate en el país. El desarrollo se enfatiza en la producción para tomate en fresco y se consideran distintas alternativas tecnológicas (producción a campo, bajo cubierta y bajo malla).

Estructura y recomendaciones al lector

La estructura del manual mantiene una lógica de redacción que va de lo general a lo particular, enfatizando en cada etapa de producción y gestión.

En este sentido, el desarrollo comienza con un diagnóstico socioeconómico del sector hortícola en Argentina con la finalidad de contextualizar a los técnicos sobre el sector nacional de tomate, brindar elementos sociales y culturales que hoy predominan en la estructura productiva y comercial y conocer las principales tendencias de consumo y calidad.

A partir del segundo capítulo, el Manual se concentrará en desarrollar las principales recomendaciones de Buenas Prácticas para cada etapa productiva del cultivo del tomate que son genéricas para cualquier sistema de producción. Finalmente, en los capítulos 5, 6 y 7 se mencionan las especificidades para cada propuesta tecnológica.

Esta modalidad permite que el lector no necesariamente deba realizar una lectura de corrido, sino que puede remitirse a las prácticas técnicas generales y en específico, a cada tecnología que sea de su interés.



INDICE

Capítulo 1

Diagnóstico socioeconómico del sector hortícola en Argentina	11
--	----

Capítulo 2

Áreas de aplicación de las BPA.....	31
Programas de BPA. Visión de la FAO.....	33
Áreas de aplicación de las BPA en la cadena de tomate.....	37
Áreas de aplicación de las BPA en la gestión.....	40

Capítulo 3

Aspectos generales del cultivo de tomate	43
--	----

Capítulo 4

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate.....	57
1 Preparación del suelo a implantar el cultivo.....	60
2 Fertilización	62
3 Riego.....	76
4 Manejo en verde de variedades indeterminadas	81
5 Protección del cultivo: enfermedades y plagas	84
6 Control de malezas.....	166
7 Equipos y herramientas.....	169
8 Manejo seguro de plaguicidas	169
9 Buenas prácticas en la cosecha y poscosecha	180
10 Cosecha y poscosecha	184
11 Costos de producción	202
12 Bienestar y seguridad laboral	204

Capítulo 5	
Producción de tomate bajo invernadero.....	207
Capítulo 6	
Producción de tomate a campo	223
Capítulo 7	
Producción de tomate a campo bajo malla antigranizo	229
Bibliografía citada y consultada	239
Anexos	
Anexo I. Legislación argentina en relación al cultivo de tomate	251
Anexo II. Enemigos naturales de presencia espontánea.....	253
Anexo III. Planillas para registros.....	256
Anexo IV. Resolución SENASA 507/08. Productos registrados para el cultivo de tomate	262

capítulo 1

*Diagnóstico socioeconómico
del sector hortícola argentino*





1 Introducción

El presente capítulo de diagnóstico se concentra en el sector hortícola y en la cadena de tomate en Argentina, analizando los procesos de producción y comercialización, la evolución del sector en las últimas décadas y los desafíos actuales. Se observará que la cadena se caracteriza por su complejidad asociada a la informalidad, al importante número de actores que participan en las etapas, y a aspectos de índole socio cultural relacionados con el espacio (cada vez mayor) que las pequeñas unidades familiares han alcanzado en el sistema productivo y comercial hortícola.

La comprensión de estos factores y de sus lógicas funcionales son fundamentales, dado que pueden actuar como limitantes o promotores para la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas en las distintas zonas de producción y grupos de productores considerados.



2 Producción de hortalizas en Argentina

La superficie de hortalizas en Argentina alcanzó las 235.321 has (CNA, 2002)¹; a ello se agrega 174.000 has de legumbres con un total de 409.321 has. Si bien este valor significó una reducción del 19 % respecto al censo de 1988, se estima que la producción se ha mantenido por el avance tecnológico y el consecuente aumento de los rendimientos. Todas las hortalizas decayeron en la superficie cultivada, excepto ajo y cebolla cuya superficie actual supera las 4000 has.

La producción total estimada es de 10.500.000 toneladas de las cuales nueve especies (papa, tomate, cebolla, batata, zapallo, zanahoria, lechuga, poroto, ajo) representan el 65 %; participan con el 20 % otras ocho especies (acelga, mandioca, zapallito, sandía, melón, choclo, berenjena y pimiento) y el restante 15 % está cubierto por las demás hortalizas.

La diversidad de hortalizas que está produciendo Argentina, alcanza a más de ciento quince especies cultivadas en pequeñas y grandes extensiones, la mayoría de las cuales, son destinadas

al consumo de economías locales. No obstante, cuarenta y cinco de ellas llegan a los principales mercados económicos (Capital Federal, Gran Buenos Aires, Rosario, Córdoba, Mar del Plata, Bariloche).

2.1 Principales cinturones verdes de Argentina. Ubicación. Características agro-ecológicas y tecnológicas. Especies producidas en cada región.

La multiplicidad de productos hortícolas y la diversidad de sus características, dificultan hablar de un sector hortícola. Como elemento en común presentan la perecibilidad, la dificultad en instrumentar la tipificación para su comercialización, gran predominio de pequeños productores y que la mayoría de los productos tienen como principal destino el mercado interno. Esta última característica los somete a grandes oscilaciones de ingresos reales, lo cual, la falta de planificación del sector junto con la reducida salida exportadora conduce a ciclos de superproducción, caídas de rentabilidad y a un círculo vicioso que inhibe la incorporación de tecnología y la producción para exportación.

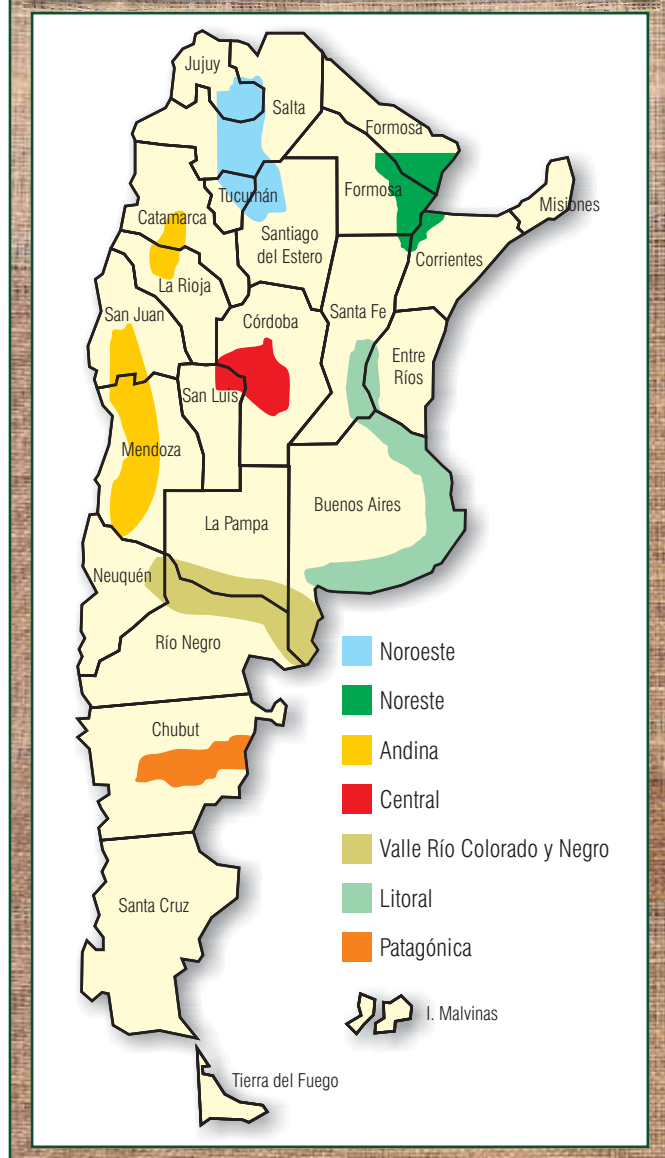
Antiguamente la horticultura se ubicó alrededor de los centros poblados formando los "Cinturones verdes" que aún hoy persisten y generan un importante volumen de producción. En la actualidad, la creación de infraestructura en el interior del país (regadíos, caminos, ferrocarril, etc.) y los avances científicos-tecnológicos (nuevo cultivares, conservación empaque, etc.) hacen posible la ubicación de los cultivos en ambientes más adecuados para su producción. Por ejemplo durante el invierno, gran cantidad de hortalizas se producen en el norte del país a más de 1200 km de las zonas urbanas más importantes.

Las regiones argentinas son: Región Noroeste; Región Noreste; Región Andina; Región Central; Región Litoral y Región Patagónica (Figura 1.1).

Región Noroeste: comprende el noroeste y centro-sur de Salta, sudeste de Jujuy, Tucumán, Santiago del Estero (alrededores de la ciudad de y en departamentos de La Banda y Robles). En esta zona predomina el clima subtropical, las temperaturas medias anuales oscilan entre 17° y 22° C. Si bien se producen heladas, hay microclimas donde históricamente no se han registrado.

¹ Se ha utilizado la información del Censo Nacional Agropecuario (2002) por ser la fuente más rigurosa con datos nacionales y la que nos permite describir de manera agregada al sector. Sin embargo, se debe considerar de que en la actualidad, es posible que los datos presentados hayan variado debido a la dinámica y diversidad que caracteriza al sector hortícola.

►► Figura 1.1. Principales cinturones hortícolas en las regiones argentinas.



En Salta y Jujuy se encuentra en pleno desarrollo la producción en invernáculos de cultivos de pimiento y tomate y otras especies como melón, chaucha, pepino. En Tucumán los inviernos son menos benignos. Los suelos, de buena fertilidad están sometidos a riesgo de erosión hídrica, durante el período lluvioso. Los cultivos que se realizan son: tomate, papa (de producción temprana), frutilla, pimiento, berenjena, zapallito,

poroto chaucha, arveja. Esta producción llega a los mercados luego de Salta y Jujuy. En los alrededores de la ciudad de Santiago del Estero y los departamentos de La Banda y Robles los cultivos más importantes son cucurbitáceas, lechuga de producción invernal, batata, cebolla.

La producción de esta Región abastece a los principales centros urbanos del país (Capital Federal, Rosario, Córdoba, Mendoza) especialmente en invierno, desde mayo a septiembre. En Rosario de la Frontera, y Metán (Salta) los principales cultivos realizados son: poroto para grano seco destinado fundamentalmente para exportación, consumo interno y para semilla; también se cultiva arveja y garbanzo. En Valles de Lerma y Calchaquies (Salta), se realiza pimiento para la elaboración de pimentón, y para consumo en fresco tomate, papa y en menor cantidad berenjena, zapallito y poroto para chaucha.

Región Noreste: comprende el sudeste de Formosa, este de Chaco y oeste de Corrientes. Se registran temperaturas medias anuales de 18 a 23 °C. Las precipitaciones medias anuales son de 750 a 1350 mm. El clima es templado cálido. Las precipitaciones se producen en primavera- verano y el invierno suele ser seco.

Los suelos son generalmente llanos. Algunas veces presentan ondulaciones, dejando depresiones con riesgo de erosión hídrica. En Formosa y Chaco predomina el maíz dulce, mandioca, zapallo. En Corrientes predomina el cultivo de tomate y pimiento bajo invernadero con 632 hectáreas. La zona de producción se concentra sobre las costas del río Paraná, siendo los departamentos de Lavalle (399 ha, 63,2 % de la superficie provincial), Goya (115 ha., 18,2 %) y Bella Vista (57 ha., 9,0 %) los que se destacan en cuanto a la superficie dedicada a la actividad. En conjunto representan más de un noventa (90) por ciento de la superficie provincial cultivada con tomate (Dirección de agricultura).

Región Andina: comprende los Valles de Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza. Su clima es templado-seco. Se hace principalmente cultivos bajo riego, aprovechando las aguas de deshielo. Las precipitaciones anuales varían entre 100 y 300 mm. En la parte oriental los suelos son arenosos y a menudo con presencia de sales. En los Valles Cordilleranos se presentan microclimas que por sus características ecológicas, son aptos, para muchas especies hortícolas y para la producción de semillas (cebolla, zanahoria, lechuga).

En el centro-oeste de Catamarca y el centro-noroeste de La Rioja se cultiva pimiento para pimentón, poroto para grano seco. En San Juan y el centro-norte de Mendoza los principales cultivos son: cebolla, ajo, papa, melón, poroto chaucha, tomate y pimiento para industria; y para deshidratado zanahoria, espinaca, apio. Las principales ciudades cuentan con sus cinturones verdes.

Cuyo es en superficie la principal región productora de tomate a campo, y sus 5.201 hectáreas representan más del 36 % de la superficie nacional. Existen 6 departamentos que concentran un 80,7 % de la superficie total provincial, son estos: Maipú (1.104 ha y 21,15 %), Luján de Cuyo (989 ha y 18 %), Lavalle (602 ha y 11,5 %), San Martín (49 ha y 9,4 %), San Rafael (393 ha y 7,5 %), San Carlos (340 ha y 6,5 %), y Guaymallén (329 ha y 6,3 %). La mayor superficie se dedica al tomate perita, para uso industrial. Una superficie significativamente menor está dedicada al tomate redondo, para consumo en fresco.

Según el informe de Síntesis del Tomate elaborado por el Instituto de Desarrollo rural (I.D.R.) de la provincia de Mendoza, en el año 2004 existían 65 empresas dedicadas a la industrialización del tomate, con una fuerte concentración de la producción, ya que las tres empresas más importantes procesan el 40 % de la producción. A partir de los datos del informe de I.D.R., en Argentina se consumen aproximadamente 370.000 toneladas de tomate procesado, siendo Mendoza la principal provincia industrializadora ya que allí se procesa anualmente el 70 % del total industrializado.

Región Central: comprende el noroeste de Córdoba y noreste de San Luis. El clima es templado continental, con temperatura medias anuales entre 15 y 22 °C. Las precipitaciones medias anuales varían entre 300 y 700 mm. Las lluvias se producen en primavera-verano, siendo seco el invierno. Los suelos son arcillosos, compactos o medanosos, a veces con presencia de sales, sujetos a erosión eólica. Los cultivos deben realizarse bajo riego, (ajo, cebolla, crucíferas, hortalizas de hojas), si bien algunos se hacen en secano como batata, zapallo. En los valles Serranos de San Luis y Villa Dolores en Córdoba ha aumentado notablemente la superficie de cultivo de papa, debido a la alta calidad y rendimiento de su producción.

Región Litoral: incluye el centro-sur de Santa Fe, oeste de Entre Ríos, noreste de Buenos Aires y toda la franja sobre la costa atlántica que se extiende hasta Bahía Blanca. Las pre-

cipitaciones varían entre 800 y 1.000 mm anuales. Los suelos son fértiles, húmidos, de textura franco, franco-arcillosos o franco limosos. La mayoría de las hortalizas se hacen con riego complementario.

En el **Cinturón de la ciudad de Santa Fe y Rosario** se cultivan numerosas hortalizas para los mercados de la provincia. Años atrás estas zonas exportaban hortalizas a otras regiones, principalmente a Buenos Aires y Bahía Blanca, aprovechando los beneficios de encontrarse más al norte. En los últimos años no solamente no están exportando sino que están recibiendo productos de otras regiones, principalmente de la ciudad de La Plata y sus alrededores.

En la zona **Norte de Buenos Aires** esta subregión se localiza sobre la costa del río Paraná y está unida al sur de Santa Fe (localidades de Villa Constitución y Rosario). En Buenos Aires están las localidades de San Nicolás, Ramallo, llegando hasta San Pedro y Baradero. Desde hace muchos años esta zona se caracteriza por la producción de arveja para la industria del enlatado (arveja seca y verde) y para exportación (seca) y de lenteja. En la zona de San Pedro y alrededores se realiza el cultivo de batata, tanto para el mercado fresco como para industria (elaboración de dulce de batata).

El **Cinturón Hortícola del Gran Buenos Aires** se ubica al sur de la anterior subregión, a partir de la localidad de Escobar. Este cinturón verde comprende a quince distritos de la provincia de Buenos Aires, que abarcan una superficie de 5.510 km², con una población que es de más de 4,5 millones de personas.

En esa zona la actividad hortícola es de aproximadamente 16.000 has, con 1.550 explotaciones hortícolas. Los partidos involucrados son: La Plata, Florencio Varela, Berazategui, Almirante Brown, Esteban Echeverría, La Matanza, Merlo, Cañuelas, General Rodríguez, Luján, Marcos Paz, Merlo y Moreno.

En la actualidad se estima que se cultivan unas 2000 has en invernadero. La mayor concentración de invernadero se ubica en la zona sur (partido de La Plata y alrededores) de esta subregión, con un 70 % de la superficie total citada.

El mercado natural de esta subregión son los 12 millones de personas que habitan el área metropolitana de Buenos Aires, no obstante parte de esa producción se dirige a localidades de la provincia de Buenos Aires y de otras distantes de esa área, ya que las mismas se abastecen de los mercados citados.

La producción hortícola de esta área se realizó desde siempre a campo al aire libre. Sin embargo, a partir de los '90 se observa una etapa transicional que da lugar a un crecimiento sostenido de las explotaciones bajo condiciones protegidas. Como resultado, la Subregión presenta una estructura hortícola altamente diversificada en cuanto a la forma de producción y cantidad de especies que se cultivan. Algunos datos:

Producción de hortalizas a campo (aire libre), solamente el 40 % de los productores.

Producción de hortalizas a campo y en invernáculo, el 55 % de los productores adopta este tipo de sistema.

Producción de hortalizas con invernáculo, solamente, alrededor del 5 % de los productores.

Si bien existe una heterogeneidad marcada entre los productores, se destaca mayoritariamente la existencia de pequeñas y medianas empresas, donde predomina una agricultura familiar.

Las principales hortalizas cultivadas en invernaderos son: (en orden de importancia) tomate, apio, lechuga, pimiento, espinaca y otras menos importantes como pepino, chaucha, frutilla y albahaca. En las producciones al aire libre se destacan: lechuga, acelga, tomate, apio, zapallito de tronco, alcaucil, espinaca, repollo, remolacha, hinojo y otros.

Casi el 40 % de los establecimientos tienen como responsables de la gestión del proceso productivo a "Medieros". Estos son personas que realizan la producción en un campo que no es de su propiedad y cuyo aporte a la producción es la mano de obra y un porcentaje del costo de algunos insumos para la producción (fertilizantes, semillas, plaguicidas). El propietario de la tierra realiza las operaciones de preparación del suelo para la siembra y paga una parte del costo de los insumos. En general la comercialización la realiza el propietario de la explotación y el mediero obtiene un porcentaje de los ingresos de la venta (normalmente está en el orden del 30 a 40 %).

Esta modalidad de trabajo no es exclusiva de la producción hortícola de esta subregión, ya que se ha difundido en otras regiones. Los trabajadores de origen boliviano son mayoría en este sistema de trabajo.

La región **Central Bonaerense** comprende los partidos de Ayacucho, Azul, Bolívar, Daireaux, Gral. Alvear, Gral. Belgrano, Gral. Lamadrid, H. Irigoyen, Laprida, Las Flores, Olavarría, Sala-

dillo, Tandil, Tapalqué y 25 de Mayo. Alrededor de las principales ciudades se han desarrollado cinturones hortícolas.

La superficie correspondiente a cultivos hortícolas al aire libre es de unas 800 has, mientras que hay 15 has cultivadas con invernaderos. En estas estructuras se cultivan pocas especies (tomate y pimiento en verano y lechuga en invierno).

En el **Sudeste de Buenos Aires** encontramos dos sistemas de producción relacionados con la horticultura:

a) Productores de papa: estas empresas se dedican solamente a este cultivo y en algunos casos también producen cereales, oleaginosas y/o ganadería. La zona de producción está dispersa en los partidos de General Pueyrredón, Balcarce, Lobería, Tandil y General Alvarado. Esta es la principal zona de producción de papa en Argentina, destinando a este cultivo unas 35000 has.

b) Productores de hortalizas: este tipo de productores están concentrados en el denominado Cinturón Hortícola de Mar del Plata (partido de General Pueyrredón, extendiéndose a los partidos vecinos). Está ubicado en una franja de 25 km que bordea a esta ciudad, en localidades como San Francisco, Laguna y Sierra de los Padres, San Carlos, Batán y Valle Hermoso. Unos 500 productores cultivan alrededor de 10.000 has y el 80 % de ellos disponen de campos de menos de 15 has, 13 % entre 15 a 50 y tan sólo un 7 % tiene más de 50 has.

En el **Cinturón hortícola de Bahía Blanca**, la actividad hortícola en esta zona se desarrolla principalmente en el valle del río Sauce Chico. La extensión de este cinturón hortícola es de unas 700 has. La comercialización se realiza mayoritariamente para abastecer la demanda de la ciudad de Bahía Blanca.

En la zona **Sur de la provincia de Buenos Aires**, abarca los partidos de Villarino y Patagones, específicamente las áreas con disponibilidad de riego del Valle del Río Colorado en la provincia de Buenos Aires. Esta subzona se destaca por la producción de cebolla (mercado interno y exportación), siendo el área más importante de Argentina en la producción de esta especie.

Región Patagónica: comprende la parte sudoeste de La Pampa y norte de Río Negro (todo el Valle del Río Negro). En la zona de La Pampa, las precipitaciones oscilan 150-200 mm., con picos en primavera otoño. El clima es templado con veranos calurosos e inviernos fríos.

Los cultivos de tomate y pimiento destinados a industria son la actividad hortícola de mayor importancia económica en esta región. Las otras hortalizas son generalmente para el consumo local, caso del apio, zanahoria y cebolla.

En el Valle del Río Chubut (VIRCH): es desértico, con precipitaciones muy escasas, alta luminosidad, y evaporación, y marcadas amplitudes térmicas. Las precipitaciones pluviales rara vez superan 200 mm anuales y su distribución a lo largo del año no permite definir a ninguna estación como típicamente lluviosa. La temperatura máxima oscila en 40 grados centígrados y la mínima en 10 grados bajo cero.

Enclavado en la región árida, el VIRCH es el valle más importante de la región patagónica Austral e históricamente ha sido el abastecedor de alimentos a la provincia y a la región. Debido a cuestiones climáticas, existe una marcada estacionalidad en los productos frutihortícolas (oferta concentrada en los meses de febrero a mayo). Durante el período de oferta, el VIRCH abastece al mercado local de todas las hortalizas, pero el resto del año sólo lo abastece con papas, cebollas y zanahorias.

Las características de estacionalidad generan discontinuidad en la oferta. Tal circunstancia obligó a que se conformara una infraestructura tanto en transporte como en almacenamiento para traer diversos productos de otras zonas del país. Debido a esta situación el sector no encuentra grandes dificultades para ubicar la producción.

2.2. La producción de tomate en Argentina

El tomate cultivado se ha popularizado en el mundo fundamentalmente en el siglo pasado. Su versatilidad para consumo en fresco o en conserva y su adaptabilidad a distintos climas y suelos han jugado un papel fundamental en su rápida y extensa difusión.

Como se mencionó, las principales regiones productivas son: NOA (Salta, Jujuy y Santiago del Estero), NEA (Corrientes), Buenos Aires (La Plata, Mar del Plata, Florencio Varela, etc.), Cuyo (Mendoza y San Juan) y Alto Valle de Río Negro, bajo distintos sistemas productivos.

En términos de superficie cultivada, para el año 2009 el total fue de 17.800 has (INTA², 2009) y la distribución por zona de producción fue la siguiente:

Tomate en Fresco:

- 5500 ha en el NOA (250 ha invernáculo)
- 800 ha en el NEA (todo invernáculo)
- 1400 ha en el Gran Buenos Aires (predomina invernáculo)
- 1200 ha Mar del Plata (predomina a campo)
- 1200 ha Mendoza (300 ha con malla)
- 200 ha Patagonia (predomina a campo)

Tomate Industria

- 4500 ha Cuyo
- 1500 ha Río Negro
- 1500 ha NOA

El tomate para consumo en fresco presenta una estacionalidad por provincias o regiones (Tabla 1.1). No obstante, las diferentes zonas de producción y la incorporación de los invernáculos permiten una oferta sostenida durante todo el año.

En la Figura 1.2 se analiza la oferta de tomate en miles de toneladas en el Mercado Central de Buenos Aires en el 2008. Hay un mayor ingreso durante la época primavera estival, momento del año donde hay mayor demanda del producto.

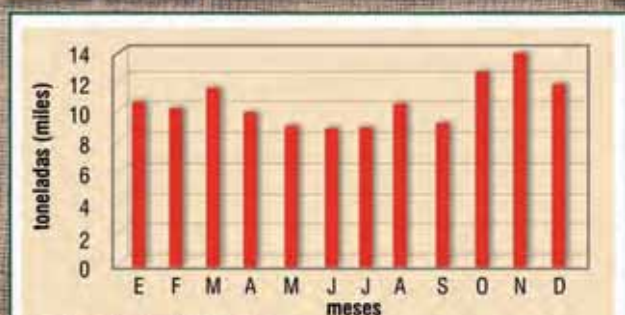
Los productos industrializados de tomate producen como ventas en góndolas de los supermercados \$1400 millones de pesos anuales. Esta alternativa hortícola tiene una fuerte relevancia en las economías regionales de las zonas irrigadas del Oeste del

2 INTA. Proyecto Desarrollo de tecnologías para el cultivo de tomate.

► Tabla 1.1. Calendario de ingreso de tomate fresco en el Mercado Central de Buenos Aires.

Zona de producción	Meses											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	díc
Buenos Aires (invernadero)	●	●	●	●	●	●	●				●	●
Buenos Aires (a campo)	●	●	●	●	●	●						●
Santa Fe (temprana)											●	●
Santa Fe (tardía)				●	●							
Tucumán											●	
Río Negro		●	●	●	●	●						
Corrientes (invernadero)			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mendoza	●	●	●	●	●	●						
NOA (Salta, Jujuy)					●	●	●	●	●	●		
Formosa (invernadero)					●	●	●	●	●	●	●	
Chile (invernadero)			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Uruguay								●	●	●		
Paraguay									●	●		
Brasil			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

► Figura 1.2. Oferta de tomate en el Mercado Central durante el año 2008.



Fuente: Ing. Agr. José Fernández Lozano

país involucrando a 20 agroindustrias, 400 productores, 2000 empleos en el sector industrial y 375.000 jornales que vuelcan al mercado de los pueblos involucrados 30 millones de pesos sin el fleteo de 400 millones de kg durante 120 días. Actualmente, se produce 400.000 toneladas de tomate industrial que es el 70 % de la demanda nacional total del año 2008.



3. Tendencia del sector hortícola: el rol y las estrategias de las pequeñas unidades familiares en los sistemas de producción y comercialización hortícola.³

En la estructura actual del sistema hortícola, es posible apreciar que con diferentes estrategias, pequeñas unidades de producción logran avanzar en la cadena hortícola. En el mejor de los casos, los productores han logrado ocupar espacios de comercialización que los vincula directamente con el consumidor final.

Un rasgo distintivo de estas unidades, es la utilización de mano de obra familiar como base del sistema de productivo. El hecho de no considerar al trabajo de la familia como un costo, se constituye en el principal elemento de su competitividad y les permite comercializar a precios que están por debajo de los costos de producción de una empresa hortícola de mayor envergadura.

En la actualidad, la mayoría de estas unidades hortícolas se encuentran manejadas por familias de origen boliviano,

³ Esta sección pertenece al documento García, Matías (2010). Acumulación de capital y ascenso social del horticultor boliviano: su rol en las transformaciones de la estructura agraria hortícola platense en los últimos 20 años. Tesis de Maestría. FLACSO.

acentuando una tendencia irreversible. Esta realidad, nos obliga a analizar e interpretar el rol cada vez más protagónico de dicha comunidad en la estructura productiva y económica del sector hortícola, pero fundamentalmente, a indagar en aspectos socioculturales necesarios para facilitar y adecuar los procesos de extensión y capacitación agrícola.

Localización de las unidades familiares: La mayor concentración de estos horticultores bolivianos está en el Área Hortícola Bonaerense, su distribución en la horticultura del resto del país es lenta pero inexorable. Un reciente trabajo de Benencia (2009) muestra la siguiente radiografía de este tipo de horticultura en el país:

En el cinturón hortícola del Área Metropolitana de Córdoba, hacia el 2002 el 50 % de las unidades mantenían esta estructura.

En el cinturón hortícola de Río Cuarto -la segunda ciudad en importancia de la provincia de Córdoba- se aprecia la presencia de mano de obra boliviana en un 70 % de las explotaciones, siendo el 38 % de éstas dirigidas por productores oriundos de la localidad de San Lorenzo (Tarija), en carácter de arrendatarios o propietarios.

En el cinturón verde del conglomerado que forman las ciudades de Villa María y Villa Nueva, correspondientes a la pampa húmeda cordobesa, se aprecia a inicios de la década del '90 la presencia de arrendatarios, medieros y peones bolivianos, básicamente tarijeños y potosinos, que constituían el 40 % del total de la mano de obra en estas actividades.

En las zonas de influencia de las localidades de Colonia Santa Rosa (Salta) y de Fraile Pintado (Jujuy) encontramos inmigrantes bolivianos oriundos de la zona de Pampa Redonda (Tarija) en una importante proporción de explotaciones hortícolas conducidas por patrones nativos y por patrones bolivianos.

En Lules (Tucumán), el 65 % de los miembros de la comunidad boliviana (1485 personas) se ocupa en la horticultura, fundamentalmente en los cultivos de frutillas y tomates, en menor medida de zapallitos, chauchas, etc.

En Mar del Plata, familias bolivianas provenientes en su mayoría de Carachimayo (Tarija) comenzaron a incorporarse en la horticultura bajo la forma de mediería, y en la actualidad representan una parte importante de los productores hortícolas y comercializadores de verduras en el cinturón verde marplatense.

En la localidad de Pedro Luro, sobre el río Colorado, cercana a Bahía Blanca, la producción de cebollas para exportación tuvo un auge muy importante gracias a la incorporación de mano de obra boliviana, básicamente proveniente de Oruro, y que representarían el 20 % de la población local, y en el cinturón hortícola de Bahía Blanca (localidad de Daniel Cerri, a 15 km de aquélla) se aprecia que desde hace aproximadamente dos décadas la horticultura ha pasado a estar casi por completo en manos de familias bolivianas, después de haber estado conducida por inmigrantes europeos.

En General Roca, provincia de Río Negro, en estos últimos años la importancia de la incorporación de arrendatarios horticultores bolivianos en lotes otrora destinados exclusivamente a la producción de frutales.

En Trelew (provincia de Chubut), encuentran productores propietarios, medieros y peones bolivianos provenientes de Tarija, Oruro y Cochabamba desarrollando actividades hortícolas (tanto productivas como de comercialización) en el valle inferior del río Chubut (VIRCH), otrora predominio de inmigrantes galeses.

En Ushuaia (Tierra del Fuego) se registra la presencia de asalariados bolivianos trabajando en la recolección de hortalizas bajo invernáculo (Mallimaci, Ana: 2008).

Movilidad socio-empresarial de las unidades familiares en el sector hortícola: El proceso de movilidad social y empresarial de los productores familiares hortícolas puede ser explicado a través de estratos, los cuales pueden ser definidos por criterios económicos (Benencia, 1999), donde la principal variable es básicamente la fuente y el monto de los ingresos obtenidos. Así, desde una perspectiva de crecimiento empresarial asociada a la capacidad de generar ingresos, podemos identificar un **primer estrato** que sería el de asalariado, compuesto por migrantes recién llegados a la región, cuyo único factor de producción disponible es su mano de obra. El **segundo estrato** sería el de trabajador-mediero, caracterizado por un migrante y su familia que, a cambio de aportar toda su mano de obra, "acuerdan" con el patrón recibir un porcentaje de la producción. El **tercer estrato** es el de productor arrendatario, en donde el migrante no sólo adquirió conocimientos para gestionar una quinta, sino de capital para alquilar una tierra y ponerse a producir. El **cuarto estrato** es el del productor-comerciante, caracterizado por el productor migrante que

►► Tabla 1.2. La Plata. Estratificación social, fuentes de ingreso y posibilidad de acumulación.

Categoría o status social		Movilidad vertical	Fuentes de ingreso	Posibilidad de acumulación
Trabajadores	Peón	1º peldaño	salario	+
	Mediero	2º peldaño	% de las ventas	++
Patrones	Productor	3º peldaño	beneficio por las ventas	+++
	Productor - Comerciante	4º peldaño		++++

Fuente: Matías García en base a Benencia (1999).

muestra un avance en el eslabón de la comercialización. De esta manera, se distingue como trabajadores tanto a peones como a medieros, obteniendo el primero sus ingresos de un salario y el segundo de un porcentaje de las ventas. Mientras que el productor ("patrón") obtiene un beneficio por las ventas de sus productos hortícolas (Tabla 1.2).

Estrategias combinadas para su desarrollo económico en el sector hortícola

El crecimiento de la empresa familiar hortícola puede ser metaforizado mediante una "escalera", partiendo desde el estrato o peldaño "peón", para pasar a la mediería, llegando a ser productor y, en algunos casos, mostrando avances en el estrato de comerciante. A medida que avanza en forma ascendente, las estrategias domésticas, productivas y comerciales se modifican, observándose un incremento de la flexibilidad, el aprendizaje de los secretos de la actividad y el riesgo, coherentemente con el mayor nivel de capitalización.

a) Etapa de peón.

Empíricamente se observa que los migrantes limítrofes (y principalmente los bolivianos) se han podido insertar en la horticultura, debido a la informalidad del sector y a una demanda de empleos de condiciones y remuneraciones precarias. A pesar de esta situación y con el transcurso del tiempo, muchos de ellos han podido evolucionar hacia el mercado de trabajo mixto e inclusive, ascender hasta constituir una pequeña empresa familiar hortícola. El objetivo doble en esta primera etapa es, además de ganarse el sustento, aprender acerca de

la actividad productiva hortícola. Ya que si bien la mayoría de estos migrantes eran campesinos que trabajaron durante toda su vida la tierra, la realidad indica que la horticultura comercial la aprendieron aquí.

Cuando logran acumular cierto capital, traen a su familia que había quedado en Bolivia. Así, con una mayor oferta de mano de obra y sumado a los conocimientos que adquieren en la actividad, propician su contratación y posterior ascenso como mediero.

b) Etapa de mediero.

La mediería constituye en la horticultura una modalidad que se desplaza entre una relación de trabajo dependiente no salarial (ya que su remuneración es un porcentaje de la producción obtenida) y una sociedad desigual entre el capital y el trabajo. Esta modalidad le trae aparejado beneficios al productor, los trabajadores se involucran más, existe menor necesidad de supervisión y transforma un costo fijo en uno variable, trasladando los riesgos (y los costos) hacia abajo.

A pesar de esto, esta modalidad le posibilita al mediero una mayor acumulación sustentada en la internalización de los costos de mano de obra familiar. La no cuantificación de la mano de obra, es el principal rasgo de competitividad de estas unidades.

La oferta de mano de obra familiar resulta de vital importancia en la estrategia de desarrollo. El tamaño y la composición familiar definen ante todo, los límites máximos y mínimos del volumen de su actividad económica. Una familia numerosa involucrada en la actividad posibilita acceder a una unidad

más grande, manejar una mayor superficie (o la totalidad) de la quinta, o bien evitar la necesidad de contratación de mano de obra no familiar para cubrir alguna labor.

En esta etapa, los cultivos que se llevan a cabo surgen de la negociación entre el productor y el mediero, teniendo obviamente un mayor poder de decisión el "patrón". En ese contexto, la preferencia del mediero se focaliza en los cultivos de alto valor, como el tomate y pimiento. La selección se basa en la posibilidad de una mayor ganancia que brindan estos cultivos, siendo los (altos) costos del mismo pagados en su totalidad o bien adelantados por el productor.

En los pseudo contratos de mediería, el mediero se compromete a garantizar la mano de obra necesaria. Si bien la superficie que se acuerda producir es acorde a la capacidad de trabajo del mediero (y la que implícitamente aporta su familia), la posibilidad de eventuales faltantes debe ser cubierta de alguna manera. En ese caso, el mediero contrata peones que serán, indefectiblemente, paisanos.

El hecho de que el mediero perciba un mayor beneficio económico en función de la producción obtenida y comercializada, incita a que los trabajadores incurran en un excesivo uso de agroquímicos ante la necesidad de minimizar pérdidas de rendimientos por plagas y enfermedades, y bajo la lógica equivocada de que "a mayor aplicación existe mayor control". Esta conducta pone en riesgo la inocuidad de los alimentos, la salud de los trabajadores e impacta negativamente sobre el medio ambiente. Esta situación también ocurre a nivel de productor.

c) Etapa de productor.

Podemos hablar de tres tipos de estrategias productivas en el proceso de consolidación como productores. En las primeras dos, el productor regresa a la producción de hortalizas de hojas. A diferencia de su etapa como mediero, el nuevo productor modifica su estrategia productiva; ya no elige hacer pimiento y tomate, inclinándose y especializándose en cultivos de bajo valor, ciclo corto y rápida circulación de dinero como las verduras de hoja. Esto se debe a los siguientes motivos:

- El tomate y el pimiento son dos cultivos con altos costos. Estos se pueden desagregar en el precio de las semillas importadas, la alta y especializada mano de obra, la enorme demanda y

dependencia de insumos y la necesidad de desinfectar el suelo con bromuro de metilo.

- El tomate y el pimiento tiene un ciclo productivo largo, con un tiempo hasta cosecha de 3-4 meses.

Por lo tanto, la combinación altos costos, ciclos largos e incertidumbre hace de estos cultivos un negocio cuyo riesgo y financiamiento no quieren/pueden asumir estos productores en esta etapa de su ascenso social. En ese sentido, los cultivos de hoja poseen características opuestas en relación a estas hortalizas de fruto. En un primer momento, el productor se orienta a la producción de Radicheta, Albahaca y Rabanito, ya que estos cultivos permiten varios cortes (de 5 a 7, y si se trabaja bien, hasta 10 cortes en el caso de la radicheta), lo que optimiza la producción en quintas pequeñas y/o con poco invernáculo.

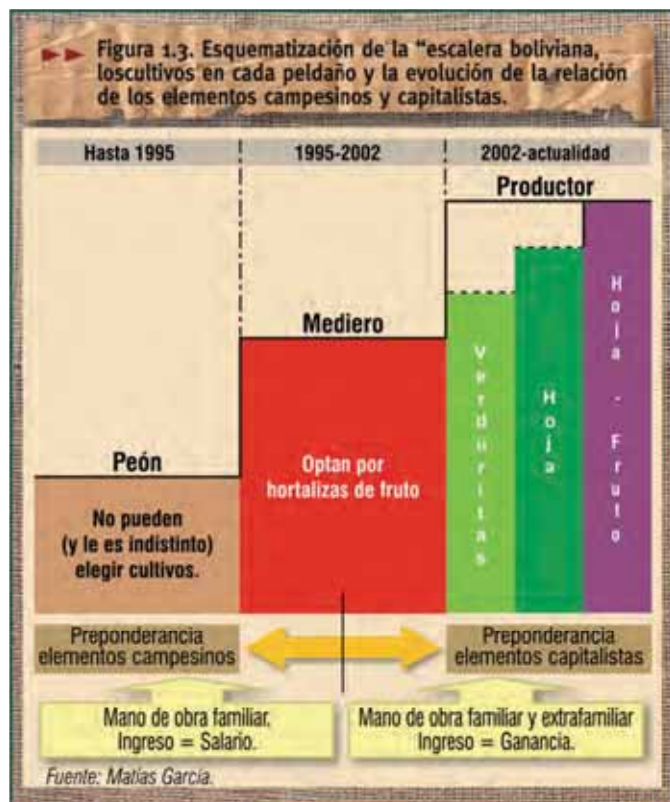
En un segundo momento, gracias a la ampliación de la superficie disponible bajo cubierta, el productor se inclina por la lechuga, la acelga y la espinaca en ese orden de importancia.

La tercer estrategia, se relaciona con la producción de tomate y pimiento. Después de varios ciclos de cultivos de hoja y consolidada la confianza sobre el manejo de la explotación, los productores se encuentran dispuestos a aumentar el riesgo y la ganancia. Para ello recurren a la complementación de la producción de hoja con hortalizas de fruto. De esta manera, en esta etapa el productor retoma la estrategia de producción diversificada.

d) Etapa de productor-comerciante:

El horticultor familiar continúa su avance en la cadena productiva hacia el eslabón de comercialización. Sucede que allí la creación de valor es mayor que con la simple producción, llegando algunos de ellos incluso a abandonar la etapa primaria.

A modo de síntesis, en la página siguiente se presenta la Figura 1.3 que esquematiza parte de lo hasta aquí desarrollado.



Características comunes a las unidades productivas familiares

Condiciones habitacionales

La precariedad de la vivienda es una característica constante en estas unidades familiares hortícolas. En parte ello se relaciona con el estado de precarización respecto a la tenencia de la tierra. Más del 90 % de los productores familiares de origen boliviano de Buenos Aires (CHFBA'05) son arrendatarios, por lo que la inestabilidad del acceso a la tierra es motivo de peso para no construir nada que no pueda ser trasladado ante la finalización del contrato de arrendamiento. Esto determina la paradoja de productores que viven en casillas de madera y plástico al lado de invernáculos con plantaciones cuyos valores superan varias veces las decenas de miles de pesos.

Financiamiento intra-comunidad

El crecimiento en la actividad requiere de cierto apoyo económico. Parte de dicho financiamiento lo consiguen intra-

comunidad boliviana. En ese sentido, familiares o amigos prestan dinero a quienes se inician o quieren expandir su producción (compra de plástico, madera, plantines, agroquímicos, etc.), en retribución y tal como ellos mismos han sido ayudados. Pero también existe un financiamiento de algunos comercios de insumos y madereras conocidos de la zona. Esto se justificaría no sólo por la inversión que poseen (lo que dificultaría el abandono de la actividad y el no pago de la deuda) como así también y principalmente por el grado de cumplimiento con que se asocia a este agente social.

Lógica de reinversión

La capitalización que logra en su situación como productor es mayor que en la de mediero y aun superior que en la de peón. El destino que tiene este capital varía según la zona y la tendencia de producción en la misma. En el caso de la zona sur del AHB, en donde se destaca La Plata, prácticamente la totalidad de los ahorros que se generan es direccionado hacia la construcción de invernáculos, en búsqueda de responder a las actuales exigencias de una oferta de calidad, cantidad y continuidad. La racionalidad de esta estrategia se puede resumir en que a campo es difícil acumular, ya que no vale la producción; los tiempos muertos son mayores (poco uso en invierno) y los ciclos de los cultivos mas largos (ya que las condiciones de crecimiento distan de ser óptimas) lo que tiene como consecuencia una circulación del capital más lenta y un desaprovechamiento de un bien escaso, como es el suelo (cuyo costo -arrendamiento- es muy caro).

Esta inversión es aún más prioritaria que la necesidad de maquinarias (tractor y sus implementos), carencia superada gracias a la aparición y persistencia de un mercado ampliamente difundido de "servicios de laboreo". Recién cuando la quinta se encuentra "toda cubierta" con invernáculos se busca la adquisición del tractor. Logrado este nivel de capitalización, el siguiente destino es la compra de un vehículo (camioneta o camión), capital de gran importancia en una estrategia de avance sobre el eslabón de comercialización.



4. Consumo y sistemas de comercialización hortícola en Argentina.

4.1 El mercado consumidor

El consumo mundial de frutas y hortalizas está muy por debajo del nivel mínimo recomendado por la FAO/OMS, de 400 gramos diarios por persona. Si bien las preferencias alimentarias se han modificado en los últimos 50 años, se consumen menos cereales y leguminosas y más aceites vegetales, azúcar y carne. La proporción de las frutas y las hortalizas apenas ha aumentado, y se estima que en todo el mundo la gente sólo consume entre el 20 % y el 50 % del mínimo recomendado.

En Argentina el consumo de hortalizas y frutas se estima en 200 g diarios per cápita (INTA, 2007). La misma fuente indica que el principal factor de consumo se relaciona con la prevención, el control de enfermedades y el aporte nutricional de las mismas.

El consumo de hortalizas tiene un comportamiento estacional. Kent (1995) determina que el consumo está condicionado por:

- En verano aumenta el consumo, dado que se ofrece una mayor variedad de productos; se valora su capacidad de "refrescar" y controlar el peso por razones estéticas (mayor consumo en crudo).

- En invierno disminuye el consumo, habiendo un mayor consumo de hortalizas cocidas.

- Los aumentos de precios de los productos cuando no son de estación.

El consumo total de tomate en la Argentina es de 27 kg.hab⁻¹.año⁻¹ estableciendo un mercado de 1.134.000 t.año⁻¹, que podría duplicarse si la población alcanzara los niveles de consumo de otros países como Italia o EEUU que superan los 50 kg.hab.año⁻¹.

4.1.1 Percepción y motivaciones de los consumidores de hortalizas al momento de la selección de compra

No se dispone de antecedentes precisos sobre las motivaciones, gustos y preferencias por las cuáles los consumidores argentinos optan por productos hortícolas. No obstante, se pueden mencionar algunos atributos relacionados con la calidad que son considerados como determinantes a la hora de la elección (Figura 1.4).

En lo que respecta al tomate, los siguientes atributos siguen siendo determinantes:

- Color: llamativo, acorde al referente mental y conocido para cada tipo, 'rojito', 'parejo', o del colorido propio de la variedad.



- Textura: lisa y uniforme, sin imperfecciones de golpes, hoyos, insectos.
- Tamaño: principalmente mediano, asociado en el imaginario colectivo, a un mejor sabor del producto 'Mediano', y este tamaño como el pequeños son para ensaladas. Pero si es para hacerlo relleno, debe ser grande'.
- Nivel de maduración, consistencia/ olor: la mayoría prefiere un nivel de maduración medio asociado a un producto en 'su punto' de consumo. Sin embargo, se observa ciertas excepciones dependiendo del uso que se le quiera dar al producto y del tiempo que se espera mantener en el hogar. Como por ejemplo: Tomates maduros para preparar salsa.

4.1.2 El factor tiempo y el crecimiento de los productos más procesados

El factor tiempo es un factor clave para entender la disminución del consumo de frutas y hortalizas. Los tres impedimentos comúnmente citados en distintos trabajos son: el tiempo limitado para comprar, preparar y cocinar los alimentos.

Los alimentos congelados: en Argentina, la incorporación de alimentos congelados en los hábitos alimentarios comienza a partir de 1994. La preferencia por los alimentos congelados se debe a que "se relacionan con la comodidad, facilidad y rapidez en la preparación" (Viteri, 2003: 9).

Sin embargo, se mantiene el bajo consumo, que según estimaciones de la propia industria ronda los 300 g/hab/año. Este tipo de producto es adquirido fundamentalmente por hogares de nivel socioeconómico alto o medio-alto, con integrantes que trabajan fuera del hogar. En Europa, en los países más avanzados (Italia, Francia, Alemania, España) el consumo de hortalizas acondicionadas representa entre un 10 y un 15 % del consumo total, siendo la tasa de crecimiento anual de consumo de productos hortícola envasados un 7,4 %.

Con respecto a las hortalizas de cuarta gama, llamadas también hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas, listas para consumir: el estudio de la Universidad Nacional de Rosario (Quagliani, A., Zuliani, S. *et al*), llega a la conclusión de que el problema principal de los productos mínimamente procesados, refrigerados y listos para consumir, es la falta de calidad de los mismos y de hábito de consumo (sumado a ello

no se promocionan). En general, no se cuida la cadena de frío, aumentando el porcentaje de descarte (que en algunos productos es más del 30 %). El mayor consumidor de este tipo de productos es la clase media en un 80 %, siguiéndole, en orden de importancia la clase alta con un 20 %. Este sector de la población dispone de mayores recursos, pero consume escasa cantidad de hortalizas envasadas debido a que disponen de personal doméstico. En este análisis no se incluye la clase baja, ya que la misma al disponer de menor cantidad de recursos económicos no logra acceder a este tipo de productos, por lo que opta por las hortalizas vendidas a granel.

Dentro del estrato más demandante (clase media), las personas que tienen entre 30 y 50 años de edad representan el mayor consumo (60 %), le siguen las personas de 20-30 años (15 %), y el 15 % restante corresponde a los consumidores que tienen entre 50 y 70 años. Las preferencias de los jóvenes por los productos en conserva se debe a su practicidad, el ahorro del tiempo en la cocina, la confianza en la calidad y la posibilidad de disponer del producto en contra estación. Por otra parte, el consumo de congelados preferidos por los adultos de entre 30 y 50 años se relaciona al rico sabor, la buena duración, calidad y la limpieza e higiene en el uso de los mismos. Finalmente, las personas de más de 50 años prefieren las hortalizas frescas a causa de su mayor disponibilidad de tiempo (Rodríguez, E. *et al.*, 2002).

4.1.3 Localización y frecuencia de la compra

Los comercios tradicionales (verdulerías) abarcan el 70-75 % del mercado minorista, mientras que los supermercados representan entre el 25 al 30 %. Según datos del INDEC el consumidor argentino prefiere comprar sus productos frescos en los comercios tradicionales, obteniendo atención personalizada, y su cercanía facilita el abastecimiento, ya que al ser alimentos perecederos son de frecuente adquisición (Viteri, L. y Ghezán, 2000, Giacinti, 2001; Colamarino, I. *et al.*, 2006).

Generalmente la madre es la encargada del núcleo familiar al momento de realizar las compras de alimentos, en una familia típica de 4 a 5 integrantes. El aprovisionamiento se podría caracterizar por la baja cantidad, pocas unidades y mucha frecuencia.

4.2 Los sistemas de comercialización de hortalizas en Argentina

La comercialización de tomate debe responder a la particularidad de alta perecebilidad, que hace que desde el momento de cosecha la hortaliza pierda calidad y, consecuentemente, valor. La perecebilidad le otorga muy poco poder de negociación al productor, y un mayor margen de especulación a los agentes intermediarios, quienes además se mueven en un mercado generalmente saturado, con una alta elasticidad precio respecto a su producción y cuyos valores inestables e imprevisibles se modifican entre los años, durante el año, diariamente y entre mercados.

Todo esto genera la necesidad de un sistema de comercialización dinámico, complejo, que precisa de un ajuste permanente, en cuyo eslabón se distribuye gran parte del ingreso del sector. *¿Cómo diferenciarse, ya sea tanto para sobrevivir como para acumular?; ¿El sistema de comercialización es la salida?; ¿Cómo se puede revertir el bajo poder de negociación del productor hortícola?*

4.2.1 Circuitos directos e indirectos de comercialización

Según el manejo del producto, el nivel de intermediación y el flujo de información en los dos extremos de la cadena comercial, se pueden determinar dos grandes circuitos de comercialización hortícola: Circuito Directo e Indirecto.

El circuito directo hace referencia a un productor que realiza un aprovisionamiento de proximidad, ya sea porque vende directamente al consumidor final o bien comercializa con el expendededor minorista.

El circuito indirecto es, independientemente de la distancia geográfica entre la producción y el consumo, un circuito caracterizado por un mayor número de operaciones intermediarias que cumplen diferentes funciones. La característica sobresaliente es su capacidad de comercializar importantes volúmenes. A su vez, puede dividirse en:

- Circuito Tradicional: sistema tradicional de comercialización representado por el Mercado Concentrador y cuya principal característica es la presencia física del producto.
- Circuito de la Gran Distribución: sistema de comercialización indirecto que lleva a cabo la Gran Distribución (Hiper y



Supermercados), y cuya característica sobresaliente es la ausencia física del producto o el intercambio comercial inmaterial.

En la Figura 1.5 se expone un esquema de los diferentes canales; a continuación, se realiza una descripción y análisis de los mismos:

Circuito Comercial Directo

A consumidor final: en este canal, el productor comercializa su producción directamente con el consumidor final (a domicilio, feria o a través de verdulerías propias) o con el minorista (en playa de quinteros o distribución a boca minorista).

- a) A domicilio: debido a las mejoras en el transporte y las comunicaciones, y de la mano de nuevas demandas y necesidades de la población, la comercialización en puerta ha crecido en los últimos años. La misma consta de la venta de una canasta de hortalizas (entre 10 y 15), compuesta por algunas fijas y otras en las que el consumidor puede optar, ya sea telefónicamente como vía Internet. Se cobra un precio fijo por una entrega semanal. El servicio incluye la selección, prelavado y envasado de las hortalizas para su mayor conservación, a la vez que usualmente se acompaña las mismas con recetas que orientan al consumidor para un mejor uso del producto.
- b) Ferias: Es un sistema muy antiguo de comercialización aún vigente no sólo en nuestro país, sino que también en ciudades de Europa y del resto del mundo. Es una modalidad flexible, ya que se forma mediante puestos móviles sobre la vereda de una calle, rambla o plaza. Esto le permite no sólo sumar o reducir puestos en función de la demanda, sino que posibilita su traslado diario y rotativo en diferentes puntos prefijados del pueblo o ciudad.

Mayoritariamente esos puestos son atendidos por productores, permitiendo que sólo un porcentaje menor de ellos sean simples revendedores. Con esto último se procura lograr una oferta de productos extra regionales y/o "fuera de estación", permitiendo que el cliente obtenga toda la gama de mercadería en la feria. En este último sentido, es también usual la habilitación de puestos para la venta de productos no hortícolas, como lo son las frutas, pescado fresco, aves, huevos, etc.

El Municipio es quien habilita a la feria y a los feriantes, a la vez que establece o regula su funcionamiento. Esto último hace

referencia a normas de lugares, horarios, dimensiones de los puestos, etc. Asimismo, el Municipio les cobra a cada feriante una tasa, cuyo destino tendrá como función la limpieza inmediata al cierre de la feria, así como también contempla los gastos referidos a un deterioro acelerado de las aceras atribuible a la actividad, y al control del cumplimiento de normas de pesos y medidas, de sanidad y calidad.

- c) Con verdulerías propias: es un típico caso de integración vertical, de la que algunos productores han optado.

Con el minorista en este canal el productor realiza la comercialización en playa de productores o distribución a boca minorista.

a) Venta en Playa Libre: en los grandes Mercados Concentradores (Mercado Central de Buenos Aires, Mercado Regional de La Plata, Mercado de Concentración Fisherton, etc.) existe un espacio dividido en "sextos" (ya que son áreas de 2x3 metros) en donde un productor puede comercializar su producción pagando un alquiler más bajo que el de un puesto. En estos lugares, el principal cliente es el pequeño minorista (verdulero), por lo que la venta es a nivel mayorista, y buscando ofertar una alta variedad de productos que permitan que este cliente compre en forma más sencilla y rápida.

b) Distribución sobre boca minorista: en este subcanal, el productor abastece directamente a la boca de expendio, ya sea llevando las hortalizas en su propio vehículo (o alquilando un flete) o bien vendiendo "en quinta" al verdulero. Esta modalidad implica una reducción en el costo operativo y en el maltrato del producto hortícola, al reducirse las operaciones de carga y descarga.

El circuito directo de comercialización de hortalizas posee una serie de ventajas y desventajas, las ventajas son:

- El mayor grado de apropiación del valor del producto que tiene el productor al saltarse intermediarios a través del avance en el canal de comercialización. Ya sea porque carecen de la escala suficiente y/o de la calidad que otros circuitos les demandan, el circuito le permite a un grupo de horticultores lograr un nicho que les posibilita sobrevivir.
- Paralelamente, esta forma de comercializar genera un vínculo directo de intercambio de información entre el productor y el consumidor, lo que permite un mejor y más fácil ajuste a la demanda.

- Los productos son más frescos y con menor grado de manipulación y por lo tanto de pérdidas poscosecha.
- En el caso de las ferias, y en competencia con otros minoristas como verdulerías y hasta supermercados, esta canal fija un piso de precios, no llegando a constituirse una competencia desleal, ya que la clientela es diferente.

Las principales desventajas de este circuito son el limitado volumen operable y las dificultades de control de las operaciones a nivel bromatológico e impositivo.

Circuito Comercial Indirecto

Circuito Tradicional: este canal, se caracteriza por la comercialización con la presencia física del producto en un mercado mayorista, denominado Mercado Concentrador. Es el sistema de comercialización tradicional, y viene sufriendo mutaciones no sólo en la Argentina, sino que en todo el mundo. El desarrollo de este tipo de circuito en el país tuvo como patrón los mercados de Francia y, en especial, de España. El objetivo de este modelo buscaba "...Instituir un régimen que promueva y perfeccione una red de mercados mayoristas extendida a todo el país, que sirviera para mejorar el abastecimiento de la población y otorgue estímulo y respaldo a la producción" (Ley 19.227 de 1972). Pretendía:

Lograr un punto en donde la oferta y demanda se encontraran.

Alcanzar una transparencia de precios.
Generar una localización adecuada para la posterior distribución.

Focalizar el control sanitario e impositivo.

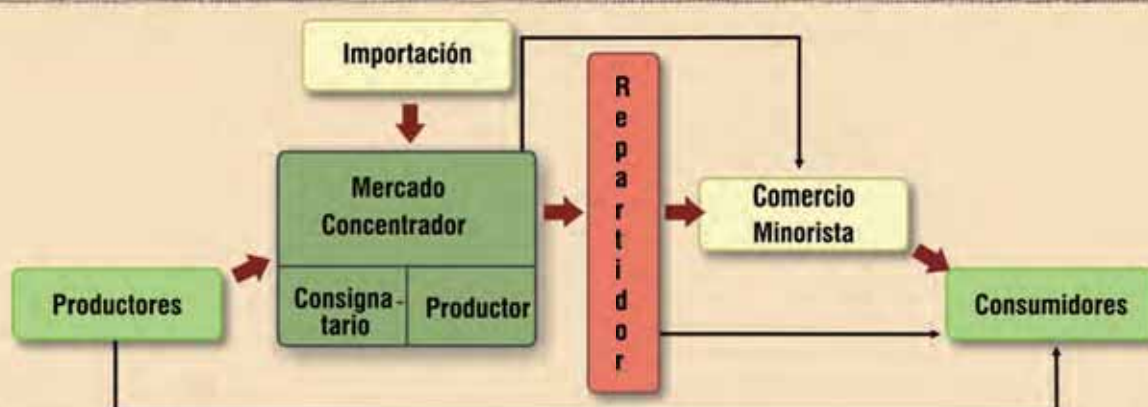
El sistema de comercialización tradicional simple se puede esquematizar como se aprecia en la Figura 1.6.

Los distintos participantes que intervienen en la comercialización son:

a) Productor que no concurre al mercado y vende a través de un consignatario. En este caso se puede subdividir en: un productor pequeño zonal, diversificado y con escaso volumen, que entregan a otros productores introductores, que concurren al mercado a vender sus productos y otro subgrupo es el productor de otras zonas del país, que mueven un importante volumen y entrega sus productos a mayoristas consignatarios.

b) Productor introductor: Los zonales que utiliza la playa de quinteros; con una presencia continua en el mercado y alta diversidad de productos. En general son quintas familiares, donde uno de los socios se queda en el campo. También venden la mercadería de otros productores, llegando algunos de ellos a comercializar altos volúmenes y ocupando varias playas. También hay productores más grandes (que comercializan en puestos fijos), con producciones en otras zonas (generalmente el norte), que también compran o consignas de otras regiones, para tener una producción constante a lo largo del año.

Figura 1.6. Esquema del Sistema de Comercialización Tradicional de Hortalizas.



Fuente: Matías García en base a Viteri y Ghezán, 2003.

c) Consignatario mayorista: puede actuar recibiendo mercaderías de terceros para comercializarlas o adquiriendo mercadería en firme desde otras zonas de producción. Generalmente tienen puestos en más de un mercados y normalmente financia al productor en sus costos de producción.

d) Revendedor: es el que tiene un puesto y compra a consignatarios o productores y lo vende a minoristas o distribuidores.

e) Distribuidor: es el que adquiere productos en los Mercados Comercializadores y luego lo distribuyen a los comercios minoristas. Dentro de estos se destacan los llamados camioneros, que son los que distribuyen en el interior.

f) Transportistas: es aquel que adquiere mercadería en las zonas de producción y las traslada a centros de consumo para distribuir las directamente a los minoristas. Una modalidad muy difundida en los últimos años.

Hasta la década del '70, la casi totalidad de las ventas de hortalizas en el país se realizaban vía Mercado Concentrador. Si bien han existido cambios, los datos censales muestran que la mayor parte del volumen de las hortalizas frescas (80 %) se continúa comercializando en mercados mayoristas. Estos mercados reciben hortalizas de todo el país y aun importadas. Allí se realiza la venta mayorista con el producto a la vista. La misma se lleva a cabo bajo la modalidad de "venta al oído", mientras que la subasta se ha dejado de practicar.

Los mercados mayoristas se encuentran distribuidos en los grandes conglomerados urbanos de todo el país, siendo su estructura organizativa diversa, ya que los hay públicos y privados. El mayor centro de comercialización mayorista de frutas y hortalizas de Argentina es el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) que funciona desde 1983 y se encuentra entre los tres más grandes de América Latina. Ha sido construido y administrado por el sector público.

Los operadores comerciales que reciben hortalizas en consignación integran la modalidad que mueve el mayor volumen de ventas, aunque también (y cada vez en mayor medida) existen otros agentes que compran hortalizas a los productores o acopiadores, y las venden en los mercados mayoristas. Los principales clientes son verdulerías y repartidores.

Las ventajas esenciales de esta canal se pueden resumir:

- Se trata de un sistema óptimo para abastecer al minorista, compra auxiliar de la Gran Distribución y compra institucional.
- Es un lugar donde se puede centralizar el control sanitario e impositivo.
- Es un canal que garantiza en gran medida la venta del producto, sin importar el volumen ofertado.

Como desventajas, es para remarcar las graves consecuencias que las sucesivas rupturas de carga y descarga implican para el delicado producto hortícola. Esto ocasiona tanto pérdidas de calidad como mayores costos operativos, redundando ambos en pérdidas económicas.

El circuito de la Gran distribución: Se denomina Gran Distribución al conjunto compuesto por las grandes firmas internacionales de Súper e Hipermercados y la modernización de las cadenas nacionales.

Este canal, se caracteriza por el intercambio inmaterial, sustentado en las modernas tecnologías comunicacionales (telefonía e Internet) y en una rigurosa normalización del producto y su manejo.

La comercialización de hortalizas en la GD se apoya y gira alrededor de la Plataforma Logística. Esta es la gran responsable de la mayor diferencia con el sistema tradicional, en cuanto a que "las tres funciones esenciales del comercio (compra, manipulación y pago de la mercadería) se separan".

Cada firma de Súper o Hipermercado posee una Plataforma. Las mismas son "galpones" con un promedio de 5000 m², refrigerados con un "frío positivo" (de 13 a 15 °C) para no romper la cadena de frío durante las operaciones. Las funciones que posee son de:

- Planificación y coordinación de "Programas de producción y abastecimiento", con altas exigencias en cuanto a envases, volúmenes, calidad y cumplimiento de entrega.
- Compra de la mercadería sin el material a la vista.
- Recepción de la misma, con los controles de peso, tipo y calidad prefijada o fijada coyunturalmente en función de necesidad de ajustes; el rechazo de mercadería varía entre un 2-10 %.

Diagnóstico socioeconómico del sector agrícola argentino

- Ruptura de carga (ya que los volúmenes que se manejan de cada producto hace que los camiones que diariamente arriban a las plataformas sean generalmente monoproducto).

- Preparación de los productos (Picking), preparando los envíos con la cantidad de cada hortaliza según los pedidos de sus locales.

- Despacho para cada boca de expendio. No hay cámaras de frío ya que el producto queda poco tiempo allí, trabajándose a flujo tenso o stock cero.

Las ventajas de esta canal pueden resumirse en:

- Controles bromatológicos y de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

- Menores intermediaciones y rupturas del producto.

- Blanqueo total, siendo esto requisito para entrar al circuito de la GD.

- Colocación de sus productos (aun los specialties), con un mejor margen.

- Seguridad de cobro.

- Cierta "status".

- Retener un mayor excedente por eliminación de intermediarios.

Y en cuanto a las desventajas:

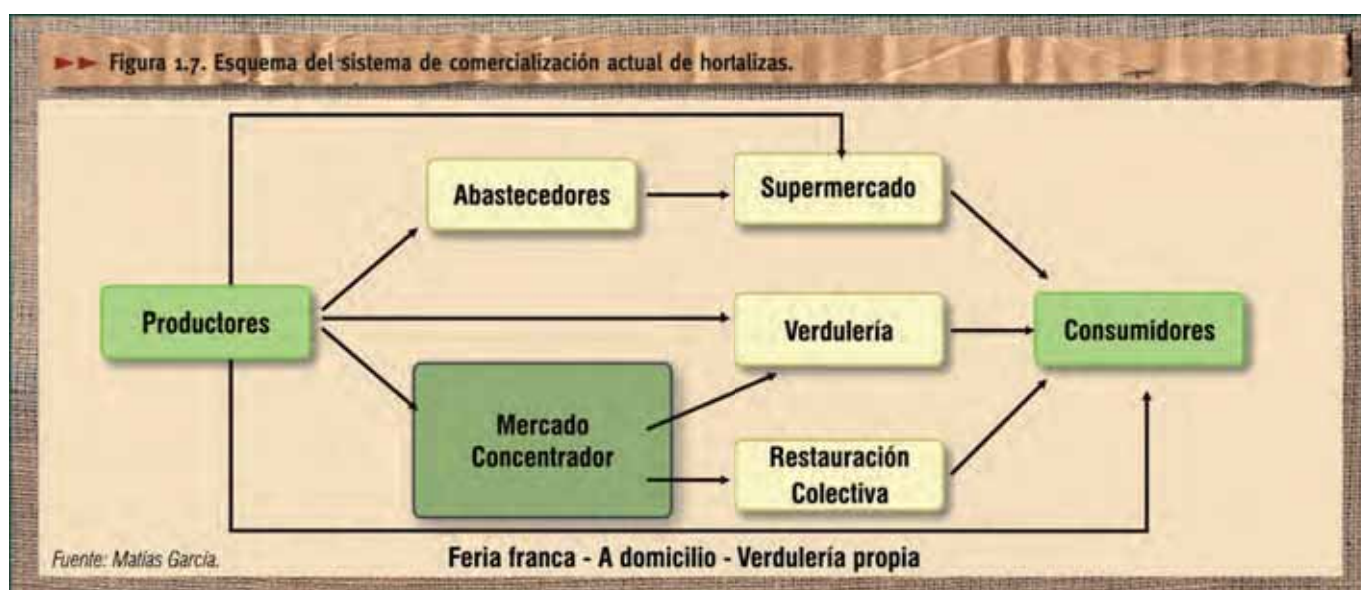
- Pérdida del poder de negociación del productor.

- Prácticas comerciales desleales.

- Costos financieros por cobrar a largo plazo.

- Efectos negativos sobre los comercios minoristas.

De esta manera, el Sistema de Comercialización Hortícola en la actualidad podría ser representado de la siguiente manera (Figura 1.7):





capítulo 2

Áreas de aplicación
de las BPA





1 Introducción

El tomate cultivado se ha popularizado en el mundo fundamentalmente en el siglo pasado. Su versatilidad para consumo en fresco o en conserva y su adaptabilidad a distintos climas y suelos han jugado un papel fundamental en su rápida y extensa difusión.

Si bien el productor ha incorporado tecnologías nuevas como los cultivares híbridos, aun es necesario mejorar otras prácticas de cultivo que están altamente asociadas con la productividad como son la preparación del terreno, incorporación de materia orgánica, uso racional de fitosanitarios, rotaciones y riego. Esto nos debería llevar a pensar en un manejo integral del cultivo del tomate, independientemente si es bajo invernadero o a campo, de manera de obtener un producto inocuo con la calidad comercial exigida por el consumidor y producido en un marco de sustentabilidad ambiental, económica y social.

Es en este sentido que la implementación de programas de aseguramiento de la inocuidad como son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) se constituyen en el núcleo de la agricultura moderna al integrar bajo un solo concepto las exigencias agronómicas y las del mercado.

Las BPA son todas las acciones tendientes a reducir el potencial de riesgos toxicológicos y microbiológicos en la producción, cosecha y acondicionamiento a campo como en el empaque, transporte y almacenamiento.

La producción bajo las normas BPA asegura a los consumidores de productos agrícolas alimenticios, principalmente frescos, un producto sano y apto (inocuo) para el consumo huma-



no, protegiendo además el medio ambiente y la salud de los trabajadores. Constituyen una valiosa herramienta que permite satisfacer, en mejor manera, las demandas del mercado que ya no sólo toman en cuenta la calidad del producto, sino además las condiciones bajo las cuales se efectuó su producción, embalaje, almacenamiento y transporte.



2 Programas de BPA. Visión de la FAO

Definición y enfoque

Una definición simple y sencilla de las BPA es ***"hacer las cosas bien" y "dar garantías de ello"***. En este sentido, su aplicación implica el conocimiento, la comprensión, la planificación y mensura, registro y gestión orientados al logro de objetivos sociales, ambientales y productivos específicos.

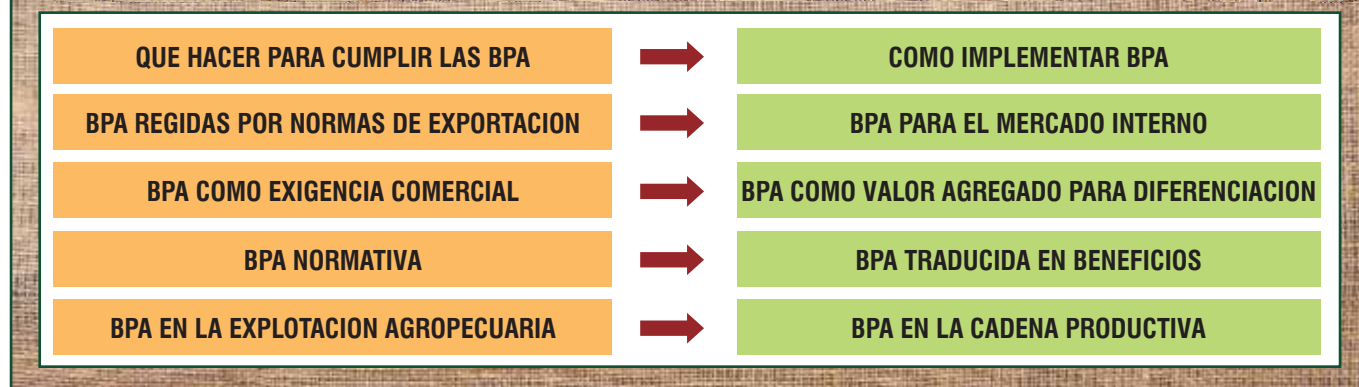
Para FAO, las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) consisten en *"la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social"*.

Esta definición, nos sugiere que las BPA no deben ser promovidas solamente como el cumplimiento de una norma o protocolo que busca garantizar la inocuidad de los alimentos o como una serie de requisitos a alcanzar para acceder a mercados externos exigentes.

En el plano operativo, la aplicación y cumplimiento de las BPA enfrenta un conjunto de dificultades que no necesariamente se relacionan con la buena voluntad de los productores. Los problemas se vinculan con deficiencias productivas, económicas y con aspectos socioculturales y ambientales que hoy caracterizan a gran parte del sector rural. Por lo tanto, si bien el marco regulatorio es importante, desde la acción, las BPA deben ser fomentadas como una estrategia de desarrollo rural integral.

Esta perspectiva toma mayor relevancia en las explotaciones manejadas por pequeños productores familiares. La heterogeneidad de limitaciones de este grupo, demanda de un trabajo interinstitucional y del diseño de programas específicos en donde las BPA pueden constituirse en la excusa para alinear acciones necesarias embarcarlos en procesos más competitivos y sostenibles.

►► Figura 2.1. Cambios de enfoque para promover un programa de BPA (Rodríguez F., Marcos, FAO 2010)



Por lo anterior, se observa que en función de las necesidades de los distintos grupos de productores y del mercado de destino, las BPA pueden ser promovidas a través de dos métodos diferentes:

- *Como un imperativo para acceder a los mercados externos exigentes y por lo tanto, los protocolos internacionales son el referente (Global GAP, US GAP, otros). Bajo este enfoque actualmente se alinean sectores agrícolas empresariales ligados a la exportación. El cumplimiento de las BPA se dinamiza en mayor medida entre actores del sector privado, generando externalidades positivas (inocuidad, cuidado del medio ambiente, trazabilidad, etc.) del proceso para la sociedad en general.*

- *Como un desarrollo endógeno integral que permita acercar gradualmente los niveles tecnológicos, productivos y comerciales de la pequeña agricultura a la agricultura empresarial, con el objetivo puesto en la producción de alimentos inocuos para el mercado interno y en la mejora del entorno ambiental y social de las familias de los productores.*

En este segundo escenario el desafío se centra en evidenciar los beneficios de la aplicación de las BPA, para lo cual, los siguientes cambios de enfoque son fundamentales (Figura 2.1).

Buenas Prácticas Agrícolas como herramienta para el desarrollo de los pequeños productores

En busca de una consolidación de la actividad de los pequeños productores, las Buenas Prácticas Agrícolas pueden ser la herramienta que permita acercar sus niveles de producción a los de la agricultura empresarial, con el objetivo puesto en la producción de alimentos con mayores niveles de calidad e inocuidad.

El desafío es implementar BPA a partir de programas de incentivos/beneficios para la pequeña agricultura familiar, los cuales deben estar guiados por la innovación tecnológica, el uso de semillas mejoradas y un eficiente manejo del cultivo, junto a una constante capacitación y acompañamiento de la gestión predial, la organización y la comercialización.

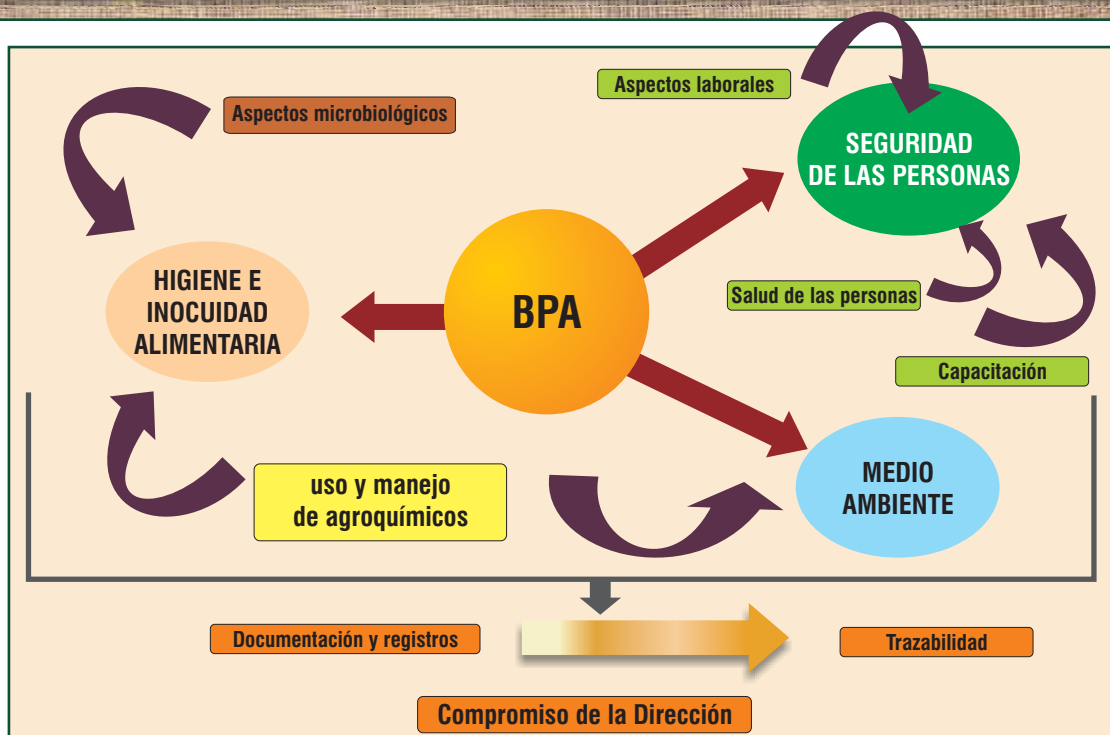
En el sentido de constituir a las BPA en una herramienta de desarrollo rural integral para la Agricultura Familiar, el enfoque debe considerar al menos los siguientes elementos:

Componentes / Pilares que deben promover las BPA

Un abordaje integral de las BPA, debe promover equilibradamente los siguientes componentes (Figura 2.2):

Áreas de aplicación de las BPA

►► Figura 2.2. Aspectos que garantiza el programa de BPA.



Fuente: Gómez Riera, P. (inédito).

Las BPA para la FAO, implicancias:

- La aplicación de las BPA implica el conocimiento, la comprensión, la planificación y mensura, registro y gestión orientados al logro de objetivos sociales, ambientales y productivos específicos.
- La adopción por parte de productores y empresas exportadoras, de una serie de cambios tecnológicos y metodológicos relacionados con la manera de producir y procesar el producto.
- La utilización de herramientas que busquen demostrar mediante procesos adecuados y evidencia de estos, que se están haciendo las cosas correctamente a lo largo de una cadena agroalimentaria.

Los Objetivos de las BPA son:

- Acrecentar la confianza del consumidor en la calidad e inocuidad del producto.
- Minimizar el impacto ambiental.
- Racionalizar el uso de productos fitosanitarios.
- Racionalizar el uso de recursos naturales (suelo y agua)
- Promover técnicas de Bienestar Animal
- Asumir una actitud responsable frente a la salud y seguridad de los trabajadores.
- La iniciativa de las Buenas Prácticas Agrícolas busca ofrecer un mecanismo para llevar a cabo medidas concretas en pro de la agricultura y el desarrollo rural sostenible.
- La formulación de principios claros de las Buenas Prácticas Agrícolas podría ofrecer la base de la acción internacional y

nacional concertada para desarrollar sistemas de producción agrícola sostenibles.

Los Beneficios de la implementación de las BPA son:

- La producción bajo BPA asegura a los consumidores de productos agrícola- alimenticios obtener un alimento sano.
- Las BPA constituyen una herramienta que permite satisfacer mejor las demandas del mercado, que ya no sólo toman en cuenta la calidad del producto, sino además las condiciones bajo las cuales se efectuó su producción, embalaje, almacenamiento y transporte.
- Ganar nuevos segmentos en los mercados internos.
- Asegurar la presencia de la producción primaria en los mercados más exigentes.
- Desarrollo óptimo de todos los procesos agrícolas (siembra, cultivo, manejo de plagas, producción, empaque, almacenamiento, envase, transporte).
- Consolidar la imagen país-región positiva respecto a la salud humana y el medio ambiente.
- Protección de los trabajadores ya que evitan accidentes que atentan contra la salud y el bienestar laboral
- Disminución de los costos de la no-calidad (surgen por el no cumplimiento de las exigencias de los demandantes)
- Al existir registros se logra la trazabilidad del producto asegurando un sistema de rastreo que permite identificar el producto desde la producción hasta el consumidor.
- Protección del medio ambiente minimizando riesgos ambientales dándole sustentabilidad al sistema.

Integralidad de acciones

La multiplicidad de necesidades de los pequeños productores obliga al diseño y articulación de un conjunto de estrategias para enfrentar los problemas desde un enfoque integral.

Las Buenas Prácticas Agrícolas se constituyen en el núcleo de la agricultura moderna al integrar bajo un solo concepto el desarrollo agronómico en función de las exigencias del mercado, velando por una mejora de la calidad de vida y del

ambiente. Asimismo, en la actualidad más que un atributo, son un componente de competitividad, que permite al pequeño productor rural diferenciar su producto de los demás oferentes, con todas las implicancias económicas que ello hoy supone (mayor calidad, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, reducción de costos, etc.).

Para el alcance de estos objetivos, el concepto operativo de por la FAO y reflejado en este manual, se caracteriza por ser un enfoque holístico. En este sentido, el modelo no solo involucra aspectos tecnológicos y productivos (manejo integrado de plagas y enfermedades, manejo de cosecha y poscosecha, innovación tecnológica), sino también aspectos sociales (seguridad alimentaria, dignificación laboral, educación alimentaria, fortalecimiento organizacional comunitario y asociatividad), ambientales (análisis de suelo y agua, sostenibilidad del sistema, uso racional de agroquímicos) y económicos (gestión empresarial, competitividad, comercio justo).

La Figura 2.3 resume estos elementos.

- Elementos críticos para la implementación de las BPA. Cómo traducir exigencias en beneficios

- Guías Técnicas BPA enfocadas en las mejores prácticas y como medio de mejorar la productividad, calidad e inocuidad
- Gestión socioempresarial y registros para la reflexión, toma de decisiones y trazabilidad
- Capacitación y Asistencia Técnica continua y con énfasis en los puntos críticos y cuellos de botella de sistema productivo-comercial
- Apropiación de tecnologías validadas
- Aliados comerciales que brinden reconocimiento del producto y del proceso (diferenciación por calidad e inocuidad)
- Fortalecimiento Organizacional y asociatividad
- Línea de Base con indicadores cuantificables y demostrativos de los beneficios de las BPA

Áreas de aplicación de las BPA

►► Figura 2.3. Enfoque holístico de las BPA (Rodríguez M., Izquierdo, J.; FAO 2008)



3 Áreas de aplicación de las BPA en la cadena de tomate

3.1 Objetivo

Reducir la probabilidad de contaminación del cultivo que pueda poner en riesgo la inocuidad del producto (tomate) o su aptitud para el consumo

3.2 Justificación

Los factores del ambiente y las prácticas de manejo pueden producir contaminaciones de distinto orden a lo largo del cultivo

3.3 Producción Primaria

3.3.1 Historial y manejo del establecimiento

Al implantar una nueva parcela de tomate, resultará necesario conocer los antecedentes del uso suelo (cultivos previos, erosión, nivel freático), para identificar los riesgos potenciales y determinar la posibilidad de contaminación por factores biológicos o químicos que puedan afectar al cultivo y otras áreas adyacentes

La evaluación de riesgo debe mostrar que el terreno es adecuado para la producción agrícola.

Se debe tener en cuenta:

- Sistema de registro para cada campo, lote o invernadero con registros permanentes de los cultivos y todas las actividades realizadas.

- Identificación visual o sistema de referencia para cada campo, huerto o invernadero (Figura 2.3).

- Mapa de la unidad productiva o finca. Discriminando, lotes, vías de acceso, corrientes y nacimientos de agua, ubicación de la vivienda, y sus construcciones anexas, zonas o sitios de manejo de residuos sólidos y líquidos.

3.3.2 Manejo de suelos y sustratos

- Se debe identificar el tipo de suelo de cada lote basándose en su perfil, su análisis o un mapa cartográfico

- Se debe tener un plan de manejo del suelo en cuanto a laboreo, manteniendo la estructura del mismo, la fertilidad y evitando la compactación y erosión (eólica e hídrica)

- Si se utilizan sustratos para invernaderos, se debe demostrar a través de registros la procedencia del material y los productos con los cuales fueron desinfectados. Considerar alternativas a la desinfección química. (solarización, biofumigación, vaporización)

3.3.3 Semilla

- Comprobar antes de su uso la calidad y pureza de la semilla: tasa de germinación, nombre de la variedad, n° de lote y vendedor de la semilla.

- Todo debe quedar reflejado en el cuaderno de campo.
- En lo posible sembrar variedades resistentes/tolerantes a las plagas y enfermedades comercialmente perjudiciales.

3.3.4 Fertilización

- El fertilizante aplicado debe responder a los requerimientos del suelo y su recomendación debe basarse en análisis de suelo y/o foliar

- Las recomendaciones de cantidad, época y tipo de fertilizante deben ser hechas por una persona que demuestre idoneidad para hacerlo.

- Todas las aplicaciones que se realicen se deben registrar, indicando lote, producto, cantidad, fecha y quien aplica.

- Los operarios que aplican fertilizantes deben estar capacitados.

- Los fertilizantes deben estar almacenados en lugar especial separados de pesticidas, productos frescos y etiquetados (composición química)

- Los fertilizantes deben almacenarse en áreas cubiertas, limpias, secas, ventiladas, evitando contaminación de fuentes de agua (no menos de 25 m)

- La maquinaria de aplicación debe ser mantenida y calibrada anualmente para asegurar una aplicación homogénea del producto

- Si se aplican abonos orgánicos debe existir un plan para su aplicación y conocer su procedencia y aporte nutricional. No se debe aplicar abono orgánico fresco, a menos que exista un período de 6 meses entre la aplicación y la cosecha ya que es una fuente potencial de contaminación (*E. coli*, *Salmonella*, *Listeria*, *Campylobacter*).

- No utilizar lodos procedentes de vertidos urbanos

3.3.5 Riego

- Debe asegurarse que el agua para riego no proceda de fuentes contaminadas por vertimiento de aguas residuales y residuos químicos

- Para asegurar el mejor uso de los recursos hídricos debe utilizarse el sistema más eficiente y comercialmente viable.

- Optimizar el uso del agua reduciendo las pérdidas y calcular las necesidades de riego en base al tipo de suelo, evapotranspiración del cultivo, precipitaciones.

- Mantener registro del consumo del agua de riego (indicando fecha y volumen utilizado)

- Realizar por lo menos una vez al año análisis bacteriológicos y de metales pesados al agua de riego

3.3.6 Protección del cultivo

- El productor debe asegurarse de aplicar la menor cantidad posible de pesticidas para el control de plagas, malezas y enfermedades del cultivo, aplicando Manejo Integrado de plagas y estrategias antiresistencia

Áreas de aplicación de las BPA

- Los productos que se apliquen deben registrarse: Fecha, nombre de producto, lote, justificación, dosis, equipo de aplicación, operario

- Los operarios deben estar capacitados y utilizar equipos de protección adecuado para aplicar pesticidas

- Debe tenerse un instructivo sobre la forma de eliminar residuos después de una aplicación evitando la contaminación del producto, medio ambiente y riesgos de intoxicación de operarios

- Los pesticidas deben almacenarse separados de otros productos, en lugares seguros, antiinflamables, ventilados, iluminados, lejos de vivienda

- Debe existir las elementos para medir, pesar y mezclar en forma adecuada los pesticidas

- Deben existir un plan para el control de emergencias por contaminación de personas y medio ambiente y eliminación de envases.

3.3.7 Cosecha y poscosecha

- El productor debe realizar un análisis de higiene para detectar riesgos físicos, químicos y microbiológicos durante la cosecha y transporte

- Los trabajadores deben disponer de baños limpios e instalaciones para el lavado de las manos en lugares cercanos a su trabajo. Su ubicación debe cuidar de no contaminar fuentes de agua superficiales.

- Los trabajadores deben recibir capacitación en normas básicas de higiene para manipular alimentos

- Se deben determinar mecanismos para que cuando un trabajador se enferme se inhabilite para manipular el producto.

- Se debe establecer un plan de limpieza de equipos, utensilios y herramientas de uso en la cosecha

- En la cosecha debe tenerse en cuenta los requerimientos de calidad del mercado

- La operación de cosecha debe realizarse teniendo en cuenta evitar daños físicos, como magulladuras, golpes heridas a la fruta

- Los productos cosechados deben protegerse de fuertes corrientes de aire y altas temperaturas y no permanecer en el cultivo durante la noche

3.4 Reciclaje, reutilización, manejo de desechos y contaminación

- Se debe identificar y manejar todos los productos de desecho en todas las áreas de la finca (plásticos, vidrio, metales, papel, desechos orgánicos, envases y/o empaques de pesticidas y fertilizantes)

- Mantener los campos e instalaciones libres de basura y residuos

3.5 Salud, seguridad y bienestar del trabajador

- En la finca se debe contar con un plan de acción que promueva las condiciones de seguridad y salud del trabajador en base a una evaluación de riesgos

- Los trabajadores en todos los niveles deben recibir formación específica con relación al trabajo que desempeñan y los equipos que manejan con énfasis en higiene para la manipulación de alimentos, registrar las capacitaciones impartida a los trabajadores.

- Los trabajadores deben capacitarse en primeros auxilios y disponer de un botiquín de primeros auxilios.

3.6 Medio ambiente

- El productor debe minimizar el impacto negativo sobre el medio ambiente ocasionado por la actividad agrícola.



4 Áreas de aplicación de las BPA en la gestión

4.1 Capacitación

Las BPA requieren que los operarios estén capacitados según sus responsabilidades en:

- Seguridad e Higiene: para todo el personal permanente y temporario, acorde a los riesgos evaluados en la propiedad . (en equipos complejos o peligrosos).
- En toma de registros y en el mantenimiento del Cuaderno de Campo.
- Calibración de equipos de aplicación de fitosanitarios y fertilizantes.
- En manipulación, almacenamiento y dosificación de fitosanitarios.
- Recibir entrenamiento para entender y cumplir las instrucciones en caso de accidentes y emergencias, en e instrucciones de higiene. Incluye a propietarios y jefes.

El momento y frecuencia de las capacitaciones dependerá del ciclo del cultivo y cada vez que ingrese personal nuevo o haya cambio de funciones.

Todas las capacitaciones, deben registrarse, consignándose el nombre y firma de los trabajadores que asistieron, el tema, fecha y quien la imparte.

Debe haber al menos una persona capacitada en primeros auxilios.

Primeros auxilios

- Procedimientos escritos en caso de accidentes/emergencias.
- Riesgos y peligros claramente identificados y señalizados.
- Proveer información y señales de advertencia sobre sustancias peligrosas y equiparse con extinguidores contra incendios
- Botiquines de primeros auxilios conteniendo: agua oxigenada, gasas estériles, desinfectante.

4.2 Registros y trazabilidad

La trazabilidad hace más fácil el retiro de los alimentos y posibilita que los clientes accedan a información específica y correcta acerca de los productos implicados, por lo que es importante establecer un sistema de documentación de implementación de trazabilidad.



¿Por qué aplicar sistemas de trazabilidad?

- Para garantía del consumidor
 - Como respuesta a las expectativas de los distribuidores (inocuidad y calidad específica)
 - Individualizar responsabilidades
 - Permitir el retiro de productos con problemas
 - Determinar la causa del problema y en caso de crisis reduce considerablemente los daños en la imagen comercial de la marca.
 - Controlar la propia logística interna (control de stocks)
- Actuar de forma más eficaz en la gestión de alertas sanitarias, intoxicaciones, etc, reduciendo las alarmas en la población

4.2.1 Gestión de la trazabilidad

1- Identificación: es esencial fijar señales o marcas de identificación y mantenerlas durante todo el proceso.

2- Registro: se debe disponer de un sistema que permita generar, gestionar y registrar la información de trazabilidad necesaria en cada momento.

3- Transmisión: la información de trazabilidad necesaria (nº de lote, fecha de elaboración...) debe ser transmitida al siguiente eslabón de la cadena.



Foto 2.1. Identificación del lote.

4.2.2 Mantenimiento de registros

- Registro de aplicaciones
- Registro de mantenimiento y calibración de equipos
- Registro de análisis (suelo, agua, productos, etc.)
- Registro de labores realizadas
- Registro de órdenes de trabajo
- Registro del historial de lotes / parcelas
- Registro de análisis de riesgo
- Registro de stock de agroquímicos



Foto 2.2. Pictogramas





capítulo 3

*Aspectos fisiológicos
del cultivo de tomate*





1 Origen y distribución

Planta de origen americano, probablemente de la zona Perú-Ecuador, desde la que se extendió a América Central y Meridional. En principio se cree que fue utilizado como planta ornamental; su introducción en Europa se realizó en el siglo XVI y se sabe que a mediados del siglo XVIII era cultivado con fines alimenticios, principalmente en Italia.

Su alto contenido en vitaminas hace del fruto del tomate una hortaliza fundamental y de gran uso en la alimentación mundial actual. Se consume, tanto en fresco como industrializado.



2 Clasificación taxonómica

Pertenece a la familia *Solanaceae* y su nombre científico es el de *Lycopersicon esculentum*. Actualmente se lo considera como *Solanum lycopersicum*.

Existen especies muy próximas al tomate que tiene gran interés para su mejora genética, como *Lycopersicon pimpinellifolium*, *L. peruvianum*, *L. hirsutum*, *L. cheesmanii*, *L. pennellii* por poseer genes de resistencias a enfermedades y plagas como a factores abióticos como al estrés hídrico o sequía.



3 Valor nutricional y medicinal

En la siguiente tabla se muestran los valores nutricionales del tomate:

► Tabla 3.1. Valor Nutricional del Tomate por cada 100 g.

Nutriente	Contenido
Agua	93,5%
Calorías	20
Colesterol	0
Proteínas	1g
Grasas	0,2g
Carbohidratos	4,3 g
Fibras	0,47 g
VITAMINA A	820 IU
VITAMINA C	21 mg
Tiamina	0,05 mg
Riboflavina	0,04 mg
Niacina	0,6 mg
Calcio	12 mg
Fósforo	25 mg
Hierro	0,5 mg
Sodio	3 mg
Potasio	222 mg
Acido Fólico	39 mg
VITAMINA E	0,9 mg
Licopeno	3,1 mg



4 Morfología

Es una planta cultivada como anual, pero cuya duración vegetativa en condiciones climáticas favorables puede prolongarse varios años.

Posee un sistema radicular amplio, constituido por una raíz principal que puede alcanzar hasta 80–100 cm de profundidad, provista de una gran cantidad de ramificaciones secundarias y

acompañado por un gran número de raíces adventicias surgidas desde la base de los tallos.

El tallo es anguloso, recubierto en toda su longitud de pelos perfectamente visibles, muchos de los cuales al ser de naturaleza glandular, le confiere a la planta un olor característico. En un principio el porte de la planta es erguido, hasta que llega un momento en que por simples razones de peso, rastrea sobre el suelo. El desarrollo del tallo es variable en función de distintos cultivares, existiendo dos tipos fundamentales de crecimiento:

- **cultivares de crecimiento determinado o definido:** el crecimiento del tallo principal, una vez que ha producido lateralmente varios pisos de inflorescencia en donde la primera aparece luego de 7-12 hojas, (normalmente entre cada 1 ó 2 hojas), detiene su crecimiento como consecuencia de la formación de una inflorescencia Terminal.

- **cultivares de crecimiento indeterminado o indefinido:** tienen la particularidad de poseer siempre en su ápice un meristema de crecimiento que produce un alargamiento continuado del tallo principal, originando inflorescencias solamente en su posición lateral también diferenciando la primera entre 7-12 hojas y luego, normalmente aparece una inflorescencia cada tres hojas en forma indefinida.



Las hojas se disponen sobre los tallos alternadamente y son compuestas e imparipinnadas, constituidas generalmente por 7-9 folíolos lobulados o dentados, pudiendo aparecer en el

raquis de la hoja pequeños foliolillos. De la misma manera que el tallo, están recubiertas de pelos glandulares que le confieren el olor característico a la planta de tomate.

La floración del tomate se produce en forma de racimos simples o ramificados, siendo normal que en cada inflorescencia pueda haber entre 3 y 10 flores. Las flores son hermafroditas, regulares y péndulas, de polinización autógama.

El fruto del tomate es una baya, de forma redonda, más o menos globosa o piriforme, de color generalmente rojo en la maduración, aunque algunas variedades pueden presentar otras coloraciones, como amarillo, etc. El diámetro de los frutos puede variar de 1 a 15 cm. La superficie de la baya puede ser lisa o acostillada. En el interior del fruto se delimitan claramente los lóculos carpelares, que pueden variar de 2 a más de 10 y la placenta.

Actualmente se disponen de híbridos cuyos frutos maduros poseen una conservación prolongada en estado firme. Esto permite clasificar los híbridos en dos tipos: en larga vida o firmes estructurales.

Los larga vida regulan genéticamente la enzima poligalacturonasa, responsable de la maduración (dado por dos genes rin y nor); y los firmes estructurales poseen frutos con 3 a 4 lóculos y con un buen espesor de mesocarpio y alto contenido de sólidos.

Las semillas son de color ocre, de pequeño tamaño, discoidal y recubiertas de vellosidades. En 1 g de semillas puede haber hasta 350 semillas.



5 Ciclo de vida del cultivo de tomate y la influencia de diferentes factores

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

5.1 Estado de plántula (desde la siembra hasta el transplante)

5.1.1 Germinación

Las semillas de tomate para germinar requieren tres factores ambientales fundamentales: 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, aunque existen genotipos adaptados a tal fin. Las semillas que se utilizan para realizar los cultivos, de las variedades o híbridos comerciales no presentan dormición, aunque a baja temperatura presentan el problema debido a 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), siendo la temperatura óptima de 28 C. Dependiendo de las condiciones de temperatura, es conveniente sembrar semillas pregerminadas o embebidas para acelerar la emergencia en condiciones de temperaturas bajas. La emergencia es uniforme y rápida 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 5 a 10 días de imbibición (Nuez, 1995; Argerich y Bradford, 1989).

5.1.2 Producción de plantines

Luego de la siembra, la semilla absorbe gran cantidad de agua, pero el peso de la materia seca solo aumenta luego de 8-9 días. Esto es debido a que solamente luego de la emergencia se produce el proceso de enverdecimiento, en el cual se desarrollan los cloroplastos y con ello la plántula se transforma en autótrofa. Este proceso es regulado por el fitocromo, el cual es

inducido por la presencia de luz (especialmente de 660 nm). Cuando los cotiledones están totalmente expandidos aparecen las hojas verdaderas, 2 o 3, las cuales ya estaban diferenciadas en el embrión. El tamaño de la semilla, tiene importancia tanto en el desarrollo de altura como en la acumulación de materia seca en los primeros estadios.

El crecimiento radicular se detiene cuando la densidad de raíces es de 20 mgr/cm³ de suelo. Durante el transplante generalmente se produce modificaciones traumáticas en el patrón de crecimiento, esta situación es más estresante cuando la planta es más grande y se debe recordar que la primer antesis floral se producirá aproximadamente a los 30 días (con temperaturas óptimas), por lo tanto 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 éstas 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. También 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 enfermedades. La posibilidad de emitir raíces adventicias, puede ser importante en las etapas finales del cultivo.

Los problemas de falla en el establecimiento de la planta pueden deberse a hongos o pérdida de los cotiledones al emerger (por rozamiento con el suelo), condiciones hídricas no adecuadas, bajas temperaturas (25 C es la temperatura óptima). En todos los casos las semillas senescentes aumentan estos problemas.

5.1.3 Trasplante

En esta etapa una vez que la planta se estableció, es de desear que presente equilibrada la relación entre el área foliar y su sistema radicular. Los factores ambientales más importantes que actúan sobre esta son: luz, temperatura y disponibilidad hídrica.

Tanto la poca luminosidad incidente, como el sombreado producido por la utilización de alta densidad de plantas, hace

que la luz roja lejana (730 nm) aumente en relación a la roja (660 nm), de esta manera el fitocromo inducirá a la planta a aumentar el crecimiento de los entrenudos, por lo tanto, la planta resultante será de mayor altura, tallos más finos y con menor sistema radicular. Para resolver este problema se recomienda aumentar el espaciamiento de las macetitas o realizar el trasplante antes. Un fenómeno similar suele ocurrir cuando la temperatura es elevada.

La falta de agua hace que la planta, aumente la proporción de raíces con respecto a la parte aérea. Esto posiblemente sea debido a la síntesis de ácido absísico (ABA) en el mesófilo foliar, lo que conduciría a la inhibición del crecimiento de la parte aérea y al aumento del crecimiento radicular. Se debe tener en cuenta que ABA es una sustancia que induce el cierre estomático, lo que conduce a una disminución del flujo de CO_2 y con ello cae la fotosíntesis, por lo tanto, las hojas maduras pierden esta capacidad de control estomático y producen el acartuchamiento para interceptar menos radiación y atenuar los efectos de estrés hídrico.

Cuando se decide el trasplante, deben tenerse en cuenta los objetivos de la producción y el tipo de cultivar utilizado. En principio, se podría decidir entre 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, aunque de esa forma el espaciamiento de las raíces es mejor desde el punto de vista de la competencia.

Si se comparan dos sistemas de riego, un sistema por aspersión y otro por goteo, utilizando agua con algún grado de salinidad, se observarán algunas ventajas y desventajas en ambos sistemas:

1.- El riego por aspersión deja algunas gotas con sales sobre el cultivo, lo cual genera, manchas necróticas cuando las sales se concentran en el borde de la hoja.

2.- En el riego por goteo las sales se concentran en la periferia del bulbo de riego, donde las raíces generalmente no están, en tanto los otros sistemas de riego concentran las sales en la superficie y en capas inferiores donde se produce una barrera para el crecimiento radicular.

3.- En el riego por goteo, las raíces disponen de mayor oxigenación, por permitir una difusión del oxígeno con menor resistencia, desde los laterales del lomo de cultivo.

Pero hay que tener en cuenta que estas ventajas asociadas al riego por goteo se pierden si los riegos son poco frecuentes y de períodos prolongados.

Con respecto a la densidad de plantas, un valor medio es de 3 pl/m².

El tamaño de fruto no se ve sensiblemente afectado por la densidad: cuando ésta se incrementa de 15 a 53.000 pl/ha⁻¹ es de sólo un 10 %. Si es dramática la reducción de frutos por planta (Argerich y otros, 2010).

Por otro lado, si el objetivo es obtener una cosecha prolongada en el tiempo, la densidad óptima es de alrededor de 2 pl/m² en cultivares indeterminados. Si bien, estas densidades pueden variar de acuerdo a la luminosidad incidente, que a su vez cambia según la latitud y época del año.

No es lo mismo, respecto 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 (IAF) sea alto. Es decir que en siembras tempranas, a rasgos generales, aumentaría la densidad porque los días se alargarán a medida que se desarrolle el cultivo. Mientras que en siembras tardías debería bajar la densidad dado que los días tenderán a acortarse.

5.2 Estado vegetativo (desde trasplante a floración –antes–)

5.2.1 Acumulación y partición de materia seca (MS)

El primer crecimiento de la planta privilegia la formación de un área foliar importante, con el objeto de realizar el proceso fotosintético, para responder a los requerimientos energéticos de la planta. Además continúa el desarrollo radicular para realizar la exploración del suelo con el fin de absorber agua y nutrientes. En el crecimiento vegetativo la planta no forma estructuras reproductivas. En el caso del tomate, este crecimiento se extiende hasta formar 7 y 12 hojas verdaderas (según los cultivares, la temperatura y el fotoperíodo). La velocidad de

aparición de estas hojas está relacionado con la temperatura. A mayor suma térmica menor cantidad de días son necesarios para el desarrollo de una hoja. Por ello es común en cultivares indeterminados que pase un lapso de aproximadamente 60 días desde la siembra hasta antesis floral, si las temperaturas a las que está expuesta la planta son óptimas (18 °C de noche y 25 °C durante el día).

Si las siembras se realizan 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 cuando se produce la antesis de la primer flor, que se da cuando se han acumulado alrededor de 600 unidades de calor, con temperatura de base 7 °C.

La planta de tomate se considera como una planta C3, desde el punto de vista del proceso fotosintético, debido que presenta fotorespiración. Se ha encontrado que la fotosíntesis no responde a la fertilización con CO_2 si la intensidad lumínica es baja, pero con intensidades luminosas altas como las que ocurren a partir de la primavera en el Centro Norte de Argentina, la fotosíntesis aumenta considerablemente. Con una concentración de CO_2 normal para la atmósfera (300 ppm), la intensidad de la fotosíntesis es de 10,8 Kg de CO_2 fijado por ha y por hora. Al aumentar la concentración de CO_2 a 1300 ppm la tasa fotosintética se triplicó. Además de un requerimiento en cuanto a niveles de radiación, la fertilización con CO_2 es efectiva cuando la temperatura es propicia para la realización de la fase secundaria de la fotosíntesis donde se realiza la reducción del CO_2 . No obstante debe considerarse que existen problemas de toxicidad cuando se eleva la concentración de CO_2 por encima de 1500 ppm (Nuez, 1995).

Lo que la planta produce por fotosíntesis luego es utilizado en los puntos de crecimiento a través de la respiración. La respiración puede ser dividida en dos: de crecimiento y de mantenimiento. La respiración de mantenimiento produce energía para mantener la organización estructural de los

tejidos y órganos. Los tejidos y órganos gastan más energía cuando están expuestos a temperaturas mayores o tienen más edad. Todos los órganos no tienen la misma tasa respiratoria de mantenimiento, en las hojas es sensiblemente superior a los frutos y tallos (entre 5 y 7 veces, respectivamente). Por lo que en la selección de nuevos materiales, la tendencia es que tengan menos hojas, con una baja tasa de senescencia y alta actividad fotosintética, de tal forma que la energía gastada en desarrollar y luego mantener esta estructura sea la mínima posible. La respiración de crecimiento, es la energía usada en la síntesis de nuevas sustancias y estructuras, y para el transporte de carbohidratos. Esta respiración también responde al aumento de temperatura y generalmente se sitúa en el 25 % de la fotosíntesis bruta (Teóricos del master).



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 hojas jóvenes.

Los factores ambientales que afectan la partición de asimilados son: luz, temperatura, estrés hídrico y el nitrógeno (Nuez, 1995).

La **temperatura** es el factor que más afecta la partición de asimilados. Los fotoasimilados se mueven por el floema vía flujo masal; este es producido por el gradiente de solutos que se produce entre los destinos y las fuentes. Cuanto más producen las fuentes (hojas) y más consumen los destinos (zonas de crecimiento) mayor es el gradiente y con ello mayor es el flujo de fotoasimilados por el floema. También es importante la distancia que existe entre la fuente y el destino, ya que a mayor distancia hay una mayor resistencia al flujo. También la

existencia de conexiones floemáticas directa favorece el transporte. Cuando la temperatura del aire es alta la planta responde alargando sus entrenudos, lo que hace aumentar la cantidad de fotoasimilados utilizados para el crecimiento del tallo en perjuicio de otros destinos como la raíz. El mayor crecimiento del tallo se logra con temperaturas del aire de 30 o 35 C durante el día y 20 C de noche, siempre que la temperatura del suelo no sobrepase los 20 C. Por otra parte, si se calefacciona el suelo, se logra aumentar la actividad de las raíces y con ello la partición de asimilados hacia ellas. Es decir que entre los destinos, aquel que se encuentre en mejores condiciones para la actividad metabólica atraerá para sí, mayor cantidad de asimilados. Por ejemplo, si utilizamos "mulching" de plástico transparente, se aumentará la temperatura del suelo en relación a la parte aérea, de esta forma el crecimiento radicular aumentará por disponer de más asimilados.

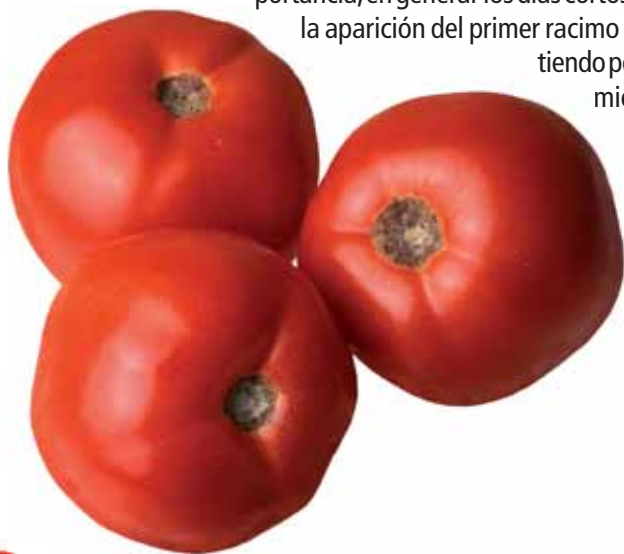
La luz afecta el transporte por dos motivos: por su calidad y por su cantidad. La calidad se refiere a la proporción de luz de 660 nm y 730 nm que incide preferentemente sobre algunos destinos. Cuando las plantas están sembradas a mayor densidad, hay una mayor proporción de luz 730 nm en los estratos inferiores y con ello la actividad del destino tallo se incrementa inducido por el fotocromo, de esta manera el largo de los entrenudos aumenta y la planta toma mayor altura.

La cantidad de luz es afectada por la intensidad y la duración. Si bien la duración en otras especies afecta a procesos fotomorfogénicos como la inducción floral, en el caso del tomate esto es despreciable si bien algunos autores le dan cierta importancia, en general los días cortos provocan la aparición del primer racimo floral emitiendo pocas hojas, mientras que

fotoperíodos largos causan la aparición de la inflorescencia más arriba. Asimismo con 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. Respecto a la intensidad, se observa una influencia en la relación parte aérea - raíces, aumentando al disminuir la intensidad lumínica, también el área foliar específica muestra el mismo efecto. La intensidad y duración de la luz actúan sobre la fotosíntesis (actividad de la fuente), a mayor actividad mayores la cantidad de fotoasimilados para repartir. Aunque si la demanda es restringida, por ejemplo por caída de flores, el transporte de asimilados disminuye y en este caso el crecimiento de la planta está limitado por la actividad de los destinos.

La planta sufre condiciones de **estrés hídrico**, cuando el potencial agua foliar baja de valores -9 bares, desencadenándose la síntesis de ABA; esta hormona detiene el crecimiento del ápice terminal y las yemas laterales, con lo cual hay mayor disponibilidad de fotoasimilados para el crecimiento radicular o el establecimiento de flores. En algunos casos luego del transplante, una vez que la planta reanuda su crecimiento, se suele dejar de regar por un tiempo. Esta técnica es útil solo durante la etapa vegetativa; luego, en la etapa reproductiva, el crecimiento radicular cesa y no hay posibilidades de aplicarla convenientemente.

El **nitrógeno** es un elemento que favorece el desarrollo de la masa foliar, esto trae como consecuencia, un buen nivel de área foliar y con ello se produce una buena captación de la luz existiendo una excelente tasa fotosintética. Si los niveles de N son altos se puede llegar a producir un desbalance entre el área foliar y la radicular. Si esto ocurre, la mayor área foliar provoca un incremento de la transpiración que no es correspondido con un aumento en la absorción de agua, por lo tanto la planta puede entrar en estrés hídrico aunque tenga buena disponibilidad de agua y puede aparecer podredumbre apical de frutos.



5.2.2 Técnicas culturales que se realizan en esta etapa.

Al momento de producirse la antesis de la primer flor, la partición de asimilados hacia las raíces disminuye (sólo 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 %).

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, tallo, raíces y racimo que está diferenciándose. En el tomate se pueden practicar varios tipos de podas, pero la más común es la 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. La eliminación de los brotes debe realizarse lo más temprano posible, porque además de provocar una herida pequeña, lo que es deseable desde el punto de vista sanitario, un brote extraído con gran tamaño significa una pérdida de energía que va en detrimento de la producción. En esta etapa de cultivo un síntoma del buen nivel de N disponible para la planta es la coloración verde intenso de las hojas, buen tamaño foliar y tallos gruesos. Cuando el nivel es supraóptimo se puede ver que las hojas superiores se curvan hacia abajo (Zembo, 1997).

Una densidad adecuada, estaría ubicada entre 2 y 4 pl/m². Hay que considerar que en los estadios iniciales esta densidad no permite una máxima captación de la luz y en estadios mayores cuando el IAF llega hasta 5 se puede observar un gran sombreado. Una forma de disminuir este es aumentar el largo de los entrenudos. Para tener menos sombreado la distancia del entrenudo debe ser igual al doble del ancho foliar. Si bien, al aumentar la densidad el largo del entrenudo aumenta naturalmente, se podría aumentar más aún con la utilización de mulching que enriquezca con luz de 730 nm el ambiente, lo cual probablemente ocurra con el uso de mulch de color naranja.

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, utilizando cultivares determinados de fruto grande y muy vigorosos. Una de las desventajas de incrementar el número de tallos/m² es que se disminuye notablemente el tamaño de frutos y se pierde precocidad.

También se puede aumentar la luz fotosintéticamente activa, al utilizar materiales plásticos que realizan fluorescencia con la luz verde y la transforman en rojo. El proceso fotosintético utiliza preferentemente la luz azul y roja. Asimismo, los materiales plásticos de tipo LDT desplazan el espectro lumínico hacia el rojo, aumentando la relación luz roja/azul tres veces, y disminuyendo la radiación incidente a un 60 %, todo lo cual explica por que los cultivos bajo invernáculo tienen una tendencia a ser más altos. Cuando la longitud de entrenudos es excesiva y amenaza a convertirse en un problema para el manejo del cultivo, existe la posibilidad de utilizar retardadores de crecimiento del tipo de las antigiberelinas (CCC) para frenar este efecto no deseado del sombreado.

5.3 Estado reproductivo (desde floración hasta fin de cosecha)

5.3.1 Floración

5.3.1.1 Efecto de temperatura y fotoperíodo

El cambio de crecimiento vegetativo a reproductivo, se caracteriza por la aparición de órganos florales. Una vez formadas las primeras hojas (7 a 12), el ápice vegetativo cambia a reproductivo y se forma el primer racimo floral. El crecimiento vegetativo de la yema ubicada en la axila de la última hoja continúa. 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 diferenció de una yema lateral. 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.

En los cultivares indeterminados la yema que continúa el crecimiento vegetativo diferencia entre 2 y 4 hojas más y luego nuevamente aparece una inflorescencia y de la axila de la última hoja se continúa nuevamente el crecimiento vegetativo.

La tasa de iniciación foliar se incrementa con el aumento de temperatura e intensidad de luz. El tamaño del ápice vegetativo aumenta durante la formación de las hojas y el ápice finalmente se transforma en generativo. 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 produce la floración (Nuez, 1995).

Lo expuesto parecería correlacionar el inicio de la floración con una cantidad de fotoasimilados disponibles. Esto quizás podría explicar, porque algunas situaciones estresantes demoran la floración; por ejemplo: plantas que sufrieron deficiencia de nutrientes o agua en las macetas antes del transplante. También la aplicación de hormonas de crecimiento actúan 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 del día como las de la noche disminuyen la cantidad de días necesarios para llegar a la antesis floral; igualmente se comportan como en los días largos.

En tomate, 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 cantidad de flores por racimo se determina en el momento de diferenciación de la inflorescencia. Por ejemplo la primer inflorescencia se diferencia, cuando se observan los cotiledones totalmente expandidos y la primer hoja verdadera en expansión.

La temperatura media diaria y la intensidad de luz influyen sobre la cantidad de flores de la inflorescencia, a menores temperaturas mayor número de flores 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, lo cual es posible si se utiliza el sistema de siembra y repique. En condiciones de cultivo se puede observar que las inflorescencias diferenciadas en invierno tienen más flores que las diferenciadas en verano.

El efecto de la temperatura 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 permite 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.



5.3.1.2 Establecimiento del fruto y uso de hormonas

Una vez que se realiza la antesis floral la flor se mantiene abierta durante aproximadamente 7 días, luego se reduce la síntesis de auxinas naturales en la flor y de no mediar la fertilización y fecundación, se desencadena la abscisión floral por el gradiente auxínico entre la flor y el pedúnculo floral. De producirse la fecundación, el ovario en crecimiento y la semilla producen las auxinas necesarias para prevenir la caída de la flor.

Varios son los factores que estimulan la caída de flores: 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 se produce polen y con ello no se produce la fecundación y luego de 7 días desde la antesis floral disminuye la síntesis de auxinas y la flor se cae. Temperaturas superiores a 35 C esterilizan el polen y también la flor cae.

La falta de viento, común en los invernaderos, no permite una buena polinización y en consecuencia hay menor fecundación y menor cuajado de frutos.

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 pierden esta competencia y caen. 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 tiene influencia en el establecimiento de flores, los racimos superiores forman menos frutos que los inferiores, ya que el porcentaje de aborto es mayor.

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, la solución puede ser hacer vibrar a la planta manualmente o con vibradores, liberar *Bombus* sp. o aplicar viento artificial.

Pero si el agente causal es la baja temperatura, la solución ideal es la aplicación de auxinas. 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. Cuando se realizaron los primeros trabajos con la aplicación de auxinas en 1978 en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Esperanza, la dosis óptima era de 30 ppm de BNOA, dosis superiores presentaban deformaciones leves (la parte apical del fruto terminaba en punta) y si la dosis era mayor o las temperaturas descendían hasta cerca de 0 C las deformaciones eran graves (separación de los carpelos). En 1978 se trabajaba con variedades (marmande y platense), hoy en día casi todos los híbridos han sido seleccionados para soportar aplicacio-

nes de auxinas. También suele aplicarse ácido giberélico, si bien logra un muy buen cuajado de frutos, si este es excesivo los frutos son de pequeño tamaño. 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 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 (Nuez, 1995).

La razón por la cual la aplicación de hormonas debe ser semanal, esta 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. La forma en que se aplica la hormona puede ser mediante el empleo de minipulverizadores o bien por inmersión del racimo. En este último caso normalmente se hace una sola aplicación combinada con el raleo de flores (descolado). La aplicación mediante pulverizadores debe ser dirigida al racimo, ya que las auxinas tienen algunos efectos indeseables cuando son aplicadas al follaje (a altas concentraciones son usadas como herbicidas).

Los problemas de estrés hídrico no son considerados para el caso de cultivos bajo invernaderos y el caso de baja luminosidad puede ser mejorado con diferentes diseños de invernaderos, con su orientación y la utilización de plásticos adecuados.

5.3.2 Fructificación

5.3.2.1 Crecimiento del fruto y partición de asimilados

En general 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 los mismos.

El tamaño potencial de un fruto está definido 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, la misma termina solo 3 días después de antesis, por lo que tienen menor número de células que un fruto normal, lo cual explica su menor tamaño.

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 dada por un mayor contenido de auxinas y mayor número de células. Sin embargo si artificialmente se consigue que todos los frutos cuajen 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 del cultivo de tomate es de alrededor del 60 %, y en algunos momentos del periodo de fructificación, el 80 % de los asimilados es particionado hacia las flores y frutos en crecimiento. Durante este periodo la competencia entre los órganos vegetativos y reproductivos es ganada por estos últimos.

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 del 11 racimo floral. Esto es 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 cual indica que el crecimiento de la planta no está limitado por la fuente sino por los destinos. Durante el día, es común que en estos invernáculos 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.

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 cuajado de frutos, y la falta de actividad suele ser de mayor complejidad. En determinadas condiciones, especialmente cuando falla el cuajado de frutos, el tallo puede ser utilizado para almacenar los asimilados excedentes para luego ser removilizados cuando la demanda aumente. 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 de las últimas flores del racimo. El establecimiento de flores en el racimo floral, presenta un orden secuencial y puede durar varios días. La primer flor que se establece, normalmente inicia

su crecimiento y se transforma en un destino fuerte que domina sobre los frutos que se 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 a la actividad fotosintética.

5.3.2.2 Tamaño y calidad

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 sólo cuando la mayoría de los frutos del racimo por encima de las hojas han alcanzado el tamaño comercial. Esto es así porque cada racimo es suplido por asimilados desde las hojas inferiores al mismo, por lo que si se cortan hojas fotosintéticamente activas antes de que los frutos alcancen su total crecimiento se estará provocando un perjuicio. Sí es importante eliminar hojas senescentes por el peligro sanitario que representan, aún cuando las hojas que han comenzado este proceso estén traslocando.

Otra técnica corriente es la eliminación del brote terminal o capado, que tiene la misma finalidad que el desbrote, es decir eliminar puntos de crecimiento vegetativo. El efecto de esta técnica es muy notorio y básicamente se logra aumentar la tasa de crecimiento de los frutos formados en los racimos 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, dependiendo de varios factores entre ellos el cultivar utilizado. Como efecto indeseable, el capado acelera la senescencia del cultivo y también puede causar falla en el establecimiento del último racimo.

Con referencia al tamaño del fruto, en algunos casos y para cultivares determinados se recomienda regular el número de frutos por racimo a través del raleo de flores, frutos pequeños

o bien el raleo total de algunos racimos. Algunas experiencias indicarían que en ningún caso es beneficiosa la eliminación de frutos aunque sean recién cuajados, porque no se consiguió mejorar el tamaño de los restantes. Sin embargo 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 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 post-cosecha del mismo. Estas cualidades son intrínsecas del cultivar utilizado y en los materiales de tipo larga vida genético tienen un buen comportamiento en este sentido. Aquellos que son portadores de los genes *Nr* o *Rin* que inhiben la síntesis de las poligalacturonas, 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 potásica.

La utilización de una alta concentración salina en el agua de riego mejora notablemente la firmeza del fruto al bajar el contenido de agua, o 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 es de 2-3 mS.

Si bien el aumento de conductividad trae aparejada una mejora en la firmeza, puede ser desventajoso al provocar una mayor incidencia de podredumbre apical.

La podredumbre apical es una enfermedad fisiogénica originada por deficiencia de calcio localizada en el extremo distal del fruto, que puede deberse a múltiples factores: falta



de Ca en el suelo (paradójicamente suele ser la causa menos frecuente), 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 (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 a que los frutos transpiran poco, 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 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.

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 parenquima del fruto ocasionadas por un exceso en el contenido de Ca en asociación con un genotipo predisponente.

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 del mismo, uno originado en condiciones de alta humedad dentro del invernadero, 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. Las otras dos formas son debidas a problemas hídricos dentro

de la planta y consisten en rajaduras radiales o concéntricas (según el genotipo) originadas por un aumento en el contenido de agua de los frutos que no se corresponde con un crecimiento en la epidermis del fruto. 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.

La temperatura y la luz son los factores más importantes en la maduración del fruto, en especial, las sumas de temperatura que recibe el mismo. 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 clorofilicos 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 lo que provoca el mismo efecto pero más lentamente.



capítulo 4

*Manejo del cultivo
para cualquier sistema
de producción de tomate*



En el cultivo intensivo de tomate, debido al costo de las semillas híbridas, es conveniente el empleo de plantas provenientes de plantineras industriales (Fotos 4.1 y 4.2).

Los plantines se obtienen a partir de la siembra directa sobre turba enriquecida con nutrientes, contenida en bandejas alveolares (1 semilla por alveolo), de poliestireno expandido. Las celdas de las bandejas tienen forma tronco-cónico o tronco-piramidal de 6,00 a 7,00 cm de profundidad y diámetro superior entre 2,5 a 4 cm e inferior 1,00 a 1,20 cm. Hay bandejas de distintos tamaños de alveolos y se las comercializa por número de celdas por bandeja.

Consideraciones a tener en cuenta al momento de comprar el plantín o cepellón (planta de 5-8 hojas expandidas con sustrato cultivadas en bandejas).

El productor al momento de contratar los servicios de plantineras debe considerar los siguientes aspectos:

- Tipo de equipamiento, sembradoras de precisión, cámaras de germinación, invernaderos calefaccionados, sombráculos, etc; con personal especializado.
- Porcentaje de germinación de la semilla, se debe determinar este análisis para lograr la cantidad de plantas necesarias a ser entregadas. Este aspecto es importante que sea determinado con antelación a la siembra si el productor entrega la semilla, la plantinera o vivero debe conocer el vigor y poder germinativo de sus lotes.
- El tiempo necesario entre la fecha de siembra y la fecha de entrega de las plantas es de 30 a 45 días dependiendo de la época del año.

Al momento de retirar las plantas o recibirlas en su propiedad se deben considerar los siguientes aspectos:

- El plantín es susceptible de sufrir desecación. El transporte de las plantas desde la plantinera a la propiedad debe realizarse con la adecuada protección para evitar la deshidratación.
- La calidad de la planta debe ser óptima: estará dada por su estado de hidratación, con una altura de 8 cm desde el cuello, con tres hojas verdaderas expandidas, de despegue fácil de la celda de la bandeja con un sistema radicular entero y el



Foto 4.1. Sector para plantines protegido con tela media sombra.



Foto 4.2. Sector para plantines ubicado bajo un galpón.

sustrato perfectamente adherido al mismo. El plantín debe ser libre de plagas y enfermedades.

Los plantines deben plantarse lo antes posible de su recepción (Foto 4.3) mientras tanto, por su alto costo, deben ubicarse en lugares protegidos de altas y bajas temperaturas, vientos, granizo, animales domésticos e insectos vectores de virus y con la cercanía a una fuente de agua para hidratarlas periódicamente.

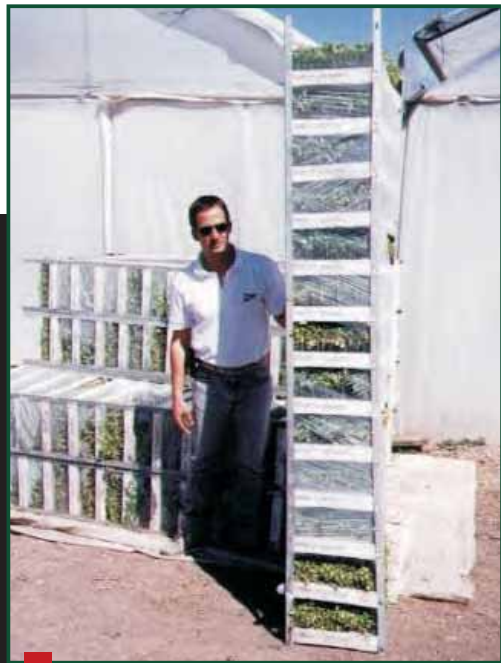


Foto 4.3. Forma correcta de embalar las bandejas de plantines para evitar a la deshidratación.



Foto 4.4. Muestreo de suelo con barreno.



1 Preparación del suelo a implantar el cultivo

1.1 Muestreo para análisis de suelo

Para saber en que condiciones de fertilidad y salinidad se encuentra un terreno hay que realizar un diagnóstico del mismo, con suficiente antelación a la fecha de implantación (cinco a seis meses antes).

1.1.1 Extracción de la muestra

En primer lugar se debe recorrer el terreno a cultivar y comprobar si es homogéneo o si se aprecian diferencias. Después, se hace un esquema delimitando los sectores homogéneos a muestrear. No conviene que la superficie del terreno a muestrear sea superior a 2 ha.

Las muestras deben ser representativas de cada sector a evaluar (Foto 4.4). Una muestra representativa es aquella que proporciona datos fidedignos de las condiciones del sector. Para ello la misma debe estar compuesta por la suma de submuestras extraídas de una misma capa de suelo, en distintos lugares del terreno a analizar.

Las variaciones del suelo y el diferente crecimiento en profundidad de la raíz del tomate hace necesario el conocimiento de las propiedades del mismo en las capas que van de los 0 a 30 cm y de los 30 a 60 cm de profundidad eliminando los 2 a 3 primeros centímetros.

Para obtener la muestra representativa del área homogénea se necesitan como mínimo 5 puntos distanciados uno de otro en forma de zigzag. En cada punto se saca una submuestra de cada capa.

Una vez obtenidas las submuestras de cada capa de suelo, se procede a mezclar todas las submuestras y embolsar por separado obteniendo una muestra compuesta del cuadro. Si hubiera más de 2 kg de tierra, se mezcla bien dentro de cada recipiente y se embolsa la cantidad necesaria. Generalmente se requieren 500 g.

La muestra debe ir con dos etiquetas, una dentro de la bolsa y otra atada por fuera, ambas escritas con lápiz para evitar el corrimiento de tinta. La etiqueta debe indicar: Nombre propie-

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

tario, Localidad de la propiedad, Número o nombre del cuartel y sector, Profundidad de la muestra y fecha de extracción.

Elementos para realizar el muestreo

- pala barreno o de puntear
- balde o recipiente por cada capa a muestrear
- un trozo de polietileno resistente de 1 m x 1 m para realizar la mezcla de tierra
- una bolsa plástica para 1 kg de tierra
- etiqueta y lápiz para escribir

Al enviarlas al laboratorio se hará constar en la etiqueta identificatoria:

- Nombre propietario
- Localidad de la propiedad
- Nombre o número del cuartel
- Fecha de extracción

1.1.2 Interpretación de los análisis de suelo

La interpretación de los resultados de un análisis de suelo es la herramienta que permite la elaboración de un programa de fertilización ajustado a las características nutricionales de ese suelo (Tablas 4.1, 4.2 y 4.3) y los requerimientos de los cultivos.

►► Tabla 4.1. Interpretación de los análisis de suelo para macronutrientes (valores en ppm) en la zona de Cuyo.

	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno Total	≤ 500	501-750	≥ 750
Fósforo (Arizona CO ₂ 1:10)	≤ 4	4,1-8	≥ 8,1
Potasio intercambiable	≤ 85	85,1-150	≥ 151

►► Tabla 4.2. Interpretación de los análisis de suelo para macronutrientes en la zona del NOA.

	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno Total (en %)	≤ 0,12	0,121-0,20	≥ 0,20
Fósforo (Bray Kurtz) en ppm	≤ 12	12-20	≥ 20
Potasio intercambiable (meq. 100 g ⁻¹)	≤ 0,2	0,21-0,5	≥ 0,5

►► Tabla 4.3. Interpretación de los análisis de suelo para macronutrientes en la zona de La Plata.

	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno Total (%)	0,100-0,150	0,150-0,200	0,200-0,250
Fósforo (Bray Kurtz) en ppm	0-20	21-30	31-50
Potasio intercambiable (ppm)	0-150	150-190	190-250

Fuente: Cadahia López, 1998; Junta de Extremadura, 1992; SCPA, 1988.

1.1.3 Muestreo para análisis foliar

El análisis foliar es un complemento del análisis de suelo que permite hacer: un seguimiento de los planes de fertilización del cultivo y determinar carencias y toxicidades a los fines de ajustar el plan de fertilización durante el ciclo del cultivo.

A continuación se observarán las tablas del rango adecuado de macro y micronutrientes en el análisis foliar (Tabla 4.4) y la concentración en savia de pecíolo fresco de los nutrientes nitrógeno y potasio en ppm (Tabla 4.5)

► Tabla 4.4. Rango adecuado de macro y micro nutrientes en análisis foliar.

Estado Fenológico	N	P	K	Ca
5º Hoja	3 a 5	0,3 a 0,6	3 a 5	1 a 2
1º Flor	2,8 a 4	0,2 a 0,4	2,5 a 4	1 a 2
Inicio de Cuaje	2,5 a 4	0,2 a 0,4	2 a 4	1 a 2
1º fruto Maduro	2,5 a 3,5	0,2 a 0,4	2 a 4	1 a 2

Estado Fenológico	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B
5º Hoja	0,3 a 0,5	0,3 a 0,8	40 a 100	30 a 100	25 a 40	20 a 40
1º Flor	0,3 a 0,5	0,3 a 0,8	40 a 100	30 a 100	25 a 40	20 a 40
Inicio de Cuaje	0,25 a 0,5	0,3 a 0,6	40 a 100	30 a 100	20 a 40	20 a 40
1º fruto Maduro	0,25 a 0,5	0,3 a 0,6	40 a 100	30 a 100	20 a 40	20 a 40

Fuente: Hevelink, E. 2005.

► Tabla 4.5. Concentración en savia de pecíolo fresco de los nutrientes nitrógeno y potasio (en ppm).

	NO ₃ N	K
1º Brote	1000 a 2000	3500 a 4000
1º Flor Abierta	600 a 800	3500 a 4000
Fruto de 25 mm de diámetro	400 a 600	3000 a 3500
Fruto de 50 mm de diámetro	400 a 600	3000 a 3500
1º Pasada de cosecha	300 a 400	2500 a 3000
2º Pasada de cosecha	200 a 400	2000 a 2500

Fuente: Hevelink, E. 2005.

1.1.4 Cómo tomar la muestra

Dentro de una parcela homogénea (características de suelo y riego, variedad cultivada y estado fenológico del cultivo), se muestrearán, si es para diagnosticar carencias o toxicidades, sobre las plantas afectadas. Si lo que queremos es conocer el estado nutricional del cultivo, se muestrearán aquellas plantas que representan el estado medio de éste.

La hoja a muestrear de cada planta es la cuarta contando desde el ápice hacia abajo. Se debe extraer la hoja completa (pecíolo y folíolos). El número de hojas será aproximadamente de unas 20 por muestra.



2 Fertilización

Una planta bien nutrida está mejor preparada para afrontar plagas y enfermedades, por lo tanto, un buen manejo de la fertilización del cultivo va a repercutir en un mejor Manejo Integrado del cultivo.

En el cultivo de tomate la fertilización es variable de acuerdo a la fertilidad del suelo, tipo de riego y la demanda del cultivo.

Es necesario disponer con anticipación de análisis químico del suelo para determinar las disponibilidades y deficiencias de nutrientes.

No serán admitidos los fertilizantes que contengan sustancias tóxicas que contaminen el suelo, especialmente los metales pesados.

Para mantener la fertilidad y la estructura del suelo se debe incorporar materia orgánica. Estos aportes de materia orgánica pueden ser con la incorporación de abonos verdes, ya sean invernales (cebada, centeno, avena) o estivales (sorgo, mijo, con o sin leguminosas), o estiércoles de aves, vacuno, caprino o cerdo previamente lavados y compostados, a razón de 10 a 15 t. ha⁻¹ un mes antes del transplante en cultivos a campo (Foto 4.5) y entre 3 y 4 kilos por m² en invernadero.

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

En el caso que haya valores excesivos de nitrógeno, como atenuante hay que considerar que en invernadero, luego del transplante se corta el riego en los ciclos invierno-primaverales con lo cual hay un aumento de la salinidad y por ello, aunque haya nitrógeno disponible, la planta no lo toma en cantidades excesivas. Igualmente, es preferible que la concentración de nitrógeno no sea excesiva. Estos abonos son, generalmente, de origen animal, con el agregado de material vegetal como cáscaras o virutas.

Los abonos más utilizados están relacionados con la disponibilidad que se tiene de cada uno de ellos en cada región. Los materiales agregados provienen de la industria avícola, ya sea de cama de pollo o gallina. Esporádicamente se puede usar guano vacuno o equino (Tabla 4.6)

La cama de pollo es la más ampliamente usada y puede estar acompañada, además del residuo animal, por cáscara de arroz o de girasol. Es preferible la de arroz, pues en la de girasol existe la posibilidad de que esté contaminada con *Sclerotinia*.

También es de uso frecuente el estiércol de gallina puro, sin el agregado de materiales vegetales. El mayor inconveniente de este producto es su alto nivel salino (Tabla 4.7).

En general el estiércol equino proveniente de los establecimientos de cría o albergue de caballos de carrera tiene la ventaja de estar mezclado con paja de cereales o virutas.



Foto 4.5. Aplicación de enmiendas orgánicas a campo.

►► Tabla 4.6. Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (como porcentaje de la materia seca).

Nutriente	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
Materia orgánica (%)	48,9	45,3	52,8	63,9	54,1
Nitrógeno total (%)	1,27	1,36	1,55	1,94	2,38
Fósforo asimilable (P_2O_5 , %)	0,81	1,98	2,92	1,82	3,86
Potasio (K_2O , %)	0,84	0,66	0,74	0,95	1,39
Calcio (CaO , %)	2,03	2,72	3,2	2,36	3,63
Magnesio (MgO , %)	0,51	0,65	0,57	0,45	0,77

Fuente: Aso y Bustos, 1991.

►► Tabla 4.7. Salinidad y reacción del medio en estiércoles de diferentes animales domésticos.

Propiedad	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
pH	7,6	7,3	8,2	7,5	7,5
Conductividad Eléctrica	6,3	9,4	12,0	8,9	14,2

Fuente: Aso y Bustos, 1991.

2.1 Compostado de enmiendas orgánicas

En todos los casos es indispensable someter al guano a un proceso de compostado. Este debe hacerse con anticipación suficiente (al menos seis meses) antes de ser incorporado al suelo.

El compostado es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar. La fermentación es continuada por otras especies de bacterias, hongos y actinomicetes. Normalmente, se trata de evitar (en lo posible) la putrefacción de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes), aunque ciertos procesos industriales de compostaje usan la putrefacción por bacterias anaerobias. Esencialmente, para lograr el compostaje aeróbico se debe controlar la temperatura y la humedad, de manera que se desarrollen las bacterias más activas y se destruyan la mayoría de los patógenos y gérmenes. Para ello el material orgánico a compostar se dispone en una playa al aire libre en ancho y largo variable, sin que la altura supere el metro. Se necesita disponer de una fuente de agua cercana de manera que se pueda asperjar sobre la pila de materia orgánica.

Una pila de materia orgánica en compostaje debe tener una humedad entre el 40 y el 60 %. Ese grado de humedad es suficiente para que exista vida en la pila y las bacterias puedan realizar su función.

Las bacterias y otros microorganismos se clasifican en grupos en función de cuál es su temperatura ideal y cuánto calor generan en su metabolismo. Las bacterias mesofílicas requieren temperaturas moderadas, entre 20 y 40 °C y al descomponer la materia orgánica generan calor. En este sentido, la zona interna de la pila es la que más se calienta.

La temperatura ideal está alrededor de los 60 °C. Así la mayoría de patógenos y semillas indeseadas mueren a la par que se genera un ambiente ideal para las bacterias termofílicas, que son los agentes más rápidos de la descomposición. El centro de la pila debería estar caliente (tanto como para llegar a quemar al tocarlo con la mano). Si esto no sucede, puede estar pasando alguna de las siguientes cosas:

- Hay demasiada humedad en la pila por lo que se reduce la cantidad de oxígeno disponible para las bacterias.

- La pila está muy seca y las bacterias no disponen de la humedad necesaria para vivir y reproducirse.

- No hay suficientes proteínas (material rico en nitrógeno)

La solución suele pasar por la adición de material o el volteo de la pila para que se airee.

Dependiendo del ritmo de producción de compost deseado la pila puede ser volteada más veces para llevar a la zona interna el material de las capas externas y viceversa, a la vez que se airea la mezcla. La adición de agua puede hacerse en ese mismo momento, contribuyendo a mantener un nivel correcto de humedad. Un indicador de que ha llegado el momento del volteo es el descenso de la temperatura debido a que las bacterias del centro de la pila (las más activas) han consumido toda su fuente de alimentación. Llega un momento en que la temperatura deja de subir incluso inmediatamente después de que la pila haya sido removida. Eso indica que ya no es necesario voltearla más. Finalmente todo el material será homogéneo, de un color oscuro y sin ningún parecido con el producto inicial y sin olor desagradable, así el compost estará listo para ser usado.

Los programas de fertilización en cultivos realizados en suelo, se limitan principalmente al aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y en caso de deficiencias o inmovilizaciones se tiene en cuenta los otros elementos.

Las cantidades de nutrientes demandadas están en función del tipo de variedad (determinada o indeterminada), ciclo de cultivo, material genético, rendimientos a obtener, etc.

Según diversos autores las extracciones de nutrientes por el cultivo de tomate están en función de la producción de frutos cosechados. Los estudios de Castilla (1995) y de Cadahia López (1995), dan idea de las siguientes cantidades de extracción de nutrientes del suelo por tonelada de fruto:

- 2,1 y 3,8 kg Nitrógeno

- 0,3 y 0,7 kg Fósforo

- 4,4 y 7,0 kg Potasio

Independientemente de las cantidades totales de nutrientes que demande el cultivo es importante mantener una adecuada relación entre ellos de acuerdo al estado fenológico: de trasplante a floración 1 : 0,8 : 0,77 y en floración y cuaje 1 : 0,2 : 1,24 .

La distribución de los nutrientes depende del tipo de fertilizante (sólidos o líquidos), de la técnica de riego (superficial o goteo), de las condiciones de suelo, etc.

En manejos bajo riego superficial la fertilización fosfatada a base de fertilizantes sólidos se aplica al momento de armar el surco. Si se dispone de fertilizantes líquidos se lo aplica en los dos primeros riegos posteriores al trasplante.

La fertilización nitrogenada y potásica, en caso de usar fertilizantes granulados, se divide en dos o más aplicaciones, colocando la dosis inicial junto a la fertilización fosfatada y el resto a los 15-30 días de plantación. En caso de usar soluciones líquidas se aplica semanalmente hasta un mes antes del final de ciclo del cultivo.

En manejos bajo riego por goteo, los fertilizantes se aportan solubilizados en el agua de riego (fertirrigación). De acuerdo al estado fenológico del cultivo se programan las cantidades y las relaciones entre los nutrientes a aplicar. Se debe tener en cuenta que las cantidades de sales en el agua de riego no deben superar los 2 g/l, para evitar la obstrucción de los goteros. Es común combinar (por una cuestión de costos) la aplicación de fertilizantes granulados en la base de la cama previo a la plantación y los solubles en el riego por goteo en un porcentaje según el nutriente

2.2 Macro y micronutrientes esenciales y elementos beneficiosos

De todos los elementos químicos que se encuentran en la naturaleza las plantas requieren solo 16. Nueve de ellos se los considera macronutrientes, por la cantidad en que son demandados, y son: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre. Y los demandados en menor cantidad son los micronutrientes: Hierro, Molibdeno, Boro, Cobre, Manganeso, Zinc y Cloro.

2.2.1 Importancia de los macronutrientes en la producción de tomate

El **Carbono**, el **Oxígeno** y el **Hidrógeno** son los que representan entre el 90 a 95 % de la materia seca. El Carbono y el Oxígeno son obtenidos por las plantas del dióxido de carbono presente en la atmósfera, en el proceso de la fotosíntesis. Y el Hidrógeno la planta lo obtiene del agua absorbida.

Los otros 6 elementos: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre, constituyen aproximadamente el 5 – 7 % de la materia seca pero no dejan por ello de ser fundamentales para el vegetal.

El crecimiento de la planta puede reducirse notablemente cuando hay escasez de uno de ellos en el suelo, o porque resulten no asimilables o porque no mantengan un equilibrio con los otros elementos esenciales.

■ Nitrógeno (N)

Es el principal elemento nutritivo en la formación de los órganos vegetativos de la planta (Foto 4.6).

La falta de este elemento produce:

- menor desarrollo de la planta
- follaje verde pálido o amarillo (en hojas viejas)
- afinamiento del tallo y hojas jóvenes
- florecimiento tardío
- disminución en el peso de los frutos.

En su contenido foliar, la relación nitrógeno/potasio se debe mantener en ciclos primavera – verano, entre 1,1 y 1,2. Relaciones mayores a 1,2 indicaran un claro exceso de nitrógeno.

Asociado a altos niveles de nitrógeno puede aparecer:

-la coloración irregular de los frutos “blotchy ripening”, los cuales presentan una coloración amarilla-verdosa alrededor del cáliz.

-enrollamiento de las hojas superiores en forma de hélice.

El nitrógeno-amoniacoal puede causar toxicidad. Los primeros síntomas muestran hojas más pequeñas, de coloración oscura y con quemaduras en los bordes. A niveles mayores



Foto 4.6. Síntomas de deficiencia de Nitrógeno en plantas de tomate.

aparecen desecaciones en el medio de la lámina y la hoja presenta un endurecimiento. Mediante el análisis foliar se observa que está asociado a bajos niveles de potasio y calcio, debido al fuerte efecto depresivo del nitrógeno amoniacal.

En cultivos destinados a industria donde es conveniente la concentración de la maduración, la fertilización nitrogenada debe finalizar en el día 60 de la plantación.

■ Potasio (K)

Este elemento es necesario en el tomate para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, coloración y brillo de los frutos. Su carencia se



Foto 4.7. Síntomas de deficiencia de Potasio en plantas de tomate. (Epstein and Bloom 2004)



Foto 4.8. Síntomas de deficiencia de Fósforo en plantas de tomate. (Gentileza del Ing. Agr. Balcaza)

manifiesta inicialmente en las hojas más viejas, presentando una decoloración con posterior necrosis de los bordes del primer folíolo. Se mueve del borde hacia adentro, de arriba hacia abajo en la hoja y de abajo hacia arriba en la planta. Produce un gran enanismo en la plantación (Foto 4.7).

También afecta a la coloración del fruto, apareciendo zonas verdes que amarillean en lugar de ir enrojeciendo.

■ Fósforo (P)

En el cultivo de tomate es necesario aplicar este elemento antes del trasplante o a la siembra, debido a que posee problemas de asimilación por parte de las plantas. Una buena disponibilidad de fósforo acelera el desarrollo radicular de la planta muy necesario para enfrentar futuros déficits hídricos, la fructificación es temprana, mejora la producción y la calidad del fruto. La falta de fósforo disminuye la absorción de nitrógeno, provoca la reducción del crecimiento, reduce la floración, fructificación y desarrollo de los frutos. Los síntomas más característicos de su deficiencia son la coloración rojiza o púrpura (violáceo) en las hojas jóvenes y en el envés o parte dorsal de las hojas (Foto 4.8).

■ Calcio (Ca)

Es un elemento poco móvil, esencial en la formación de las paredes celulares. Por ello sus síntomas de carencia aparecen en las partes jóvenes de la planta (Foto 4.9a). En las hojas nuevas

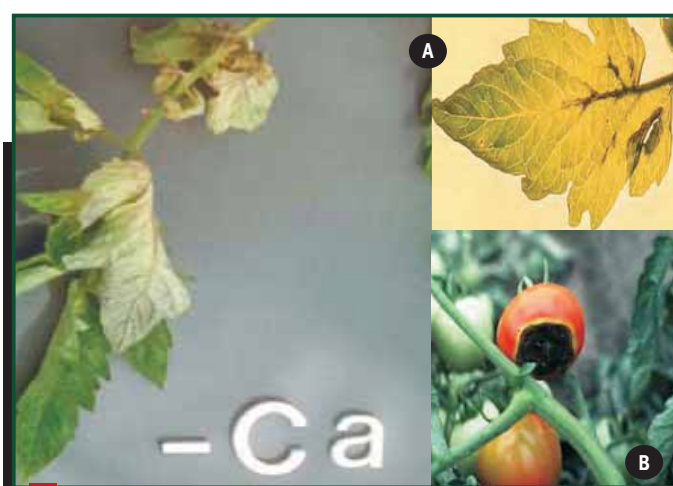


Foto 4.9. Síntomas de deficiencia de Calcio en hoja (a) y frutos (b) de tomate.

presenta una coloración blanquecina y posterior necrosis en el borde del primer folíolo. Sus consecuencias son bien conocidas por la podredumbre apical del fruto, "bolsón-end rot", donde los frutos verdes muestran el tejido de la base hundido y duro, su color cambia de verde a negro (Foto 4.9b).

Esta deficiencia se manifiesta en suelos muy ácidos o con poca humedad, con altas temperaturas por las cuales la excesiva transpiración se realiza por las hojas conduciéndose el Calcio más hacia las hojas y no tanto a los frutos produciendo la deficiencia localizada en ellos o los desbalances de Calcio provocados por fertilizaciones a base de Magnesio, Potasio y Amonio en período de floración.



Foto 4.10. Síntomas de deficiencia de Azufre en hoja. (Epstein and Bloom 2004)



Foto 4.11. Síntomas de deficiencia de Magnesio en plantas de tomate. (Epstein and Bloom 2004)

■ Azufre (S)

Este elemento es vital para el crecimiento de la planta y para el desarrollo de proteínas y semillas.

Participa en la formación de ácidos amónicos, vitaminas y clorofila. Facilita la asimilación de N.

Los síntomas visuales de deficiencia de azufre son amarillamiento internerval en las hojas, se enrojecen los peciolo y tallos, hay entrenudos más cortos y las hojas son más pequeñas.

Las hojas más jóvenes y próximas a las yemas son las más afectadas; bajo condiciones de deficiencia no solo se reduce el rendimiento, sino también la calidad de los frutos (Foto 4.10).

■ Magnesio (Mg)

Es un componente de la clorofila. La clorofila es esencial para el proceso de la fotosíntesis, en el cual las plantas combinan dióxido de carbono y agua para formar azúcares.

Es un elemento móvil dentro de la planta, por lo cual su carencia aparece en las hojas bajas (moteado). Comienza con una decoloración internerval en el centro del folíolo, que se mueve hacia el borde, quedando el mismo verde (Foto 4.11).

2.2.2 Importancia de los micronutrientes en la producción de tomate

Los 7 elementos considerados : Hierro, Molibdeno, Boro, Cobre, Manganese, Zinc y Cloro, representan entre el 2 -1 % de la materia seca.

■ Hierro (Fe)

Es un elemento muy poco móvil. La carencia se detecta en las hojas jóvenes, apareciendo una amarillez en la parte inferior del folíolo. Inciden en la carencia: suelos con poca aireación, baja temperatura, altos contenidos de calcio y fósforo, alta predisposición varietal (Foto 4.12).

■ Molibdeno (Mo)

Los síntomas de carencia aparecen en las hojas bajas, presentando una coloración amarilla pálida.

Las hojas presentan un acartonamiento, con grandes acumulaciones de calcio, que le da características quebradizas.



Foto 4.12. Síntomas de deficiencia de Hierro en plantas de tomate.



Foto 4.13. Síntomas de deficiencia de Molibdeno en plantas de tomate. (Epstein and Bloom 2004)

Se suele detectar en suelos con altos contenidos del ión sulfato elemento antagónico del ión molibdato, que es como lo absorbe la planta (Foto 4.13).

■ Boro (B)

Es un elemento muy poco móvil dentro de la planta.

Los síntomas de carencia aparecen en las hojas jóvenes, presentando una amarillez anaranjada en el extremo de los folíolos medios de la hoja (Foto 4.14a). También se manifiesta en el fruto a través de un mal cierre (línea necrosada del grosor de un hilo) que va desde la parte apical hasta la distal del mismo (Foto 4.14b).

En cuanto al sistema radicular, inhibe el crecimiento de las raíces secundarias, apareciendo una gelatinización en el extremo de éstas.

La carencia está originada por fertilizaciones bajas en este elemento, aguas de riego con niveles mínimos y el uso de complejos de microelementos bajos en boro. Niveles altos de fosfatos inhiben la absorción del boro, ya que éste se absorbe como ión borato.

La toxicidad por boro produce fuertes quemaduras y desecaciones en el extremo de los folíolos de las hojas adultas, originado por el exudado a través de los hidatodos.

Los síntomas progresan de las hojas adultas a las jóvenes y llegan a producir la muerte de la planta. El origen está en la utilización de aguas con altos contenidos en boro.

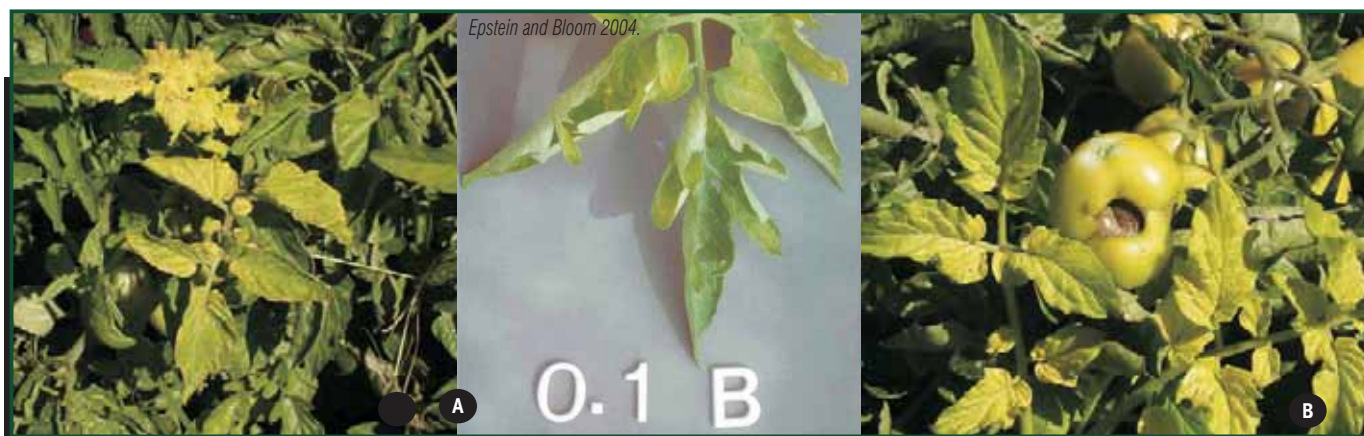


Foto 4.14. Síntomas de deficiencia de Boro en hojas (a) y frutos (b) de tomate..

■ Cobre (Cu)

La carencia aparece en las hojas jóvenes, presentando una decoloración internerval y enrollamiento hacia el envés.

La carencia se acentúa por fuertes aplicaciones de fósforo (Foto 4.15).



Foto 4.15. Síntomas de deficiencia de Cobre en plantas de tomate. (Epstein and Bloom 2004).

■ Manganeso (Mn)

Es un elemento semimóvil, apareciendo sus síntomas de carencia en las hojas medias, cuarta o quinta contado de arriba hacia abajo (Foto 4.16).

Presenta, inicialmente, un ligero punteado internerval, que en el caso de la deficiencia severa puede amarillear toda la hoja y confundirse con una clorosis férrica.

Junto al molibdeno controla la enzima de la transformación del anión nitrato a anión nitrito. Su deficiencia produce fuertes desequilibrios en la planta.

Su asimilación se ve disminuida por altos niveles de fósforo, calcio, hierro, cobre y zinc, así como temperaturas bajas.



Foto 4.16. Síntomas de deficiencia de Manganeso en plantas de tomate.

■ Zinc (Zn)

Los síntomas de carencia aparecen en las hojas bajas a medias de la planta. Presenta decoloración internerval, que en sus inicios es difícil de distinguir y posteriormente se parece a la de magnesio (Foto 4.17).

■ Cloro (Cl)

El cloro es absorbido por la planta como ión cloruro, tanto por vía radicular como por la parte aérea.



Foto 4.17. Síntomas de deficiencia de Zinc en plantas de tomate. (Epstein and Bloom 2004).

Sus requerimientos son bajos, alrededor de 5 ppm. Presenta gran movilidad dentro de la planta, donde emigra hacia las partes con actividad fisiológica. Participando de procesos como apertura y cierre estomático, fotólisis del agua, activación enzimática, etc.

Su deficiencia se manifiesta con un menor desarrollo longitudinal y engrosamiento del ápice de la raíz, manchones cloróticos y necróticos en hojas jóvenes y marchites del ápice de la planta (Foto 4.18).

Los excesos son más graves y comunes que las deficiencias y se manifiestan como un adelgazamiento de la hoja con tendencia a enrollarse llegando al extremo de quemarse la hoja, confundiendo con la sintomatología de deficiencia de potasio, razón por la cual se debe recurrir al análisis foliar.

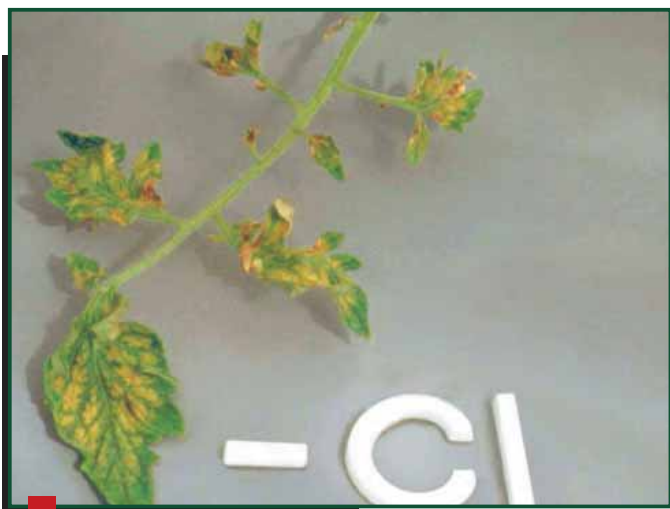


Foto 4.18. Síntomas de deficiencia de Cloro en plantas de tomate. (Epstein and Bloom 2004).

2.3 Fertilización a campo

Con el objetivo de tener un mejor arranque del cultivo, se recomienda incorporar fertilizantes solubles, por ejemplo Fosfato monoamónico, MAP, (1 kg.hL^{-1}), en la misma solución que se prepara para la inmersión de la bandeja con insecticida y fungicida inmediatamente antes de la plantación.

En cuanto a la fertilización fosfatada, es muy importante para lograr un poderoso sistema radical que mitigue el estrés hídrico entre riego y riego, en caso de realizarse con productos

líquidos se recomienda su aplicación en los dos primeros riegos luego del trasplante. Si son productos granulados aplicarlos en banda a 5 cm por debajo y al costado de la línea de plantación al formar las camas.

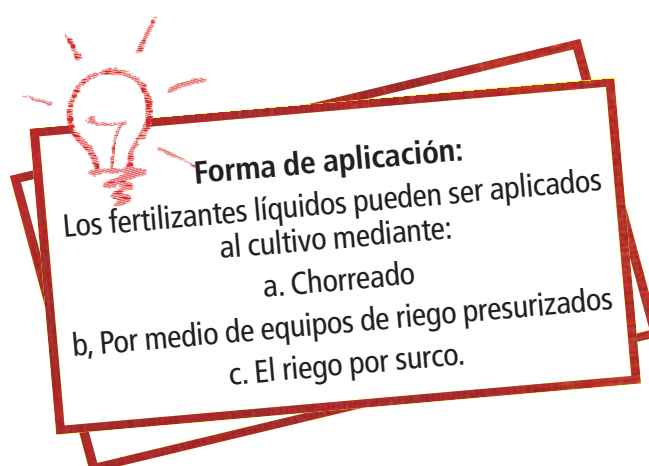
Los fertilizantes líquidos nitrogenados, se deberán aplicar luego del aporque o entre 15 y 30 días y no extenderse más allá de los 56 días después del trasplante con el objeto de evitar la desconcentración de maduración en cultivos determinados con cosecha mecánica.

2.3.1 Fertilizantes líquidos para riego por surco

En los últimos años aparecieron en el mercado formulaciones líquidas “a granel” para ser aplicadas en los surcos de riego. En general, su manejo se asemeja a los criterios de la fertirrigación de riegos presurizados. Las grandes ventajas de estas soluciones con respecto a los granulados son las de aplicar los nutrientes durante todo el ciclo del cultivo en vez de hacerlo en forma puntual pudiendo ocasionar problemas de lixiviación o toxicidades.

Al ser transportados por el agua de riego los nutrientes llegan fácilmente a la rizósfera de las plantas aumentando su eficiencia.

Una vez conocida su dosificación, ésta es muy simple de aplicar con dispositivos de goteo al surco riego.



En el caso de aplicar el fertilizante en el agua de riego, se deberá utilizar un dosificador (DRS) para lograr una distribución constante y uniforme. El caudal (Q) entregado por el dosificador se deberá calcular en función de:

- La dosis ($L \cdot ha^{-1}$)
- Superficie total a fertilizar (ha)
- Tiempo de riego para la superficie a fertilizar (TR) (expresado en minutos).

Utilizando la siguiente ecuación:

$$Q \text{ (cc.min}^{-1}\text{)} = [\text{Dosis (L.ha}^{-1}\text{)} \times S \text{ (ha)} / \text{TR (min.)}] \times 1000$$

Ejemplo: riego sin pendiente:

- Dosis: $194 L \cdot ha^{-1}$
- Superficie: 2 ha
- Tiempo de riego: 8 hs x 60 min. = 480 min.

$$Q \text{ (cc.min}^{-1}\text{)} = [194 \text{ (L.ha}^{-1}\text{)} \times 2 \text{ (ha)} / 480 \text{ (min.)}] \times 1000$$

$$Q \text{ (cc.min}^{-1}\text{)} = 808$$

De acuerdo al resultado de la fórmula, se elige la pastilla que erogó el caudal más próximo al calculado, la cual se coloca en el grifo del dosificador. Cada dosificador viene acompañado de cinco pastillas intercambiables y un vaso medidor.

Para calibrar el dosificador se debe colocar primero la pastilla con orificio más pequeño, ubicar por debajo del surtidor el vaso medidor, abrir el surtidor por un minuto, luego verificar el volumen del recipiente. Repetir este procedimiento con las otras pastillas hasta obtener el volumen calculado (808 cc en el ejemplo anterior).

La fertilización comienza simultáneamente con el riego, y debiera terminar cuando este finalice.

En el caso de riego con pendiente, reemplazar en la ecuación anterior:

$$Q \text{ (cc.min}^{-1}\text{)} = [\text{Dosis (L.ha}^{-1}\text{)} \times S \text{ (ha)} / \text{TR (min.)}] \times 1000$$

Tiempo total de riego (TR) por **tiempo de fertilización (TF)**. El mismo debiera responder en términos generales al tiempo que demora el agua en recorrer las $\frac{2}{3}$ partes del largo del surco de la tapada.

La determinación de este dato varía por la textura, pendiente, humedad, largo del surco, caudal de agua, suelo asentado o

movido y avance del agua en los distintos surcos de una tapada. El regador tendrá que ajustarlo, y en base a su experiencia recomendar el **nuevo tiempo de fertilización**.

$$Q \text{ (cc.min}^{-1}\text{)} = [\text{Dosis (L.ha}^{-1}\text{)} \times S \text{ (ha)} / \text{TF (min.)}] \times 1000$$

Al ser los tiempos de fertilización más cortos que el tiempo total de riego (en suelo con pendiente), puede que se necesite un mayor caudal de fertilizante para aplicar la misma dosis por hectárea que en riego sin pendiente. En ese caso se puede trabajar sin pastilla, directamente abriendo el grifo en su totalidad. Si no se pudiera lograr el caudal calculado se debe reducir el volumen de agua que ingresa, de modo tal que aumente el tiempo de fertilización, si aumenta el tiempo de fertilización disminuye el caudal (ver fórmula).

Se debe realizar el riego normalmente, cuando haya terminado, dejar pasar dos horas (dependiendo de la textura) para hacer la fertilización.

Una vez abierto el grifo del dosificador se debe empezar a registrar el tiempo (Foto 4.19).



Foto 4.19. Tanque y dosificador de fertilizantes líquidos.

El avance del agua en los surcos debe ser, en la medida de lo posible, parejo, para lograr homogeneidad en la fertilización.

Se debiera cortar el riego de la tapada cuando el agua haya alcanzado las $\frac{2}{3}$ partes del largo del surco (dependiendo de la textura), para evitar o reducir el escape por escurrimiento de agua con fertilizante mas allá del largo del surco. Verificar que este tiempo sea coincidente con el utilizado en la fórmula.

2.4 Fertilización

Se entiende por fertilización a la aplicación de sustancias nutritivas (iones minerales, compuestos orgánicos, vitaminas, aminoácidos, mejoradores, bioactivadores, hormonas, ácidos, etc) necesarios por los vegetales en el agua de riego. Estas sustancias nutritivas se aplican en cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, a tal manera que se logre a corto y largo plazo altos rendimientos con calidad y el mantenimiento de un adecuado nivel de fertilidad general en el suelo (Navarro, 1997).

Los fertilizantes utilizados en el cultivo de tomate tienen diferentes componentes y riquezas (Tabla 4.8).

En la Tabla 4.9 se detallan algunas propiedades físicas y fisicoquímicas que poseen los diferentes fertilizantes en una concentración de 1g/l.

2.4.1 Calidad del agua y su influencia en la fertilización

El agua es el elemento básico y fundamental en la vida de los cultivos ya que un 70 a 90 % de su materia está formada por ella. El agua mantiene a las plantas turgentes, transporta los minerales que toma del suelo hasta las hojas en donde por acción de la luz y el anhídrido carbónico forman los alimentos que luego traslada hasta los lugares de la planta donde pueden ser necesarios.

En los cultivos bajo cubierta la calidad de agua de riego puede ser un factor limitante para la producción, debido a que contiene iones disueltos que pueden afectar la disponibilidad de los nutrientes que lleva disueltos. Hay dos iones que pueden

►► Tabla 4.8. Riqueza de los fertilizantes.

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	OCa	OMg	S
(NO ₃) ₂ Ca	15,5			19		
(NO ₃)NH ₄	34,5					
SO ₄ (NH ₄) ₂	21					24
NO ₃ H (40%)	13					
NO ₃ K	13		46			
SO ₄ K ₂			52			18
CIK			62			
SO ₄ Mg					16	14
(NO ₃) ₂ Mg	11				9.5	
PO ₄ H ₃ (85%)		61				
PO ₄ H ₂ K		53	34			
PO ₄ H ₂ NH ₄	12	61				
Ureafosfato	18	44				

Fuente: Domínguez Vivancos, 1993.

►► Tabla 4.9. Propiedades de los fertilizantes.

Fertilizante	pH	C.E. dS/m	Solubilidad g/l (20°C)
(NO ₃) ₂ Ca	6,5	1,2	1.300
(NO ₃)NH ₄	5,6	0,90	1.950
SO ₄ (NH ₄) ₂	5,5	1,80	760
NO ₃ K	3,2	1,40	110
SO ₄ K ₂	6,7	1,90	340
CIK	7	0,75	700
SO ₄ Mg	6,5	0,88	2.400
PO ₄ H ₃ (85%)	2,5	1,70	5.480
PO ₄ H ₂ K	4,5	0,40	330
PO ₄ H ₂ NH ₄	4,9	0,80	380
Ureafosfato	2,7	1,5	960

Fuente: Domínguez Vivancos, 1993.

►► Tabla 4.10. Resultados de análisis de agua en el Cinturón Hortícola Platense.

Zona	pH	(mS/cm)	(meq/L)							RASaj
		CE	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	
Gorina	7,26	1,03	6,60	2,10	1,10	0,30	1,90	1,70	6,80	5,83
Los Hornos	7,56	0,85	6,60	1,00	0,80	0,30	2,00	2,40	3,20	2,59
Olmos	7,70	0,55	7,60	1,00	0,50	0,30	0,80	1,50	5,00	5,81
Hernández	7,20	1,02	8,50	1,50	0,94	0,20	1,60	1,10	8,20	7,90
Col. La Plata	7,04	1,24	8,06	0,70	1,66	0,10	2,40	3,10	6,30	4,73

afectar tanto al aprovechamiento de los fertilizantes como al cultivo. Esos iones son los bicarbonatos y el sodio. Están relacionados con la reacción del suelo (pH) como con el peligro que implica para el suelo la salinidad.

A modo de ejemplo, con los valores observados en la zona del Cinturón Hortícola Platense (CHP) se elaboró la Tabla 4.10.

Hay dos aspectos que resaltan en los resultados expuestos en la Tabla 4.10. Uno de ellos es el nivel de bicarbonatos que, en algunos casos, es alto y provoca el aumento del pH. Otra variable es la concentración de sodio que produce la destrucción de la estructura, por peptización de la materia orgánica (Bohn, 1993).

Desde el punto de vista químico, la calidad del agua de riego es la causa más importante de la degradación de estos suelos ya que, los efectos sobre los cultivos se manifiestan más o menos rápidamente. Los síntomas de deterioro que más frecuentemente manifiestan las plantas son atribuibles a la alcalinización del medio, a la detención del ritmo de crecimiento, a la disminución de la calidad y a la clorosis férrica.

También la modificación en los niveles de pH, por la presencia de bicarbonatos, influye sobre el comportamiento de los cultivos provocado por la aparición de formas nutricionales no disponibles que impiden la alimentación fluida de las plantas.

Este problema es sumamente frecuente en la región del CHP y se lo aborda tomando dos tipos de decisiones:

- Antes de instalar un cultivo se agregará al suelo un agente acidificante (azufre, yeso, sulfato de hierro).

- Durante el desarrollo del cultivo, se puede incorporar a la solución fertilizante un ácido que corrija las desviaciones producidas por el agua de riego. Estos ácidos pueden ser, fosfórico, nítrico o sulfúrico. También se puede acidificar con ácido cítrico.

En cuanto a la problemática del sodio que se incorpora al suelo por el agua de riego, cuando alcanza determinado nivel desnaturaliza la condición física de ese suelo.

Existe una forma de relación entre el sodio, los cationes bivalentes (Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺) y los bicarbonatos. Este índice es el RAS ajustado (RAS ajustado).

En el caso que la actividad del sodio provoque inconvenientes en la estabilidad del suelo la forma más frecuente de corrección es la aplicación de yeso. Las cantidades a incorporar dependerán de los miliequivalentes de sodio a sustituir y la textura del suelo.

2.5 Fertilización en cultivo bajo cubierta

En la fertilización del cultivo de tomate bajo cubierta hay que tener en cuenta la información aportada por el análisis de suelo. De tal información surgirá la posibilidad o no de realizar una fertilización inicial o de base.

Cuando no se tiene el análisis de suelo, hay que considerar los antecedentes del terreno a cultivar. Si el suelo nunca fue cultivado con tomate u otra hortaliza, lo más probable es que haya alguna deficiencia de fósforo. En este caso se agrega algún fertilizante como fosfato diamónico o superfosfato triple.

Si el análisis lo indica se incorporan, antes de las labores de roturación, los fertilizantes que sean necesarios.

Un aspecto primordial a tener en cuenta, es el nivel de pH del suelo. El pH incide tanto sobre la disponibilidad de los nutrientes, como sobre el desarrollo de los cultivos. Por ello es sumamente importante mantener su nivel adecuado. Este valor es de alrededor de 6,5. Con la excepción del cloro y el molibdeno, que están más disponibles en medio alcalino, todos los demás elementos, con sus matices se encuentran en forma soluble, en medio desde ligeramente ácido hasta ácido.

También se debe considerar especialmente el nivel salino, ya que influye sobre el comportamiento de las plantas, sobre todo en algunas etapas críticas como son floración y fructificación. Según el tipo de tomate hay diferente tolerancia a la salinidad. Especialmente los llamados larga vida muestran esa característica de mayor tolerancia.

Respecto a los nutrientes, su incorporación dependerá del nivel que presenten y del pH del suelo. En general, no se agrega nitrógeno inicialmente porque se pretende que este nutriente tenga un nivel bajo (inferior al 0,15 % de nitrógeno total) en las primeras etapas del cultivo, ya que actúa estimulando el crecimiento y esto perjudica el desarrollo de la masa radicular.

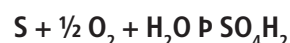
Si es necesario se agrega fósforo y lo mismo que el potasio, aunque los niveles de este nutriente casi siempre son satisfactorios. En cuanto a los demás elementos en algunos casos se debe agregar boro o hierro.

Las enmiendas minerales más utilizadas en cultivos protegidos son el yeso y el azufre. El yeso es sulfato de calcio dihidratado y tiene como misión reemplazar en el complejo de cambio al sodio por calcio.

El azufre se aplica con la misión de disminuir el pH del medio, es uno de los productos usados regularmente para corregir suelos alcalinos. El principio que rige esta reacción es la oxidación del azufre elemental a SO_4H_2 . Los factores que influyen en este proceso son varios y de diverso origen. Entre los más destacados se encuentran:

Microflora del suelo. Las bacterias que intervienen en la reacción son del género *Thiobacillus*. La especie más común es *Thiobacillus thiooxidans*. Estos microorganismos son aerobios autótrofos obligados.

La energía que necesitan para su desarrollo la obtienen de la oxidación de un material inorgánico como el azufre y su carbono del CO_2 . El producto de la reacción final es el SO_4H_2 y requiere O_2 molecular.



Temperatura: Como en la mayor parte de las reacciones biológicas, el aumento de la temperatura aumenta la velocidad de reacción. El óptimo de la oxidación del azufre se encuentra entre 27 y 35 °C. En la práctica con una temperatura de suelo de alrededor de 25 °C es óptima para esta reacción.

Humedad del suelo: La oxidación máxima se encuentra en un valor cercano a capacidad de campo. En condiciones de extrema sequedad o en exceso de humedad esta reacción se dificulta. En este caso la disminución de la oxidación en medio saturado de humedad se debe a que al faltar O_2 se reduce esa oxidación.

pH: El *Thiobacillus thiooxidans* sobrevive en pH muy bajo. Otros microorganismos también actúan a pH bajo y se sabe que el azufre es más fácilmente oxidado a pH bajo. A pH > 8,2 el proceso se detiene.

Grado de finura del azufre aplicado: Esta característica es de gran importancia en la aplicación del azufre. Al incorporar partículas finas la superficie expuesta para el ataque de los microorganismos es muy alta.

A mayor finura, mayor superficie expuesta, mayor acción de los microorganismos mayor producción de ácido sulfúrico.

En el área cuyana, la presencia de *Thiobacillus thiooxidans* es mínima, por lo tanto, la oxidación del Azufre por la microflora es mínima o nula.

2.5.1 Fertilización foliar

La fertilización foliar es complementaria de la edáfica y tiene como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas. Es un recurso que permite solucionar situaciones límite como es lixiviación de nutrientes, precipitación de fertilizantes insolubles, reacciones de fijación o antagonismo entre nutrientes.

También es una práctica útil para subsanar problemas de nutrición que aparecen a nivel radicular en situaciones extre-

mas como cuando las temperaturas son altas ($>40^{\circ}\text{C}$) o bajas ($<10^{\circ}\text{C}$), cuando falta el oxígeno en el medio por excesos de humedad o compactación, o cuando hay una disminución de la actividad radicular.

También se practica en caso de carencias de macro y microelementos. El modo más común de aplicación es bajo la forma de quelatos. Los nutrientes que con más frecuencia se incorporan son boro, hierro, calcio y magnesio. Existen en el mercado formulaciones con todos los micronutrientes más magnesio, nitrógeno, potasio, ácidos húmicos y fúlvicos, etc.

La penetración de los fertilizantes foliares puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido, la principal se realiza directamente a través de la cutícula en forma pasiva, también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración.

Otro camino por el que los nutrientes pueden penetrar es a través de órganos del tamaño de un cabello conocidos como "tricomas", que son crecimientos epidérmicos de diversos tipos. La importancia de este camino depende de la cantidad de tricomas, posición, su origen y edad de la hoja (Hull *et al.*, 1975; Haynes & Goh, 1977).

En el mercado existen múltiples formulaciones de fertilizantes foliares y abarcan toda la gama de macro y microelementos.

2.5.2 Fertirrigación

La fertilización del cultivo de tomate bajo cubierta además de iniciarse con una fertilización de base se complementa con el agregado de fertilizantes en el agua de riego.

Los fertilizantes disueltos se aplican teniendo en cuenta varios factores. Entre ellos se debe considerar el estado nutricional del suelo, el consumo de nutrientes por etapa fenológica del cultivo, las condiciones climáticas del invernadero, la disponibilidad de fertilizantes y la calidad del agua de riego.

Las aplicaciones de los fertilizantes deben realizarse con alta frecuencia, lo que permite mantener una concentración constante de nutrientes en la solución de suelo y en el entorno del sistema radical.

Desde el punto de vista operativo se debe regar inicialmente solo con agua para lavar el exceso de sales que pudo haber

quedado del riego anterior. Luego se inyecta el fertilizante, una vez finalizada esta etapa se vuelve a regar sólo con agua para permitir la limpieza de cañerías y emisores.

Los programas de fertirrigación que se utilizan durante una campaña varían en su formulación y están relacionados con las etapas fenológicas.

La primera fase es la vegetativa y abarca desde el transplante hasta el inicio de la floración.

Generalmente, en esta etapa no se fertiliza. Se necesita desarrollar la masa radicular y preparar a la planta para la fase de desarrollo cuando requiera de la misma para absorber agua y nutrientes en forma abundante.

Durante el período reproductivo, se comienza a fertilizar cuando cuajan los primeros frutos. Las formulaciones se deben adecuar a las condiciones del suelo y el cultivo.

En estas formulaciones hay que considerar la concentración final de la solución nutritiva, su salinidad, y la relación entre los diferentes nutrientes.

Inicialmente hay un equilibrio entre nitrógeno y potasio (relación 1:1), con menos fósforo y magnesio para pasar en la etapa de madurez a un aumento del potasio (relación 1:2). Durante la cosecha puede aumentar el potasio (relación 1:3) y disminuir el fósforo y nitrógeno.

El calcio es necesario durante todo el ciclo pues forma parte de los tejidos de crecimiento y permite prevenir la ocurrencia de enfermedades fisiológicas como blossom end rot (BER) o podredumbre apical "poto seco".

Los microelementos más necesarios en tomate son boro, hierro y zinc.

Durante todo el ciclo de cultivo se fertiliza con no más de 3 o 4 formulaciones distintas.

En la primera etapa del cultivo, desde transplante hasta el comienzo de la floración, frecuentemente no se fertiliza, especialmente si se aplicaron enmiendas orgánicas. Esto es debido a que generalmente, existen en el suelo suficientes niveles de nutrientes para satisfacer las necesidades del cultivo en ese período. Es necesario considerar que en esta etapa el nivel de nitrógeno debe ser bajo pues su exceso puede provocar un vigoroso crecimiento en detrimento de la producción. El Fósforo

de ser necesario se lo aplica en forma granulada en la preparación del suelo y en dosis que se deducen de la información que proporciona el análisis de suelo.

La fertilización en la siguiente etapa, la reproductiva, se orienta a la necesidad de engrosar los frutos y comienza con el agregado de nitrógeno. Se continúa, aunque en menores cantidades, con el fósforo y con potasio. Es conveniente la fertilización foliar con calcio y magnesio. El primero para prevenir la posible aparición de quemado o pudrición apical de los frutos y el segundo por su papel fundamental en la formación de la clorofila.

También hay que considerar, en algunos casos, la aplicación foliar de hierro y boro. El primero porque es común que en esta etapa ocurran deficiencias y el boro por su incidencia en la fecundación y el cuaje de flores.

Cuando avanza el ciclo hacia la etapa de maduración, se incrementa la dosis de nitrógeno y potasio por su acción sobre la calidad de los frutos. Hay que continuar con el calcio y el magnesio.

Las cantidades que se aplican en fertirriego se calculan generalmente en gramos por metro cúbico de agua de riego, dependiendo del equipo de aplicación.

Existe múltiples formulaciones y su adopción depende de un sinnúmero de factores que van desde el estado nutricional del suelo, este concepto abarca el aspecto químico y físico. También el tipo de tomate, el híbrido, los fertilizantes disponibles, la calidad de la mano de obra, las condiciones del mercado, etc.

2.6 Almacenamiento de fertilizantes y abonos orgánicos

A continuación se mencionan algunas pautas a tener en cuenta:

- Inventarios actualizados
- Separados de fitosanitarios, salvo los foliares
- Área cubierta, limpia y seca.
- Reducir el riesgo de contaminación de fuentes de agua.
- Almacenar fertilizantes orgánicos a no menos de 25 m de cauces de agua, evitando riesgo de contaminación

- Separado de productos frescos
- No usar lodos procedentes de vertidos urbanos sin tratar.
- Analizar materia orgánica (contenido de semillas de malezas, metales pesados)
- Considerar el aporte de nutrientes en el plan de gestión de fertilizantes.
- Detallar su contenido de nutrientes (N,P,K)
- Detallar contenido químico, incluyendo metales pesados.



Foto 4.20. Almacenamiento de fertilizantes y abonos.
Fotos: G. Ontanilla.



3 Riego

El manejo adecuado del recurso hídrico es de vital importancia en los cultivos de tomate.

La necesidad de agua total de lámina de riego infiltrada para cultivos de tomate determinado es de unos 500 mm. Se debe regar desde el momento de colocar la planta con la frecuencia adecuada al tipo de suelo, evapotranspiración y a la fenología del cultivo (coeficiente de cultivo, Kc). El Kc es bajo en la fase inicial del cultivo hasta inicio de floración y muy alto en la fase de llenado de frutos (Tablas 4.11 y 4.12).

Se deben cuidar todos los aspectos que hacen a una correcta sistematización a partir de un buen conocimiento del perfil del suelo y de su topografía, que permita el óptimo uso del recurso suelo-agua.

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

►► Tabla 4.11 Valores medios de ET (mm.día-1) para distintas localidades de Mendoza y San Juan.

Mes	Fecha	Evapotranspiración Media por quincenas					
		Junín	Tres Porteñas	Tunuyán	Agua Amarga	La Consulta	San Juan
Enero	1-15	6,9	6,2	5,5	6,1	6,0	7,4
	16-31	6,4	5,9	5,0	5,7	5,9	7,4
Febrero	1-15	5,9	5,4	4,8	5,2	5,7	6,4
	16-28	5,5	4,8	4,2	4,7	5,6	6,4
Marzo	1-15	4,7	5,4	3,7	4,2	4,1	4,7
	16-31	3,7	3,2	2,9	3,2	3,8	4,7
Abril	1-15	2,9	2,7	2,3	2,6	2,4	3,0
	16-30	2,3	2,2	1,8	2,3	2,3	3,0
Mayo	1-15	1,7	1,8	1,4	1,7	1,6	2,0
	16-31	1,4	1,6	1,2	1,8	1,6	2,0
Junio	1-15	1,4	1,4	1,1	1,9	1,4	1,6
	16-30	1,3	1,3	1,0	1,6	1,3	1,6
Julio	1-15	1,5	1,6	1,1	1,9	1,5	1,8
	16-31	1,6	1,6	1,3	2,0	1,5	1,8
Agosto	1-15	2,2	2,1	1,6	2,4	2,1	2,7
	16-31	2,6	2,6	1,9	2,5	2,2	2,7
Septiembre	1-15	3,3	3,3	2,5	3,1	4,0	4,1
	16-30	4,1	3,5	3,1	3,8	4,2	4,1
Octubre	1-15	4,8	4,3	3,6	4,1	4,3	5,2
	16-31	5,4	5,2	4,2	4,9	4,6	5,2
Noviembre	1-15	5,8	5,5	4,4	5,1	5,5	6,4
	16-30	6,4	6,5	5,1	5,8	5,7	6,4
Diciembre	1-15	6,8	6,5	5,2	5,8	6,2	7,6
	16-31	7,1	6,7	5,5	6,1	6,3	7,6

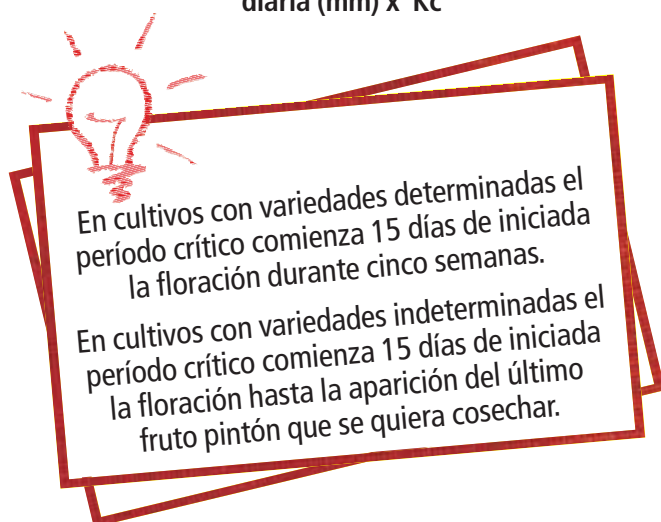
►► Tabla 4.12 Valores de Kc referenciales para cada semana desde plantación para variedades determinadas.

Semana desde Transplante	Kc	Semana desde Transplante	Kc	Semana desde Transplante	Kc	Semana desde Transplante	Kc
1	0,1	5	0,4	9	1,3	13	0,7
2	0,1	6	0,7	10	1,2	14	0,5
3	0,2	7	1,0	11	1,2	15	0,5
4	0,3	8	1,2	12	1,2		

Para determinar la superficie máxima a cultivar, se debe determinar la necesidad hídrica del cultivo en el período de máxima exigencia (período crítico). En el área de Cuyo en cultivos a campo se deben prever necesidades diarias de 13 mm de agua para calcular los requerimientos de agua.

En caso de cultivos protegidos se recomienda el uso de tensiómetros para determinar las reales necesidades hídricas del cultivo y así economizar el recurso agua. En cultivos a campo utilizar datos de evapotranspiración con tanque tipo A y aplicar la constante de cultivo (K_c) con la fórmula de:

Lámina de reposición diaria (mm) = evapotranspiración diaria (mm) x K_c



3.1 Calidad y disponibilidad del agua para riego

Se debe disponer de aguas que no superen los $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ de conductividad

Si se riega con conductividad eléctrica superior a $1,5 \text{ dSm}^{-1}$ y Sodio medido como RAS superior a 6, el suelo debe ser permeable, el drenaje adecuado y la frecuencia como la cantidad de agua aplicada debe ser mayor. Debido a esto, el tomate puede tolerar mayor salinidad inicial cuando la textura es más arenosa que cuando es arcillosa.

Los límites máximos de micronutrientes en agua de riego son los siguientes: Boro tolerados por tomate son hasta 4 mg.L^{-1} , de Cloro inferior a 178 mg.L^{-1} , de Arsénico, Cobalto y Plomo 10 µg.L^{-1} , Aluminio, Cromo, Hierro y Manganeso 20 µg.L^{-1} , Cadmio y Selenio $0,05 \text{ µg.L}^{-1}$, Cobre hasta 5 µg.L^{-1} , Fluor hasta 15 µg.L^{-1} .

3.2 Elección de sistemas de riego

El sistema de riego a elegir depende de las condiciones de suelo, disponibilidad de agua (superficial o subterránea), clima, económicos y de la mano de obra.

Los sistemas más utilizados en cultivos a campo son superficiales “por surco” con una eficiencia del 30 % y los localizados de alta frecuencia “goteo” con una eficiencia del 90 %.

El sistema de riego superficial por surco es muy utilizado en tomate para industria.

Los aspectos a tener en cuenta en el sistema de riego superficial (por surco) son:

- Nivelación del terreno de manera que la humedad se distribuya en forma homogénea.
- Se debe tener en cuenta que por hora de riego por surco se pueden aplicar unos 5 mm de agua infiltrada por ha.
- Frecuencia del turno de riego que no supere los 5 días entre riego y riego en el período de mayor demanda (cuaje y llenado de frutos) en suelos pesados y de 3 días para suelos de textura gruesa o arenosa.



Foto 4.21. Riego superficial con buena nivelación del terreno.

3.3 Programación de los riegos superficiales

Se deben cuidar todos los aspectos que hacen a una correcta sistematización a partir de un buen conocimiento del perfil del suelo y de su topografía, que permita el óptimo uso del recurso suelo-agua.

En el período de mayor demanda (fase de llenado de frutos) se debe mantener el suelo a un 70 % de capacidad de campo como mínimo, o que la tensión en el suelo no supere los 45 centibares (medido con tensiómetros) o reponiendo 130 % de la evapotranspiración diaria en el período que va desde los 15 días de iniciada la floración hasta un 20 % de frutos maduros en los cultivos determinados. En los cultivos de variedades indeterminadas se riega de la misma forma mientras haya frutos por cosechar.

3.4 Sistema de riego por goteo

El uso de sistemas de riego por goteo se está incrementando en los cultivos intensivos de tomate por su facilidad de manejo, posibilidad de fertirrigar y la mayor eficiencia en el uso del agua. El distanciamiento entre goteros debe estar entre 0,2 m para suelos arenosos y 0,3 m para suelos pesados.

En riego por goteo se debe conocer lo siguiente:

- Coeficiente de Uniformidad de distribución de agua entre goteros.

Se debe calcular:

1) La media de los mm por minuto erogados por una muestra de goteros evaluados (M).

2) Sumatoria de las diferencias entre los mm erogados por cada gotero en un minuto y la media de los goteros (DM) en valor absoluto.

3) El número de los goteros evaluados (N)

- Coeficiente de uniformidad: $100 * (1 - (DM/M * N))$
- Coeficiente de Uniformidad debe ser mayor de 85 %
- Lámina aplicada

Calcular:

1) La media de agua erogada por los goteros en 1 minuto y pasarla a hora

2) Multiplicar por el número de goteros en la ha.

3) El valor obtenido pasarlo a litros.ha⁻¹ por hora, teniendo en cuenta que:

$$1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1} = 10.000 \text{ L.ha}^{-1}$$

3.4.1 Ventajas del sistema de riego por goteo

- Es un sistema que tiene como base la localización del agua en las proximidades cercanas a las raíces de las plantas.
- Mayor eficiencia en el uso del agua en relación a los demás sistemas como aspersión y surco.
- Mejor control de malezas por aplicación localizada del agua.
- Al poder automatizarse el sistema se logra un mejor aprovechamiento de la mano de obra.
- Los abonos se disuelven en el agua de riego, por ello hay un ahorro de fertilizantes y mayor eficiencia en la absorción de los mismos por los cultivos.
- Permite la aplicación de productos fitosanitarios junto con el riego. Estos deben estar formulados para tal fin.
- Por el mejor aprovechamiento del agua y los fertilizantes hay un notable incremento en la producción. Los materiales utilizados deben tener un potencial genético acorde con esta técnica.
- Por las mismas razones, la calidad de los frutos se incrementa.
- Existe la posibilidad de regar a contrapendiente y en cualquier superficie.
- De manejarse correctamente, no aparecen complicaciones con acumulación de sales.
- No provoca humedecimiento del follaje.
- Se pueden utilizar aguas de calidad inferior a la ideal, pues el bulbo húmedo aleja las sales del mismo.
- Teniendo los goteros adecuados se puede regar con bajas presiones.
- Disminuye la evaporación del agua del suelo.
- El cultivo se riega en todo el volumen de suelo explorado por las raíces.
- La retención del agua por el suelo es baja y por ello es fácilmente absorbible por las raíces.

- Se puede trabajar dentro del área del cultivo sin las dificultades de los demás sistemas de riego.
- Se aumenta la simplicidad del cultivo y se reduce la mano de obra de los regadores.

3.4.2 Desventajas del sistema de riego por goteo

- Es necesario personal capacitado para su instalación y conducción. Se requiere mayor atención en su manejo y mantenimiento.
- Mayores costos de instalación.
- Cuando se riega con aguas duras existe el peligro de obstrucción de goteros. Esto puede subsanarse utilizando goteros autocompensados.
- En algunos casos las instalaciones son complejas y requieren trabajos de sistematización del terreno adecuado al sistema a instalar.
- En algunos casos los componentes del sistema son atacados por roedores.
- Es dependiente de una fuente de energía.
- La insuficiente aplicación de agua manifiesta mucho más el déficit hídrico en el cultivo.

3.4.3 Mantenimiento del sistema de riego por goteo

Para operar y mantener un sistema de riego por goteo eficientemente y para disfrutar las ventajas que puede brindar, a continuación se explican algunos puntos importantes para el funcionamiento correcto del sistema:

- Prestar una estricta atención a todo el sistema de filtros y su limpieza.
- Mantenimiento de una presión adecuada en la línea de riego.
- Lavado e inspección periódica del sistema de riego.
- Lavar con una solución de ácido periódicamente de acuerdo al pH de agua utilizada y a la cantidad de bicarbonatos.

El sistema de riego por goteo permite la utilización de diferentes tipos de agua y está expuesto a la interferencia de partículas que transporta el agua y las de polvo del medio en que está instalado.

Entre los componentes más importantes a considerar en un equipo de riego por goteo se encuentran los filtros, que es una de las aéreas más sensibles del sistema. Los filtros deben limpiarse periódicamente.

En el CHP la utilización de aguas con impurezas, hace que los filtros disminuyan su capacidad de depurar las mismas. Para realizar su limpieza, se desarmen y limpian periódicamente. El pH del agua, induce a la precipitación de algunos fertilizantes que inutilizan la acción de los filtros. Para solucionarlo, se acidifica la solución de riego con ácido nítrico o fosfórico.

En cuanto a las líneas de distribución, para limpiarlas se abren los extremos y laterales, se deja pasar agua, para luego descargar el sedimento fuera de las líneas.

Para limpiar los goteros, se inyectan en los sistemas de riego, ácidos como fosfórico o nítrico. Previo a la aplicación de los ácidos se deja pasar el agua, luego se coloca el ácido en el tanque fertilizador, en el caso del fosfórico se diluyen 300 cc por cada metro cúbico de agua. Se aconseja realizar esta operación al comienzo de cada temporada de cultivo.

Hay que recordar que el ácido se vierte sobre el agua, nunca al revés.

Previo a la instalación del cultivo hay que revisar las uniones, si existen mangueras rotas, con pérdidas, goteros tapados, etc.

3.5 Evaluación del agua de riego

Con la idea de reducir al mínimo los peligros de contaminación del tomate en fresco por el agua de riego, se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Procedencia del agua (de pozo, de fuente superficial: canales)
- Tipo de riego empleado (superficial, presurizado)
- Características físicas del cultivo y su proximidad al suelo (determinado o indeterminado)
- Tiempo transcurrido entre el último riego y la cosecha
- Tratamiento del producto en llegada (si se lava antes de empacar o no)
- Análisis microbiológico del agua de riego y del lavado de frutos (límite de 1000 ufc en 100 para riego y 0 para lavado de frutos y consumo)



4 Manejo en verde de variedades indeterminadas

4.1 Tutorado

El tomate es una planta herbácea en su etapa inicial de crecimiento, y posteriormente el tallo se lignifica pero no es suficiente para dar soporte tanto a una planta de crecimiento indeterminado como determinado. Esto exige el empleo de soportes o tutores.

El tutorado consiste en guiar verticalmente la planta, evitando principalmente que las hojas y los frutos toquen el suelo.

Las ventajas del tutorado son:

- favorecer la aireación del cultivo
- mejorar el aprovechamiento de la radiación solar
- facilitar las labores culturales
- evitar daños mecánicos de la planta
- facilitar la cosecha de los frutos.

Esta labor contribuye a mantener un buen estado sanitario de la planta, incidiendo finalmente en el rendimiento y calidad de la fruta.

Esta práctica es conveniente hacerla en coincidencia con la aparición del primer racimo floral. De manera que el crecimiento de la planta sea acompañado por los tutores. Si se realiza en estados más avanzados de crecimiento se corre el riesgo de provocar daños mecánicos en la planta.

Existen diferentes modos de guiar la planta dependiendo del sistema de cultivo y de los materiales disponibles en cada zona:

- Hilo de polipropileno (rafia): se usa normalmente para plantas de crecimiento indeterminado, uniéndose por un extremo a la base de la planta con un lazo y por el otro extremo a un alambre de alta resistencia.

El alambre se dispone sobre la línea de plantas a una altura de 1,80 a 2,00 m, entre dos postes cabeceros pasando por la parte superior de postes dispuestos cada 5,00 m. Este método se usa tanto en invernadero como a campo, permitiendo disponer las plantas en una línea.

En sistema de cultivo bajo malla antigranizo se alterna la atadura de cada planta entre los dos alambres de la estructura baja, disponiendo las plantas a modo de espina de pescado.



Foto 4.22. Sistema de tutorado a campo.



Foto 4.23. Ataduras de brotes a la estructura de sostén.

- Cañas: se usan tanto para plantas de crecimiento determinado como indeterminado, normalmente para cultivos de campo. Disponiendo una caña por cada planta en forma de caballete o barraca. La estructura que da sostén a las cañas son dos postes cabeceros unidos por un alambre de alta resistencia dispuesto a una altura 1,80 a 2,00 m sobre el que apoyan las cañas (Foto 4.22).

- Espaldero: es la conducción típica de las plantas de crecimiento determinado a campo. Consiste en dos cabeceros dispuestos en los extremos de la línea de cultivo y postes

intercalados, en la línea cada 5,00 a 6,00 m que dan sostén a 2 o 3 líneas horizontales de alambre de alta resistencia, distanciadas del suelo y entre sí a 0,30 m. Los brotes de las plantas se sostienen de dichas líneas mediante ataduras con totora (Fotos 4.23 y 4.24).

4.2 Podas o desbroses

Una de las prácticas indispensables en la conducción del cultivo de tomate es la poda de los brotes laterales.

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, el tallo, las raíces y los racimos con frutos.

Los brotes en las axilas de las hojas comienzan a manifestarse cuando florece el primer racimo floral, y la dominancia apical se ve disminuida. En este momento se hace el primer desbrote del cultivo, eliminando todos los brotes por debajo del racimo floral. Luego, en cultivos de plantas de crecimiento indeterminado, se acompaña el crecimiento de la planta con desbroses periódicos. En cultivos con plantas de crecimiento determinado tutorados se puede realizar o no un segundo desbrote dependiendo del vigor del material empleado.

Deben eliminarse los brotes con el menor tamaño posible (no más de 5 cm), disminuyendo el tamaño de la herida, lo que es deseable desde el punto de vista sanitario, y evitando además un crecimiento innecesario con su correspondiente requerimiento energético.

En cultivos de plantas de crecimiento indeterminado se realiza también la eliminación del brote terminal, cortando sobre dos o tres hojas que se encuentren por encima del racimo floral.

El objetivo de ésta práctica es frenar el crecimiento de la planta y con ello favorecer el de los frutos.

El número de racimos por encima del cual se practica el capado de la planta y el número de veces que se realiza ésta técnica sobre un cultivo, va a depender de la capacidad del material usado para sostener el tamaño de los frutos en los racimos superiores y de la estrategia comercial perseguida (Foto 4.25).



Foto 4.24. Atadura de la planta con totora a la estructura de sostén.



Foto 4.25. Selección de brotes para poda y desbrote, a, b, c) selección de brotes, d) plantas desbrotadas.

Se recuerda que ésta práctica puede provocar la transmisión de enfermedades bacterianas. Ver el apartado de manejo de enfermedades del presente capítulo.

4.3 Deshojado

En cultivos de tomate indeterminados realizados bajo invernadero, bajo malla antigranizo o a campo es común realizar esta práctica (Foto 4.26).

La decisión de realizar esta práctica dependerá si el desarrollo foliar es excesivo como para impedir el paso de la luz y el aire o que dichas hojas manifiesten alguna enfermedad, y que la misma sea fuente de inóculo.

De realizarse esta operación, debe efectuarse paulatinamente y con precaución, siguiendo el criterio de eliminar las hojas inferiores al racimo cuyo desarrollo haya sido alcanzado (ver el apartado de "*Crecimiento de fruto y partición de asimilados*").

4.4 Raleo de frutos

Es una práctica realizada sobre cultivos de tomate indeterminado realizados bajo invernadero o malla antigranizo, para homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos que quedan en el racimo.

Esta práctica debe realizarse lo más tempranamente posible eliminando flores o frutos recién cuajados para evitar el efecto de competencia (ver el apartado de "*Tamaño y calidad*").



Foto 4.26. Deshoje.

Hay dos tipos de raleo uno que se orienta a dejar siempre el mismo número de frutos en el racimo y otro que quita solo aquellos que presentan deformaciones, están picados por insectos o no tienen el tamaño deseado.

Debido a que es una práctica manual minuciosa y onerosa es conveniente hacer una buena elección del híbrido a cultivar, en función de que el número de frutos que establece por racimo le permita alcanzar el tamaño de fruto que demanda su cliente.

4.5 Polinización. Métodos para mejorar la polinización

De acuerdo a los fundamentos fisiológicos desarrollados en el punto "Establecimiento del fruto y uso de hormonas" varias son los factores que afectan la polinización: temperaturas extremas (inferiores a 13 °C y superiores a 35 °C), falta de viento, luminosidad escasa, estrés hídrico, exceso de nitrógeno.

Por ello es importante identificar cuál de estos factores es el que evita el establecimiento de los frutos en el racimo, para darle la solución más adecuada.

Tanto en cultivos bajo invernadero, malla antigranizo o campo, independientemente del ciclo de cultivo realizado, se enfrentan a condiciones extremas de temperaturas en alguna etapa del mismo, provocando pérdidas de flores.

En estos casos se hacen aplicaciones de fitoreguladores de tipo auxínico, que provocan el desarrollo partenocárpico de los frutos.

Generalmente se usa ácido naftalen glicólico en dosis de 50 ppm, aplicados una vez por semana a todas las flores abiertas.

El modo de aplicarlo es mediante minipulverizador, dirigiendo la aplicación a cada flor abierta, o sumergiendo cada flor abierta en una tacita con el producto.

En caso de tener que recurrir a éste método de polinización, es conveniente buscar la dosis correc-

ta del producto comercial en base a experiencias obtenidas en la zona para el híbrido que se va a usar.

La falta de viento es una causa común en cultivos bajo invernadero. Las posibles soluciones son vibrar las plantas manualmente una por una, mover los alambres a los que están sujetas las plantas, aplicar viento artificial o introducir colmenas de abejorros (*Bombus terrestris*).

La baja intensidad lumínica es también un factor común en cultivos bajo invernadero. Provocado por errores de diseño y/o orientación del mismo, uso de polietilenos inadecuados, coincidencia de los ciclos de cultivo con períodos de alta nubosidad y uso de altas densidades de plantas por unidad de superficie.

El estrés hídrico y los excesos de nitrógeno son factores de pérdidas de flores asociados a cultivos bajo invernadero, bajo malla antigranizo o de campo donde no se siguen criterios agronómicos adecuados en: la preparación del suelo, los aportes de materia orgánica, la fertilización, el uso de recurso hídrico, etc.



5 Protección del cultivo: enfermedades y plagas animales

En primer lugar se deberá identificar la enfermedad o la plaga animal.

La plaga o enfermedad se deberá mantener en un bajo nivel de daño o con baja incidencia, respectivamente, con una óptima combinación de controles químicos, mecánicos, físicos, culturales, biológicos y/o genéticos.

Se deberá ejercer un buen monitoreo con el fin de minimizar las intervenciones químicas y efectuar los tratamientos sólo en casos justificados. La elección del plaguicida se hará considerando diferentes aspectos:

- Eficiencia y poder residual.
- Tiempo de espera o de carencia.
- Modo de acción.
- Toxicidad para los humanos.
- Toxicidad para peces, aves, mamíferos, enemigos naturales y abejas.
- Problemas de contaminación de la napa freática y aguas superficiales de escurrimiento o drenaje.

• Registros y tolerancias permitidos para tomate. En lo posible no utilizar aquellos de amplio espectro y fomentar los específicos.

- Espectros de acción.

El principio activo a utilizar para el control de un problema fitosanitario se deberá seleccionar de un listado de productos químicos permitidos (Resolución 507, 2008). Es aconsejable excluir los principios activos cuya clasificación toxicológica correspondan a la Clase I a y b según la O. M. S., clasificación del peligro muy tóxico o tóxico (banda roja). También se aconseja excluir totalmente aquellos productos cuyos grupos químicos pertenezcan a los fosforados, clorados y carbamatos desde el cuaje de los frutos en adelante.

Se debe conocer y respetar los tiempos de carencia de los agroquímicos y el período de reingreso a la parcela (Anexo I).



Las máquinas pulverizadoras, empleadas para la aplicación de agroquímicos, deberán estar bien calibradas, poseer los picos adecuados, trabajar a presión constante, pulverizar uniformemente y sin goteos.

5.1 Control de plagas y enfermedades

El enfoque terapéutico con el que se aborda el manejo de plagas (enfermedades, artrópodos y nemátodos fitófagos) es uno de los factores más influyentes en la problemática sanitaria. El mismo se caracteriza por encarar el problema de manera reduccionista, es decir tiene en cuenta sólo una pequeña fracción del agroecosistema (la relación cultivo-plaga). Otro punto importante a remarcar de este enfoque es que utiliza

el control químico como única herramienta para el manejo de plagas (pulverizaciones de plaguicidas por calendario) con escaso o nulo nivel de diagnóstico (monitoreo de plagas). La finalidad de este manejo es mantener un determinado patrón de calidad de los productos cosechados (Botto *et al.*, 1997; Sarandón, 1998). En este sentido el enfoque terapéutico para el manejo de plagas resuelve los problemas sanitarios a corto plazo por ser una técnica útil y de rápida acción. Sin embargo el uso indiscriminado de plaguicidas tóxicos y persistentes conduce a profundizarlos en el largo plazo por la manifestación de emergentes negativos (Ferro, 1987; De Bach & Rosen, 1991; INTA, 1991; Price, 1997; Begon *et al.*, 2006), entre ellos:

- **Contaminación ambiental (suelo, agua, aire).**
- **Resurgencia y surgimiento de plagas secundarias:** los plaguicidas eliminan o reducen el control natural por disrupción de las tramas tróficas conformadas por plagas, parasitoides, depredadores y entomopatógenos que efectivamente mantienen a la mayoría de las plagas por debajo de los niveles de daño. También, ocasionan que otras especies de herbívoros (artrópodos y nemátodos fitófagos), cuya presencia era prácticamente inadvertida, se conviertan en nuevas plagas (van den Bosch, 1978; Altieri, 1992; Sarandón, 2002).
- **Resistencia:** existen numerosos casos bien documentados sobre el desarrollo de resistencia de poblaciones de una especie plaga a un insecticida o grupo de ellos en cultivos hortícolas a campo y en invernadero, debido a aplicaciones repetidas. Entre las plagas implicadas se puede señalar a *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, *Aphis gossypii* y *Myzus persicae* como las más importantes (Viñuela Sandoval, 1998). Estas especies desarrollaron resistencia cruzada y múltiple a varios insecticidas registrados e incluso a algunos recientemente ingresados al mercado (van den Bosch, 1978; Bigler *et al.*, 1985; Altieri, 1992; Pechen D' Angelo, 1992; Pícollo, 1992; Stadler, 1992; Wood, 1992; 1998; Zerba, 1992; Viñuela Sandoval, 1998; Sarandón, 2002).
- **Hormologosis:** es la estimulación de la fisiología reproductiva de algunos artrópodos, causando el aumento de los niveles poblacionales. Por ejemplo el Carbaryl induce picos poblacionales en la arañuela roja, *Tetranychus telarius* (Acari: Tetranychidae) (Stenersen, 2004).
- **Disminución de enemigos naturales:** se entiende por enemigos naturales a los organismos que brindan una acción

reguladora dentro del agroecosistema (parasitoides, depredadores y entomopatógenos), evitando que en algunas ocasiones ocurran picos poblacionales. Algunos ejemplos en el cultivo de tomate bajo cubierta en el Cinturón Hortícola Platense (CHP) son: estudios realizados a mediados de la década del '90 mostraron que *Tuta absoluta* era la plaga más importante y el ectoparasitoide *Dineulophus phthorimaeae*, uno de sus enemigos naturales predominantes. Sin embargo, en años posteriores el ectoparasitoide se registra sólo en densidades bajas (Luna & Wada, 2005). Esto puede haberse debido a que esta especie es mencionada como susceptible a condiciones de cultivos protegidos con alto uso de insecticidas (Larriain, 1980). Otro ejemplo es el de los hongos entomopatógenos, cuya acción se manifiesta en agroecosistemas no muy disturbados (con pocas aplicaciones de fungicidas), dado que son sensibles a los fungicidas y herbicidas utilizados en horticultura (López Lastra & Scorsetti, 2006; Scorsetti, 2007; Scorsetti *et al.*, 2006).

Además de convertir a las plagas en un problema, en muchas ocasiones incontrolable, los plaguicidas son nocivos para el hombre (afección de la salud de operarios de campo y consumidores (intoxicación por el contacto directo con los plaguicidas al momento de prepararlos y al aplicarlos por no tomar las medidas de prevención (profilaxis) pertinentes en la mayoría de los casos y al consumir productos que han superado los límites máximos de residuo (LMR), respectivamente) y altas pérdidas económicas), plantas, animales y microorganismos (Astolfi & Landoni, 1977; van den Bosch, 1978; Lenardon *et al.*, 1987; Pimentel, 1986; Stenersen, 2004; Bulacio & Martínez, 2007). Estos presentan distintas categorías de toxicidad (Ia, Ib, II, III y IV), vías de penetración (dérmica, mucosas, inhalatoria, oral y parenteral) y actúan sobre diferentes puntos de acción (por ejemplo inhibidores enzimáticos, interfieren en el flujo de cationes Na^+ y K^+ a través de las membranas de las células nerviosas, etc.) (Cremlyn, 1982; Stadler, 2006). En síntesis, el desarrollo del enfoque terapéutico genera un "efecto cascada" (Figura 4.1) que pone en riesgo la capacidad de resiliencia del agroecosistema para producir alimentos en el tiempo y con ello su sustentabilidad (Kogan, 1986; 1998; Pimentel & Lehman, 1993; Sarandón & Sarandón, 1993; Barbosa, 1998; Begon *et al.*, 2006).

El argumento básico no es en contra de los plaguicidas en sí mismos, o del control químico como técnica de manejo, sino en contra del control químico como único

►► Figura 4.1. “Efecto cascada” del enfoque terapéutico del manejo de plagas.



componente de la estrategia del manejo de plagas y el biocida como su herramienta de operación.

5.2 Alternativa sanitaria al enfoque terapéutico

En este contexto es claro que no se puede continuar con dicho enfoque cortoplacista, reduccionista y excluyente. La Agroecología como una disciplina científica que estudia la actividad agraria desde una perspectiva ecológica es un enfoque alternativo que contempla un abordaje sistémico e integral de la problemática, considerando los principales componentes (estructura) del agroecosistema (suelo, cultivos, plagas, fauna benéfica (parasitoides, depredadores, entomopatógenos, microorganismos del suelo, polinizadores), etc.) y sus interacciones (funcionamiento) (Gliessman, 2002; Sarandón, 2002). En este sentido es fundamental conocer la estructura y el funcionamiento del agroecosistema para intervenir en él, ya que no se puede manejar algo que no se conoce (Strassera, 2009a).

En lo que respecta al manejo sanitario, este enfoque contempla al Manejo Integrado de Plagas (enfermedades, artrópodos y nemátodos fitófagos) (MIP), cuyo objetivo es obtener un producto inocuo y de calidad con el mínimo impacto ambiental posible (Sarandón, 2002).

El MIP ha sido definido como un sistema que reúne de manera compatible todas las técnicas posibles (control cultural, control biológico, uso de variedades resistentes, control químico, etc.) para mantener a las plagas por debajo de los niveles que produzcan daño económico al cultivo (Kogan, 1986; 1998; Pérez Moreno, 2000).

El MIP en su definición expresa dos ideas centrales: a) **convivir con la plaga en niveles razonables** y b) **el control químico si bien es una herramienta útil y de rápida acción sólo es necesario como una técnica más para construir la estrategia de intervención (conjunto de técnicas utilizadas complementaria y simultáneamente adaptadas al cultivo en cuestión)** (Kogan, 1986; 1998; Vigiani, 1990; Pérez Moreno, 2000). En este sentido, la importancia de esta estrategia radica en no basar el manejo en ninguna técnica en particular, sino que es el *conjunto de medidas* utilizadas lo que garantiza su éxito (Strassera, 2009a).

La consideración de ambas ideas permitirán obtener un producto diferenciado que garantice la salud de la población. En este contexto la estrategia a seguir en el manejo de plagas está basada en dos etapas de acción:

■ **Etapas 1:** Involucra a todas las medidas tendientes a prevenir el ataque de plagas, las cuales generalmente coinciden

con el control cultural (técnicas que favorecen el desarrollo del cultivo en detrimento del de las plagas). Entre ellas se puede destacar:

- Eliminar los rastrojos del cultivo una vez finalizado el mismo.
- Desinfectar el sustrato para realizar los plantines y en el caso de producciones bajo cubierta el suelo del invernadero definitivo antes del transplante.
- Partir de semillas sanas y de plantines libres de plagas (enfermedades, artrópodos y nemátodos fitófagos).
- Controlar que no existan roturas en las cintas de riego (a campo o en invernadero). En el caso particular de producciones en invernadero también se debe controlar que no existan goteras o que ingrese el agua de lluvia por los laterales (realizar zanjas perimetrales para evacuar este agua).
- En caso de ser posible utilizar materiales resistentes/tolerantes a diferentes plagas de frecuente aparición.
- Realizar una nutrición equilibrada en el almácigo y a lo largo del cultivo en el lote definitivo (a campo o invernadero), dado que tanto las deficiencias como los excesos de fertilizantes debilitan al cultivo tornándolo más vulnerable al ataque de plagas.
- Realizar un riego equilibrado en el almácigo y a lo largo del cultivo en el lote productivo definitivo (a campo o invernadero), por las mismas razones que en el punto anterior.
- Desinfectar las herramientas para realizar labores culturales a lo largo del cultivo en el lote definitivo (a campo o invernadero) con Amonio Cuaternario al 1 % para evitar la transmisión de enfermedades.
- Desinfectar los implementos para la preparación del suelo con Amonio Cuaternario al 1 % para evitar diseminar nemátodos de un lote productivo a otro (a campo o invernadero).
- Favorecer la ventilación en almácigos y a lo largo del cultivo en el lote definitivo (a campo o invernadero). En el caso de la producción en invernadero la ventilación puede ser favorecida por las aberturas del mismo (laterales y cenitales) y además por la generada por las labores culturales (desbroses y deshojes).
- Los operarios de campo deberán lavarse las manos frecuentemente con agua y jabón para evitar la diseminación

del inóculo de un lote a otro o a distintas zonas dentro de un mismo lote (a campo o invernadero).

- Utilizar mallas anti-plagas animales (siempre que climáticamente sea posible, es decir no debe haber elevadas temperaturas) para evitar su ingreso al almácigo y al invernadero definitivo en producciones bajo cubierta.

■ **Etapas 2:** Involucra a todas las medidas de control para realizar un manejo de plagas racional. Entre ellas se destacan las siguientes:

- En primer lugar hay que identificar correctamente el agente causal del síntoma y/o signo (enfermedades) o del daño (plagas animales) a través de fitopatólogos o entomólogos especializados respectivamente.
- Una vez identificada la plaga se la/s debe monitorear sistemáticamente para conocer la evolución del ciclo biológico (enfermedades) y/o su dinámica poblacional (plagas animales) para minimizar las intervenciones químicas (efectuar los tratamientos que sólo se justifiquen técnicamente).
- Para planificar la estrategia de intervención es necesario conocer lo siguiente: cuál es la plaga, su ciclo, hábito alimenticio, en qué zona de la planta se aloja y qué órganos afecta, las condiciones predisponentes para que aparezca, si presenta enemigos naturales de presencia espontánea, qué estado de su ciclo biológico es más vulnerable, etc. Toda esta información es fundamental para dimensionar el problema al cual nos enfrentamos.
- Utilizar los Niveles Máximos de Tolerancia (NMT) admitidos por el cultivo sin perder rendimiento como parámetros de decisión para implementar las medidas de acción. Esto significa que no hay erradicación de la plaga, sino que se convive con ella en niveles aceptables. Superado este nivel poblacional (plagas animales) o a través de escalas de severidad (enfermedades) se debe tomar la decisión de aplicar la estrategia de intervención.
- La estrategia de intervención consiste en utilizar la mayor cantidad de técnicas posibles en forma *complementaria y simultánea* (control cultural, control biológico, uso de variedades resistentes/tolerantes, control químico, etc.) para mantener un nivel de inóculo (enfermedades) y/o poblacional (plagas animales) compatible al cultivo (sin afectarlo considerablemente). En este sentido, se evita el uso exclusivo de plaguicidas y se

minimiza el fenómeno de resistencia de las plagas a dichos principios activos aplicados reiteradamente.

- Crear un ambiente favorable para el establecimiento temprano de los enemigos naturales de presencia espontánea para la regulación de las principales plagas.
- En caso de utilizar plaguicidas respetar las dosis y los períodos de carencia que figuran en los marbetes correspondientes para evitar la intoxicación de consumidores. También siempre que sea posible priorizar los plaguicidas selectivos, los cuales tienen un impacto menor sobre el agroecosistema (enemigos naturales fundamentalmente).

5.3 Diagnóstico sanitario (enfermedades, artrópodos y nemátodos fitófagos)

Para cumplir con el primer punto del procedimiento de un buen manejo de plagas (correcta identificación de una plaga) es necesario realizar un buen diagnóstico, el cual es esencial porque de él depende cómo enfrentar la problemática detectada en el lote productivo (a campo o invernadero). En este sentido, el diagnóstico realizado en el establecimiento comercial (lote) es la primera etapa (observar el síntoma y/o signo (enfermedades) y/o los ejemplares que producen los daños de la plaga animal existentes), para posteriormente tomar las muestras correspondientes, enviarlas al laboratorio y realizar la verificación fidedigna a través del taxónomo especializado respectivamente.

En la elaboración de un buen diagnóstico la etapa del establecimiento es muy importante, para orientar sobre las posibles plagas y para descartar otras de acuerdo a los puntos establecidos en la Tabla 4.13.

Todos estos elementos deben considerarse como un aporte extra de datos para la definición del diagnóstico de las diferentes plagas que aparezcan en el lote productivo (a campo o invernadero).

Junto a esta información, deberán observarse y analizarse dos aspectos fundamentales que contribuyen también a la elaboración del diagnóstico: a) Enfermedades (la distribución

de las plantas enfermas, la distribución de síntomas y signos en las plantas y en las hojas; y la distribución de síntomas en los folíolos de las hojas enfermas) y b) Plagas animales (distribución de las plantas con daños y la ubicación de las plagas animales que ocasionaron los daños (estados responsables) en los diferentes órganos de la planta).

A continuación se describirá cada uno de los aspectos fundamentales del diagnóstico mencionados.

5.3.1 Diagnóstico de enfermedades

En el caso de las enfermedades como se mencionó anteriormente son tres los puntos fundamentales para contribuir a realizar un buen diagnóstico: a) la distribución de las plantas enfermas, b) la distribución de síntomas y/o signos en las plantas enfermas y c) la distribución de síntomas en los folíolos de las hojas enfermas (Blancard, 1992)

5.3.1.1 Distribución de las plantas enfermas

La distribución de las plantas enfermas en el cultivo es muy variable y su observación puede contribuir para la elaboración del diagnóstico (Figura 4.2). Algunos factores como el tipo de estructura y el manejo del clima (en el caso de invernaderos) junto con la densidad de plantación y la característica de disseminación del agente patógeno pueden incidir en la distribución de la enfermedad:

- Cuando la distribución es uniforme y afecta a todas las plantas por igual y a todos los órganos vegetales del mismo lado, se puede suponer que el origen es **abiótico**.
- Si la distribución es irregular y los daños se observan en plantas dispersas y varían de planta en planta indican un origen **biótico** (parasitario).

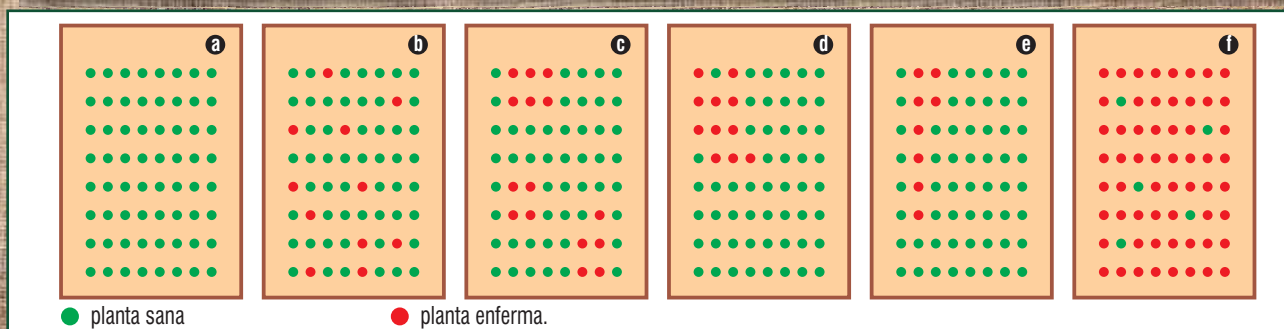
Dentro de las enfermedades parasitarias existen distintas situaciones:

- Si la enfermedad se manifiesta en plantas individuales, ubicadas en los lugares más transitados del cultivo (callejones a campo o cerca de las puertas en invernadero), indicará que se trata de un patógeno que puede ser diseminado fácilmente por el hombre, por la tierra que levanta el viento o por insectos vectores.
- Si las plantas enfermas aparecen solitarias y distribuidas al azar en el cultivo, puede deberse a una transmisión por

►► Tabla 4.13. Información para contribuir a un buen diagnóstico.

Información básica	Información específica
Clima predominante en la zona (estaciones del año)	Origen de la semilla y del plantín
Tipo de suelo del lote productivo (a campo o invernadero)	Si es posible conocer el manejo de la plantinera (qué sustrato se utilizó, cómo se desinfectó el sustrato, utiliza o no mallas anti-artrópodos vectores de enfermedades virósicas en los laterales de la plantinera, qué medidas de intervención utiliza frente al ataque de diferentes plagas, en caso de utilizar control químico qué productos aplicó, con qué dosis y frecuencia)
Topografía	Manejo del cultivo en el lote definitivo (aplica enmiendas orgánicas y/o inorgánicas antes de preparar el suelo, cómo realizó la preparación del suelo (tipo de implementos y número de pasadas con cada uno), con qué producto o de qué manera se realizó la desinfección del suelo, en invernadero utiliza o no mallas anti-artrópodos vectores de enfermedades virósicas, cómo riega (criterio para definir la cantidad y la frecuencia), qué medidas de intervención utiliza frente al ataque de diferentes plagas, en caso de utilizar control químico qué productos aplicó, con qué dosis, frecuencia y bajo qué condiciones climáticas se realizó la aplicación, realiza rotaciones).
Calidad del agua de riego	Considerar la edad del cultivo (etapa fenológica)
Años de horticultura en cada uno de los lotes productivos (a campo o invernadero)	
Modelo y dimensiones del invernadero ya sea para almácigo o para invernadero definitivo donde se desarrolle el cultivo (si posee ventilación lateral y cenital, presenta sistemas de calefacción y refrigeración)	

►► Figura 4.2. Diferentes tipos de distribución de las plantas enfermas de tomate: a) cultivo sano, b) al azar, c) pequeños focos dispersos, d) foco muy importante, e) lineal y f) generalizada.



semilla, pudiéndose atribuir el problema a las semilleras o a las plantineras por no desinfectar correctamente el sustrato.

- Si la enfermedad aparece en grandes manchones, posiblemente significa que existen condiciones ambientales desuniformes. Por ejemplo en los lugares más húmedos donde se producen encharcamientos como los bajos, por la rotura de una cinta de riego y en invernadero por el ingreso de agua de lluvia desde los laterales abiertos o por el goteo del vapor de agua condensado sobre las caras internas de los techos suelen producirse ataques de *Phytophthora* o *Pythium*; en los lugares más fríos infecta *Botrytis cinerea* y en los más cálidos los oidios (*Oidium* spp).

- También las enfermedades causadas por hongos de suelo suelen tener una distribución al azar en plantas aisladas o en grupos de tres o cuatro plantas consecutivas sobre la misma fila de plantación.

- Cuando la distribución es uniforme sobre la línea, siguiendo el diseño de plantación, generalmente se puede suponer que fue ocasionada por el trasplante de plantines enfermos o por el uso de herramientas no desinfectadas para la realización de labores culturales (desbrotes, deshojes, capado, etc.).

5.3.1.2 Distribución de síntomas y/o signos en las plantas enfermas

El reconocimiento de los síntomas y/o signos en las plantas enfermas permite orientar la definición de la localización del problema (Figura 4.3). Para ello, se deben examinar cuidadosamente: hojas, tallos, pecíolos, flores, frutos y si es posible raíces.

En función de la ubicación (diferentes órganos de la planta) de los síntomas y/o signos de la enfermedad se puede considerar el siguiente criterio para diagnosticarlas: a) enfermedades del follaje, flor y fruto, b) enfermedades del tallo y c) enfermedades de la raíz (Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006).

5.3.1.2.1 Enfermedades del follaje, flor y fruto.

Las enfermedades del follaje pueden manifestar síntomas sobre las hojas en una o ambas caras de la misma. Afectan a hojas maduras y jóvenes. La mayoría las micosis desarrollan síntomas en las hojas viejas (basales), mientras que las causadas por virus (virosis) manifiestan síntomas en las hojas nuevas (superiores) (Mitidieri, 2006).

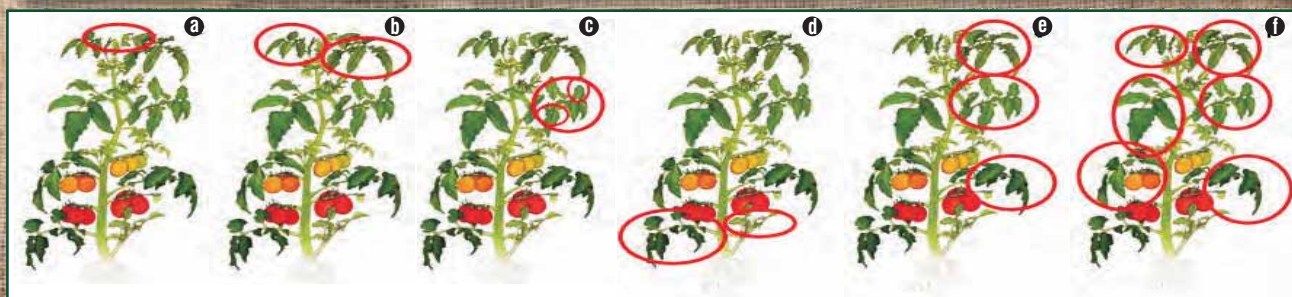
Cuando las lesiones son causadas por plaguicidas (Fitotoxicidad) las hojas más afectadas son las jóvenes, ya que son las más sensibles. Los daños aparecen ubicados de un solo lado de la hoja generalmente en el haz (cara superior visible y más expuesta).

Los hongos y bacterias fitopatógenas pueden desarrollar manchas necróticas sobre las hojas.

Las necrosis de los bordes de las hojas son causadas en su mayoría por deficiencias nutricionales, generalmente por falta de potasio o por una excesiva pérdida de agua. Los síntomas foliares pueden estar localizados en la yema terminal de la planta, en la parte alta, media o baja, como también estar generalizados o al azar.

Las deformaciones en las hojas como folios, filiformes, dentados, recortados, encorvados o enrollados y los enanís-

►► Figura 4.3. Distribución de la enfermedad en las distintas zonas de la planta de tomate: a) ápice-yema terminal, b) hojas jóvenes (tercio superior de la planta), c) localizado y al azar, d) hojas viejas (tercio inferior de la planta), e) asimétrico-unilateral (únicamente las hojas de un lado de la planta) y f) generalizado (conjunto de hojas).



mos pueden ser causados por enfermedades de origen viral (Blancard, 1992).

Las anomalías en la coloración de las hojas pueden presentarse en forma internerval o a partir de las nervaduras en los bordes en forma de V.

Los mildius y oidios se manifiestan en forma de mohos blancos sobre las hojas y *Cladosporium fulvum* esporula sólo en el envés de las hojas del tomate.

Botrytis cinerea es un ejemplo de una enfermedad de origen fúngico que manifiesta un moho grisáceo sobre las flores, hojas, tallos, pecíolos y frutos.

Sobre los frutos pueden aparecer manchas necróticas, puntifórmes, redondeadas, amarillentas, crateriformes, diseminadas por toda la superficie del fruto o localizadas sobre los extremos pedunculares y apicales. También puede ocurrir que las partes afectadas suelen ser colonizadas por patógenos secundarios u organismos saprófitos que pueden confundir la elaboración del diagnóstico.

Cuando las hojas se marchitan repentinamente puede tratarse de una enfermedad vascular o de una podredumbre a nivel de cuello o raíz (Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006).

5.3.1.2.2 Enfermedades en los tallos

Los síntomas más comunes que suelen manifestarse sobre los tallos son los canchros. Estos pueden desarrollarse en cualquier punto del tallo, pero preferentemente se ubican en la parte de los nudos y cuello. Los mismos son causados tanto por hongos (*Alternaria solani*) como también por bacterias (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). Cuando aparecen en el cuello a nivel del suelo generalmente son causados por hongos patógenos del suelo.

Las heridas producidas durante las labores culturales pueden predisponer a la formación de canchros (Martinengo de Mitidieri, 1996; Blancard, 1992; Mitidieri, 2006).

Las fallas en la emergencia como la caída de las plántulas después de nacidas se denominan "Mal de los almácigos o Damping-off" y los hongos involucrados en esta patología suelen ser *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp., entre otros.

En plantas de tomate es común observar la formación de raíces adventicias a nivel del suelo, las cuales indican la presencia de lesiones en el tallo, ya sea sobre o por debajo de la línea del nivel del suelo (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Mitidieri, 2006).

5.3.1.2.3 Enfermedades en las raíces

La podredumbre de raíces es el síntoma más común que puede afectar a estos órganos de la planta. Las lesiones en las mismas pueden producir síntomas característicos en la parte aérea como amarillamiento, enanismo o marchitamiento repentino (Blancard, 1992).

5.3.1.3 Distribución de síntomas en los folíolos de las hojas enfermas

En la sintomatología de folíolos de las hojas se incluyen las anomalías de forma, coloración, manchas, necrosis, marchitamientos y desecamientos (Figura 4.4).

Como segunda etapa del diagnóstico para enfermedades (toma de muestras en los lotes productivos) para enviarlas posteriormente al laboratorio y confirmar el agente causal a través del taxónomo especializado, debe realizarse con los siguientes recaudos:

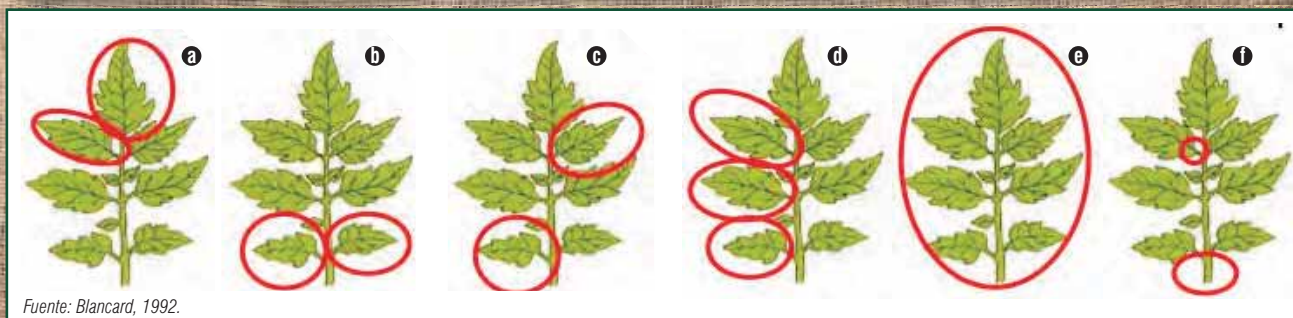
5.3.1.3.1 Toma de muestras de plantas enfermas para enviar al laboratorio

En lo posible sacar una foto de la planta enferma entera, del o los órganos afectados y del entorno antes de tomar la muestra, para conocer la situación real en la que se encuentra dicha planta y ayudar al diagnóstico.

Cada muestra debe presentar la zona de transición entre la parte enferma y la sana para permitir realizar el aislamiento correspondiente (en caso que sea posible) del patógeno.

Una vez colectadas las muestras deben ser embolsadas, etiquetadas y rotuladas con un marcador indeleble indicando la zona (región productiva), nombre del establecimiento, lote productivo (a campo o número de invernadero), fecha de recolección y variedad del cultivo. Inmediatamente después de recolectar y rotular las muestras se las debe acondicionar en una conservadora y rápidamente deben ser llevadas al laboratorio.

►► Figura 4.4. Distribución de síntomas de la enfermedad en los distintos folíolos de la planta de tomate: a) folíolos distales o de la extremidad de la hoja, b) folíolos basales de la hoja, c) algunos folíolos al azar, d) asimétrico-unilateral (únicamente los folíolos de un lado de la hoja), e) generalizado en toda la hoja y f) en el raquis y pecíolo de la hoja.



En caso de no poder ser llevadas en el día se las debe colocar en la heladera para evitar alteraciones.

Para finalizar es importante resaltar otras situaciones que se presentan con frecuencia. Por ejemplo algunos síntomas son bien característicos de enfermedades, otros en cambio son comunes a varias de ellas y es allí donde el diagnóstico se hace difícil.

Si las lesiones no progresan, no se diseminan a otras partes de la planta y si se observa una zona de demarcación bien neta entre los tejidos dañados y los no dañados, se puede suponer que se trata de una enfermedad no parasitaria (desórdenes nutricionales, daños por fitotoxidad), causas mecánicas o insectos (Blancard, 1992; Mitidieri, 2006).

Sobre las partes dañadas de la planta suelen aparecer eflorescencias (micelio) o fructificaciones (esclerosios) de hongos o exudados bacterianos.

Es frecuente que en los cultivos en invernadero los factores físicos, químicos o ambientales contribuyan a agravar la acción de los agentes infecciosos, lo mismo ocurre cuando se trabaja sin desinfección del suelo, con monocultivos y sin práctica de rotación. En todos estos casos los daños son muy significativos. A su vez, condiciones desfavorables en el suelo (como exceso o falta de agua, salinidad, etc.) favorecen y potencian el ataque de hongos patógenos (Blancard, 1992).

A medida que los cultivos se van haciendo más intensivos, son más preocupantes los ataques producidos por enfermedades y plagas animales.

5.3.2 Diagnóstico de plagas animales

En el caso de las plagas animales los dos puntos fundamentales para contribuir a realizar un buen diagnóstico son a) la distribución de las plantas con daño y b) la ubicación de las plagas animales que ocasionaron los daños (estados responsables) en los diferentes órganos de la planta.

5.3.2.1 Distribución de plantas con daño

5.3.2.1.1 Artrópodos fitófagos-plaga

Generalmente los artrópodos que presentan alas o que utilizan las corrientes de aire para desplazarse pasivamente suelen ingresar al lote productivo (a campo o invernadero) por las plantas ubicadas en los bordes (*Trialeurodes vaporariorum*, *Tuta absoluta*, *Frankliniella occidentalis*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, etc.) y posteriormente a medida que su densidad poblacional crece van colonizando la zona central del lote generalizándose su establecimiento.

También existen casos de artrópodos que a pesar de utilizar las corrientes de aire para su dispersión se localizan en manchones (*Tetranychus urticae*, *Aculops lycopersici*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, etc.). Los pulgones en producciones bajo cubierta suelen aparecer en plantas ubicadas debajo de las canaletas (con goteras) luego de una lluvia.

5.3.2.1.2 Nemátodos fitófagos-plaga

Los nemátodos se localizan generalmente en manchones (*Meloidogyne* spp., *Nacobbus* spp., etc.). Sin embargo pueden dispersarse con el agua de riego, los implementos para preparar el suelo, calzado de los operarios de campo, etc. (Chávez, 2004).

5.3.2.2 Ubicación de los ejemplares (estados responsables de los daños) en los diferentes órganos de la planta

Cabe aclarar que este punto será desarrollado con mayor detalle en otros apartados del presente capítulo.

Como segunda etapa del diagnóstico para plagas animales (toma de muestras en los lotes productivos) para enviarlas posteriormente al laboratorio y confirmar el agente causal a través del taxónomo especializado, debe realizarse con los siguientes recaudos:

5.3.2.3 Toma de muestras para enviar a laboratorio

En el caso de artrópodos y nemátodos fitófagos también si es posible sacar fotos, en ambos casos con la planta entera, el o los órganos dañados y las aledañas.

Los artrópodos fitófagos deben ser colectados y colocados en frascos pequeños y limpios con alcohol al 70 % para su conservación. Una vez colectadas las muestras deben ser rotuladas con un marcador indeleble indicando la zona (región productiva), nombre del establecimiento, lote productivo (a campo o número de invernadero), fecha de recolección y variedad del cultivo. Luego las muestras deben ser acondicionadas ubicándolas en una conservadora e inmediatamente ser llevadas al laboratorio. En caso de no poder ser llevadas en el día se deben colocar en un lugar fresco, a la sombra para ser llevadas lo antes posible y ser examinadas por los taxónomos especializados.

En el caso de los nemátodos para evitar los daños en el cultivo y disminuir los tratamientos químicos, es recomendable realizar un diagnóstico de la infestación del suelo antes del transplante al lote definitivo mediante el análisis de muestras de suelo. De esta manera se logra identificar los nemátodos fitoparásitos existentes y estimar su abundancia.

Una muestra debe representar la superficie del lote productivo. Se considera una muestra al número de extracciones de suelo (submuestras (Sm)) por unidad de superficie. Es recomendable extraer muchas submuestras pequeñas en lugar de pocas submuestras grandes utilizando un barreno o muestreador (del tipo utilizado para análisis de suelo), debido a la distribución en manchones de los nemátodos en el suelo.

Para estimar la población de nemátodos en lotes sin el cultivo implantado se tomará un mínimo de 4 Sm de suelo cada 1000 m² o 20 Sm/ha al azar o en forma sistemática (zig-zag, guarda griega) a 20 cm de profundidad. Posteriormente todas estas submuestras se mezclan para obtener una muestra compuesta (Chávez, 2004).

En el caso de los lotes con cultivo implantado las muestras se tomarán en la zona de las raíces jóvenes dentro del área que se considera afectada (4 Sm en el perímetro de la planta a 20 cm de profundidad).

También se pueden extraer plantas a razón de 10 por ha. En el cultivo de tomate al igual que en el de pimiento y berenjena la planta se cortará, se descartará la parte aérea y se tomará el sistema radical con su pan de tierra para posteriormente colocarlo en una bolsa de polietileno (Chávez, 2004).

Finalmente se debe realizar el acondicionamiento de las muestras de suelo/plantas, el cual consiste en guardarlas en heladera, nunca exponerlas al sol y enviarlas a un laboratorio de análisis nematológico dentro de las 48 horas de haberlas extraído. Es conveniente cerrar bien las bolsas que las contienen, tanto para impedir la pérdida de humedad, como para evitar la mezcla con otras muestras. Cada muestra debe llevar el nombre y dirección del establecimiento, el nombre del productor, el cultivo presente en el momento del muestreo, el cultivo anterior y el tipo de suelo, si es posible. Las muestras de suelo deben guardarse a 15 °C y las de plantas a 5 °C (Chávez, 2004).

Una vez identificada correctamente la plaga (enfermedades, artrópodos o nemátodos fitófagos) se debe realizar el segundo punto del procedimiento del manejo de plagas que es el seguimiento del estado sanitario del cultivo (monitoreo sistemático) para cuantificarla y planificar la estrategia de intervención.

5.3.4 Criterios para establecer el monitoreo por observación directa en planta de plagas (enfermedades, artrópodos fitófagos)

Existen a nivel nacional para el cultivo de tomate antecedentes en monitoreo de plagas. Las pautas y recomendaciones se encuentran resumidas en el denominado Protocolo de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades para la producción de tomate diferenciado bajo cubierta en el marco de la Producción Integrada (Mitidieri & Polack, 2005). El mismo recomienda el monitoreo por observación directa en planta obteniéndose una “foto estática” del estado sanitario del cultivo. Para evitar el carácter estático el seguimiento debe realizarse con cierta periodicidad (sistemáticamente), lo cual dependerá de qué plaga se trate (ciclo, condiciones favorables, hospedantes susceptibles (enfermedades) o preferidos (artrópodos y nemátodos fitófagos), etc.

La importancia de realizar el seguimiento en forma sistemática permite detectar tempranamente problemas sanitarios, disminuir los impactos ambientales y los costos productivos.

El monitoreo es la herramienta primordial en un buen manejo sanitario, debido a que permite: a) conocer el estado sanitario del cultivo de interés, b) conocer la evolución de las plagas a lo largo del ciclo productivo y c) verificar la eficacia de las medidas de acción aplicadas previamente (Mitidieri & Polack, 2005). En este sentido es el medio por el cual se decide el momento oportuno para intervenir. Por otra parte permite detectar problemas (eficacia de la liberación de enemigos naturales, de la variedad resistente a lo largo del cultivo, de la calidad de aplicación de un principio activo, etc.) y corregirlos a tiempo. Para poder decidir correctamente las medidas a adoptar el registro de las condiciones ambientales a través de dataloggers (registradores de diferentes variables ambientales) deberán acompañar el monitoreo.

Además existen tres aspectos fundamentales que definen el monitoreo de una determinada plaga: a) criterio de muestreo: ¿Cuántas plantas mirar? ¿De qué parte del cultivo?, b) el parámetro a determinar: daño o el número de individuos de un cierto estadio o grupo de estadios de la plaga y c) localización de la plaga: ¿Qué órgano mirar? y ¿En qué parte de la planta? (Mitidieri & Polack, 2005).

Cabe aclarar que en el monitoreo de plagas existen parámetros generales que no varían con la plaga a monitorear como por ejemplo: a) Número de plantas a observar para monitorear plagas, b) Distribución de las observaciones en el cultivo y c) Elección de plantas al azar y detección de focos.

Mientras que por otro lado hay parámetros específicos que sí varían en función de la plaga a monitorear como el criterio de observación dentro de la planta.

5.3.4.1 Número de plantas a observar para monitorear plagas.

El número de plantas mínimo es de **2 cada 100 m²** de superficie del lote productivo (invernadero). No se deben observar menos de 10 plantas en superficies inferiores a los 500 m² (Mitidieri & Polack, 2005).

5.3.4.2 Distribución de las observaciones en el cultivo.

La distribución de los puntos de observación seleccionados (plantas) en el lote productivo debe ser lo más homogénea posible, de manera de cubrir toda la superficie del cultivo con énfasis en los bordes para detectar eventuales invasiones de plagas. En este sentido, se destina un 40 % de las observaciones a cubrir los bordes del cultivo (laterales derecho e izquierdo y las cabeceras (frente y fondo)), mientras que el 60 % restante está destinado a las plantas del centro del lote productivo (invernadero) (Mitidieri & Polack, 2005).

5.3.4.3 Elección de plantas al azar y detección de focos

Una vez definidos los sectores en donde se harán las observaciones, se recomienda definir previamente la posición de las plantas a observar (Figura 4.5). De esta manera se evitan criterios subjetivos en la observación. En el caso que la planta definida previamente no sea representativa del cultivo por estar enferma, tener menor tamaño o ser excesivamente vigorosa, se debe establecer un criterio fijo para su reemplazo (por ejemplo, elegir la planta contigua de la derecha) (Mitidieri & Polack, 2005).

Aclaración: El monitreador debe recorrer todas las hileras del cultivo independientemente si las tiene asignadas o no para el monitoreo al azar. El registro de la posición de la planta contribuye a detectar un sector problemático del cultivo (foco) y tratarlo en forma diferencial, realizando tratamientos de control en ese sector o reforzando las observaciones en el mismo a la semana siguiente. En caso de detectarse un foco se ubica el

INTA Instituto Nacional
de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Buenos Aires Norte - Estación Experimental Agropecuaria San Pedro

FECHA		LUGAR				
PLANTA		Oidiosis	Moho gris	Moho de la hoja	Fumagina	OBSERVACIONES
FILA	VENTANA					
Incidencia						
Severidad						

► **Figura 4.7. Planilla de campo de plagas animales donde se colocan los valores de individuos y/o daños observados en el monitoreo (Mitidieri & Polack, 2005).**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Planilla 01									
Centro Regional Buenos Aires Norte - Estación Experimental Agropecuaria San Pedro									
FECHA				LUGAR					
PLANTA		POLILLA	MOSCA BLANCA		TRIPS		ARAÑUELA	OBSERVACIONES	
FILA	VENTANA	FDF ²	Adultos	Ninfas	Daño	Adultos			

² FDFr: Foliolo con daño fresco de polilla del tomate

mismo en la planilla del croquis del invernadero con abreviaturas para cada plaga y su nivel de incidencia. El monitoreo siguiente debe incluir la revisión de los focos detectados en el monitoreo anterior para registrar su evolución (Mitidieri & Polack, 2005)

5.3.4.4 Recomendaciones para el monitoreador

El monitoreador debe estar en conocimiento de los tratamientos fitosanitarios que se han realizado en la parcela que se va a monitorear, para no exponerse a los residuos de plaguicidas que quedaron en hoja (usar guantes descartables para no tocar las plantas tratadas con las manos) o vapores en caso de un invernadero. En este sentido se deberá ingresar respetando al menos 24 horas después de cada tratamiento.

Para no diseminar las plagas de un lote productivo a otro o de un establecimiento a otro a través de la vestimenta, zapatos o manos, se deberán tomar las siguientes medidas preventivas (Mitidieri & Polack, 2005):

- Comenzar a monitorear los lotes recién trasplantados y terminar por los cultivos más viejos.
- Cambiarse la ropa al terminar de monitorear un establecimiento y pasar a otro.
- No tocar plantas enfermas con las manos, utilizar guantes descartables.
- No trabajar con plantas sanas después de haber tocado plantas enfermas, sin lavarse las manos previamente.
- No ingresar tejidos enfermos o con presencia de plagas a otros lotes.
- Lavarse la suela de los zapatos con una solución de amoníaco cuaternario al 1 % y las manos con agua, jabón y alcohol en caso de haber tocado plantas enfermas o haber caminado por lotes infestados.
- Acondicionar el material que sea retirado del lote en bolsas para evitar roces innecesarios (pueden provocar el contagio de

plantas sanas) y así posteriormente analizarlo en otro lugar o mandarlo a un laboratorio para su diagnóstico.

5.3.4.4.1 Elementos útiles para el monitreador

Para realizar un trabajo eficiente se recomienda que el monitreador debe estar provisto de los siguientes elementos antes de comenzar el trabajo:

- Planillas de monitoreo y croquis del lote productivo a monitorear.
- Lupa de mano 10 x y guantes descartables.
- Bolsas de polietileno de diferentes tamaños (enfermedades o daños de plagas animales) y frascos pequeños con alcohol al 70 % (plagas animales).
- Conservadora, alcohol, etiquetas, marcadores indelebles y navaja.
- Cámara de fotos.

5.3.5 Criterios para Monitorear por observación directa y decidir aplicar las medidas de control

5.3.5.1 Enfermedades

En el caso de producciones de tomate bajo cubierta, existen antecedentes donde se han elaborado escalas de severidad de diferentes enfermedades (Mitidieri & Polack, 2005) para considerar la severidad de las mismas (Tablas 4.14 y 4.15).

5.3.4.5.2 Plagas animales

En el caso de las plagas animales el momento ideal para iniciar las acciones de manejo es al alcanzar y superar el NMT. Este valor será más cercano al umbral teórico cuando: a) mayor sea el grado de precisión con el que se estime el nivel poblacional de la plaga y b) mayor sea el conocimiento sobre el daño económico al cultivo de acuerdo a la densidad de la plaga y los otros factores involucrados. En general puede decirse que factores que aumenten el riesgo de incidencia tales como épocas del año propicia para una plaga y antecedentes de ataques cercanos al cultivo harán disminuir el NMT y a la inversa, factores que disminuyan el riesgo de incidencia como la presencia de enemigos naturales harán que aumente (Vigiani, 1990; Sarandón, 2002; Mitidieri & Polack, 2005).

►► Tabla 4.14. Escala de severidad del Moho gris para realizar la estrategia de intervención.

Enfermedad	Escala de monitoreo
Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	0= plantas sanas.
	1= hasta un 10 % de flores con síntomas.
	2= entre un 10-25 % de flores con síntomas.
	3= entre un 25-50 % de flores con síntomas.
	4= entre un 50-75 % de flores, hojas y frutos con síntomas.
	5= entre un 75-100 % de flores, hojas y frutos con síntomas.

Fuente: Mitidieri & Polack, 2005.

►► Tabla 4.15. Escala de severidad del Oidio, Moho de la hoja, Tizón Temprano, Mancha gris de la hoja, Tizón Tardío, Mancha bacteriana y Peca bacteriana para realizar la estrategia de intervención.

Enfermedades	Escala de monitoreo
Oidio (<i>Leveillula taurina</i> /Erysiphe spp.)	0= plantas sanas.
Moho de la hoja (<i>Cladosporium fulvum</i>)	1= hasta un 10 % de hojas con síntomas.
Tizón temprano (<i>Alternaria dauci</i> sp. <i>Solani</i>)	2= entre un 10-25 % de hojas con síntomas.
Mancha gris de la hoja (<i>Stemphium</i> spp.)	3= entre un 25-50 % de hojas con síntomas.
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	4= entre un 50-75 % de hojas con síntomas.
Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i> o <i>X. vesicatoria</i>)	5= entre un 75-100 % de hojas con síntomas.
Peca bacteriana (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Tomato</i>)	

Fuente: Mitidieri & Polack, 2005.

5.3.5.2.1 Artrópodos fitófagos-plaga

Según el Protocolo (Mitidieri & Polack, 2005) el procedimiento para el monitoreo por observación directa es el siguiente:

■ **Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*):** Se deben considerar dos estados de la plaga (ninfas y adultos). En el caso de las ninfas se debe observar el envés de dos folíolos al azar de aproximadamente del mismo tamaño de la quinta o sexta hoja comenzando a contar desde del ápice de la planta. Para adultos se debe observar el envés de las dos primeras hojas totalmente expandidas. En la planilla de campo se computa el valor promedio de ninfas observadas por cada folíolo (dos) por planta, y en el caso de adultos se colocará el valor promedio de estos por hoja (dos) por planta.

Aclaración: la ubicación de ninfas y adultos es orientativa, ya que a veces puede variar la localización en ambos estados.

■ **Polilla del tomate (*Tuta absoluta*):** Debe observarse diferentes zonas de la planta de acuerdo al estado de desarrollo del cultivo (Tabla 4.16).

►► Tabla 4.16. Modo de monitorear *T. absoluta* en el cultivo de tomate.

Altura de la planta	Zona de la planta a observar
Hasta 1 m	Toda la planta
Entre 1-1.70 m	Mitad de la planta superior
Más de 1.70 m	Tercio medio

En la planilla de campo sólo se computarán las larvas (responsables del daño). Allí se colocará el valor del número de folíolos con daño fresco por planta (FDFr/pl) (galerías con por lo menos una larva viva) observada en el invernadero. Cabe aclarar que en el caso de que un folíolo presente más de una galería con más de una larva viva, en la planilla de campo se contabilizará como un solo daño fresco.

■ **Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*):** Las zonas de la planta a observar coinciden con las de la polilla del tomate. Lo que se debe registrar en la planilla de campo por planta monitoreada es: a) el número de folíolos con daño de trips (pequeñas manchas blancas con puntuaciones negras en el haz de los folíolos), b) el número de adultos en el haz de los folíolos y c) número de ninfas en el envés de los folíolos.

■ **Arañuela roja (*Tetranychus urticae*):** Las zonas de la planta a observar también coinciden con las de la polilla del tomate. En la planilla de campo se colocará uno, dos o tres signos + los cuales indican el nivel de abundancia de la arañuela.

5.3.5.2.2 Nemátodos fitófagos-plaga

En el caso de los nemátodos no es fácil monitorearlos, sin embargo puede intuirse su presencia por la manifestación de síntomas en la parte aérea de las plantas afectadas (marchitez, clorosis, enanismo). Otra medida orientadora de la presencia de nemátodos fitófagos es la extracción de malezas indicadoras (en sus raíces pueden presentar nódulos) como las especies *Portulaca oleracea* y *Chenopodium* spp. Finalmente como última alternativa hay que descalzar la planta (cultivo) para observar si hay o no presencia de nemátodos en el sistema radical. En este sentido Bridge y Page (1980) idearon índices de nodulación en las raíces del cultivo de tomate para los nemátodos del género *Melodogyne* spp. (Bernal *et al.*, 2001) (Tabla 4.17).

►► Tabla 4.17. Índices de nodulación de *Meloidogyne* spp. en plantas de tomate.

Índice	Observación
0	Sin nódulos
1	Nódulos escasos
2	Sólo nódulos pequeños claramente visibles. Raíces principales limpias.
3	Algunos nódulos grandes visibles. Raíces principales limpias.
4	Predominan los nódulos grandes. Raíces principales limpias.
5	50 % de las raíces están afectadas. Nodulación en la parte de las raíces principales. Sistema radicular reducido.
6	Nodulación sobre las raíces principales.
7	La mayoría de las raíces principales están noduladas.
8	Todas las raíces principales están noduladas. Pocas raíces limpias visibles.
9	Todas las raíces están muy noduladas. La planta en proceso de muerte.
10	Todas las raíces están noduladas. Sin sistema radical. Planta generalmente muerta.

Aclaración: 1-4=nodulación sólo en raíces secundarias, 5-10=nodulación en raíces primarias laterales y en las principales. La valoración de la nodulación en los índices más bajos de la escala (0-1) es siempre difícil y lenta, pero es importante determinarla con vistas al desarrollo futuro de las poblaciones. Para obtener resultados correctos en los valores de los índices, se deben utilizar únicamente plantas que estén en la fase de crecimiento. Los nódulos sobre plantas viejas por causa de infestación secundaria tienden a desintegrarse dejando rastros que pueden confundirse con raíces sanas.

Con respecto a cada valor de NMT del resto de las principales plagas animales que afectan al tomate serán aclarados oportunamente en la descripción de cada una de ellas.

A continuación se realizará una primera descripción de las características generales de las plagas (enfermedades, artrópodos y nemátodos fitófagos) y posteriormente se desarrollarán específicamente las que afectan al cultivo de tomate.

Antes de comenzar a desarrollar la parte general y específica de las plagas es importante destacar que la dinámica de estas es diferente en la producción en invernadero respecto a la de campo.

En este sentido, la producción en invernadero cuando no es bien manejada presenta a la problemática sanitaria como una de las principales limitantes productivas, debido posiblemente a las siguientes causas: a) el confinamiento del área cultivada, b) la continua sucesión de pocos cultivos "los más rentables" a lo largo del año y c) problemas de gestión (planificación, manejo y seguimiento de los cultivos, mano de obra disponible, etc.), dinero, etc.), entre otras (Albajes *et al.*, 1999; van Lenteren, 2000; Strassera, 2006; 2007; 2009a).

La primera causa hace referencia a que en la zona existe variabilidad en los tipos de invernaderos (modelos y dimensiones), generándose ante un mal manejo de la ventilación y de las labores culturales (específicamente desbrotes y deshojes) un microclima favorable para el establecimiento y desarrollo de las diferentes plagas (enfermedades, artrópodos y nemátodos fitófagos) (Strassera, 2009a).

En la segunda causa existen dos problemas. Por un lado, en la secuencia se utilizan pocos cultivos "los más rentables" (erosión específica) (no siempre es así por las fluctuaciones en los precios de los productos cosechados), que permitirían amortizar las estructuras del invernadero y por otro lado, dentro de estas pocas especies se utilizan escasas variedades "las más rendidoras" (erosión varietal). En este sentido ambos tipos de erosión provocan que el agroecosistema se torne altamente vulnerable frente al ataque de diferentes plagas por no contar con variabilidad genética vegetal que permita cortar sus ciclos biológicos (Gliessman, 2002; Sarandón, 2002; Strassera, 2009a).

Antes de comenzar a desarrollar la parte general de plagas, es necesario definir el concepto de plaga en su sentido más amplio (enfermedades, plagas animales). La definición de plaga (enfermedad, plaga animal) es un concepto antropocéntrico, para denominar a los organismos que de alguna manera interfieren con los intereses del hombre (Anónimo, 1957). Los organismos designados como plagas compiten con el hombre por comida, refugio o territorio y también pueden transmitir enfermedades causando graves problemas en la salud pública (Horn, 1988).

5.4 Enfermedades

5.4.1 Generalidades

Con respecto a las enfermedades vegetales, existen numerosas definiciones, siendo la más adecuada para este manual la siguiente: toda alteración de la fisiología y de la estructura normal de las plantas que sea suficientemente prolongada o permanente como para producir síntomas visibles o para perjudicar su calidad o valor económico (Fernández Valiela, 1952).

Para el manejo de una enfermedad se debe considerar cuatro factores que son indispensables para que la misma aparezca:

- El hombre.
- El hospedante.
- El agente causal.
- Condiciones ambientales favorables.

Los cuatro factores deben estar presentes simultáneamente para que la enfermedad ocurra (Mitidieri, 2006).

A medida que sea mayor la superposición de las superficies de los óvalos mayor será la incidencia de la enfermedad (Figura 4.8).

El primer factor de la manifestación de una enfermedad es el *hombre* por ser el responsable de tomar las decisiones en el establecimiento productivo. En primer lugar selecciona el o los cultivos y dentro de éstos las variedades (hospedantes) que

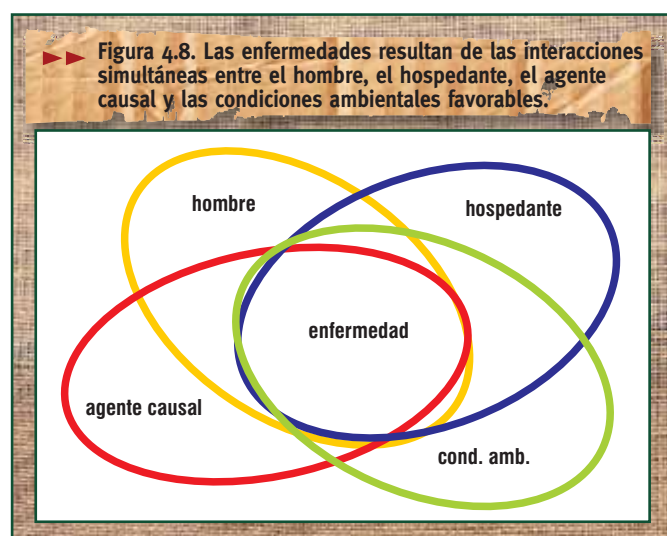
realizará pudiendo o no tornar al agroecosistema a ser más o menos susceptible al ataque de enfermedades por la variabilidad genética existente (erosión específica y varietal). En segundo lugar es el que decide cómo y cuándo ventilar, desinfectar o no las herramientas para desbrotar y deshojar, etc.

El segundo factor es *el hospedante*, el cual va a depender de la enfermedad, debido a que algunas de ellas se manifiestan en una o pocas especies vegetales de la misma familia botánica y otras requieren hospedantes alternativos de diferentes familias (de interés económico (otros cultivos) y/o vegetación espontánea (malezas)) para completar su ciclo). Es un punto clave y altamente dependiente del hombre.

El tercer factor es *el agente causal*, el cual se refiere a la etiología (causa) de la enfermedad. Existen dos tipos de enfermedades de acuerdo a su etiología: las parasitarias de origen biótico (patógenos) y las ocurridas por causas de origen abiótico (no parasitarias) también llamadas fisiogénicas.

5.4.1.1 Enfermedades parasitarias

Entre las enfermedades parasitarias se destacan tres grandes grupos: a) Micosis (hongos), b) Bacteriosis (bacterias) y c) Virosis (virus) (Tablas 4.18 y 4.19) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Ronco *et al.*, 2008).



►► Tabla 4.18. Características de las enfermedades parasitarias.

Agentes causales	Descripción general	Consideraciones para tener en cuenta
Hongos	Están formados por filamentos (hifas) que pueden o no estar tabicados. El conjunto de hifas constituye el micelio que puede crecer vegetativamente sobre el sustrato en el que se desarrolla, aprovechando las sustancias carbonadas o nitrogenadas del mismo. Cuando adquieren cierto desarrollo se reproducen por esporas siendo estas la principal fuente de diseminación de los hongos. Además cuando las condiciones ambientales son desfavorables presentan mecanismos como la formación de estructuras de resistencia (esclerocios, clamidosporas, oosporas, etc.) para superar el período desfavorable.	Los hongos patógenos de suelo y los de la parte aérea del cultivo encuentran generalmente en el invernadero, cuando no se maneja adecuadamente la ventilación y las labores culturales (desbrote y deshoje) las condiciones ambientales ideales para su aparición y establecimiento dificultando su manejo posterior.
Bacterias	Son organismos microscópicos. Las bacterias penetran en los tejidos vegetales a través de heridas por un daño mecánico (hombre, insecto, etc.) o por las aberturas naturales de los vegetales por donde ocurre el intercambio gaseoso (estomas, lenticelas, hidátodos). La presencia de agua sobre la superficie de las hojas u otros órganos favorece el ingreso de la bacteria al tejido vegetal a través de las vías mencionadas anteriormente. Algunas difunden sistémicamente por los tejidos de conducción del huésped y otras ejercen su acción enzimática (intra y extracelular) localizada en el área de influencia de la herida o abertura natural por donde penetró. Su diseminación puede ocurrir por semillas, órganos de propagación, agua de riego, insectos, nemátodos, el hombre (a través de labores culturales).	Las bacterias patógenas pueden perpetuarse de 1-4 años en las estructuras de invernaderos, también de un año a otro en el rastrojo de los cultivos finalizados o en la rizósfera de las malezas.
Virus	Son entidades submicroscópicas y parásitos obligados (no pueden reproducirse sin depender de un organismo). Los virus poseen un ácido nucleico (ARN o ADN) envuelto por una capa proteica. Su transmisión es por semilla, mecánica, hongos de suelo, artrópodos (ácaros e insectos) y nemátodos.	El invernadero al ampliar el período productivo está más expuesto a la migración de vectores virulíferos capaces de transmitir diferentes virosis. El manipuleo permanente de las plantas por las labores culturales favorece al daño mecánico y a la transmisión de distintos virus.

Fuente: Fernández Valiela, 1952.

►► Tabla 4.19. Caracterización de la sintomatología que puede observarse en las diferentes enfermedades.

Sintomatología	Descripción
Necrosis	Se produce la muerte rápida de los tejidos y según el órgano afectado y la forma en que se presente el síntoma se puede subdividir en: a) Manchas (muy frecuentes en hojas y tallos), b) Podredumbres (desorganización de los tejidos) y según la naturaleza del órgano afectado pueden ser: b.1 Secas (la muerte se produce junto a la desecación de los órganos o tejidos con bajo contenido de agua) y b.2 Húmedas (en los tejidos muertos se produce una gran acumulación de agua. En estos casos hay generalmente infecciones secundarias por bacterias saprófitas que completan la desintegración de tejidos y originan olores desagradables), c) Cancros (es una zona donde los tejidos corticales están muertos y separados por barreras de tejidos suberificados, son lesiones de tipo crónico, con tendencia a extenderse por ser heridas que no logran cicatrizar), d) Marchitamientos (existe muerte de toda la planta posiblemente por carencia de agua. Generalmente estos síntomas se presentan en las enfermedades causadas por patógenos de suelo que atacan las raíces y cuello de la planta o por nemátodos). La muerte de la planta se puede deber a las siguientes causas: d.1. Destrucción del sistema radical (impide la absorción de agua y nutrientes), d.2. Oclusión de los vasos por el patógeno , también llamada Traqueomicosis o Hadromicosis porque generalmente son producidas por hongos (es una acción mecánica de taponamiento que impide el ascenso de agua hacia la planta), d.3. Toxicogénica (la secreción de toxinas por parte del patógeno origina la muerte total o parcial del vegetal por acción a distancia), d.4. Embolias (es un exceso de transpiración de la planta o la ruptura de los vasos del xilema por la acción de un patógeno al formar burbujas de aire. Según el tamaño de las mismas se puede inutilizar en forma definitiva el vaso y generalmente este fenómeno ocurre simultáneamente en varios vasos disminuyendo significativamente la circulación de agua por la planta) y e) Autotomías (ocurre en algunos casos de manchas en las hojas donde el hospedante aísla al patógeno mediante una producción suberosa para desprenderlo de la planta).
De tipo Hiperplásico	La hipertrofia es todo aumento exagerado del tamaño de una parte o de la totalidad de un órgano. Se pueden distinguir dos tipos de hiperdesarrollo: a) Hipertrofia (aumento del volumen de las células constitutivas) y b) Hiperplasia (multiplicación excesiva de las células que lo conforman incitada por la acción del patógeno o por sus secreciones).
De tipo Hipoplásico	Es la disminución del tamaño del órgano (atrofia) o del individuo (enanismo). La hipoplasia puede manifestarse también como una disminución del contenido de algún elemento constitutivo normal de la planta como la clorosis por destrucción de clorofila.
De tipo Metaplásico	Son los cambios en el contenido celular y generalmente se manifiestan por la aparición de coloraciones anormales a las de su estado sano. Es decir que se produce una ganancia o la aparición de una sustancia que normalmente era inexistente o estaba enmascarada.

Fuente: Fernández Valiela, 1952.

5.4.1.2 Enfermedades no parasitarias o fisiogénicas

Las enfermedades no parasitarias se deben a diferentes causas de naturaleza abiótica destacándose cuatro grupos: a) desórdenes nutricionales de la planta, b) condiciones am-

bientales adversas, c) contaminación del aire y d) fitotoxidad por productos químicos (Tabla 4.20) (Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

►► Tabla 4.20. Características de las enfermedades no parasitarias.

Causas abióticas	Observaciones
Desórdenes nutricionales	Muchos de estos desórdenes se relacionan con el uso intensivo del suelo (progresiva degradación del recurso) y condiciones climáticas particulares del área cultivada. Dentro de este grupo la deficiencia de nitrógeno es la más común, manifestándose una reducción del crecimiento vegetativo y clorosis de las hojas jóvenes. La falta de calcio junto a otros factores son responsables de la podredumbre apical del fruto. La carencia de fósforo puede causar clorosis internerval en las hojas más viejas. Los excesos de sales solubles en el suelo pueden tener efectos fitotóxicos en plantines de tomate, pimiento y frutilla después del transplante.
Condiciones ambientales adversas	La temperatura y la humedad del ambiente confinado (invernadero) son los factores climáticos de mayor importancia para la aparición de enfermedades. Las plantas de acuerdo al tiempo de exposición frente a temperaturas extremas dentro del invernadero pueden ser afectadas con diferentes grados de intensidad. En el caso de la humedad relativa si es alta puede acumularse agua sobre las hojas y producirse el quemado de las márgenes de las mismas. La falta de agua puede causar marchitamiento de los órganos más jóvenes, aborto de flores y podredumbre apical del fruto. El exceso de agua (encharcamiento) puede producir síntomas de marchitamiento por asfixia radical y podredumbre de raíces.
Contaminación del aire	La utilización de calefactores en invernaderos (plantineras) puede generar necrosis de las márgenes de las hojas, por lo que el grado de intensidad en el daño dependerá del tiempo de exposición de las plantas con los gases de combustión. El uso de etileno produce epinastias, enrulamiento de hojas, ramas cortas y deformes en tomate.
Fitotoxidad por productos químicos	El uso abusivo de plaguicidas puede traer aparejado la manifestación de síntomas de intoxicación en la planta. Generalmente las dosis altas (por encima de lo recomendado en el marbete), el horario inadecuado del día para realizar la pulverización (medio día), etc. son posiblemente las principales causas de intoxicación vegetal. También suele ocurrir que quede algún remante de herbicida en el tanque del equipo pulverizador o mochila y cuando se realiza alguna pulverización con fungicida o insecticida la planta se quema, las hojas se deforman, toman una coloración más opaca, las nervaduras se afinan, existe un acartuchamiento de los bordes de las hojas hacia arriba, los frutos dejan de crecer quedando pequeños y alargados. El tomate es muy sensible a la fitotoxidad.

Fuente: Fernández Valiela, 1952; Mitidieri, 2006.

5.4.1.2.1 Diseminación de los patógenos

Los vehículos o medios de diseminación de los agentes patógenos son los siguientes: semillas, plantines, el hombre, aire, agua e insectos (Tabla 4.21).

►► Tabla 4.21. Vehículos o medios de diseminación de los agentes patógenos.

Vehículos de diseminación de agentes patógenos	Observación	Posibles soluciones
Semillas y plantines	Las semillas como los plantines contaminados pueden difundir las enfermedades de un lote a otro e incluso llevar la infección a regiones y países muy distantes.	Se debe partir de semillas y plantines sanos para no diseminar la enfermedad de la plantinera al lote definitivo sano (a campo o invernadero) donde se transplantará el tomate.
El hombre	A través de las prácticas culturales (tutorado, desbrote, deshoje, carpidas), tratamientos químicos el hombre puede convertirse en un importante vehículo de diseminación de los agentes patógenos.	En un mismo establecimiento productivo existen distintos grados de ataque de las enfermedades. En este sentido, es conveniente para la realización de labores culturales ingresar primero por los lotes sin detección de enfermedades o con leve ataque para finalizar en los más complicados sanitariamente. Lo que se logra es no aumentar el inóculo en los lotes con ataques leves o infectar una zona sana, aunque lo ideal sería que el operario de campo cambie su atuendo al ingresar a cada lote, lo cual es bastante difícil de hacer.
El aire	Los movimientos del aire dentro del lote son suficientes para romper los reservorios de esporas y diseminarlas de planta a planta.	La ventilación en el caso de invernaderos no puede dejar de hacerse, debido a que si no es realizada se crea un microclima ideal para la aparición de agentes patógenos. Además labores como el deshoje también favorecen a la ventilación dentro del lote productivo.
El agua	Es un medio importante de diseminación, particularmente en el caso de los hongos del suelo.	El riego por goteo y el uso de mulching sobre los lomos disminuyen estos riesgos.
Los insectos	Pueden ser vectores transmisores de virosis y también pueden transportar esporas de hongos.	En primer lugar identificar el vector, luego conocer el ciclo y las condiciones predisponentes para posteriormente crear una estrategia de intervención (conjunto de medidas de acción implementadas complementaria y simultáneamente).
Otros factores	En los invernaderos, los ciclos productivos son muy breves, de manera que las esporas y las formas resistentes de bacterias que han sobrevivido al finalizar un ciclo pueden infectar al siguiente cultivo. Las rotaciones no son frecuentes, lo cual aumenta la incidencia de hongos patógenos del suelo. Como se mencionó las esporas pueden ser diseminadas por distintos factores y depositarse sobre las estructuras, polietileno, alambre, etc. También pueden provenir del exterior y penetrar en el invernadero por los medios de ventilación (puertas, ventanas laterales y cenitales). Las bacterias pueden ser traídas desde el exterior por el viento que levanta tierra.	Se recomienda nuevamente identificar la o las enfermedades, luego conocer sus ciclos, condiciones predisponentes y hospedantes susceptibles para posteriormente crear una estrategia de manejo. En la misma se puede incluir siempre que sea posible la diversificación en la secuencia (dentro del mismo lote productivo a campo o invernadero) y las rotaciones (entre distintos lotes a campo o invernadero) con cultivos de diferentes especies y de distintas familias para cortar los ciclos de los agentes patógenos. Se ha comprobado que en el primer año de implantación de un invernadero el efecto de las enfermedades sobre el cultivo de tomate es muy bajo, pero se incrementa rápidamente con las cosechas sucesivas al realizar monocultivo. Los residuos de cosechas (rastreo) constituyen una importantísima fuente de inóculo, por lo cual deben ser removidos del lote productivo. Debe considerarse la desinfección del suelo en el caso de producción bajo cubierta con diferentes técnicas (físicas y químicas) que serán detalladas posteriormente y de la estructura (hipoclorito de sodio (35 g/l) al 2 %, amonio cuaternario al 1 %). Una intervención tardía cuando la enfermedad haya alcanzado niveles de infestación altos (epifítia), limitará el efecto de cualquier estrategia de control.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006.

Finalmente el cuarto factor para que se manifieste una enfermedad son *las condiciones ambientales*. Dentro de estas se destacan para el manejo de las enfermedades: a) la humedad, b) la temperatura y c) la luz. Cabe aclarar que es muy difícil asegurar la medida justa de estos tres factores para el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Mitidieri, 2006).

a) Humedad: En el caso de producciones bajo cubierta existe el problema (cuando no se realiza un buen manejo de la ventilación) de la formación de pequeñas gotas de agua por el proceso de condensación del vapor de agua ubicadas sobre las paredes y techos internos de los invernaderos. Este fenómeno se da mayoritariamente en las estaciones de otoño/invierno. El problema es que estas pequeñas gotas comienzan a caer sobre las hojas del cultivo generándose un microclima muy húmedo, que si no es ventilado adecuada y oportunamente se ve favorecida la actividad patógena de algunas bacterias y hongos. Ejemplo: *Botrytis cinerea*.

Además el depósito del agua sobre las hojas puede disminuir la eficacia de tratamientos químicos.

El régimen hídrico elevado y encharcamiento por mala nivelación, rotura de cintas de riego y mala ventilación también favorecen al desarrollo de algunos hongos como los Ficomycetes.

b) Temperatura: la baja temperatura de los meses de otoño/invierno favorecen la actividad de hongos de suelo como *Sclerotinia sclerotiorum*, la cual produce importantes pérdidas si no es manejada a tiempo.

Las elevadas temperaturas de verano y la baja ventilación suelen favorecer al desarrollo de patógenos que obturan los tejidos de conducción y que producen necrosis radicales.

c) Luz: baja luminosidad también favorece el desarrollo de patógenos.

5.4.2 Enfermedades parasitarias

Como se mencionó oportunamente entre las enfermedades que corresponden a esta categoría y que afectan al cultivo de tomate se destacan tres grandes grupos: a) Micosis: Mal de los almácigos (*Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Sclerotinia* spp., *Sclerotium* spp.; *Phytophthora* spp.), Moho gris (*Botrytis cinerea*), Oidio (*Leveillula taurina* o *Erisiphe* spp.), Moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*), Fusariosis (*Fusarium*

oxysporium f. sp. *lycopersici*), Tizón temprano (*Alternaria dauci* sp. *solani*), Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Tizón (*Phytophthora capsici*), Podredumbre del tallo y de la raíz (*Phytophthora parasitica*), Podredumbre húmeda del tallo (*Sclerotinia sclerotiorum*), Verticiliosis (*Verticilium dahliae*), Mancha gris de la hoja (*Stemphylium* spp.), Antracnosis (*Colletotrichum* spp.), Viruela (*Septoria lycopersici*); b) Bacteriosis: Cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*), Mancha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria*, *Xanthomonas vesicatoria*), Peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), Necrosis de médula (*Pseudomonas corrugata*, *P. mediterranea*, *P. viridiflava*), Marchitamiento bacteriano (*Ralstonia solanacearum*), Podredumbre blanda del tallo (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) y c) Virosis: Peste negra (*Tomato spotted wilt virus*), Mosaico (*Tomato mosaic virus*) y Virus de la cuchara (*Tomato yellow leaf curl virus*) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008). Cabe aclarar que existen más enfermedades en cada categoría pero se priorizaron las más frecuentes.

5.4.2.1 Micosis

5.4.2.1.1 Mal de los almácigos o Damping-off

Es una de las principales enfermedades que ocurre en la etapa de almácigo pudiendo atacar a las a las semillas durante la germinación, a las plántulas (pre y/o post-emergencia), y al plantín después del trasplante en el lote definitivo. Las plantas recién emergidas son más sensibles, y a medida que estas



Foto 4.27. Mal de los almácigos en plantines de tomate.
Fuente: www.pv.fagro.edu.uy/.../sintomas_hongos.html

crecen, la cutícula se engrosa adquiriendo mayor resistencia al ataque del complejo de patógenos de suelo responsables. Esta enfermedad puede aparecer en las bandejas de plantines "speelding" o en pequeñas macetas individuales. Sus agentes causales son *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Sclerotinia spp.*, *Sclerotium spp.* y *Phytophthora spp.*

La **sintomatología** (Foto 4.27) se manifiesta a través de lesiones necróticas profundas de coloración parda oscura, de aspecto acuoso o secas en el cuello a nivel del suelo con la peculiaridad que el síntoma progresa hacia abajo comprometiendo la radícula del plantín. Por la interrupción de su sistema vascular la plántula vuelca repentinamente doblándose hacia la zona lesionada.

Esta enfermedad se distribuye en forma de manchones (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el complejo de hongos responsable es polífago (amplio rango de hospedantes)

y sobreviven en forma de micelio, esclerocios, oosporas, etc. en el suelo. Pueden colonizar la mayoría de los sustratos orgánicos del suelo como los rastrojos. La enfermedad se disemina a través de corrientes de aire y de salpicaduras (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero).

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 10-20 °C, elevada humedad relativa y exceso de fertilización nitrogenada. También condiciones de estrés durante el transplante al lote definitivo favorecen el ataque de la enfermedad. De acuerdo a las condiciones ambientales dentro del invernadero predominará uno u otro hongo del complejo. Es decir en suelos fríos con exceso de riego, baja luz y escasa ventilación son frecuentes los ataques de *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.* mientras que con temperaturas más elevadas, suelos secos dominan *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfii*. Ocasionalmente el Mal de los almácigos puede ser originado por patógenos transportados por la semilla (*Alternaria solani*) que suele causar canchros en la base de los tallos (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.1.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.22)

►► Tabla 4.22. Estrategias de manejo del Mal de los almácigos.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el invernadero.	Partir de semillas sanas (tratadas con fungicidas permitidos) y/o de plantines sanos (libres de estos patógenos) para ello se debe realizar control químico preventivo en almácigo de acuerdo a lo registrado para el complejo responsable de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico preventivo después del transplante al lote definitivo de acuerdo a lo registrado para el complejo responsable de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	Desinfección del sustrato del almácigo de acuerdo a lo registrado para el complejo responsable de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Evitar la formación de encharcamiento en el suelo por rotura de cintas de riego, por las salpicaduras del goteo del vapor de agua condensado en las caras internas del invernadero, o por desniveles propios del terreno en el lote definitivo.	Tratar los plantines con fungicidas registrados para tomate durante los primeros 30 días posteriores a la implantación para cortar el ciclo de la enfermedad. Tratar las bandejas (speeldings) por inmersión hasta el cuello de la planta con soluciones de productos de acción sistémica inmediatamente antes de plantar.
	En el caso de producciones bajo cubierta antes del transplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección de las estructuras (paños internos de los laterales y del techo) y de las herramientas para destruir esporas y otros propágulos utilizando hipoclorito de sodio (35 g/l) al 2 % o productos a base de amonio cuaternario al 1 %.
	Seleccionar materiales con resistencia genética.
	En el caso de producciones bajo cubierta antes del transplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el complejo de hongos responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.

5.4.2.1.2 Moho gris

Es una de las principales enfermedades foliares que también ataca a flores y frutos del tomate, debiéndose identificar tempranamente, ya que una vez que llega a la flor es un fruto menos a cosechar. Su agente causal es *Botrytis cinerea*.

La **sintomatología** (Foto 4.28) se manifiesta a través de lesiones deprimidas, elípticas, acuosas que suelen cubrirse de abundante micelio gris oscuro pulverulento en los extremos distales de los brotes y ramilletes florales.

En los folíolos de las hojas se desarrollan manchas grandes apegaminadas, circulares o en forma de llama de coloración castaña-amarillenta, lisas o provistas de numerosos círculos concéntricos castaños con diferentes tonalidades.

Sobre los tallos (preferentemente en los puntos de inserción de las ramas y en el cuello) pueden aparecer canchales hundidos color castaño claro, secos que también se cubren con las fructificaciones del hongo.

Sobre los frutos el patógeno produce una podredumbre acuosa color gris-verdosa de evolución muy rápida y con abundante fructificación. Durante la post-cosecha los conidios que se desprenden pueden causar las características podredumbres ocasionando graves pérdidas. La infección de frutos suele ocurrir a partir de los sépalos y pétalos que quedan adheridos a estos. También este patógeno puede provocar deformación de frutos y manchas fantasmas o anillos translúcidos blanco

difusos, rodeados de pequeñas manchas similares a picaduras que desvalorizan comercialmente al fruto (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo presenta un amplio rango de hospedantes (pimiento, berenjena, lechuga, poroto), el mismo sobrevive en el suelo y en el rastrojo en forma de micelio, conidios y esclerocios.

Puede penetrar en los tejidos vegetales directamente a través de aperturas si encuentra una base nutritiva que satisfaga sus requerimientos para su desarrollo como las hojas caídas en el suelo, tejidos seniles o necrosados por heridas de desbrotes u otra labor cultural.

La propagación de la enfermedad se produce a través de sus conidios que pueden utilizar como vehículo el agua de riego y las corrientes de aire.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 18-24 °C (cuando se superan los 24 °C no se producen conidios y a más de 32 °C se inhibe el crecimiento micelial) y elevada humedad relativa (mayor a 90 %). Generalmente aparece el síntoma después de un descenso brusco de temperatura y por salpicadura (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero). Además los suelos ácidos, arenosos y los canopeos muy densos incrementan la intensidad del ataque (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

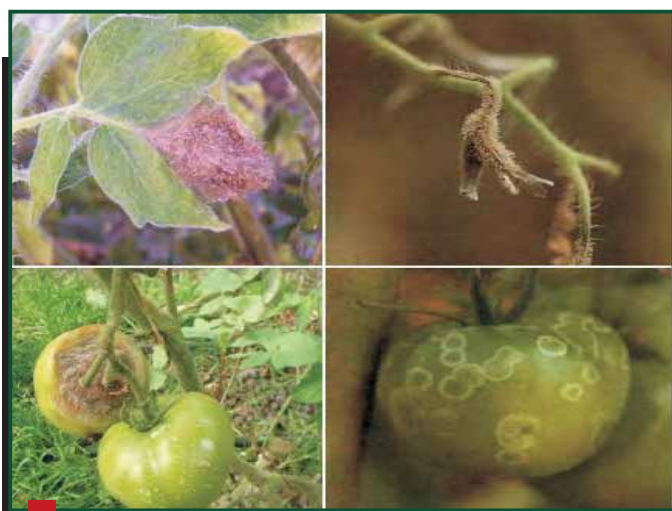


Foto 4.28 Moho gris en plantas de tomate.

5.4.2.1.2.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.23)

►► Tabla 4.23. Estrategias de manejo del Moho gris.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote definitivo.	Partir de plantines sanos (libres del patógeno).
En caso de que se observe el canopeo muy denso realizar deshojes para contribuir a la circulación de aire.	Seleccionar materiales con resistencia o tolerancia genética.
Evitar el exceso de vigor en la planta.	En el caso de producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar tempranamente las yemas axilares al ras del tallo para minimizar el tamaño de las heridas al máximo posible.	Favorecer al máximo la ventilación en el lote definitivo.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico cuando se observen los primeros síntomas rotando los principios activos entre distintas familias de fungicidas para evitar la generación de razas resistentes de acuerdo a lo registrado para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	
Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.1.3 Oidio

Es otra de las principales enfermedades foliares del cultivo de tomate, la cual se debe identificar tempranamente, ya que una vez instalada se dispersa muy rápidamente en la misma planta y entre plantas. Sus agentes causales pueden ser *Leveillula taurica* o *Erysiphe spp.*

Es un hongo que ataca sólo el follaje tanto en condiciones de sequedad como con humedad provocando defoliación y asoleamiento de los frutos.

La **sintomatología** se manifiesta a través de manchas circulares en el haz de la hoja de color blancas. Las manchas primero aparecen separadas bien individualizadas y a medida que progresa la enfermedad confluyen disminuyendo el área fotosintéticamente activa (Foto 4.29) (Fernández Valiela, 1952;

Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco et al., 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo presenta un amplio rango de hospedantes (pimiento, zapallito de tronco, anquito, alcaucil, numerosas malezas, etc.), el mismo sobrevive en el suelo y en el rastrojo.

Estos patógenos pueden utilizar como vehículo al viento para su dispersión. También pueden diseminarse a través de salpicaduras (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero).

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 20-25 °C y elevada humedad relativa (mayor a 75 %) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco et al., 2008).



Foto 4.29. Oidio en plantas de tomate.

Gentileza Fernández Alsina

5.4.2.1.3.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.24)

►► Tabla 4.24. Estrategias de manejo del Oidio.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote definitivo.	Partir de plantines sanos (libres del patógeno).
En caso de que se observe el canopeo muy denso realizar deshojes para contribuir a la circulación de aire.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico cuando se observen los primeros síntomas rotando los principios activos entre distintas familias de fungicidas para evitar la generación de razas resistentes de acuerdo a lo registrado para el agente causal de la enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	Favorecer al máximo la ventilación en el lote definitivo.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

Es recomendable aplicar fungicidas curativos registrados para el patógeno en el cultivo de tomate cuando aparecen los primeros síntomas de la enfermedad, especialmente en las hojas basales cerca del suelo. Las formulaciones a base de estrobirulinas son las más efectivas (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.1.4 Moho de la hoja

Es una de las principales enfermedades foliares que aparece en el cultivo de tomate, la cual debe ser identificada tempranamente, ya que es muy rápida en intensificar su severidad (dentro de la misma planta) como también su dispersión de una planta a otra. Su agente causal es *Cladosporium fulvum*.

La **sintomatología** (Foto 4.30) se manifiesta a través de manchas amarillentas sin contornos definidos (cuasi circulares) sobre el haz de las hojas en la zona basal a media de la planta. Estas manchas comienzan a aparecer separadas y luego se hacen confluentes, disminuyendo el área fotosintéticamente activa de la planta.

En el envés de la hoja (cara inferior) y en correspondencia con los síntomas observados en el haz suelen aparecer las fructificaciones del hongo en forma de eflorecencias, al principio blanquecinas para llegar al pardo oliváceo (amarronado).

En ataques más avanzados de la enfermedad las hojas amarillean, se enrollan, se marchitan y caen quedando la planta desfoliada.

Ocasionalmente también puede atacar tallos, pecíolos, pedúnculos, flores y frutos. Los frutos pueden ser atacados en la zona peduncular manifestando manchas negras, secas y sin contornos definidos (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo sobrevive como saprófito sobre los restos del cultivo o como conidios o esclerocios en el suelo. Los conidios pueden sobrevivir hasta un año y son fácilmente diseminables a través de las corrientes de aire que atraviesan el cultivo. También pueden ser diseminadas por el hombre, por herramientas que él utiliza para realizar las labores culturales y por insectos.

La semilla contaminada constituye la fuente primaria del inóculo y el patógeno posteriormente realiza la penetración a la planta vía estomática.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 20-25 °C (aunque la enfermedad puede desarrollarse entre 4 y 32 °C) y elevada humedad relativa (mayor a 80 %) sin renovación de aire durante 4 horas (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

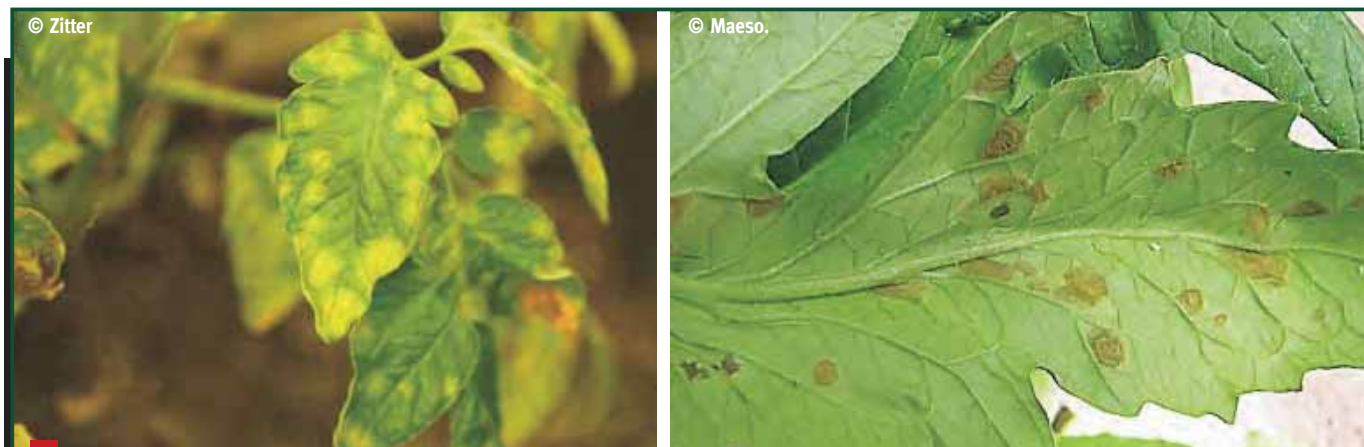


Foto 4.30. Moho de la hoja en plantas de tomate. Gentileza Dres. Zitter y Maeso.

5.4.2.1.4.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.25)

►► Tabla 4.25. Estrategias de manejo del Moho de la hoja.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote definitivo.	Partir de semillas sanas (libres del patógeno).
Realizar deshojes basales para eliminar las primeras hojas atacadas y contribuir a la circulación de aire.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico desde la aparición de las primeras manchas de acuerdo a lo registrado para agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del transplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección de las estructuras y de los paños internos de los laterales y del techo para destruir esporas y otros propágulos utilizando hipoclorito de sodio (35 g/l) al 2 % o productos a base de amonio cuaternario al 1 %.
Eliminar los restos vegetales posteriores a las labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.1.5 Fusariosis o Marchitamiento del tomate

Es una enfermedad cuyo agente causal es *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. La sintomatología se manifiesta inicialmente a través de la caída de los pecíolos de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y mueren. También puede ocurrir que se produzca un amarilleo que comience en las hojas más bajas y que termine por secar la planta y además provoca la podredumbre de raíces. Si se realiza un corte transversal al tallo se observa un oscurecimiento de los vasos (Foto 4.31). Presenta síntomas similares a los producidos por *Verticilium* spp. (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco et al., 2008).

Con respecto al **ciclo biológico**, el hongo presenta otros hospedantes alternativos de la familia Solanáceas como el pimiento y la berenjena. Además el patógeno puede perma-

necer en el suelo y en el rastrojo durante años en forma de clamidosporas (estructuras de resistencia) y penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular. La propagación es a través de los conidios utilizando como vehículos al agua de riego o las salpicaduras, el viento. El mismo puede ser introducido al establecimiento productivo a través del sustrato (para realizar los plantines) o por plantines contaminados.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 18-20 °C y condiciones de estrés hídrico (exceso de agua) y térmico (temperaturas demasiado bajas). También presenta gran capacidad para colonizar o recolonizar suelos infectados (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco et al., 2008).



Foto 4.31. Fusariosis en distintos órganos de la planta de tomate. Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.1.5.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.26)

►► Tabla 4.26. Estrategias de manejo de la Fusariosis.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Eliminar las plantas enfermas del cultivo.	Partir de semillas sanas y plantines sanos (libres del patógeno).
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico desde la aparición de las primeras manchas de acuerdo a lo registrado para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	Desinfectar el sustrato para realizar plantines con productos registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
	Seleccionar materiales con resistencia genética.
	Antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar el rastrojo una vez finalizado el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote productivo) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.



Foto 4.32. Tizón temprano en plantas de tomate.
Gentileza del Dr. Blancard

5.4.2.1.6 Tizón temprano

Es una enfermedad importante del follaje, tallos y frutos en tomate, pudiendo aparecer desde plantín hasta la madurez de los frutos. En ataques severos puede provocar importantes pérdidas en toda la superficie del lote productivo en forma generalizada y llegar a la defoliación. Su agente causal es *Alternaria dauci* sp. *solani*.

La **sintomatología** (Foto 4.32) se manifiesta en el follaje a través de manchas irregulares circulares de color pardo oscuro, generalmente rodeadas por un halo amarillento y en el interior de la mancha se observan anillos concéntricos. Las hojas viejas son las primeras en ser atacadas y cuando el número de lesiones progresa toda la hoja amarillea y cae. Las plantas defoliadas favorecen al escaldado de los frutos (quemado por el sol), debido a que estos no están protegidos por las hojas.

En los tallos, pecíolos y sépalos las manchas son pardo oscuras, alargadas, bien delimitadas y con centro más oscuro con anillos concéntricos.

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

Los frutos pueden manifestar manchas necróticas oscuras, cóncavas, deprimidas en la zona peduncular y también en las grietas de crecimiento y en otras heridas. Sobre las manchas el hongo fructifica abundantemente con una coloración negra. Los frutos pueden infectarse en estado inmaduro como también en el maduro (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo presenta hospedantes alternativos (otras especies de la familia Solanáceas y malezas de la misma familia botánica). Sobrevive en el suelo, en el rastrojo y en la semilla. El patógeno penetra directamente al vegetal por la cutícula y a través de heridas.

La propagación se realiza a través de corrientes de aire, de agua de riego, de las herramientas o ropa de los operarios de campo cuando realizan las labores culturales, de insectos y por salpicaduras (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero).

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 24-29 °C, que exista la presencia de una película de agua en la hoja por 24 horas, elevada humedad relativa (mayor a 75 %), deficiencia de nitrógeno, ataque de nemátodos y exceso de fructificación. Una alta fertilidad en el suelo disminuye la severidad del ataque (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.1.6.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.27)

►► Tabla 4.27 Estrategias de manejo del Tizón temprano.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote definitivo para disminuir la humedad del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (sin canchales o manchas foliares) (libres del patógeno). Tratar preventivamente la semilla con un fungicida registrado para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Realizar deshojes basales para eliminar las primeras hojas atacadas y contribuir a la circulación de aire.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y al observar los primeros síntomas aplicar control químico de acuerdo a lo registrado para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar los restos vegetales posteriores a las labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
	Fertilizar equilibradamente para asegurar un buen crecimiento y el desarrollo del cultivo.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.



Foto 4.33. Tizón tardío en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.1.7 Tizón tardío

Es una enfermedad del follaje en el cultivo de tomate en invernadero. Su agente causal es *Phytophthora infestans*.

La **sintomatología** (Foto 4.33) se manifiesta a través de manchas grandes húmedas con centro seco y pardas, las cuales están rodeadas por un margen más claro que desarrolla en el envés. El follaje infectado toma una coloración castaña que se deseca y muere rápidamente.

En los tallos las lesiones se inician generalmente en el punto de inserción de las ramas o en la base de los pecíolos de las hojas, extendiéndose longitudinalmente tomando el parénquima cortical.

Los frutos pueden manifestar manchas pardas jaspeadas y abollonadas en la superficie del contorno normal definido, siendo más oscuras en el centro y más claras en la periferia con una evolución rápida, originadas generalmente a partir del cáliz. En un ataque avanzado los frutos pueden cubrirse de micelio blanco, el cual soporta las estructuras de reproducción del patógeno (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo presenta como hospedante alternativo a la papa y a otras especies de la familia Solanáceas como la berenjena. El patógeno sobrevive en el suelo, en el rastrojo y en tubérculos de papa infectados, los cuales cuando germinan dan lugar a brotes contaminados. El inóculo está constituido por esporas y zoosporas, que se propagan por medio del agua. Las zoosporas cuando hallan una película de agua sobre la superficie de vegetal inician nuevas infecciones al ingresar por las aberturas estomáticas. Suele distribuirse en manchones en los invernaderos asociados con encharcamientos.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: temperaturas cercanas a los 20 °C y elevada humedad relativa (mayor a 75 %) (el patógeno es más activo con tiempo fresco y húmedo). Las noches frías y los días moderadamente cálidos son ideales para el desarrollo de la enfermedad. Para la formación de los esporangios se requiere 91-100 % de humedad relativa y una temperatura de 22 °C a 26 °C. Condiciones de Atmósfera seca y temperaturas elevadas (superiores a 30 °C) limitan su desarrollo (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.1.7.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.28)

►► Tabla 4.28. Estrategias de manejo del Tizón tardío.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote definitivo.	Realizar tratamientos de semillas efectivos contra oomicetes con productos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Favorecer el drenaje del suelo.	En transplante partir de un plantín sano.
Realizar deshojes basales para eliminar las primeras hojas atacadas y contribuir a la circulación de aire.	Evitar la plantación en áreas encharcadas y fomentar la secuencia de cultivos (dentro del mismo lote) y la rotación (entre diferentes lotes) con especies de distintas familias botánicas.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico preventivo de acuerdo a lo registrado para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del transplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Rotar las familias de fungicidas empleadas.	
Irrigar conservativamente y si es posible no irrigar al aproximarse la cosecha.	
Eliminar plantas enfermas durante el cultivo y los restos de cosecha al finalizar el cultivo.	
Mantener los frutos cosechados secos y fríos.	

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.1.8 Tizón

El agente causal de esta enfermedad es *Phytophthora capsici*.

La **sintomatología** (Foto 4.34) consiste en la muerte prematura por pudrición de la raíz (Alvelar & Marban, 1989; Redondo-Juárez, 1974).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo presenta hospedantes alternativos como el pimiento. El patógeno sobrevive en el rastrojo y su dispersión en el lote se produce a través de corrientes de aire y salpicaduras de agua, debido a que las esporas alcanzan a las hojas y/o frutos de las zonas bajas de las plantas.

La distribución de la enfermedad en el lote productivo es en manchones.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 24-29 °C, acompañado de una elevada humedad del suelo. Además la enfermedad es más severa en suelos arcillosos y disminuye en los arenosos. También se conoce que presenta efectos sinérgicos entre con otros patógenos como el potyvirus Y de la papa o el nemátodo *Meloidogyne incognita* (Ronco et al., 2008).

5.4.2.1.8.1 Manejo de la enfermedad

La estrategia de intervención es la misma que para el Tizón tardío (Tabla 4.28).



Foto 4.34. Tizón en plantas de tomate.



Foto 4.35. Podredumbre del tallo y de la raíz en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Blancard.

5.4.2.1.9 Podredumbre del tallo y de la raíz.

Es una enfermedad que afecta al cultivo de tomate. Su agente causal es *Phytophthora parasitica*.

La **sintomatología** (Foto 4.35) se puede manifestar a partir del almácigo. En ataques severos esta enfermedad puede provocar graves pérdidas de plántulas en el almácigo e incluso hasta 15 días después del trasplante en el lote definitivo. En etapas avanzadas del cultivo los frutos a nivel del suelo pueden ser afectados.

Los síntomas se dividen de acuerdo a la etapa por la que esté transitando el cultivo. Si el ataque ocurre durante el almácigo se observarán fallas en la emergencia de las plántulas. En ataques posteriores al trasplante se observa una podredumbre blanda de coloración negra en la zona del cuello de la pequeña planta. Posteriormente se marchita y luego muere. Y finalmente si los frutos son afectados, estos manifiestan círculos concéntricos de coloración parduzca. Sólo los síntomas en frutos son bien característicos. En los primeros estados del cultivo es necesario identificarlo a través de especialistas en el laboratorio.

Por lo tanto si esta enfermedad no es correctamente manejada las pérdidas en las etapas de almácigo y posteriores al trasplante pueden ser muy graves. Mientras que en la de los frutos dependerá de la variedad, de las condiciones del cultivo (abonado, riego, tratamientos preventivos, etc.), las condiciones ambientales, etc. (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo presenta numerosos hospedantes alternativos al tomate. El patógeno sobrevive en el suelo y frente a condiciones adversas presenta estructuras de resistencia denominadas clamidoporas, en las cuales puede mantenerse durante 9-10 meses. La penetración del patógeno a la planta ocurre mediante el desarrollo de apresorios a través de la epidermis. Su diseminación en el lote productivo se produce a través de nemátodos y lombrices, los cuales trasladan el patógeno en el suelo y permiten colonizar nuevas zonas o recolonizarlas después de desinfectadas. Las salpicaduras de agua también favorecen a la diseminación del hongo en el lote, debido a que las esporas alcanzan a las hojas y/o frutos de las zonas bajas de las plantas.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura es de 9-39 °C, con un óptimo entre

los 30-32 °C acompañado de una elevada humedad relativa. Además este patógeno se ve favorecido con suelos pesados, húmedos, fríos y con abundante materia orgánica (Fernández Valiela, 1952).

5.4.2.1.9.1 Manejo de la enfermedad

La estrategia de intervención es la misma que para el Tizón tardío (Tabla 4.28).

5.4.2.1.10 Podredumbre húmeda del tallo o Moho blanco

Es una enfermedad importante en tallos durante los meses de otoño e invierno en el cultivo de tomate sobre todo en condiciones de invernadero, pudiendo atacar desde 10 días después al trasplante hasta el pleno desarrollo provocando una merma en el stand de plantas y en el rendimiento. Su agente causal es *Sclerotinia sclerotiorum*.



Foto 4.36. Podredumbre húmeda del tallo en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Kobori..

La **sintomatología** se manifiesta principalmente en los tallos a unos 5 cm del nivel del suelo, generalmente se da por heridas producidas durante el desprendimiento de los cotiledones. También es frecuente observar lesiones en las axilas de las hojas o sobre los tallos en los sitios donde quedaron adheridos los pétalos de las flores.

El síntoma es una podredumbre húmeda y blanda sobre los tejidos corticales para luego profundizar hasta los canales medulares. El área afectada es de color castaño claro que en condiciones de elevada humedad se manifiesta el micelio blanco algodonoso y dentro del mismo aparecen los esclerocios oscuros de tamaño y forma variable (Foto 4.36).

La enfermedad generalmente se distribuye en manchones y al azar (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo presenta como hospedantes alternativos a especies de la familia Solanáceas (pimiento, berenjena) y de otras (poroto, lechuga, melón, pepino, etc.) y sobrevive en plantas enfermas que quedan en el suelo, siendo éstas focos de nuevas infecciones. El patógeno a través de los esclerocios puede persistir en el suelo varios años hasta que aparezca un hospedante susceptible. Los esclerocios germinan generando abundante micelio sobre la superficie del suelo infectando nuevas plantas. Sin embargo también a través de la germinación de los esclerocios puede dar origen a los apotecios (órganos de reproducción sexual) que descargan al exterior un importante número de ascosporas las cuales reinfectan el follaje de plantas sanas propagando a la enfermedad varios metros de donde germinaron los apotecios. Las infecciones de la parte aérea de la planta ocurren generalmente a partir de floración. Las ascosporas para iniciar la infección requieren una fuente externa de energía (pétalos marchitos de las flores, tejidos necróticos del tallo generados por daños mecánicos de las labores culturales o cicatrices cotiledonales). Para la dispersión de la enfermedad el patógeno utiliza a las corrientes de aire, el agua de riego y al suelo como vehículos.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 15-21 °C y una elevada humedad relativa. Los suelos provistos con mayor materia orgánica son más propicios para la aparición de esta enfermedad (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.1.10.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.29)

►► Tabla 4.29. Estrategias de manejo de la Podredumbre húmeda del tallo.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el invernadero para disminuir la humedad del ambiente y disminuir la humedad en el suelo.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno). Tratar preventivamente las semillas con fungicidas registrados en la Resolución 507/08 para manejar este patógeno en tomate (Anexo IV).
Realizar deshojes basales para eliminar las primeras hojas atacadas y contribuir a la circulación de aire.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico dirigido al cuello de las plantas de acuerdo a lo registrado para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). En caso de existir infecciones en el follaje realizar pulverizaciones con los mismos productos.	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar plantas con esclerocios durante y al finalizar el cultivo.	
Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Martínengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.1.11 Verticiliosis

Es una enfermedad cuyo agente causal es *Verticillium dahliae*.

La **sintomatología** al ser similar a *Fusarium* debe recurrirse a su estudio en laboratorio para confirmar que se trata de *Verticillium dahliae*. La manifestación de los síntomas es a través del amarillamiento y ligero marchitamiento de una zona del limbo de los folíolos (en forma de V), luego continúa con el desecamiento de dicha zona y generalmente se presenta en forma unilateral (folíolos de un solo lado) de la hoja (Foto 4.37) (FernándezValiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco et al., 2008).

En lo que respecta al **ciclo biológico**, el hongo presenta diferentes hospedantes alternativos (berenjena, amaranthus, etc.) y además se perpetúa en el suelo y rastrojo durante varios

años a través de microesclerocios (estructuras de resistencia). Su diseminación es a través de las herramientas de trabajo de los operarios de campo. Además los conidios utilizan las corrientes de aire y las salpicaduras de agua para tal fin. La penetración se realiza en el suelo, favorecida por heridas en las raíces, provocando en ataques severos una disminución importante de los rendimientos y del tamaño de los frutos.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 20-23 °C, la baja luminosidad, las plantas precoces con follaje reducido y fructificación agrupada debilitan y predisponen a las plantas a contraer esta enfermedad (FernándezValiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco et al., 2008).



Foto 4.37. Verticiliosis en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Kobori.

54.2.1.11.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.30)

►► **Tabla 4.30.** Estrategias de manejo de la Verticiliosis.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Eliminar las plantas enfermas del cultivo.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico desde la aparición de las primeras manchas de acuerdo a lo registrado para el patógeno de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	Desinfectar el sustrato para realizar plantines con productos registrados para el patógeno de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
	Seleccionar materiales con resistencia genética.
	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar el rastrojo una vez finalizado el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.1.12 Mancha gris de la hoja

Es una enfermedad cuyo agente causal es *Stemphylium* spp.

La **sintomatología** se manifiesta a través de pequeñas manchas ligeramente angulares (2-10 mm de diámetro) inicialmente pardas cuyo centro llega a ser más claro (gris) y se separa observándose amarillamiento del limbo en la periferia de las manchas (Foto 4.38) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

En lo que respecta al **ciclo biológico**, el hongo presenta diferentes hospedantes alternativos de la familia Solanáceas y además se perpetúa en el suelo y rastrojo. Su diseminación es a través de las corrientes de aire y de las salpicaduras de agua.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 24-27 °C, la presencia de una película de agua en la hoja y elevada humedad relativa (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.38. Mancha gris de la hoja en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Kobori

5.4.2.1.12.12 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.31)

► Tabla 4.31. Estrategias de manejo de la Mancha gris de la hoja.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación para disminuir la humedad y la temperatura del lote.	Partir de semillas sanas y plantines sanos (libres del patógeno).
Realizar deshojes para favorecer la ventilación.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico desde la aparición de las primeras manchas de acuerdo a lo registrado para el agente causal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar el rastrojo una vez finalizado el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.

5.4.2.1.13 Antracnosis

El agente causal de esta enfermedad es *Colletotrichum* spp.



Foto 4.39. Antracnosis en plantas de tomate. Gentileza Dr. Zitter.

La **sintomatología** (Foto 4.39) se manifiesta en frutos a través de manchas circulares deprimidas que presentan puntaciones negras en el centro. También se presentan pequeñas lesiones necróticas en algunas zonas de las raíces de color pardas (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo se perpetúa en especies hospederas de la familia Solanáceas y en semillas. Para diseminarse utiliza como vehículo las salpicaduras (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero) y la ropa de los operarios de campo cuando realizan las labores culturales.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 20-24 °C, la presencia de una película de agua en la hoja por 24 horas, la elevada humedad relativa, la alta humedad en el suelo por rotura de una cinta de riego o encharcamiento y días nublados (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.1.13.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.32)

► Tabla 4.32. Estrategias de manejo de Antracnosis.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la formación de películas sobre las plantas y la humedad del ambiente.	Partir de semillas sanas (tratarlas con fungicidas registrados para el agente causal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) y de plantines sanos (libres del patógeno).
En caso de que se observe el canopeo muy denso realizar deshojes para contribuir a la circulación de aire.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico de acuerdo a lo registrado para el agente causal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
	Favorecer al máximo la ventilación en el lote.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.

5.4.2.1.14 Viruela

Es una enfermedad que afecta el follaje, siendo característica de la producción a campo, aunque también puede aparecer en invernadero pero con menor frecuencia. El agente causal es *Septoria lycopersici*.

La **sintomatología** se manifiesta en hojas, también puede afectar tallos, pecíolos y pedúnculos florales (Foto 4.40). Los síntomas comienzan primero por las hojas basales, después del cuaje del primer racimo de frutos y luego progresa hacia la zona superior de la planta.

Sobre las hojas se manifiestan pequeñas manchas necróticas circulares de color castaño con centro blanco grisáceo con finos bordes amarillentos. En el centro de las manchas se destacan numerosos picnidios oscuros (puntos muy pequeños negros). Cuando el ataque en las hojas es severo las mismas se secan y caen (defoliación) exponiendo los frutos al escaldado.

Las lesiones sobre los tallos, pecíolos y cáliz son más pequeñas y oscuras que raramente forman picnidios.

La enfermedad generalmente se distribuye al azar en el caso de invernadero (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el hongo se perpetúa en el rastrojo, herramientas de trabajo de los operarios de campo para realizar las labores culturales y en las semillas. Se diseminan utilizando como vehículo las corrientes de aire, el agua de riego, los insectos, las salpicaduras (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero) y la ropa de operarios.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 20-26 °C (para el desarrollo de picnidios), la presencia de una película de agua en la hoja por 24 horas y una elevada humedad relativa (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.1.14.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.33)

►► Tabla 4.33. Estrategias de manejo de la Viruela.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la formación de películas de agua sobre las plantas y reducir la humedad del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
En caso de que se observe el canopeo muy denso realizar deshojes para contribuir a la circulación de aire.	Seleccionar materiales con tolerancia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar control químico preventivo de acuerdo a lo registrado para el agente causal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el hongo responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas
	Favorecer al máximo la ventilación en el lote productivo.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.

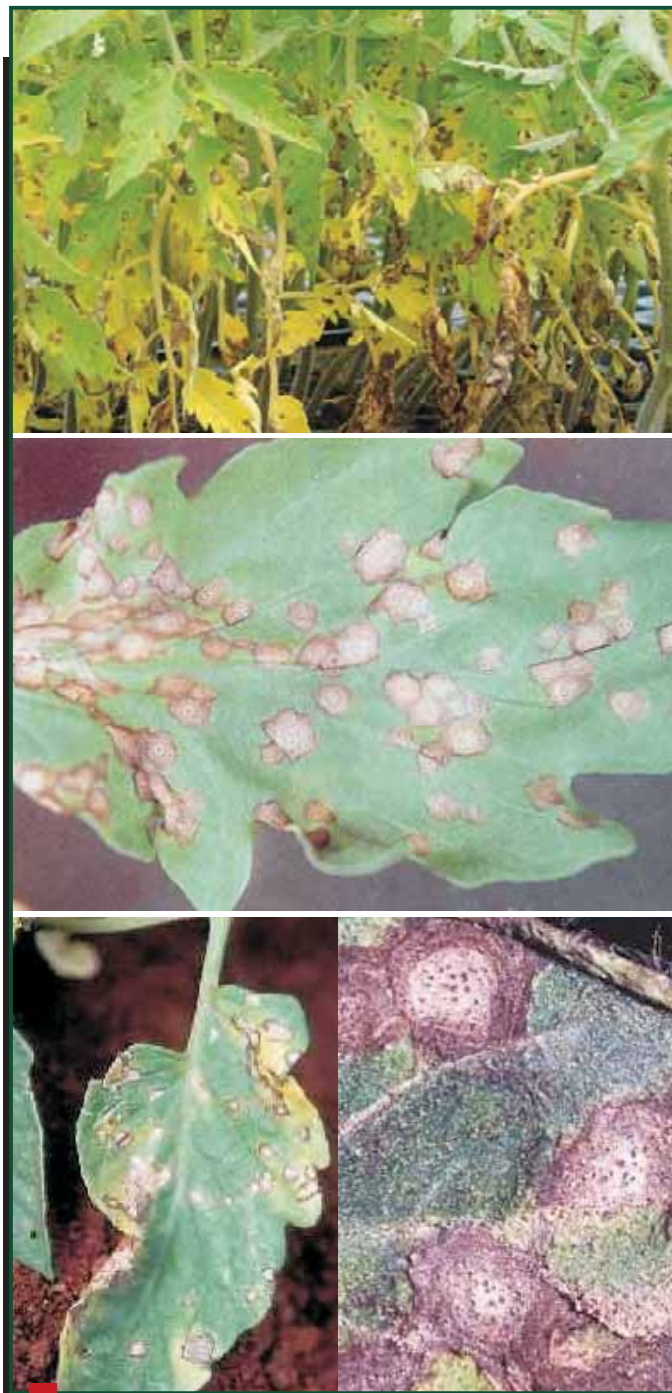


Foto 4.40. Viruela en plantas de tomate.
Gentileza del Dr. Kobori

5.4.2.2 Bacteriosis.

5.4.2.2.1 Cancro bacteriano

Es la enfermedad vascular más importante en el cultivo de tomate en invernadero pudiendo provocar significativas pérdidas debido a que es muy contagiosa expandiéndose muy rápidamente. Su agente causal es *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

La **sintomatología** (Foto 4.41) se manifiesta antes de la floración y frecuentemente a lo largo de la misma fila de plantas con síntomas de marchitamiento irreversible y desecación de folíolos (en los bordes y zonas internervales). Los pecíolos permanecen firmes.

Generalmente el marchitamiento se presenta de manera asimétrica (sólo un lado de la planta). Los frutos inmaduros tienden a desprenderse de la planta y finalmente la planta toma el aspecto de quemada.

En los tallos suelen aparecer estrías longitudinales amarillo pálidas que se ubican en la zona de inserción de las hojas pudiendo hendirse formando canchales.

Si se realiza un corte del tallo puede observarse en los tejidos corticales y los de la médula próximos a los vasos líneas blanquecinas amarillentas hasta un color marrón oscuro más intenso en las zonas de los nudos. La bacteria se moviliza por el floema y puede ocasionalmente colonizar la médula quedando esta de color amarillento y con una consistencia pastosa, separándose fácilmente de los bordes formando cavidades en sus partes blandas.

Si se realiza un corte transversal del tallo puede observarse la salida de un exudado amarillento.

Es muy raro que aparezcan sobre las hojas y los tallos manchas pequeñas, canchales, ampollas de color blanco cremosas y sobre los frutos manchas necróticas, redondas, superficiales, blancas en forma de ojo de pájaro con el centro pardo elevado, rodeadas de halos blancos y opacos.

Si la infección del fruto es de origen vascular se observa una coloración amarillo pálido de la placenta y de la columna estilar del mismo (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, la bacteria puede contaminar a las semillas y sobrevivir sobre ellas de un año a otro, las cuales al germinar darán origen a plantines infectados que recién manifestarán síntomas después del trasplante en el invernadero definitivo (muy tarde para tomar medidas preventivas). También puede sobrevivir en el suelo, en el rastrojo, en las estructuras del invernadero, en los tutores, cintas de riego, herramientas y manos de los operarios de campo que realizan las labores culturales y posteriormente diseminarse para infectar a través de heridas o estomas a las plantas sanas.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptimo es de 18-24 °C, elevada humedad relativa (mayor a 80 %) y exceso de fertilización nitrogenada (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.41. Cancro bacteriano en plantas de tomate.
Gentileza del Dr. Kobori

5.4.2.2.1.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.34)

►► Tabla 4.34. Estrategias de manejo del Cancro bacteriano.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el invernadero para disminuir la humedad y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
Evitar excesos en la fertilización nitrogenada.	Realizar el transplante oportunamente (cuando los plantines estén bien rusticados) debido a que un plantín pasado sufre más el transplante y es más susceptible al ataque del cancro.
Realizar las labores culturales con guantes desinfectados (no hacer deshojes, capado, etc. cuando las plantas están húmedas). Desinfectar la herramienta de corte cada vez que se trabaja en una planta nueva con amonio cuaternario al 1 % (el operario puede contar con un recipiente atado a su cintura que contenga dicha solución, de manera que al cambiar de planta sólo debe sumergir la herramienta en ella). Luego de realizar la labor cultural si es posible pincelar la herida con esmalte sintético para evitar el ingreso de otros patógenos. Al salir de un invernadero y antes de ingresar a otro los operarios de campo deben lavarse las manos con agua y jabón y cambiar de guantes. Siempre ingresar a trabajar por los lotes menos afectados para terminar por los más comprometidos. De esta manera no se disemina aún más la enfermedad.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
En caso de aparecer un foco limitado con plantas afectadas se las debe arrancar junto a las 2-3 siguientes (aparentemente sanas) y colocarlas inmediatamente en bolsas de consorcio para evitar reinfecciones con el roce.	En producciones bajo cubierta antes del transplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para la bacteria responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). También desinfectar las estructuras del invernadero con soluciones de amonio cuaternario al 1 % o con hipoclorito de sodio (35 g/l) al 2 %.
Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas. Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.2 Mancha bacteriana

Es una enfermedad importante en el cultivo de tomate en invernadero, causando daños que desvalorizan la calidad comercial del producto. Sus agentes causales son *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria*, *Xanthomonas vesicatoria*.

La **sintomatología** (Foto 4.42) se manifiesta en los tallos, hojas jóvenes, pedúnculos y sépalos florales a través de manchas acuosas de coloración parda oscura, angulosas y generalmente sin halo amarillento o si lo tiene es muy discreto.

En los frutos las manchas son superficiales, lignificadas con apariencia de costra rodeada de amplios halos oleosos verde oscuro cuando el fruto está inmaduro y sin halo cuando madura el fruto (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, la bacteria presenta a las semillas y a los plantines infectados como las principales fuentes de inóculo, además puede perpetuar sobre el rastrojo y sobre o dentro del suelo. El patógeno se dispersa utilizando como vehículos las corrientes de aire y el agua de riego.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: la temperatura óptima es de 25 °C, la presencia de una película de agua en la hoja por 24 horas y la elevada humedad relativa. El vapor de agua condensado dentro de los invernaderos favorece la transmisión de la enfermedad de una planta a otra (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.42. Mancha bacteriana en plantas de tomate.
Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.2.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.35)

►► Tabla 4.35. Estrategias de manejo de la Mancha bacteriana.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de películas de agua sobre las plantas) y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). mojando bien los plantines.
Realizar las labores culturales con guantes desinfectados (no hacer deshojes, capado, etc. cuando las plantas están húmedas). Desinfectar la herramienta de corte cada vez que se trabaja en una planta nueva con amonio cuaternario al 1 % (el operario puede contar con un recipiente atado a su cintura que contenga dicha solución, de manera que al cambiar de planta sólo debe sumergir la herramienta en ella). Luego de realizar la labor cultural si es posible pincelar la herida con esmalte sintético para evitar el ingreso de otros patógenos. Al salir de un invernadero y antes de ingresar a otro los operarios de campo deben lavarse las manos con agua y jabón y cambiar de guantes. Siempre ingresar a trabajar por los lotes menos afectados para terminar por los más comprometidos. De esta manera no se disemina aún más la enfermedad.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) .	En producciones bajo cubierta antes del transplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para la bacteria responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar plantas enfermas del lote y sacar las 2 plantas inmediatas a las afectadas durante el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Eliminar los restos vegetales posteriores a las distintas labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.2.3 Peca bacteriana.

Es una enfermedad muy importante en el cultivo de tomate en invernadero, pudiendo causar graves pérdidas de rendimiento y calidad de los frutos. Su agente causal es *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.

La **sintomatología** (Foto 4.43) se manifiesta en las hojas a través de manchas acuosas, angulosas bien definidas de color verde a castaño oscuro, rodeadas de un halo amarillento notorio.

Las manchas en el limbo pueden observarse solitarias o confluentes en estados más avanzados, siendo más afectados los bordes y los ápices de los folíolos. Las hojas muy atacadas amarillean y posteriormente caen dejando desprotegidos a los frutos, lo cual favorece al escaldado.

En los frutos se observan pequeñas manchas circulares puntiformes de color castaño oscuro, elevadas con bordes delimitados con la existencia o no de un halo verde oscuro. Las pecas son sensibles al tacto (de aspecto costroso) las cuales no profundizan más allá del espesor de la piel del fruto. Generalmente se las observa en los hombros de la fruta y también pueden ser solitarias o confluentes formando parches costrosos desmejorando el aspecto y la calidad comercial del producto cosechado.

A diferencia de la Mancha bacteriana y del Cancro bacteriano la epidermis del fruto en la peca permanece intacta, se eleva pero no se rompe.

Ocasionalmente la bacteria puede provocar manchas pardas en las flores y pedúnculos florales (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, la bacteria presenta a las semillas y a los plantines infectados como las principales fuentes de inóculo, además puede perpetuarse sobre el rastrojo, suelo, rizósfera o follaje de alguna maleza que la utilice como hospedante alternativo. El patógeno se dispersa utilizando como vehículos las corrientes de aire, el líquido de las pulverizaciones, las salpicaduras (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero), el agua de riego y la ropa de los operarios de campo. El patógeno penetra vía estomática o por heridas.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: la temperatura óptima es de 20 °C, la presencia de una película de agua en la hoja por 24 horas y elevada humedad relativa (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.43. Peca bacteriana en plantas de tomate.
Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.2.3.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.36)

►► Tabla 4.36. Estrategias de manejo de la Peca bacteriana.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el invernadero para disminuir la humedad (evitar la formación de películas de agua sobre las plantas) y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
Evitar excesos en la fertilización nitrogenada.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV), mojando bien los plantines.
Realizar las labores culturales con guantes desinfectados (no hacer deshojes, capado, etc. cuando las plantas están húmedas). Desinfectar la herramienta de corte cada vez que se trabaja en una planta nueva con amonio cuaternario al 1 % (el operario puede contar con un recipiente atado a su cintura que contenga dicha solución, de manera que al cambiar de planta sólo debe sumergir la herramienta en ella). Luego de realizar la labor cultural si es posible pincelar la herida con esmalte sintético para evitar el ingreso de otros patógenos. Al salir de un invernadero y antes de ingresar a otro los operarios de campo deben lavarse las manos con agua y jabón y cambiar de guantes. Siempre ingresar a trabajar por los lotes menos afectados para terminar por los más comprometidos. De esta manera no se disemina aún más la enfermedad.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Realizar monitoreos semanales y aplicar productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para la bacteria responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar plantas enfermas del invernadero y sacar las 2 plantas inmediatas a las afectadas durante el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo invernadero) y la rotación de cultivos (entre invernaderos) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Eliminar los restos vegetales posteriores a las labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.2.4 Necrosis de la médula

Es una enfermedad importante en el cultivo de tomate. Sus agentes causales son *Pseudomonas corrugata*, *P. mediterranea*, *P. viridiflava*.

La **sintomatología** (Foto 4.44) se manifiesta a través de manchas difusas sobre los tallos y también se observan abultamientos alineados longitudinalmente a lo largo de los mismos. Posteriormente se produce el agrietamiento de los tallos y en reacción la planta emite numerosas raíces adventicias.

Si se realiza un corte longitudinal del tallo los síntomas internos son el pardeamiento y el ablandamiento de la médula, terminando por ahucarse destruyéndose los tallos en estas zonas afectadas.

También aparecen síntomas en los folíolos a través de la clorosis y el marchitamiento. Además puede haber exudaciones blanco cremosas en el punto de inserción de las hojas al tallo.

La distribución de esta enfermedad es generalmente al azar (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, la bacteria presenta la capacidad de perpetuarse a través de las semillas infectadas, en especies hospedantes de la familia Solanáceas y en el suelo. La dispersión del patógeno es a través del agua de riego y de la ropa de los operarios de campo al realizar las labores culturales.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptima es de 15-18 °C, elevada humedad relativa, exceso de fertilización nitrogenada y días nublados (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.44. Necrosis de la médula en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.2.4.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.37)

►► Tabla 4.37. Estrategias de manejo de la Necrosis de la médula.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de películas de agua sobre las plantas) y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
Evitar excesos de fertilización nitrogenada y riegos prolongados.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) mojando bien los plantines.
Realizar las labores culturales con guantes desinfectados (no hacer deshojes, capado, etc. cuando las plantas están húmedas). Desinfectar la herramienta de corte cada vez que se trabaja en una planta nueva con amonio cuaternario al 1 % (el operario puede contar con un recipiente atado a su cintura que contenga dicha solución, de manera que al cambiar de planta sólo debe sumergir la herramienta en ella). Luego de realizar la labor cultural si es posible pincelar la herida con esmalte sintético para evitar el ingreso de otros patógenos. Al salir de un invernadero y antes de ingresar a otro los operarios de campo deben lavarse las manos con agua y jabón y cambiar de guantes. Siempre ingresar a trabajar por los lotes menos afectados para terminar por los más comprometidos. De esta manera no se disemina aún más la enfermedad.	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para la bacteria responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Realizar monitoreos semanales y aplicar productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Eliminar plantas enfermas del invernadero y sacar las 2 plantas inmediatas a las afectadas durante el cultivo.	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.
Eliminar los restos vegetales posteriores a las labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.2.5 Marchitamiento bacteriano

Es una enfermedad importante en el cultivo de tomate. Su agente causal es *Ralstonia solanacearum*.

La **sintomatología** se manifiesta a través de marchitamientos repentinos de la planta sin amarillamiento aparente y se observa como penden del tallo las hojas que mantienen la coloración verde (Foto 4.45).

Si se realiza un corte longitudinal del tallo se observa primero el oscurecimiento del xilema. Si la enfermedad progresa puede comprometerse toda la médula y los tejidos corticales. En este último caso (corteza totalmente infectada) se manifiesta en síntomas visibles externamente a través de lesiones oscuras acuosas (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, la bacteria presenta como hospedantes alternativos otras especies de la familia Solanáceas (berenjena, pimiento, papa) y persiste en el suelo y en el rastrojo por largos períodos cuando no aparece un huésped susceptible. En este sentido su sobrevivencia depende de las características químicas, físicas y biológicas de dicho suelo. También se perpetúa en semillas infectadas. Para su diseminación utiliza como medios al agua de riego y a la ropa de los operarios de campo al realizar las labores culturales.

La forma de ingreso de la bacteria a la planta es a través de heridas en las raíces provocadas por labores culturales, por ataque de insectos, nemátodos, etc. o por medio de heridas naturales generadas por el propio crecimiento de la planta. El marchitamiento se manifiesta a los 2-5 días posteriores a que el patógeno infecta la planta (la velocidad depende de la susceptibilidad del huésped, la temperatura y de la agresividad del patógeno).

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: el rango de temperatura óptima es de 28-35 °C y una elevada humedad en el suelo por rotura de alguna cinta de riego o encharcamiento (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.45. Marchitamiento bacteriano en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.2.5.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.38)

►► Tabla 4.38. Estrategias de manejo del Marchitamiento bacteriano.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de películas de agua sobre las plantas) y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
Realizar las labores culturales con guantes desinfectados (no hacer deshojes, capado, etc. cuando las plantas están húmedas). Desinfectar la herramienta de corte cada vez que se trabaja en una planta nueva con amonio cuaternario al 1 % (el operario puede contar con un recipiente atado a su cintura que contenga dicha solución, de manera que al cambiar de planta sólo debe sumergir la herramienta en ella). Luego de realizar la labor cultural si es posible pincelar la herida con esmalte sintético para evitar el ingreso de otros patógenos. Al salir de un invernadero y antes de ingresar a otro los operarios de campo deben lavarse las manos con agua y jabón y cambiar de guantes. Siempre ingresar a trabajar por los lotes menos afectados para terminar por los más comprometidos. De esta manera no se disemina aún más la enfermedad.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) mojando bien los plantines.
Realizar monitoreos semanales y aplicar productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	En producciones bajo cubierta antes del transplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para la bacteria responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar plantas enfermas del lote y sacar las 2 plantas inmediatas a las afectadas durante el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.2.6 Podredumbre blanda del tallo

Es una enfermedad muy importante en tomate, pudiendo causar significativas pérdidas de rendimiento y calidad de los frutos debido a la secreción de numerosas enzimas celulolíticas y pectinolíticas. Su agente causal es *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*.

La **sintomatología** (Foto 4.46) se manifiesta en los tallos a través de manchas alargadas verde oscuro, acuosas y viscosas. Cuando las mismas se ubican cerca del racimo floral puede afectarlo por completo. El patógeno tiene una gran rapidez en provocar graves pérdidas (desintegrando la médula y tejidos adyacentes) por el marchitamiento irreversible y la muerte de la planta.

En los frutos se observan manchas hundidas, oscuras y acuosas ubicadas en la zona peduncular como estilar a partir de las lesiones producidas por los daños mecánicos o de insectos. En poco tiempo el fruto puede desintegrarse, transformándolo en una masa líquida, viscosa que posteriormente rompe la epidermis y cae al suelo (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, la bacteria puede perpetuar sobre hojas senescentes, en el suelo, en el rastrojo o en las herramientas de los operarios de campo. La enfermedad se dispersa utilizando como vehículos a los insectos, a los operarios de campo a través de su ropa cuando realizan las labores culturales y a las salpicaduras (goteo del vapor del agua condensada en las paredes y techos internos del invernadero). El patógeno penetra por heridas.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: la temperatura óptima es de 22 °C (variando de 5 °C a 35 °C) y la elevada humedad en el suelo por rotura de la cinta de riego, gotera en el techo o por encharcamiento. Generalmente los ataques son más frecuentes en los meses de otoño, en plantas con heridas por labores culturales (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.46. Podredumbre blanda del tallo en plantas de tomate. Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.2.6.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.39)

►► Tabla 4.39. Estrategias de manejo de la Podredumbre blanda del tallo.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de películas de agua sobre las plantas) y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno).
Evitar excesos de fertilización nitrogenada.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) mojando bien los plantines.
Realizar las labores culturales con guantes desinfectados (no hacer deshojes, capado, etc. cuando las plantas están húmedas). Desinfectar la herramienta de corte cada vez que se trabaja en una planta nueva con amonio cuaternario al 1 % (el operario puede contar con un recipiente atado a su cintura que contenga dicha solución, de manera que al cambiar de planta sólo debe sumergir la herramienta en ella). Luego de realizar la labor cultural si es posible pincelar la herida con esmalte sintético para evitar el ingreso de otros patógenos. Al salir de un invernadero y antes de ingresar a otro los operarios de campo deben lavarse las manos con agua y jabón y cambiar de guantes. Siempre ingresar a trabajar por los lotes menos afectados para terminar por los más comprometidos. De esta manera no se disemina aún más la enfermedad.	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para la bacteria responsable en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Realizar aplicaciones de productos cúpricos registrados para el agente causal de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Eliminar plantas enfermas del lote y sacar las 2 plantas inmediatas a las afectadas durante el cultivo.	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.
Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.2.3 Virosis

5.4.2.3.1 Peste negra

Es la enfermedad de origen viral más importante en los últimos años en el cultivo de tomate en invernadero, pudiendo causar significativas pérdidas de rendimiento y calidad de los frutos debido a la depreciación en su valor comercial. Hasta el momento, en la Argentina se han identificado cuatro especies virales pertenecientes al género *Tospovirus*, el Tomato spotted wilt virus (TSWV), el Tomato chlorotic spot virus (TCSV), el Groundnut ring spot virus (GRSV) y recientemente el Impatiens necrotic spot virus (INSV). (Williams, *et al.*, 2001, López Lambertini *et al.*, 2007a). De estas cuatro especies, el Groundnut ringspot virus (GRSV) es la especie prevalente y su rango de hospedantes se está ampliando en nuestro país. Las especies detectadas como hospedantes del GRSV son tomate, pimiento, lechuga (Gracia, *et al.*, 1999; Williams, *et al.*, 2001; Ramallo, *et al.*, 2002a, Borbón, *et al.*, 2006), papa (Ramallo *et al.*, 2005), tabaco (Ramallo, *et al.*, 2002b), petunias (López Lambertini, P. 2007b), maní (de Breuil. 2007), soja (López Lambertini, comunicación personal) y malezas de diferentes familias botánicas (Gracia, *et al.*, 1999; Ramallo, 2007).

La **sintomatología** (Foto 4.47) se manifiesta a través del detenimiento del crecimiento de las plantas afectadas. Además los brotes terminales se acartuchan y toman un aspecto violáceo o bronceado pudiendo morir. A veces las plantas son afectadas unilateralmente.

En los folíolos y frutos se producen manchas necróticas de aspecto anillado que circundan círculos de tejidos sanos. En los pecíolos y tallos suelen observarse estrías.

Si la infección se produce muy temprano se observa un marcado enanismo sin producción de frutos y si esta ocurre después del cuaje del primer racimo se producen pocos frutos y de mala calidad.

La distribución de la enfermedad en el invernadero es al azar (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, los virus tienen un amplio rango de hospedantes alternativos pertenecientes a especies de la familia Solanáceas (pimiento) y de otras familias botánicas (lechuga, espinaca, apio, dalia, petunia, etc.) (Gracia, 1996). Los agentes causales también utilizan a



Foto 4.47. Peste negra en plantas de tomate.
Gentileza del Sr. Fernandez Alsina.



Foto 4.48. Ejemplares de *Echium plantagineum*.
Gentileza del Sr. Fernandez Alsina.

numerosas malezas como fuentes de reservorio alternativas para perpetuar el virus.

La virosis es transmitida de planta a planta por tisanópteros-vectores, dentro de los cuales se destaca el "Trips de las flores" *Frankliniella occidentalis* por su gran eficiencia de transmisión (Granval de Millán & Gracia, 2000). La adquisición del virus se lleva a cabo únicamente por los estadios larvales (primero o segundo) para ser transmitido posteriormente en estado adulto de manera persistente y propagativo (hasta que muera y la

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

concentración del virus en el cuerpo del vector aumenta con la edad del insecto y la fecundidad disminuye en los insectos virulíferos, respectivamente). Además, estudios han revelado que el virus se replica dentro del trips (circulativo) y no es heredable (Biderbost, 1996; Carrizo, 1996). Por lo tanto, la incidencia de la enfermedad será variable y estará condicionada

por los factores que afecten a la población del vector y a las fuentes de infección.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: altas temperaturas y baja humedad (condiciones favorables para el vector de la enfermedad) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.3.1.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.40)

►► Tabla 4.40. Estrategias de manejo de la Peste negra.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de virosis) para evitar contaminar el lote definitivo.
Realizar monitoreos semanales y aplicar productos registrados orientados al vector de la virosis en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV)	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Usar en el caso de producciones bajo cubierta mallas anti-trips, siempre y cuando la temperatura ambiente no sea demasiado elevada.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con productos para el agente vector de esta enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) mojando bien los plantines.
Eliminar plantas enfermas del lote. También eliminar malezas perjudiciales (reservorio de <i>F. occidentalis</i>) dentro y fuera del lote productivo. Sin embargo cabe aclarar que existen "malezas útiles", tales como <i>Echium plantagineum</i> (Foto 4.48), la cual en sus flores aloja trips depredadores (<i>Aelothrips fasciipennis</i>) de otros trips-plaga	Evitar, dentro de lo posible, la cercanía a especies ornamentales y otros cultivos susceptibles, especialmente si son perennes.
Orientar las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) al vector-transmisor conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar solamente el control químico, el cual se observa cada vez menos eficaz.	Tratar los plantines con insecticidas registrados para tomate durante los primeros 30 días de la implantación para cortar el ciclo del vector. Tratar las bandejas (speedlings) por inmersión hasta el cuello de la planta con soluciones de productos de acción sistémica inmediatamente antes del trasplante. En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para el vector responsable de la enfermedad en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV), debido a que parte de su ciclo ocurre en el suelo.
Eliminar el rastrojo del cultivo una vez terminado.	Eliminar malezas perjudiciales (reservorio de <i>F. occidentalis</i>) dentro y fuera del lote productivo y dejar las "malezas útiles" como <i>E. plantagineum</i> .
	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.

Fuente: Martínengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.



Foto 4.49. Mosaico en plantas de tomate.
Gentileza del Dr. Kobori.

5.4.2.3.2 Mosaico

Es una enfermedad importante en tomate. Su agente causal es **Tomato mosaic virus (ToMV)**.

La **sintomatología** se manifiesta en los folíolos a través del mosaico (zonas alternantes entre el verde claro y oscuro) y ampollado de estos con tendencia a ser filiformes (Foto 4.49). En los frutos se produce un pardeamiento difuso pudiéndose necrosar.

La distribución de la enfermedad en el invernadero es al azar (Fernández Valiela, 1952; Blancard,

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, el virus presenta como hospedantes alternativos a especies de la familia Solanáceas. Otra forma en que se perpetúa es en las semillas, en el suelo, en el rastrojo y en las estructuras de los invernaderos (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.2.3.2.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.41)

►► **Tabla 4.41.** Estrategias de manejo del Mosaico.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de películas de agua sobre las plantas) y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del patógeno) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Realizar monitoreos semanales para detectar plantas enfermas.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Eliminar plantas enfermas del lote.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.

5.4.2.3.3 Virus de la cuchara

Es una enfermedad viral causada por un begomovirus. Estos son virus emergentes en nuestro país debido al avance de su vector, la mosca blanca, desde zonas tropicales y subtropicales a templadas y al extenso rango de hospedantes que atacan. Los primeros resultados de caracterización de begomovirus que infectan tomate confirman al Tomato vein streak virus (ToVSV) como la especie prevalente, la presencia del Soybean blistering mosaic virus (SbBMV) y del Tomato yellow spot virus (ToYSV). Además, de especies nuevas de begomovirus que se están terminando de caracterizar (López Lambertini, comunicación personal). Una situación común es la ocurrencia de infecciones mixtas entre diferentes especies de begomovirus en tomate (Giachero *et al.*, 2007). Hasta el momento, no se identificó el Tomato yellow leaf curl (ToYLCV) virus en la Argentina (López Lambertini, comunicación personal).

El virus se localiza en el floema de las plantas afectadas. Dentro de las células las partículas se acumulan en el núcleo, presentando unas inclusiones típicas en forma de anillo.

Estudios posteriores han revelado que aunque el virus se encuentra principalmente en tejidos vasculares, puede llegar a alcanzar el parénquima y ocasionalmente el parénquima en empalizada de las hojas afectadas, pero nunca en las células epidérmicas (Ber *et al.*, 1990).

La **sintomatología** (Foto 4.50) esta influenciada por las condiciones ambientales, precocidad e intensidad de la infección, además de la variedad de tomate y especie del virus presente. En general el tomate presenta un detenimiento del desarrollo dándole un aspecto achaparrado. Presenta enrollamiento de las hojas a lo largo de la nervadura principal mostrando la forma típica, que le da nombre de cuchara. Además puede observarse clorosis más o menos intensa en los bordes de las hojas.

Rizado internerval con amarilleo. En ocasiones pueden observarse ciertos matices violáceos en el envés de las hojas. Los nuevos folíolos presentan una reducción del tamaño y deformaciones, apareciendo engrosados, fruncidos internervalmente y con clorosis. En ocasiones, la lámina foliar se reduce tanto que llega a quedar reducida al máximo. Los síntomas han sido confundidos en algunos casos con los ocasionados por el fitoplasma "Stolbur".



Foto 4.50. Virus de la cuchara en plantas de tomate.

Existe también abscisión de flores y los frutos cuajados son más pequeños y de color más pálido.

Con respecto al **ciclo de la enfermedad**, los virus tienen un amplio rango de hospedantes alternativos. Sin embargo estos varían entre especies del virus e incluso entre aislados diferentes del virus dentro de la especie. Las plantas pueden ser infectadas y no presentar síntomas como ocurre con algunas de las plantas silvestres. Entre los hospedantes alternativos más importantes se puede mencionar a *Amaranthus retroflexus.*, *Borreria* spp., *Capsicum annuum*, *Capsicum chinense*, *Cleome viscosa*, *Croton lobatus*, *Cynanchum acutum*, *Datura stramonium*, *Eustoma grandiflorum*, *Ipomea indica*, *Lycopersicon pimpinellifolium*, *Malva parviflora*, *Macroptilium* spp., *Macroptilium lathyroides*, *Mercuriales ambigua*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum nigrum*, *Urtica* spp., *Sonchus* spp., *Wissadula* spp., *Solanum luteum* Mill., etc.

La virosis es transmitida de planta a planta por un aleyrodido-vector, siendo *Bemisia tabaci* el responsable. Sin embargo existen diferencias en la eficacia de transmisión según el biotipo de la mosca blanca presente. El biotipo B y Q se muestran muy eficaces, e incluso el Q más que el B.

La adquisición del virus se lleva a cabo tanto en el estado de adulto como en el de ninfa, pero sólo es propagado por los adultos. La mosca tiene un período de adquisición e inoculación del virus de 15-30 minutos. El período de incubación es de 21 horas y queda el insecto infectivo unos 20 días. El biotipo B es capaz de transmitirlo a su descendencia. Esta plaga lo

transmite de forma persistente, circulativa (hasta que muera, la concentración del virus en el cuerpo del vector aumenta con la edad del insecto y el virus se replica dentro del trips no siendo heredable). Así mismo en la transmisión circulativa del TYLCV está implicada una bacteria endosimbionte tipo C de la mosca blanca (Morin *et al.*, 1999; Czosnek *et al.*, 2001).

En este sentido la incidencia de la enfermedad se la relaciona directamente con la densidad poblacional del vector.

Las **condiciones predisponentes** para su infección son: altas temperaturas y baja humedad (condiciones favorables para el vector de la enfermedad).

5.4.2.3.1 Manejo de la enfermedad (Tabla 4.42)

►► Tabla 4.42. Estrategias de manejo del Virus de la cuchara.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres del vector y de virosis) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Realizar monitoreos semanales y aplicar cuando se superen los NMT del vector (adultos y ninfas de <i>B. tabaci</i>) los productos registrados para en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) y detectar las plantas enfermas.	Seleccionar materiales con resistencia genética.
Eliminar posibles reservorios de <i>B. tabaci</i> y plantas enfermas del lote. Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Realizar un control del vector con todas las técnicas posibles (control químico, biológico, cultural, etc.) que es el más recomendable.	
Además utilizar en producciones bajo cubierta mallas en puertas, ventanas y zonas de aireación de 14 x 10, siempre y cuando las temperaturas no sean muy elevadas.	Los operarios de campo deben higienizarse bien las manos y desinfectar las herramientas que utilizan cada vez que se trabaja con una planta nueva.

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.* 2008.

A continuación se desarrollará el otro gran grupo de enfermedades (las no parasitarias).

5.4.3 Enfermedades no parasitarias

Las enfermedades no parasitarias también denominadas fisiogénicas se relacionan con el uso intensivo del suelo (progresiva degradación del recurso suelo) y por las condiciones climáticas particulares del área cultivada. Entre las más importantes que afectan al cultivo de tomate se destacan las siguientes: Podredumbre apical (Blossom end rot), Blotchy ripening, Rajado (Cracking), Escaldado o Quemadura solar y Deficiencias nutricionales (las cuales se encuentran en el apartado Importancia de los macronutrientes punto 221) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.3.1 Podredumbre apical (Blossom end rot)

Es una de las enfermedades de esta categoría más importantes.

La **sintomatología** se manifiesta a través de manchas duras, deprimidas en el extremo estilar del fruto luego de tomar una coloración castaño oscuro a negro. Los frutos afectados quedan con un menor tamaño y maduran precozmente respecto a un fruto sano (Foto 4.59). Frecuentemente las manchas son invadidas por patógenos oportunistas o secundarios (hongos y bacterias) provocando una podredumbre acuosa y blanda



Foto 4.51. Podredumbre apical del fruto de tomate.

(Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Entre las numerosas **causas** que generan esta fisiopatía se puede mencionar a las condiciones de sequía (especialmente en plantas en pleno crecimiento), la baja tasa transpiratoria, la baja translocación del calcio dentro de la planta, las altas temperaturas, los suelos compactados, la deficiencia de calcio en el suelo, la competencia con otros cationes (K^+ , NH_4^+), el exceso de fertilizantes, los hongos patógenos de suelo o nemátodos que provoquen alguna alteración que dificulten la absorción de agua de las plantas (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.3.1.1 Manejo de la enfermedad

Las estrategias de manejo de la Podredumbre apical del fruto son las siguientes:

- Realizar un fertirriego acorde con la fenología del cultivo.
- Reponer diariamente la lámina de riego en función de la evapotranspiración del cultivo.
- Realizar aplicaciones foliares preventivas de calcio dirigidas al fruto.
- Utilizar materiales tolerantes a la Podredumbre apical.
- Manejar la conductibilidad eléctrica (CE). Se debe evitar que sea demasiada elevada, de todas maneras los diferentes tipos de tomate presentan respuestas diferenciales. Como rango de CE orientativo y aceptable para el tomate se puede mencionar 2-3 mS/cm.

5.4.3.2 Blotchy ripening

Esta enfermedad presenta como **sintomatología** la aparición de zonas verdosas en el fruto que se corresponden con zonas de color marrón en el parénquima (Foto 4.52) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Entre las **causas** que generan esta fisiopatía se puede mencionar las altas densidades de plantación, las plantas con mucho follaje y el exceso de calcio que induce a la falta de potasio. Todas estas predisponen a la aparición de dicha enfermedad (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.3.2.1 Manejo de la enfermedad

Las estrategias de manejo del Blotchy ripening son las siguientes:

- Evitar altas densidades de plantación y plantas muy frondosas.

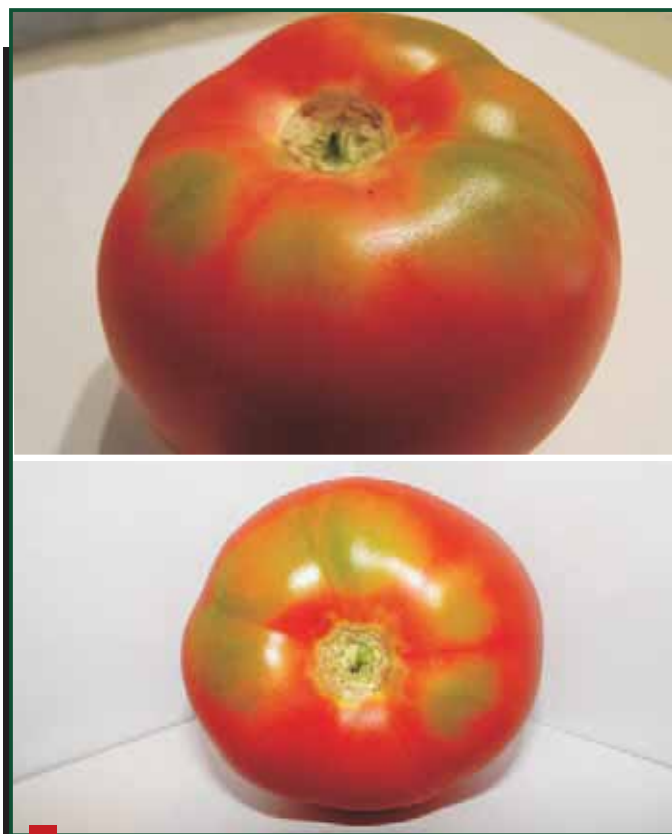


Foto 4.52. Blotchy ripening en frutos de tomate.
Gentileza del Sr. Fernández Alsina



Foto 4.53. Rajado en frutos de tomate.

- Evitar cambios bruscos de temperatura en los invernaderos.
- Mantener adecuados los niveles de potasio y boro en el suelo.

5.4.3.3 Rajado (Cracking)

Existen tres tipos de rajado:

Uno de los tres tipos de rajado es originado en condiciones de alta humedad dentro del invernadero, lo que hace que se deposite rocío sobre los frutos que al estar expuestos a la radiación sufran pequeñas rajaduras dándole a la epidermis un aspecto áspero y corchoso.

Las otras dos formas son debidas a problemas hídricos dentro de la planta.

Las mismas consisten en rajaduras radiales o concéntricas (según el genotipo) originadas en un aumento del contenido de agua en los frutos que no se corresponde con un crecimiento de la epidermis (Foto 4.53) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Entre las **causas** que generan esta enfermedad se puede mencionar los riegos poco frecuentes con las consiguientes fluctuaciones en el potencial hídrico y el aumento en la presión radical, es decir que la absorción activa de agua al no ser eliminada durante la noche por transpiración (sólo por gutación) genera dicho efecto (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

5.4.3.3.1 Manejo de la enfermedad

Las estrategias de manejo del Cracking son las siguientes:

- Realizar riegos equilibrados.
- No realizar deshojes que dejen desprotegidos los frutos.
- Utilizar variedades tolerantes al rajado

10.4.3.4 Escaldado o Quemadura solar

Es una enfermedad que afecta principalmente los hombros de los frutos.

La **sintomatología** se manifiesta a través de manchas necróticas, secas y deprimidas de color blanquecinas (Foto 4.54), las cuales generalmente son colonizadas por patógenos oportunistas (*Alternaria* spp. y *Rhizopus* spp.) (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).

Entre las numerosas **causas** que generan esta fisiopatía se puede mencionar al exceso de deshoje, desbrote y demás labores culturales que favorezcan a la exposición del fruto ante los rayos solares (Fernández Valiela, 1952; Blancard, 1992; Colombo, 2000; Mitidieri, 2006; Ronco *et al.*, 2008).



Foto 4.54. Escaldado en frutos de tomate.
Gentileza de Balcaza

5.4.3.4.1 Manejo de la enfermedad

Las estrategias de manejo del Escaldado son las siguientes:

- Realizar un fertirriego equilibrado para favorecer el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Realizar deshojes y desbrotes moderados.
- En cultivos a campo utilizar variedades de buena cobertura de frutos y prevenir enfermedades de hoja.

5.5 Plagas animales halladas en el cultivo de tomate.

Antes de comenzar es necesario definir el concepto de plaga animal. Existen numerosas definiciones, sin embargo para este manual se consideró como la más adecuada a toda especie de artrópodo o nemátodo fitófago presente en un sistema agrícola, que puede desarrollar poblaciones abundantes y causar daños al cultivo disminuyendo su producción o deteriorando la calidad del producto, con el consiguiente perjuicio económico (Horn, 1988).

Existen diferentes clasificaciones de plagas, según Berryman (1987); Vigiani (1990) y Barbosa (1998):

1. **Plagas Clave:** son pocas especies que se encuentran siempre presentes en un cultivo. Se reconocen dos subcategorías: a) naturales: son aquellas presentes en condiciones naturales del agroecosistema y b) inducidas: son especies que se convierten en dominantes como consecuencia de prácticas de manejo del agroecosistema (ejemplo: uso continuo de plaguicidas).

2. **Plagas ocasionales:** sus poblaciones experimentan aumentos bruscos (picos poblacionales desmesurados) causando daños tolerables. El aumento súbito se debe generalmente a las alteraciones del balance natural, irregularidades climáticas o bien a una alteración del hábitat por manipulación humana.

3. **Plagas potenciales:** comprende a la gran mayoría de especies fitófagas presentes en un agroecosistema que casi nunca causan graves pérdidas por las que se justifique iniciar una estrategia de control. Sin embargo, potencialmente pueden llegar al "status" de plaga si las prácticas de manejo son modificadas.

4. **Plagas migratorias:** son especies con una alta capacidad de movilización y que causan daños cuantiosos a los cultivos en ciertos períodos del año.

5.5.1 Artrópodos fitófagos

Entre los artrópodos-fitófagos que forman parte del complejo de plagas animales más importante del cultivo de tomate se encuentra: 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 (*Phrydenus muriceus*), el Complejo de lepidópteros (el Gusano del fruto y del brote del tomate (*Heliothis gelotopocon* y *H. terginis*, respectivamente), el Gusano variado (*Pridroma sacucia*), la Oruga militar verdadera (*Pseudaletia adultera*), la Oruga medidora (*Rachiplusia nu* y *Plusia bonariensis*) (Botto et al., 1997; Saini & Alvarado, 2001; Cáceres, 2008).

5.4.5.1 Plagas clave

5.4.5.1.1 Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) (Hemiptera: Aleyrodidae)

Cabe aclarar que *T. vaporariorum* en épocas con elevadas temperaturas puede coexistir con otra especie de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) presentando la primera de ellas mayor preferencia por el cultivo de tomate, mientras que la segunda por pimiento (Strassera, 2006).

Es un insecto muy polífago que se alimenta y multiplica en numerosos hospedantes alternativos (berenjena, lechuga, acelga, espinaca, apio, zapallito de tronco, pepino, chaucha, etc.). Los estados que ocasionan los daños al cultivo son los ninfales y el de adulto (Foto 4.55). Las ninfas son pequeños

puntitos planos, translúcidos e inmóviles que van cambiando de color hacia el final del desarrollo, alojándose en el envés de los folíolos. Los adultos son pequeñas mosquitas blancas que vuelan activamente al mover la plántula o la planta más desarrollada. Éstos se ubican en el envés de las hojas superiores. A los 3-4 días de detectados los adultos, las hembras comienzan a ovipositar (Byrne & Bellows, 1991; Evans, 2008).

Para su reconocimiento a campo se pueden observar dos estados del ciclo (adulto y pupa). El cuerpo del primero si es observado desde arriba presenta una forma triangular, de color blanco brillante y un mayor tamaño que *B. tabaci*. Las pupas son blancas y no globosas.

El ciclo biológico consta de los siguientes estados: huevo, cuatro estados ninfales (siendo el cuarto en realidad una pupa) y finalmente el adulto. La duración del ciclo depende fundamentalmente de la temperatura y del hospedante sobre el que se desarrolla. En el caso del cultivo de tomate dura aproximadamente 28-30 días a 22-25 °C (a 12 °C el ciclo dura 103-123 días y a 30 °C 18-21 días) (Castresana, 1986). En condiciones de invernadero pueden producirse hasta 10 generaciones al año (Arzone, 1976). La especie pasa el invierno en estado de huevo. Los adultos pueden soportar temperaturas cercanas a 0 °C durante varias semanas seguidas. La fecundidad de las hembras adultas varía en función de la temperatura y la variedad del hospedante. Según Di Prieto cada hembra es capaz de colocar 440 huevos a 17 °C y 135 huevos a 27 °C. La longevidad es de 53 días a 17 °C y 18 días a 27 °C (Castresana, 1986).

Los daños que ocasionan son de dos tipos (directos e indirectos).

Los daños directos corresponden al debilitamiento de la planta (amarillamiento y marchitez de la planta) debido a su hábito alimenticio chupador-suctor permitiendo succionar los jugos celulares.

Entre los daños indirectos se puede mencionar la reducción del área fotosintéticamente activa, reduciendo la respiración de la hoja (en casos extremos puede asfixiarse) por el establecimiento de un complejo de hongos denominado vulgarmente fumagina (Goidanich, 1982). Esto ocurre por las sustancias de desecho azucaradas (melaza) de las ninfas y de los adultos que sumado a la alta humedad ambiente se crea un microclima ideal para su establecimiento y desarrollo. En ataques severos la fumagina también puede depositarse sobre los frutos, obli-



Foto 4.55. Adulto (a) y ninfas (b) de la Mosca blanca de los invernaderos en plantas de tomate.

Gratías de los Doctores Saini y Alvarado

gando a ser lavados para su comercialización. Y otro posible daño indirecto es la transmisión de enfermedades virósicas (Wintermantel, 2004).

5.4.5.1.1 Manejo de la plaga animal

Cabe aclarar que al momento de decidir implementar una estrategia de intervención se debe considerar el Nivel Máximo de Tolerancia (**NMT**) establecido para la plaga en cuestión. El mismo es entendido como el máximo nivel de daño que tolera el cultivo de tomate sin manifestar una pérdida de rendimiento. Para los dos estados responsables de daños se establecieron los siguientes valores: 8 ninfas de mosca blanca por folíolo (**8 NMB/fol**) y 10 adultos de mosca blanca por hoja (**10 AMB/hj**) (Mitidieri & Polack, 2005). Es decir que si el promedio de todas las plantas monitoreadas en el lote productivo es superior a alguno de estos dos valores se debe implementar la estrategia de intervención (Tabla 4.43).

5.4.5.1.2 Mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*) (Hemiptera: Aleyrodidae).

Esta plaga se torna peligrosa en las regiones productivas de tomate del NOA y NEA por la época en que se realiza el cultivo (fundamentalmente la temperatura es el factor de mayor influencia para su colonización en los lotes productivos).

La misma es muy polífaga alimentándose y multiplicándose en más de 900 hospedantes alternativos entre los cuales se encuentra el pimiento, berenjena, lechuga, acelga, espinaca, apio, zapallito de tronco, pepino, chaucha, etc. (Strassera, 2006). Al igual que en *T. vaporariorum* los estados que ocasionan los daños al cultivo son los ninfales y el de adulto (Foto 4.56). Las ninfas son pequeños puntitos inmóviles, translúcidos al principio y van cambiando de color hacia el final del desarrollo, alojándose en el envés de los folíolos. Los adultos son pequeñas mosquitas blancas que vuelan activamente al mover la plántula o la planta más desarrollada. Éstos se ubican en el envés de las hojas superiores (Byrne & Bellows, 1991; Evans, 2008).

Para su reconocimiento a campo se pueden observar los mismos estados que en *T. vaporariorum* (adulto y pupa). El cuerpo del primero si es observado desde arriba presenta una forma cilíndrica (bastoncito), de color blanco opaco y con



Foto 4.56. Adultos (a) y ninfa (b) de la Mosca blanca del tabaco en plantas de tomate.

menor tamaño que *T. vaporariorum*. Las pupas son amarillas y globosas (Strassera, 2006).

El ciclo biológico consta de los siguientes estados: huevo, cuatro estados ninfales y finalmente el adulto (Cabello *et al.*, 1996). El estado de ninfa presenta tres estadios (I, II y III), ya que existen algunas discrepancias en la utilización del término pupa, que no lo es realmente, debido a que los individuos se alimentan en la primera etapa del estado y durante la etapa final del mismo se produce la transformación en adultos sin que exista la muda pupal. Es por ello, que sería más correcto el nombre de ninfas (I, II, III) y ninfa IV para la pupa. Los adultos son de vida libre (Malais & Ravensberg, 1995). Cada hembra deposita 200 huevos pedicelados a lo largo de su vida preferentemente en el envés de las hojas. La disposición de estos puede ser aislada, en grupos irregulares o en semicírculos (van Boxtel *et al.*, 1978). El tiempo generacional depende fundamentalmente de la temperatura (óptimo 30-33 °C), de la humedad y del hospedante sobre el que se desarrolla (Malais & Ravensberg, 1995). En condiciones de invernadero pueden producirse 11-15 generaciones al año (FAO, 1990).

Los daños que ocasionan son los mismos que en *T. vaporariorum*. Sin embargo dentro de los indirectos, los virus que transmite esta especie son diferentes a los que provoca *T. vaporariorum*. *B. tabaci* tiene la capacidad de transmitir más de 20 virosis, destacándose los geminivirus (Viscarret, 1999).

►► Tabla 4.43. Estrategias de manejo de la Mosca blanca de los invernaderos.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de fumagina) y la temperatura del ambiente. En caso de que el cultivo esté muy denso es conveniente deshojar para facilitar la circulación de aire y eliminar pupas de la planta.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de mosca blanca) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Realizar monitoreos semanales y aplicar cuando se superen los NMT (mojando bien el envés de las hojas) con los productos registrados para esta plaga animal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.	Utilizar trampas amarillas pegajosas para detectar la presencia anticipada de adultos y utilizarlas como control.
Utilizar trampas amarillas pegajosas para detectar la presencia anticipada de adultos y utilizarlas como control.	Tratar los plantines con insecticidas registrados para tomate durante los primeros 30 días de la implantación para cortar el ciclo de la plaga. Tratar las bandejas (speedlings) por inmersión hasta el cuello de la planta con soluciones de productos de acción sistémica inmediatamente antes del trasplante. Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con los productos registrados para esta plaga animal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.
Eliminar malezas (<i>Sonchus</i> , <i>Solanum</i> , etc.) dentro y fuera del invernadero por ser reservorios de la plaga.	Limitar la dispersión de adultos hacia el interior del invernadero a través de mallas de 20 x 10 siempre y cuando la temperatura no sea demasiado elevada.
Limitar la dispersión de adultos (vuelan activamente varios metros y utilizan el viento como vehículo) hacia el interior del invernadero a través de mallas de 20 x 10 siempre y cuando la temperatura no sea demasiado elevada.	
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean las condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan en el lote productivo.	
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	
Dado que los adultos tienen preferencia por cultivos como la berenjena se puede incorporar una línea en el contorno del lote para atraer a la mosca y luego proceder al control localizado con los productos registrados (Anexo IV).	

Fuente: Martinengo de Mitidieri, 1996; Mitidieri, 2006; Ronco et al. 2008.

5.4.5.1.2.1 Manejo de la plaga animal

Para los dos estados responsables de daños se establecieron los siguientes valores: 4 ninfas de mosca blanca por folíolo (**4 NMB/fol**) y 5 adultos de mosca blanca por hoja (**5 AMB/hj**) (Mitidieri & Polack, 2005), debido a que es una especie más agresiva en su ataque. Cabe aclarar que estos valores (NMT) para esta plaga están definidos para el cultivo de pimiento bajo cubierta (Mitidieri & Polack, 2005), sin embargo pueden ser considerados como valores orientativos.

La estrategia de manejo es la misma que para la Mosca blanca de los invernaderos (Tabla 4.43).

5.4.5.1.3 Polilla del tomate (*Tuta absoluta*) (Lepidoptera: Gelechiidae).

Esta plaga puede llegar a ocasionar pérdidas de 90-100 % del rendimiento comercial si no es controlada oportunamente. Es un insecto que presenta como hospedante alternativo a la papa (Larraín, 1980). Los estados larvales (de coloración blanquecina hasta el rosado púrpura) son los responsables de ocasionar los **daños**, debido a su hábito minador (Foto 4.57 a, b y c). La larva 1 (L1) recién eclosionada penetra en el tejido foliar produciendo galerías o minas traslúcidas al consumir el mesófilo, con lo cual disminuye el área fotosintéticamente activa. Luego a partir del segundo y tercer estado pueden trasladarse a otros órganos de la planta. Los daños comienzan a visualizarse en el estado de plantín del cultivo, cuando estos aún se encuentran en el almácigo. Al transplantar 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. El daño en esta etapa es principalmente en hojas. Cuando los ataques se producen en etapas más avanzadas del ciclo productivo del tomate, también producen daños en los frutos recién cuajados inmaduros y/o maduros donde nuevamente realizan las minas y/o galerías. El daño puede causar perjuicios por enfermedades (patógenos oportunistas), con la consiguiente podredumbre y pérdida del valor comercial de los frutos (Bahamondes & Mallea, 1969; García & Espul, 1982). Generalmente en zonas templadas los ataques son más frecuentes en primavera y verano.

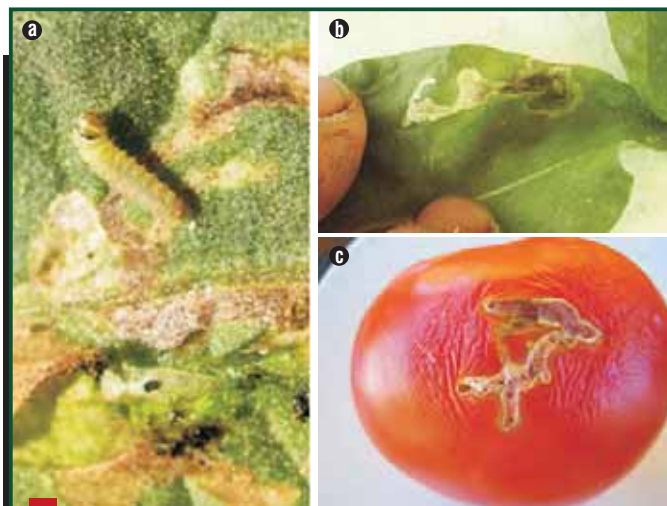


Foto 4.57. Larva (a) y daños en hoja (b) y en fruto (c) de Polilla del tomate en plantas de tomate.

Para el reconocimiento a campo del daño fresco de la polilla se debe considerar lo siguiente (Mitidieri & Polack, 2005):

- 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 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* spp. Esta es una plaga secundaria del tomate que generalmente no es necesario controlar. Las diferencias más importantes son las siguientes (Mitidieri & Polack, 2005):

- La galería de polilla es posible abrirla rompiendo la epidermis, mientras que en el caso de *Liriomyza* spp. se rompe el folíolo.
- En el caso de polilla las deyecciones se acumulan en un sector de la galería, mientras que en *Liriomyza* spp. 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* spp. la galería tiene forma de serpentina.

El ciclo biológico consta de los estados de huevo, larva (cuatro estadios), pupa y adulto. En total el ciclo dura 30.15 ± 3.55 días a 25°C (Bahamondes & Mallea, 1969; García & Espul, 1982) dependiendo de la temperatura. A dicha temperatura el período de pre-oviposición demora 2 días; huevo 4 días; larvas 15 días y pupa 8 días (FAO, 1990). Las hembras adultas son capaces de colocar entre 40-50 huevos, principalmente en hojas (73 %), tanto en el haz como en el envés (Bahamondes & Mallea, 1969; García & Espul, 1982). En condiciones de invernadero pueden producirse más de 6 generaciones al año. En zonas muy frías,

pasan el invierno como adultos en los residuos de la cosecha. En las zonas cálidas permanecen activos durante todo el año.

5.4.5.1.3.1 Manejo de la plaga animal

El NMT para esta plaga se estableció para las larvas, ya que son las responsables del daño: **2 folíolos con daño fresco por planta (2 FDFr/pl)** (Mitidieri & Polack, 2005). Es decir que si el promedio de todas las plantas monitoreadas en el lote productivo es superior a este valor se debe implementar la estrategia de intervención (Tabla 4.44).

►► Tabla 4.44. Estrategias de manejo de la Polilla del tomate.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad y la temperatura del ambiente.	Monitorear a partir del almácigo para obtener plantines sanos (libres de daños y de la plaga animal) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Realizar monitoreos semanales y aplicar cuando se supere el NMT (mojando bien las hojas) con los productos registrados para esta plaga animal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar principios activos para retrasar la resistencia.	Utilizar trampas de feromonas en el almácigo para detectar la presencia temprana de adultos y utilizarlas como control. En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) para matar las pupas enterradas en el suelo.
Utilizar trampas de feromonas durante el cultivo para detectar la presencia anticipada de adultos y utilizarlas como control.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con los productos registrados para esta plaga animal en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar principios activos para retrasar la resistencia.
Limitar la dispersión de adultos hacia el interior del invernadero a través de mallas de 20 x 10 siempre y cuando la temperatura no sea demasiado elevada.	Limitar la dispersión de adultos hacia el interior del invernadero a través de mallas de 20 x 10 siempre y cuando la temperatura no sea demasiado elevada.
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan en el lote.	
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.

Fuente: Botto et al, 1997; Mitidieri & Polack, 2005; Cáceres, 2008.

5.4.5.1.4 Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*) (*Thysanoptera: Thripidae*).

Esta plaga es muy polífaga alimentándose y multiplicándose en numerosos hospedantes alternativos (pimiento, berenjena, lechuga, pepino, frutilla, papa, cebolla, crisantemo, gerbera, rosas, ornamentales y numerosas malezas, etc.), siendo estas últimas fuentes alternativas de reservorio para perpetuar el virus (Gracia, 1996). Los estados que ocasionan los daños al cultivo son los ninfas (de coloración blanca a amarillo naranja) y el de adulto (amarillo ocre intenso a negro) (Foto 4.58). Las hembras son de color amarillento ocre con manchas oscuras en la parte superior del abdomen. Esta coloración es más clara en verano y en los machos.

El **ciclo biológico** consta de los siguientes estados: huevo, dos estadios ninfales, dos estadios de pseudopupa y adulto. La duración del ciclo depende fundamentalmente de la temperatura y de la alimentación. En el caso del cultivo de tomate el ciclo dura aproximadamente 9-12 días a 30 °C (los estados larvales duran 4-5 días), mientras que aumenta a 35-39 días a 15 °C (los estados larvales en este caso duran 15-17 días) (Lublinkhof & Foster, 1977; Robb, 1989). La especie pasa el invierno hibernando en estado adulto en lugares protegidos en el suelo, en estructuras del invernadero, tutores y otros lugares recónditos reapareciendo en la estación siguiente. La fecundidad por hembra a 20-25 °C es de 125-135 huevos,

disminuyendo a 50 huevos a 15 °C y a 40 huevos a 30 °C. La longevidad de las hembras varía entre 75 días a 20 °C y 9 días a 35 °C (Robb, 1989).

La temperatura óptima para el desarrollo está entre 22-28 °C y la mínima entre 10-12 °C (Picket *et al.*, 1988). Por encima de los 35 °C la mortalidad de los estados larvales es elevada, reduciéndose significativamente la multiplicación debido a que la fecundidad es muy baja.

Los **daños** que ocasionan son de dos tipos (directos e indirectos) (Saini & Alvarado, 2001).

Los directos corresponden a pequeñas manchas irregulares en el haz y envés de las hojas de coloración blanquecina a plateadas con puntuaciones negras (dyecciones) en su interior. Estos daños se deben a su hábito alimenticio raspador-chupador, vaciando y raspando el contenido celular que al tomar contacto con el oxígeno del aire toma dicha coloración. La saliva fitotóxica segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en las hojas, flores y algunas yemas florales por no llegar a desarrollarse. También la hembra puede ocasionar daños al introducir su aparato ovipositor en el tejido vegetal. En los frutos esta acción se manifiesta a través de un punto necrótico correspondiente al punto de inserción rodeado o no por un halo blanquecino (dependiendo de la variedad). En caso de no manifestarse el halo aparece una zona cóncava próxima al punto de inserción inicial. El daño directo raramente supera el NMT.

Los daños indirectos son los más graves. Los mismos consisten en la posibilidad de transmitir enfermedades virósicas como la Peste Negra (*Tospovirus*) muy problemática en el CHP, debido a que *F. occidentalis* es el vector más eficiente pudiendo producir pérdidas totales. La sintomatología es variable manifestándose en todas las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. Entre los principales síntomas se encuentra: la detención del crecimiento de la planta. La misma toma una coloración más clara, opaca y en las hojas superiores se comienza a observar manchas pequeñas de color negro con sus nervaduras violáceas. En otros casos la sintomatología no se manifiesta en el follaje y si ocurre en el fruto observándose dibujos de anillos concéntricos con diferente coloración, depreciándose totalmente su valor comercial.



Foto 4.58. Ninfas (a) y adulto (b) del Trips de las flores en plantas de tomate. Gentileza Dres Saini y Alvarado.

►► Tabla 4.45. Estrategias de manejo del Trips de las flores.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de virosis) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Usar mallas anti-trips durante el cultivo, siempre y cuando la temperatura ambiente no sea demasiado elevada.	Seleccionar materiales con resistencia genética a Peste Negra.
Procurar mantener un control de la plaga desde el inicio del cultivo y sobre todo antes de la floración, orientando las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) al vector-transmisor conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar solamente el control químico, el cual se observa cada vez menos eficaz.	Usar mallas anti-trips en el almácigo para evitar la infección del plantín.
Realizar monitoreos semanales y aplicar preventivamente después del trasplante a los 14, 28 y 40 días y posteriormente cuando se superen los NMT (mojando bien el haz y envés de las hojas) con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.	Evitar la ubicación de la plantinera y del lote productivo cerca de la producción de especies ornamentales.
Eliminar plantas enfermas del lote productivo colocándolas inmediatamente en bolsas de consorcio para evitar reinfecciones y quemarlas.	Utilizar trampas azules o amarillas (efecto similar) pegajosas para detectar la presencia temprana de la plaga y utilizarlas como control.
Utilizar trampas azules o amarillas (efecto similar) pegajosas para detectar la presencia y utilizarlas como control.	Tratar los plantines con insecticidas registrados para tomate durante los primeros 30 días de la implantación para cortar el ciclo de la plaga. Tratar las bandejas (speedlings) por inmersión hasta el cuello de la planta con soluciones de productos de acción sistémica inmediatamente antes del trasplante. Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.
Eliminar malezas perjudiciales dentro y fuera del invernadero por ser reservorios de la plaga. Cabe aclarar que hay que tener en cuenta a las "malezas útiles" como por ejemplo <i>E. plantagineum</i> (Figura 30), la cual en sus flores aloja trips depredadores (<i>Aelothrips fasciatiennis</i>) de otros trips-plaga.	Realizar limpieza de malezas dentro y fuera del invernadero y eliminar los restos de cultivo sobre todo antes de realizar una nueva plantación, distanciando ésta el máximo tiempo posible de la anterior.
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan en el lote.	
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Botto et al, 1997; Mitidieri & Polack, 2005; Cáceres, 2008.

Los estados juveniles (larva 1 o 2) son los responsables de adquirir el virus, el cual se replica dentro del insecto y es transmitido sólo en su estado adulto. El período mínimo de alimentación para adquirir el virus es 15-30 minutos (Wijkamp & Peters, 1993). Es un virus persistente y propagativo (hasta que muera el adulto es transmitido, la concentración del virus en el cuerpo del vector aumenta con la edad del insecto y la fecundidad disminuye en los insectos virulíferos). Además, estudios han revelado que el virus se replica dentro del trips (circulativo) y no es heredable (Biderbost, 1996; Carrizo, 1996). El tiempo medio de latencia (período que necesitan las partículas víricas para llegar a las glándulas salivares del trips) es variable dependiendo de la temperatura y el virus (dentro del complejo causante de la Peste negra). Según Wijkamp & Peters (1993) es 7.12 días a 20 °C y 3.5 días a 27 °C para larvas y TSWV.

5.4.5.1.4.1 Manejo de la plaga animal

Pequeñas poblaciones en estados inmaduros de esta plaga animal pueden ocasionar serios daños, razón por la cual desciende considerablemente el NMT. Para planificar la estrategia de intervención de *F. occidentalis* se debe tener claro que la incidencia de la enfermedad será variable y estará condicionada por factores que afecten a la población del vector y a las fuentes de infección.

Para los dos estados responsables de daños se establecieron los siguientes valores de **NMT**: más de **0.5-1 adulto por planta** o más del **50 % de plantas con ninfas** (Mitidieri & Polack, 2005). Es decir que si el promedio de todas las plantas monitoreadas en el lote productivo es superior a alguno de estos dos valores se debe implementar la estrategia de intervención (Tabla 4.45).

5.4.5.2 Plagas ocasionales

5.4.5.2.1 Pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*) (Hemiptera: Aphididae).

Es un insecto muy polífago alimentándose y multiplicándose en numerosos hospedantes alternativos (pimiento, berenjena, lechuga, pepino, papa, crisantemo, duraznero, etc.). Presenta como hospedante principal a especies leñosas del género *Prunus* y a las herbáceas como el tomate de manera secundaria. Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales de coloración verde claro amarillentos y el de adulto (verde claro

amarillentos o rosados) (Foto 4.59). Las ninfas siempre son ápteras (sin alas) y los adultos pueden ser alados o ápteros.

Las hembras son de color amarillento ocre con manchas oscuras en la parte superior del abdomen. Esta coloración es más clara en verano y en los machos (Saini & Alvarado, 2001).

El **ciclo biológico** consta de los siguientes estados: huevo (invierno) o directamente formas juveniles (vivíparos), cuatro estadios ninfales y adulto. La duración del ciclo depende fundamentalmente de la temperatura. En el caso del cultivo de tomate el ciclo dura aproximadamente 7 días a 24 °C, alargándose considerablemente por debajo de 20 °C. La temperatura óptima es 26 °C (Belda, 1991), reduciéndose significativamente su capacidad multiplicativa a temperaturas mayores a 30 °C. En el caso de las generaciones vivíparas una hembra es capaz de dar origen a 30-40 individuos (Belda, 1991).

Los **daños** que ocasionan son de dos tipos (directos e indirectos).

Los directos se deben a su hábito alimenticio (ninfas y adultos) al tomar la sabia elaborada. Generalmente lo hacen en órganos jóvenes y tejidos tiernos en pleno crecimiento. Esta acción debilita a la planta pudiéndose manifestar en la misma amarillamiento de las hojas y reducción en el crecimiento. Otro daño que puede observarse en los brotes afectados es la curvatura de los folíolos hacia el envés, lugar donde suele

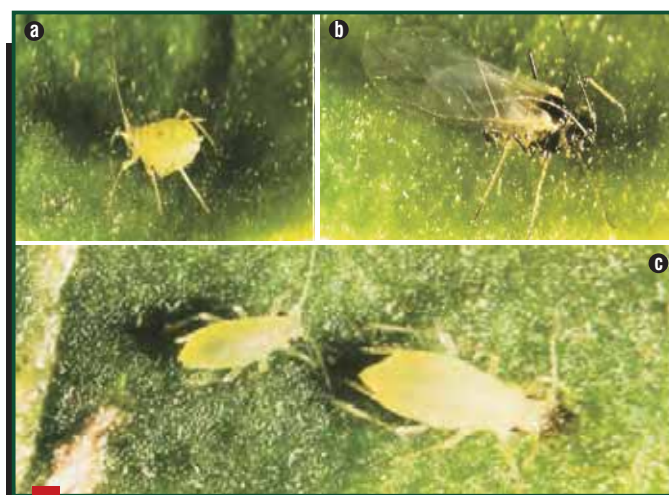


Foto 4.59. Adulto áptero (a), alado (b) y ninfas del Pulgón verde del duraznero en plantas de tomate. Gentileza Dres Saini y Alvarado.

ubicarse la colonia de pulgones para refugiarse. También los tallos pueden retorcerse y deformarse al igual que las flores y los frutos pequeños. Generalmente estos daños se observan en focos (Saini & Alvarado, 2001).

Entre los daños indirectos se puede mencionar la reducción del área fotosintéticamente activa, la reducción de la respiración de la hoja (en casos extremos puede asfixiarse) por el establecimiento de un complejo de hongos denominado fumagina (Goidanich, 1982). Esto ocurre por las sustancias de desecho

►► Tabla 4.46. Estrategias de manejo del Pulgón verde del duraznero.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de fumagina) y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de la plaga animal) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Usar mallas anti-insectos durante el cultivo, siempre y cuando la temperatura ambiente no sea demasiado elevada.	
Orientar las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) al vector-transmisor conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar solamente el control químico, el cual es cada vez menos eficaz.	
Realizar monitoreos semanales y aplicar cuando se supere el NMT (mojando bien el envés de las hojas) con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.	Usar mallas anti-insectos en el almácigo para evitar la infección de los plantines.
Eliminar malezas perjudiciales dentro y fuera del invernadero por ser reservorio de la plaga.	Tratar los plantines con insecticidas registrados para tomate durante los primeros 30 días de la implantación para cortar el ciclo de la plaga. Tratar las bandejas (speeldings) por inmersión hasta el cuello de la planta con soluciones de productos de acción sistémica inmediatamente antes del trasplante. Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan en el lote productivo.	
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	
Colocar en el perímetro del lote 2 m de ancho de plantas trampa (hospedantes susceptibles) para que los pulgones infectados descarguen la virosis y al llegar al cultivo no sean virulíferos.	

Fuente: Botto et al, 1997; Mitidieri & Polack, 2005.

azucaradas (melaza) de las ninfas y adultos que sumado a la alta humedad ambiente se crea un microclima ideal para su establecimiento y desarrollo. En ataques severos la fumagina también puede depositarse sobre los frutos, obligando a ser lavados para su comercialización. Y otro posible daño indirecto muy grave es que actúa como vector en la transmisión de enfermedades virósicas como el *Cucumber mosaic virus* (CMV) y el virus de la papa (PVY) (Difonzo *et al.*, 2006).

Son los adultos alados los que infectan. Al alimentarse o al intentar hacerlo en un tejido infectado, las partículas víricas se adhieren al estilete y al volver a alimentarse en un tejido sano, las partículas quedan en la herida iniciándose el proceso de infección de la planta sana. El tiempo de adquisición es muy corto y el tiempo en que el insecto permanece infectivo (virulífero) es de algunas horas (Fareres, 1991). Las poblaciones máximas suelen darse en otoño y primavera en zonas templadas.

5.4.5.2.1 Manejo de la plaga animal

Para los dos estados responsables de daños (ninfas y adultos) se estableció el siguiente valor: 10 pulgones totales (ninfas + adultos) por hoja (**10 Pulgones totales/hj**) (Mitidieri & Polack, 2005).

Cabe aclarar que este valor (NMT) para esta plaga está definidos para el cultivo de pimiento bajo cubierta (Mitidieri & Polack, 2005), sin embargo puede ser considerado como valor orientativo (Tabla 4.46).

5.4.5.2.2 Pulgón del algodónero (*Aphis gossypii*) (Hemiptera: Aphididae).

Es una plaga polífaga que se alimenta y multiplica en numerosos hospedantes alternativos (pepino, melón, algodón, etc.). Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales (verde claro amarillentos (primeros estadios) y verde oscuro, rosados u ocre (últimos estadios)) y el de adulto (negro verdoso oscuro o marrón). Las ninfas siempre son ápteras y los adultos pueden ser alados o ápteros (Foto 4.60) (Saini & Alvarado, 2001).

El **ciclo biológico** consta de cuatro estados ninfales (vivíparos) y adulto. La duración del ciclo depende fundamentalmente de la temperatura, estimándose para el cultivo de tomate aproximadamente 7-9 días a 21 °C. La fecundidad de las hembras es de 30 descendientes a lo largo de 7 días de

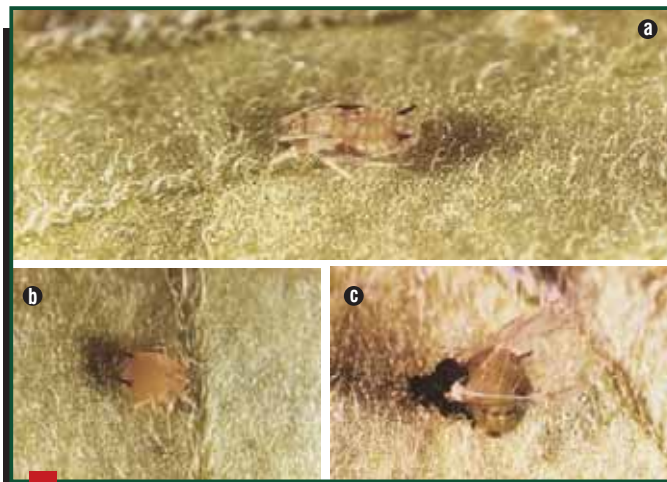


Foto 4.60. Ninfa (a) y adultos áptero (b) y alado (c) del Pulgón verde del algodónero en plantas de tomate. Gentileza Dres Saini y Alvarado.

vida activa (Belda, 1991). En condiciones de invernadero se puede considerar como una especie que se desarrolla bien con temperaturas elevadas, reemplazando a *M. persicae* cuando se superan los 30 °C (Jourdeuil, 1979).

Los **daños** que ocasionan no difieren cualitativamente a los mencionados para *M. persicae*.

5.4.5.2.2.1 Manejo de la plaga animal

La estrategia de intervención es la misma que para *M. persicae* (Tabla 4.46).

5.4.5.2.3 Arañuela roja (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae).

Es un ácaro polífago que se alimenta y se multiplica en numerosos hospedantes alternativos (berenjena, frutilla, etc.). Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales móviles (amarillentos) y el de adulto (amarillento verdoso con manchas oscuras en el dorso al principio y luego toman coloraciones rojizas). Los estados juveniles poseen tres pares de patas mientras que los adultos cuatro (Foto 4.61). Las hembras son de color amarillento ocre con manchas oscuras en la parte superior del abdomen. Esta coloración es más clara en verano y en los machos (Saini & Alvarado, 2001).



Foto 4.61. Huevos, ninfas y adultos de Arañuela roja en plantas de tomate.
Gentileza Dres Saini y Alvarado.

El **ciclo biológico** consta de los siguientes estados: huevo, larva activa, protoninfa (activa y quiescente), deutoninfa (activa y quiescente) y adulto. La duración del mismo depende fundamentalmente de la temperatura y de la humedad relativa. En el caso del cultivo de tomate el ciclo dura aproximadamente 10-15 días a 25 °C y con 80 % de humedad relativa (Rodríguez, 1976). Superados los 40 °C se incrementa la mortalidad, limitándose el desarrollo y multiplicación (estos dos procesos también son afectados por la humedad relativa). Mientras que por debajo de los 12 °C se interrumpe el desarrollo entrando en diapausa.

Los **daños** se producen por su hábito alimenticio al introducir sus estiletes en el tejido para vaciar las células y absorber sus jugos, tomando inicialmente una coloración amarillenta y luego parda con el correr del tiempo.

En las hojas las colonias se ubican en el envés manifestándose los daños en el haz por la aparición de zonas rojizas o amarillentas en áreas lisas (hojas expandidas) y enrolladas en hojas en crecimiento. Cuando los niveles poblacionales de la arañuela roja son elevados las hojas viejas llegan a deshacerse, mientras que en las jóvenes se ve interrumpido su crecimiento cubriéndose, al final del ataque con telas de araña sobre las que caminan los adultos. Estas telas tejidas por las hembras tienen la finalidad de proteger a los huevos, larvas y a las ninfas activas e inmóviles de sus potenciales enemigos.

Generalmente la plaga se presenta en focos aislados (lugares por donde ingresó el ácaro al lote productivo) y luego se va expandiendo si no es manejada adecuadamente. Las corrientes de aire y el contacto de planta a planta facilita su dispersión y algunas malezas como *Convólvulus* spp., *Sonchus* spp., *Chenopodium* spp., *Senecio* spp. etc. actúan como reservorio del ácaro.

5.4.5.2.3.1 Manejo de la plaga animal

Para los dos estados responsables de daños (ninfas y adultos) se establecieron los siguientes valores: + (presencia de algunas arañuelas aisladas en folíolos), ++ (abundante presencia de arañuelas sin formar colonias y sin presencia de daños en la hoja visibles) y +++ (Colonias con tela y daño visible en las hojas) (Mitidieri & Polack, 2005).

La estrategia de intervención se observa en la Tabla 4.47.

5.4.5.2.4 Eriófido ó Ácaro del bronceado del tomate (*Aculops lycopersici*) (Acari: Eriophyidae).

Es un ácaro polífago que se alimenta y multiplica en numerosos hospedantes alternativos (pimiento, berenjena, papa, tabaco, etc.) y en numerosas malezas de la misma familia (Solanáceas) (Bailey & Keifer, 1943). Los estados juveniles (ninfa 1 y 2) se parecen a los adultos. Sin embargo aquellas son más achatadas que los adultos y estos son vermiformes



Foto 4.62. Huevos, ninfas y adultos del Ácaro bronceado del tomate en plantas de tomate.
Gentileza Dres Saini y Alvarado.

►► Tabla 4.47. Estrategias de manejo de la Arañuela roja.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de la plaga animal) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Usar mallas durante el cultivo, que coincidan con los vientos dominantes siempre y cuando la temperatura ambiente no sea demasiado elevada.	
Orientar las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) al ácaro conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar solamente el control químico, el cual se observa cada vez menos eficaz.	
Realizar monitoreos semanales y aplicar cuando se supere el NMT mojando bien el envés de las hojas con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.	
Para ingresar al lote productivo hay que considerar que dentro de un mismo establecimiento puede existir variabilidad en la severidad del ataque del ácaro entre los diferentes lotes existentes. En este sentido, se debe ingresar primero para realizar diferentes labores culturales (desbrote, deshoje, etc.) al lote donde no se observen síntomas o los que menos afectados estén y terminar en los más atacados para evitar diseminar el ácaro de lotes infectados intensamente a lotes libres o con bajo ataque, ya que la ropa del operario de campo permite su dispersión.	
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan.	Usar mallas durante el almácigo para evitar la infección de los plantines.
Realizar riegos equilibrados: en años secos realizarlos más frecuentemente para evitar el stress hídrico por la falta de agua, que frecuentemente acelera la infestación. Sin embargo, se debe tener cuidado de no exceder el riego.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.
Eliminar malezas perjudiciales dentro y fuera del lote por ser reservorio de la plaga.	
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Botto et al, 1997; Mitidieri & Polack, 2005.

con dos pares de patas ubicados en la zona anterior del cuerpo. Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales (amarillentos) y el de adulto (blanco amarillento o naranja) (Foto 4.62) (Strassera, 2009c).

El **ciclo biológico** consta de los siguientes estados: huevo, ninfa 1 y 2 y adulto. La duración del mismo depende fundamentalmente de la temperatura y de la humedad relativa. En el cultivo de tomate el ciclo dura aproximadamente 6-7 días a 27 °C y con 30 % de humedad relativa (Vacante, 1982), presentando elevado poder multiplicativo cuando las condiciones son óptimas. En condiciones de invernadero pueden producirse hasta 7 generaciones (Saini & Alvarado, 2001). La especie pasa el invierno en estado de adulto refugiado en diversas malezas.

Los **daños** se producen por su hábito alimenticio al introducir su corto estilete en el tejido vegetal para vaciar las células y absorber sus jugos, tomando inicialmente una coloración amarillenta y luego parda con el correr del tiempo. Al principio los órganos afectados toman una coloración verde aceitosa y luego las células al tomar contacto con el oxígeno del aire toman un aspecto parduzco “bronceado” antes de desecarse.

La población del eriófido se localiza generalmente en el envés de las hojas del tercio inferior de la planta, pasando desapercibidas hasta la manifestación de los daños. A medida que los niveles poblacionales se incrementan la colonización avanza ascendentemente en la planta y compromete el haz de las hojas, los pecíolos, los tallos, las flores y los frutos. Las corrientes de aire y el contacto de planta a planta facilita su dispersión y algunas malezas actúan como reservorio del ácaro. Las poblaciones máximas suelen darse en otoño y primavera en zonas templadas (Saini & Alvarado, 2001)

5.4.5.2.4.1 Manejo de la plaga animal

La estrategia de intervención es la misma que arañuela roja (Tabla 4.47).

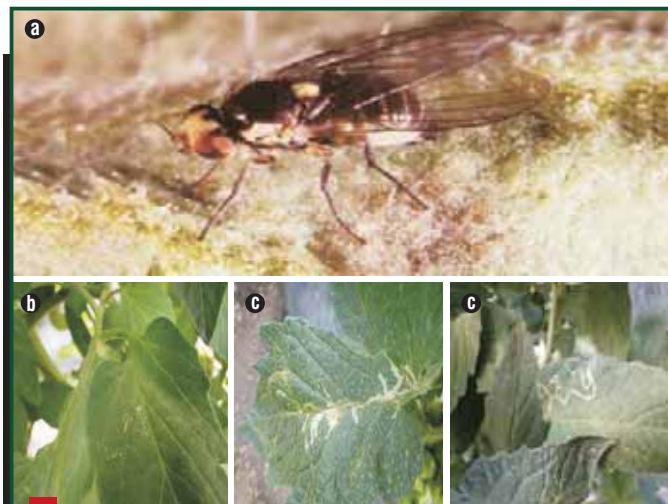


Foto 4.63. Adulto (a) y daños por oviposición (b) y foliares (c) del Minador de la hoja. (a) Gentileza Dres Saini y Alvarado; (b) y (c) gentileza Fernández Alsina

5.4.5.2.5 Minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*) (Diptera: Agromyzidae)

Es un insecto polífago que se alimenta y multiplica en numerosos hospedantes alternativos (pimiento, berenjena, acelga, alcaucil, etc.). El estado larval es el responsable de los daños (Foto 4.63) (Saini & Alvarado, 2001; Strassera, 2009b).

El **ciclo biológico** consta de los siguientes estados: huevo, larva, pupa y adulto. La duración del mismo depende fundamentalmente de la temperatura. En el caso del cultivo de tomate el ciclo dura aproximadamente 22 días a 20 °C. La longevidad de las hembras es de 11.4 días a 18.7 °C y la fecundidad es de 130 huevos por hembra para la misma temperatura (Prando & Cruz, 1986).

Los **daños** se producen por el hábito minador de las larvas generando minas o galerías junto a las nervaduras basales del limbo del folíolo, tanto en las principales como en las secundarias. Las galerías son rectilíneas y se localizan próximas a la epidermis del envés de los folíolos cuando la presión del control químico es elevada. También ocurre que con el abuso de insecticidas las galerías se formen sobre la nervadura principal pasando desapercibida, llegando a desecar las hojas (Saini & Alvarado, 2001; Strassera, 2009b).

5.4.5.2.5.1 Manejo de la plaga animal (Tabla 4.48)

►► Tabla 4.48. Estrategias de manejo del Minador de la hoja.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad y la temperatura del ambiente.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de la plaga animal) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Usar mallas durante el cultivo que coincidan con los vientos dominantes siempre y cuando la temperatura ambiente no sea demasiado elevada.	
Orientar las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) al insecto conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar solamente el control químico, el cual es cada vez menos eficaz.	
Realizar monitoreos semanales. Hacer las aplicaciones (mojando bien las hojas) con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para evitar los fenómenos de resistencia.	
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan en el lote productivo.	
Eliminar malezas perjudiciales dentro y fuera del invernadero por ser reservorio de la plaga.	Usar mallas durante el almácigo para evitar la infección de los plantines.
	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para evitar los fenómenos de resistencia.

Fuente: Botto et al, 1997; Mitidieri & Polack, 2005.

5.4.5.2.6 Perforador del fruto del tomate (*Neoleucinodes elegantalis*) (Diptera: *Pyrulidae*)

Esta plaga se ha hallado en la zona tomatera del NOA. Se trata de un lepidóptero que ataca a los frutos pequeños del tomate (3-5 cm de diámetro) haciendo galerías. Los estados larvales son los responsables de dichos daños (Foto 4.64) (Marcano, 1991).

El **ciclo biológico** presenta los siguientes estados: huevo, larva, pupa y adulto.

En el caso de tomate dicho ciclo tiene una duración aproximada de 30-40 días dependiendo de las condiciones ambientales, fundamentalmente de la temperatura.

Las primeras hembras adultas aparecen aproximadamente en los meses de Abril-Mayo iniciando las posturas en los cultivos de tomate tempranos (para el NOA). Los huevos se disponen en forma de cadena y se ubican en la parte media expuesta de los frutos inmaduros (verdes) o en forma menos frecuente en el cáliz.

Posteriormente los **daños** los produce la larva luego de eclosionar al ingresar en el fruto por la parte media e inferior del mismo realizando un orificio, el que luego cicatriza dejando una especie de "espinilla". Las larvas se alimentan de las semillas tiernas en un principio y luego de la pulpa hasta finalizar su desarrollo, el cual concluye cuando la larva sale del fruto para empupar, dejando un orificio de 2 a 4 mm de diámetro, perceptible a simple vista (Marcano, 1991).

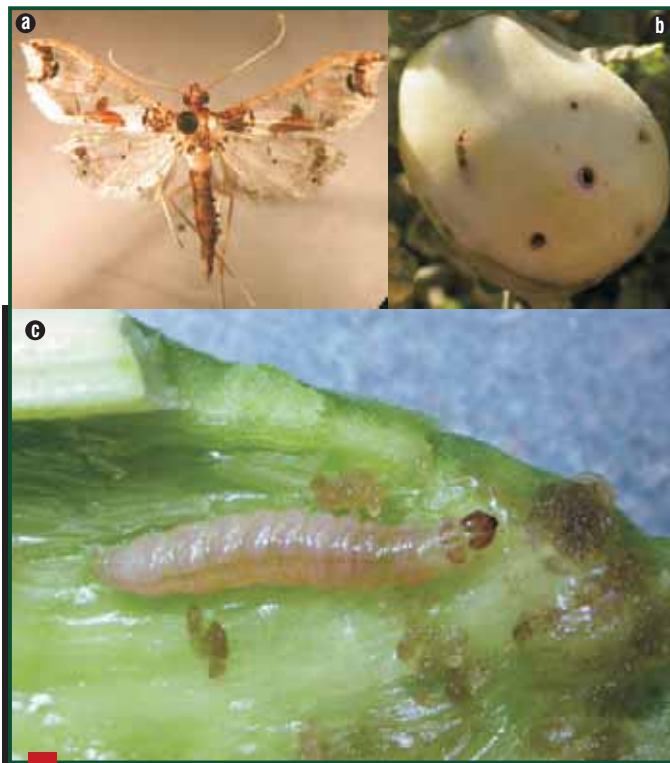


Foto 4.64. Adulto (a), daños en fruto (b) y larva (c) del Perforador del fruto del tomate.

Fuente: <http://www.miza-ucv.org.ve>

5.4.5.2.6.1 Manejo de la plaga animal (Tabla 4.49)

►► Tabla 4.49. Estrategias de manejo del Perforador del fruto del tomate.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Recolectar y destruir los frutos afectados.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de la plaga animal) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Usar mallas durante el cultivo que coincidan con los vientos dominantes siempre y cuando la temperatura ambiente no sea demasiado elevada.	
Orientar las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) al lepidóptero conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar sólo el control químico, el cual es cada vez menos eficaz.	
Realizar monitoreos semanales y aplicar (mojando bien las hojas) con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para evitar los fenómenos de resistencia.	
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan en el lote productivo. En otros países utilizan enemigos naturales disponibles comercialmente como <i>Trichogramma</i> spp. para el control de huevos y <i>Copidosoma</i> spp. para la regulación de larvas de la plaga.	
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	Usar mallas durante el almácigo para evitar la infección de los plantines.
	En producciones bajo cubierta antes del trasplante al lote definitivo (invernadero) es recomendable la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) para destruir las pupas.
	Realizar pulverizaciones preventivas desde el almácigo con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para evitar los fenómenos de resistencia.

Fuente: Marciano, 1991.

5.4.5.2.7 Gorgojo o cascarudo del tomate (*Phrydenus muriceus*) (Coleoptera: Curculionidae)

Esta plaga es de gran importancia en la zona productiva de tomate de Cuyo.

Las larvas del coleóptero son las responsables de los daños (Foto 4.65) (Saini & Alvarado, 2001).

El **ciclo biológico** consta de los siguientes estados: huevo, larva, pupas y adulto.

La duración del mismo en el cultivo de tomate depende de las condiciones ambientales, fundamentalmente de la temperatura del suelo. Esta plaga afecta a especies de toda la familia Solanáceas, tanto de interés económico (hortícolas) como así también a malezas, siendo estas últimas los hospedantes alternativos.

El adulto es pequeño, de 5-6 mm de largo, con la superficie dorsal rugosa y de color parduzco. La hembra es más grande que el macho y se entierra a poca profundidad para oviponer (huevos pequeños y blanquecinos) colocando los huevos en las galerías perforadas en las raíces del cultivo. En Cuyo presenta una generación completa y otra incompleta.



Foto 4.65. Adulto del Gorgojo del tomate en plantas de tomate. Gentileza Dres Saini y Alvarado

Los **daños** más graves son causados en el almácigo. El período crítico (mayores daños observados) para la zona de Cuyo es en primavera, afectando el sistema radical por el hábito subterráneo de las larvas. En ataques severos puede llegar a destruir la parte aérea y el cuello de los plantines (Saini & Alvarado, 2001; Riquelme, 1993).

5.4.5.2.7.1 Manejo de la plaga animal (Tabla 4.50)

►► **Figura 4.50.** Estrategias de manejo del Gorgojo del tomate.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Orientar las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) al coleóptero conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar solamente el control químico.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de la plaga animal) para evitar la contaminación del lote definitivo.
Realizar monitoreos semanales y aplicar (mojando bien las hojas) con los productos registrados para esta plaga en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV). Rotar los principios activos para evitar los fenómenos de resistencia.	Favorecer la secuencia de cultivos (dentro del mismo lote productivo) y la rotación de ellos (entre lotes) con especies de diferente familia botánica a Solanáceas para evitar la permanencia de esta plaga.
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	

Fuente: Riquelme, 1993.

5.4.5.2.8 Complejo de Lepidópteros.

Cabe aclarar que al finalizar la descripción del complejo de lepidópteros se realizará una recomendación común para especificar el manejo de dichas plagas.

5.4.5.2.8.1 Gusano del fruto y del brote del tomate (*Heliothis gelotopoeon* y *H. terginis*) (Lepidoptera: Noctuidae)

Su importancia se debe a que son muy polí-fagos con tendencia al gregarismo y al comportamiento migratorio. El género *Heliothis* además de actuar como cogollero también puede ser desfoliador, ya que ingieren hojas, tallos y brotes en plantas jóvenes. En ambos casos los daños son ocasionados por los estadios larvales. La larva de *H. gelotopoeon* en su máximo desarrollo tiene unos 35 mm de longitud, su coloración es variable, va del verde al negro atravesando el amarillo, rosa y castaño. Presenta generalmente una banda blanca zigzagante a cada lado del cuerpo. Tiene tubérculos negros brillantes aislados (Foto 4.66). La larva de *H. terginis* se caracteriza por alcanzar 35 mm de longitud y el color general del cuerpo es verde con pequeñas y numerosas manchas blancas. Al igual que la especie anterior, presenta a ambos lados del cuerpo una banda blanca longitudinal. En el dorso de los dos primeros segmentos abdominales se ubican los tubérculos setíferos prominentes de color negro, característicos de esta especie (Saini & Alvarado, 2001).

El Ciclo biológico de *H. gelotopoeon* consta de los siguientes estados: huevo, larva, pupa y adulto. El adulto es una polilla con las alas anteriores de color castaño oscuro y las posteriores castaño claras oscureciéndose notoriamente hacia los bordes. La hembra coloca entre 300 a 1000 huevos en forma aislada en cualquier parte de la planta (hojas, brotes y flores) preferentemente en brotes terminales. Dichos huevos eclosionan a los 5 o 9 días. Otra característica de la mayoría de los Noctuidos es que empupan bajo tierra a escasa profundidad, pasando el invierno en dicho estado (pupa enterrada) para posteriormente reiniciar la actividad a principios de primavera.

La biología de *H. terginis* es muy similar a la del resto de los Noctuidos. El adulto es una polilla, las alas anteriores son castaño claro, con franjas transversales castaño más oscuro hacia los bordes.

Las alas posteriores son blancuzcas con bordes castaño oscuro (Saini & Alvarado, 2001). Al igual que *H. gelotopoeon* las larvas suelen preferir los frutos verdes de tomate y cuando el ataque es severo pueden disminuir considerablemente la producción (Saini & Alvarado, 2001).

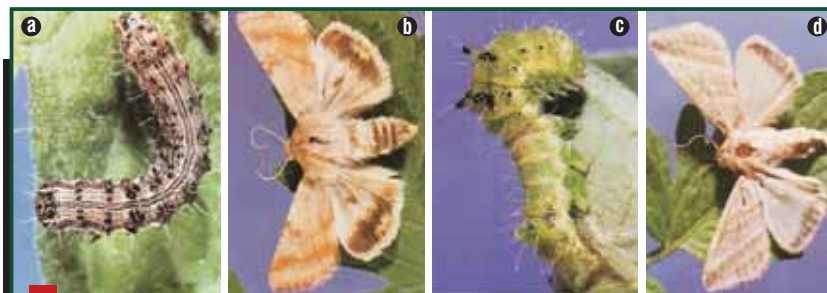


Foto 4.66. Larva (a) y adulto (b) del Gusano del fruto y larva (c) y adulto (d) del Gusano del brote del tomate. Gentileza Dres Saini y Alvarado



Foto 4.67. Larva (a) y adulto (b) del Gusano variado en plantas de tomate. Gentileza Dres Saini y Alvarado

5.4.5.2.8.2 Gusano variado (*Peridroma saucia*) (Lepidoptera: Noctuidae)

Es un gusano cortador que frecuentemente ataca a las plantas de tomate jóvenes, cortándolas a nivel del suelo e ingiriendo sólo una parte de ellas, por lo cual las pérdidas son grandes. Los daños en los almácigos comienzan por manchones para luego generalizarse.

La larva totalmente desarrollada alcanza los 50 mm de longitud, es castaño oscuro, con típicas manchas amarillas en el dorso de los primeros segmentos abdominales (Foto 4.67).

Durante las horas de luz se encuentran enroscadas y enterradas a poca profundidad. También empupan bajo tierra. Posteriormente emerge el adulto que posee las alas anteriores castaño claro con pequeñas manchas circulares en el centro y bordes más claros. Las alas posteriores son blancuzcas oscureciéndose hacia los bordes con venas castaño oscuras. La hembra coloca huevos en forma aislada, preferentemente en el envés de las hojas. El invierno lo pasa como pupa enterrada (Saini & Alvarado, 2001).

5.4.5.2.8.3 Oruga militar verdadera (*Pseudaletia adultera*) (Lepidoptera: Noctuidae).

Los **daños** son ocasionados por las larvas (desfoliadoras). Las mismas se caracterizan por producir ataques masivos que determinan pérdidas en el vigor de la planta y por consiguiente menores rendimientos. 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 (Foto 4.68). Al igual que la especie anterior no posee tubérculos setíferos prominentes. Las pupas son de color castaño oscuro y de unos 20 mm de longitud y se desarrollan en el suelo. El adulto es de hábito nocturno y es 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. Éstos son blanquecinos o verdosos, hemisféricos, con carenas que se unen en el ápice. Transcurren el invierno como larvas o pupas invernales (Saini & Alvarado, 2001).

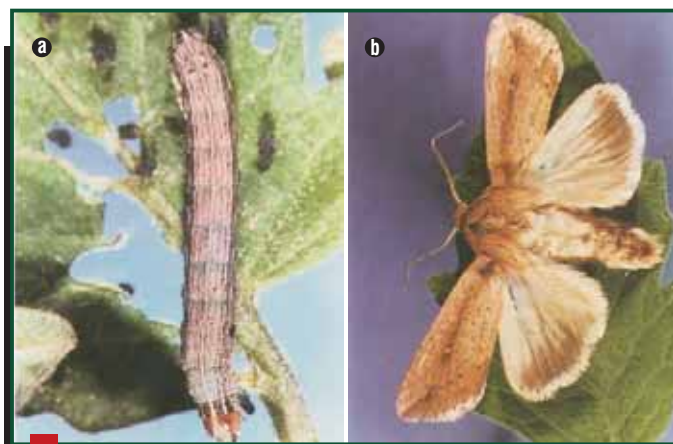


Foto 4.68. Larva (a) y adulto (b) de la Oruga militar verdadera. Gentileza Dres Saini y Alvarado



Foto 4.69. Larva (a) y adulto (b) de la Oruga medidora. Gentileza Dres Saini y Alvarado

5.4.5.2.8.4 Oruga medidora (*Rachiplusia un*) (Lepidoptera: Noctuidae).

Las isocas medidoras están ampliamente difundidas en nuestro país sobre una gran diversidad de especies vegetales, entre las que esporádicamente se incluye al tomate. Forman parte de las orugas desfoliadoras, ya que se alimentan de hojas, brotes y flores.

Cuando la larva alcanza su máximo desarrollo puede llegar a unos 35 mm de longitud, son de color verde claro con finas líneas longitudinales blancas en el dorso del cuerpo. Al desplazarse une sus patas torácicas con las abdominales (tiene sólo tres pares de patas en lugar de cinco), razón por la cual arquea el cuerpo de modo que parece ir midiendo la superficie, de allí su nombre (Foto 4.69). Para empupar dobla una hoja y teje un somero capullo donde permanece hasta convertirse en adulto. El adulto posee las alas anteriores de color castaño oscuro con manchas claras y reflejos dorados. Además, presentan una inconfundible mancha plateada con una forma similar a la letra griega gama. Las alas posteriores son castaño claro con una ancha franja más oscura contra los bordes externos. La hembra deposita los huevos en forma aislada, siendo blancos y de forma hemisférica. Pasa el invierno en estado de pupa encapullada en la parte aérea de las plantas (Saini & Alvarado, 2001).



Foto 4.70. Larva (a) y adulto (b) de la Oruga medidora en plantas de tomate. Gentileza Dres Saini y Alvarado

5.4.5.2.8.5 Oruga medidora (*Plusia bonariensis*) (*Lepidoptera: Noctuidae*).

La larva mide unos 30 mm de longitud y es verde con típicos alvéolos negros distribuidos uniformemente en toda la superficie del cuerpo (Foto 4.70). Los hábitos son similares a los de la especie anterior, aunque sus ataques son mucho menos frecuentes.

El adulto es bastante menor que *R. nu*. El primer par de alas es castaño oscuro con una típica mancha plateada central. Las alas posteriores son blancuzcas, oscureciéndose hacia los bordes (Saini & Alvarado, 2001).

Manejo del complejo de lepidópteros.

Para el caso del complejo de lepidópteros realizar la misma estrategia de intervención que *L. huidobrensis*, con la salvedad de utilizar trampas de feromonas para la captura de adultos con un doble propósito (detección temprana de adultos y evitar la cópula) y plaguicidas registrados para estas plagas en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).

5.4.6. Nemátodos fitófagos.

También existe otro factor limitante dentro del grupo de plagas animales que ha tomado gran relevancia en los últimos

años que son los nemátodos por problemas en la eficacia de los métodos de desinfección de suelos, por no limpiar y no desinfectar los implementos adecuadamente para preparar el suelo, entre otros. Los géneros que se destacan son *Nacobbus* spp. y *Meloidogyne* spp. (Chávez, 2004).

5.4.6.1 Nemátodo agallador *Meloidogyne* spp. (*Tylenchida: Heterodelidae*) y Nemátodo de falsas agallas *Nacobbus* spp. (*Tylenchida: Pratylenchidae*).

En los últimos años el problema de nemátodos ha crecido notablemente en los cultivos hortícolas bajo invernadero. Ello está directamente relacionado a las condiciones ambientales (fundamentalmente por la temperatura del suelo) que se generan en ambientes protegidos como también por la baja diversificación de cultivos a lo largo del año en el mismo lote productivo.

El **Ciclo biológico** de las especies del primer género (*Meloidogyne*) presentan los siguientes estados: huevo, dos estadios larvales o juveniles y adulto.

Dichas especies cuentan con un amplio rango de hospedantes alternativos (pimiento, berenjena, apio, lechuga, zapallo, pepino, zanahoria, papa, batata, acelga, frutilla, crisantemo, clavel, gladiolo, rosa, begonia, cactus, etc.). El ciclo de vida se completa entre 25 y 60 días, dependiendo fundamentalmente de la temperatura del suelo. Con unos 500 grados-día, el ciclo se cierra en 25 días. Las temperaturas de 25-30 °C son las ideales para el crecimiento y el desarrollo de este nemátodo. Temperaturas inferiores a 15 °C o superiores a 33 °C interrumpen el desarrollo de las hembras que no llegan a completar su madurez. El estado de resistencia lo constituye el huevo y las larvas del segundo estadio (Chávez, 2004).

El **daño** consiste en la formación de agallas en la raíz por su engrosamiento (pudiendo ser de distintos tamaños, dependiendo del número de hembras que alberguen), lo cual dificulta la absorción de agua y nutrientes. El material infestante está representado por el huevo y los juveniles del segundo estadio. Los huevos se encuentran agrupados en masas de 100 a 1.200 individuos, protegidos por una matriz gelatinosa secretada por la hembra. Estas masas se encuentran en el suelo o en los restos de raíces del cultivo anterior. Además estas heridas pueden ser la vía de ingreso para otros patógenos. En la parte aérea de la planta el daño se manifiesta a través del amarilleo,

marchitamiento, enanismo y reducciones de la producción (Foto 4.71) (Chávez, 2004).

El **Ciclo biológico** de *Nacobbus* spp. consta de los siguientes estados: huevo, cuatro estadios larvales o juveniles y adulto.



Foto 4.71. Síntomas del Nemátodo agallador (a) y del Nemátodo de falsas agallas (b) en plantas de tomate. (a) y (b) Gentileza Dra. Mitidieri. (c) y (d) Gentileza Dr Kobori.

En el caso de *Nacobbus* spp. también posee un amplio rango de hospedantes alternativos (pimiento, berenjenas, papa, zapallo, acelga, remolacha, frutilla y numerosas malezas (*Amaranthus*, *Brassica campestris*, *Datura* spp., *Stellaria media*, etc.). El ciclo se completa entre 40 y 60 días. Aparentemente no es tan susceptible a las bajas temperaturas, debido a que se lo ha detectado en las raíces de acelga y remolacha durante el invierno.

El **daño** en raíz es el mismo que el que genera *Meloidogyne* spp. (Foto 4.71), aunque los nódulos suelen ser de mayor tamaño y con pelos secundarios. En este caso el material infestante lo constituyen los huevos, larvas del 2^{do}, 3^{er} y 4^{to} estadio y las hembras filiformes jóvenes. Las larvas del 3^{er} y 4^{to} estadio tienen la capacidad de permanecer en estado de quiescencia o dormancia cuando las condiciones del medio no son favorables para su desarrollo (ausencia de hospedantes, sequía, etc.), reiniciando el ciclo cuando las condiciones mejoran. Las larvas y hembras jóvenes penetran en las raíces y barrenan el parénquima cortical, ocasionando lesiones necróticas. Como consecuencia de ello se produce la muerte de las raicillas y el descortezado de la raíz. En este caso, también las heridas generadas pueden ser la vía de ingreso para patógenos oportunistas y en la parte aérea de la planta el daño se manifiesta a través del amarilleo, marchitamiento, enanismo y reducciones de la producción (Chávez, 2004).

Si bien estas plagas animales están extendidas en prácticamente todas las regiones productivas del país, presentan mayor o menor presión según las condiciones medioambientales particulares de cada una de ellas. Existe cierta tendencia a que los nemátodos del género *Meloidogyne* presenten mayor preferencia por los suelos más sueltos (franco-arenosos), mientras que los del género *Nacobbus* se encuentran más en suelos pesados (franco-limosos o franco-arcillosos) (Comunicación Personal Guillermo Cap).

5.4.6.1.1 Manejo de la plaga animal (Tabla 4.51)

Los nemátodos son difíciles de erradicar totalmente, por lo cual el objetivo para realizar un manejo racional de éstos es utilizar una estrategia de intervención que disminuya la densidad poblacional en el suelo hasta niveles económicamente tolerables. La resistencia genética con el gen MI se rompe con temperaturas superiores a 28 °C en el suelo. Esto es común

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

en invernadero pero no en cultivos a campo. La búsqueda de fuentes de resistencia a través de nuevos materiales o de plantas de tomate injertadas constituyen las vías más confiables y perdurables en el tiempo para resolver este problema. Otro punto importante a tener en cuenta es que los nemátodos se

distribuyen en manchones o en líneas y se diseminan con facilidad a través del agua de riego, del calzado de los operarios de campo, de los implementos para preparar el suelo y con cualquier medio de transporte de tierra. Rotar con gramíneas como el centeno contribuye a disminuir la población.

►► Tabla 4.51. Estrategias de manejo del Nemátodo agallador y del Nemátodo de falsas agallas.

Durante el ciclo	Siguiente ciclo
Utilizar plantas repelentes como tajetes, caléndulas, centeno para evitar su desplazamiento al cultivo de tomate.	Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de nemátodos) para evitar contaminar el lote definitivo.
Para ingresar al lote productivo hay que considerar que dentro de un mismo establecimiento puede existir variabilidad en la severidad del ataque de nemátodos entre los diferentes lotes existentes. En este sentido, se debe ingresar primero para realizar labores culturales (preparación del suelo) al lote donde no se observen síntomas o los que menos infectados estén y terminar en los más atacados para evitar diseminar los nemátodos de lotes infectados intensamente a lotes libres o con bajo ataque evitando así su dispersión dentro del establecimiento.	
Orientar las medidas de acción (control cultural, control químico, control biológico, si es posible) a los nemátodos conociendo previamente las características del ciclo y las condiciones predisponentes que favorecen su establecimiento. Además, estas técnicas deberían ser aplicadas en forma complementaria y simultánea para potenciar sus efectos y evitar utilizar solamente el control químico, es cada vez menos eficaz.	Se recomienda realizar análisis de nemátodos al sustrato para el almácigo y al suelo del lote definitivo donde se transplantará el próximo ciclo del cultivo.
Realizar monitoreos semanales (prestar atención a los síntomas aéreos de la planta como marchitamiento) y aplicar con los productos registrados para estas plagas en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV) y de acuerdo al estado fenológico (para respetar el tiempo de carencia). Rotar los principios activos para retrasar los fenómenos de resistencia.	Desinfectar el sustrato de los plantines. Posteriormente antes del transplante al lote definitivo es recomendable en el caso de producciones bajo cubierta la desinfección del suelo a través de diferentes biocidas registrados para estas plagas en el cultivo de tomate según la Resolución 507/08 (Anexo IV).
Favorecer el uso de productos selectivos ya que crean condiciones para que los enemigos naturales de presencia espontánea aparezcan en el lote.	Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.	Desinfectar las herramientas e implementos para preparar el suelo. No deben estar contaminadas con suelos sin desinfectar para evitar llevarlos a un lote libre de ellos.

Fuente: Chávez, 2004.



6 Control de malezas

Es una de las prácticas culturales de mayor importancia, porque está directamente relacionada con el rendimiento, la calidad del fruto y la operación de la mecanización de la cosecha en el caso de tomate para industria.

Se deben utilizar métodos de control combinados (mecánico, químico y manual) de acuerdo al período fenológico del cultivo y al grado de enmalezamiento.



Foto 4.72. *Cynodon dactylon* “gramilla” o “chepica”, a) aspecto de la planta (Fuente: www.tropicalforages.info), b) detalle de flores. (Fuente: www.nature-diary.co.uk)



Foto 4.73. *Cyperus rotundus* “tamascán”, “funcea”, “juncea” o “junquillo” en estado de plántula.

En el caso del control químico, realizado con el herbicida registrado para controlar las malezas predominantes, debe ser aplicado en el momento oportuno y a las dosis recomendadas pudiendo repetir su aplicación si continúa la emergencia de malezas respetando los tiempos de carencia.

Se debe reducir el nivel de infestación de malezas mediante rotaciones que reduzcan su población y evitar su multiplicación o que permitan hacer control con herbicidas totales sin la presencia de cultivos.

Las malezas perennes más comunes son:

Hoja angosta, gramíneas: se multiplican por semilla y rizomas: *Cynodon dactylon* (gramilla, chepica); *Sorghum alepense* (sorgo de alepo, cañota, etc.), se pueden tratar con graminicidas totalmente selectivos para el tomate como el caso de fluazifop-p-butil, fenoxaprop-p-etil y setoxidin (Foto 4.72).

Hoja angosta no gramíneas: *Cyperus rotundus* (tamascán, funcea, juncea o junquillo) se multiplica por pequeños tubérculos. No hay herbicidas selectivos registrados para tomate para esta maleza y su control debe hacerse con herbicidas totales como el glifosato sin la presencia de tomate (Foto 4.73).

Hoja ancha para ser tratadas con herbicidas totales (no selectivos para tomate): *Convolvulus arvensis* (correguela, correhuela) se multiplica por semilla y rizomas, *Wedelia glauca*



Foto 4.74. *Wedelia glauca* “clavel amarillo”, a) planta de clavel amarillo, b) detalle de la flor. (Fuente: www.fotoflora-hierbas.blogspot.com)



Foto 4.75. *Pitraea cuneato-ovata* “papilla”.

(clavel amarillo, clavelillo, chilquilla) se multiplica por semilla y rizomas tiene un herbicida específico, *Pitraeacuneato-ovata* (papilla) se multiplica por semilla y pequeños tubérculos, esperar a realizar el tratamiento con la maleza en flor. Los herbicidas más utilizados son el glifosato y el fluroxipir. Estos herbicidas suelen no degradarse en el suelo inmediatamente de ser aplicados y pueden tener problemas de residualidad por lo que se recomienda aplicarlos sobre las malezas con 30 días de anticipo de la plantación del tomate solos o combinados a distintas dosis según la formulación y pH del agua (Fotos 4.74 , 4.75, 4.76).

La maleza anual que se multiplica por semilla más común para ser tratada con graminicidas en cualquier estado de desarrollo del tomate y sin ningún peligro de fitotoxicidad es *Echinochloa acolonum* (cebadilla o pata de gallina). Malezas anuales de hoja ancha más comunes son: *Chenopodium album* (yuyo blanco, quinoa, cenizo), *Ipomea purpurea* (enredadera anual, campanilla anual azul, suspiro), *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado, bleado), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Datura ferox* (chamico), *Salsola kali* (cardo ruso, pulpo, zampa voladora), *Flaveria bidentis* (fique) (Fotos 4.77, 4.78, 4.79, 4.80, 4.81).

A excepción de yuyo blanco, el resto no es bien controlado por metribuzin; se deberán controlar en forma manual.

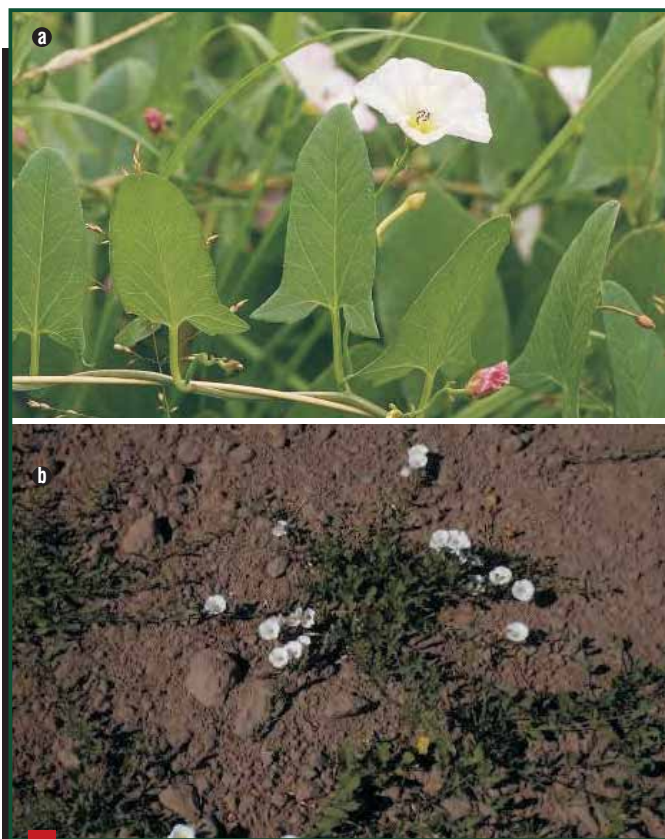


Foto 4.76. *Convolvulus arvensis* “correhuela”
a) detalle de flor y hojas, b) aspecto de la planta.
(Fuente: www.ftp.funet.fi)



Foto 4.77. *Chenopodium album* “yuyo blanco”
a) detalle de la flor, b) aspecto de la planta.
(Fuente: www.en.academic.ru/www.shirleydenton.com)



Foto 4.78. Detalle de la flor de *Ipomea purpurea* “campanita”. Fuente: arnica.csustan.edu



Foto 4.79. Detalle de la flor de *Amaranthus quitensis*. Fuente: EEA INTA Mendoza Centro de Estudios de Fitofarmacia.



Foto 4.80. Detalle de la flor de *Portulaca oleracea*. (Fuente: www.personales.ya.com)

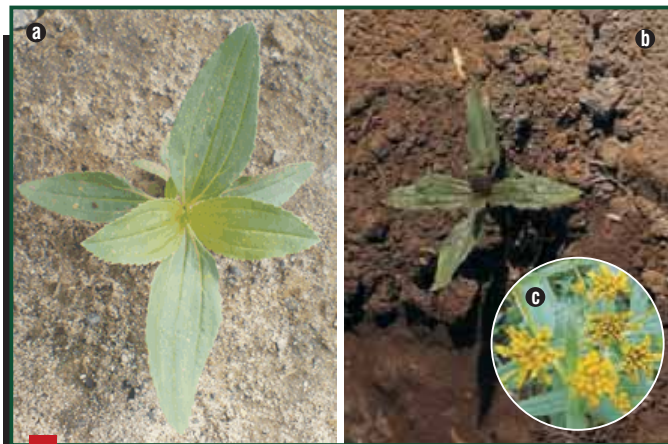


Foto 4.81. *Flaveria bidentis* a) de tallo de la flor, b y c) aspecto de la plántula. (Fuente: www.imagensubir.infojardin.com www.wssc.org.cn)



Foto 4.82. *Datura ferox*, a) detalle de fructificación, b) detalle de la flor. (Fuente: www.picasaweb.google.com www.democraticunderground.com)



7 Equipos y Herramientas

Los equipos y herramientas utilizados para realizar tareas durante el ciclo del cultivo, incluida la cosecha pueden ser también factores de contaminación recomendándose su limpieza y desinfección.

7.1 Desinfección de herramientas

Al realizar las operaciones de poda, deshoje basal, raleo de flores y/o frutos se deben desinfectar las diversas herramientas que se utilizan (navajas, tijeras etc.) cada vez que cambiamos de planta, en una solución que generalmente es a base de hipoclorito de sodio al 2 % (Foto 4.82).



Foto 4.83. Elementos para desinfección de tijeras de poda.



8 Manejo seguro de plaguicidas

8.1 Definición de fitosanitario, agroquímico, pesticida etc

La Organización Mundial de la Salud, define al producto fitosanitario como la sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción o destruir directamente insectos, ácaros, moluscos, roedores, hongos, malezas bacterias y otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales a la salud pública y también a la agricultura, al sector pecuario, a sus productos y a otras materias primas alimenticias

8.2 Clasificación de plaguicidas

Los fitosanitarios se pueden clasificar en:

- **Según su uso:** acaricidas, antiescaldantes, coadyuvantes, desfoliantes, fertilizantes, fitoreguladores, fungicidas, terápicos para semillas, herbicidas, inoculantes, insecticidas, molusquicidas, nematocidas, rodenticidas y trampas para insectos.

- **Por su composición química:** organofosforados, carbamatos, piretroides, organoclorados, biológicos y hormonales.

- **Por su forma de acción:** de contacto, sistémicos, ingestión, repelentes y fumigantes.

- **Por su acción sobre el organismo a controlar:**

- **Tóxicos físicos:** producen lesiones asfixia, deshidratación (aceites minerales, silicatos)

- **Tóxicos protoplasmáticos:** producen precipitación del protoplasma celular, destrucción del epitelio (derivados de metales pesados como cobre, plomo, mercurio, estaño, arsénico, etc)

- **Tóxicos respiratorios:** actúan sobre el proceso respiratorio (bromuro de metilo, fosfuros de aluminio, etc)

- **Tóxicos del sistema nerviosos:** interfieren en el mecanismo de la transmisión de los impulsos nerviosos o desnaturalizan el funcionamiento de funciones vitales (órganos fosforados, clorados, carbamatos, piretroides, inhibidores de la síntesis de quitina, etc)

8.3 Tipos de formulaciones

- Sólidas: polvo, gránulos, pellets, polvos mojables, secos floables, polvos solubles
- Líquidas: líquidos floables, concentrados emulsionables, soluciones.
- Aerosol
- Fumigantes: sólidos, líquidos o gaseosos

Requisitos de la formulación

- Seguridad para el aplicador
- Eficacia en dosis mínimas
- No fitotóxicas para el cultivo
- Posibilidad de mezclar con otros productos
- Fácil de aplicar con equipos comunes
- Bajo costo
- Estable y seguro en el almacenamiento
- Mínimo o nulo remanente en los envases

8.4 Clasificación toxicológica de plaguicidas

Es importante conocer las categorías toxicológicas de los plaguicidas ya que la tendencia es utilizar las clases III y IV que son las que menos afectan el medio ambiente y son más seguras para el aplicador y el consumidor (Tabla 4.52). Las BPA exigen que el uso de plaguicidas debe estar orientado por el criterio técnico de una persona capacitada.

8.4.1 Vías de ingreso al organismo

- Por la piel y mucosas: manipulación o aspersión
- Por el aparato respiratorio: inhalación de pequeñas partículas o polvo durante la manipulación o la aspersión
- Por el aparato digestivo: ingestión accidental o deliberada
- Por lastimaduras y cortes

• Los herbicidas pueden causar:

quemazón e irritación en los ojos, nariz y garganta, hemorragia nasal, tos, calambres, debilidad muscular, ampollas, y dolor de estómago. (OR-OSHA)

► Tabla 4.52. Clasificación de plaguicidas de la OMS según riesgo toxicológico.

Clasificación de la OMS según los riesgos	Formulación líquida DL 50 Aguda		Formulación sólida DL 50 Aguda	
	Oral	Dermal	Oral	Dermal
Clase I a Producto sumamente peligroso	20 o menos	40 o menos	5 o menos	10 o menos
Clase I b Producto muy peligroso	21 a 200	41 a 400	6 a 50	11 a 100
Clase II Producto moderadamente peligroso	201 a 2000	401 a 4000	51 a 500	101 a 1000
Clase III Producto poco peligroso	2001 a 3000	mayor a 4001	501 a 2000	mayor a 1001
Producto que normalmente no ofrecen peligro	mayor a 3001		mayor a 2001	

Fuente: Casafe, "Recomendaciones para el uso responsable y eficaz de productos fitosanitarios". <http://www.casafe.org>

- **Los insecticidas pueden causar:**

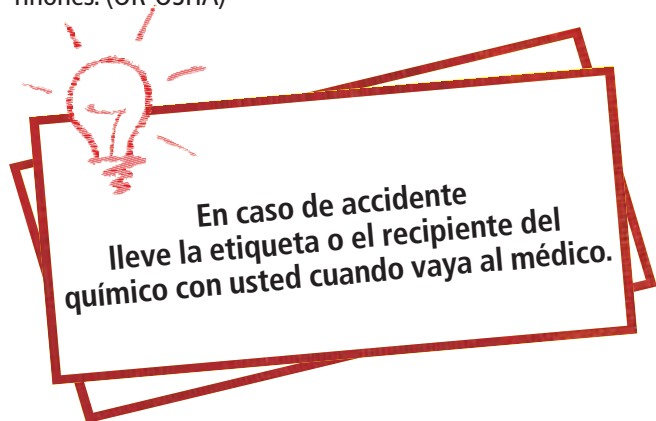
sudor, dolor de cabeza, síntomas de náusea como la gripe, visión nublada, somnolencia y vómitos. (OR-OSHA)

- **Los fungicidas pueden causar:**

irritación de la piel y ojos, y dermatitis. (OR-OSHA)

- **Los fumigantes pueden causar:**

debilidad del sistema nervioso central; irritación de ojos, nariz y garganta; debilidad; náusea; vómitos; dolor de cabeza; parálisis respiratoria; ampollas en la piel; y daño del hígado y riñones. (OR-OSHA)



8.4.2 Definiciones importantes

TIEMPO DE CARENIA O PERÍODO DE SEGURIDAD:

Período de tiempo que existe entre la última aplicación de un AGROQUÍMICO y el momento de la cosecha

Pasado este tiempo, el vegetal cosechado presenta un muy bajo o ningún nivel de residuos tóxicos.

Cada AGROQUÍMICO

- Tiene su tiempo de carencia para cada cultivo.
- Elegir el más adecuado, según la fecha de cosecha.

REINGRESO A CULTIVOS TRATADOS:

Es la cantidad de días que deben transcurrir entre la aplicación de un producto fitosanitario y el momento en que se puede reingresar al cultivo. (para evitar el contacto dermal o inhalación de gases)

LÍMITE MÁXIMO DE RESIDUOS (LMR)

Es la cantidad de agroquímico que queda sobre toda parte de vegetal cuando se ha aplicado el mismo, siguiendo las BPA. Se expresa en mg de pesticida /kg de comestible o sea parte por millón de tóxico (ppm)

REGISTRO DE APLICACIÓN (ver modelo en Anexo III)

- Registros de la aspersión en el campo
- Reparación y mantenimiento del equipo
- Inspección de la salud del operario
- Equipo de protección personal
- Contactos locales de emergencia

8.5 Técnicas de aplicación de plaguicidas.

Es necesario prestar especial atención al estado y a la calibración del equipo ya que solo se obtendrán resultados positivos en el control de plagas y enfermedades con equipos calibrados para cada situación particular, poniendo especial énfasis en la distribución de la aplicación del agroquímico con el uso de papeles hidrosensibles.

Es importante la calibración del conjunto tractor-pulverizadora por lo menos una vez por año con su planilla correspondiente en el cuaderno de campo.

Se debe instalar una válvula anti-retorno en el chupón de carga de la pulverizadora o bien un sistema de carga de agua desde un depósito elevado.

8.5.1 Calibración de una pulverizadora tipo mochila manual:

Selección de boquilla según trabajo a realizar y caudal requerido.

Tipo de trabajo: Cobertura total, Bandas.

$$q [L \cdot \text{min}^{-1}] = \frac{V [L \cdot \text{ha}^{-1}] \times \text{Vel} [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}] \times A [\text{m}]}{10.000 [\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}]}$$

V: Volumen de campo.

Vel: Velocidad de avance.

A: Ancho de la zona tratada

- El equipo pulverizador debe estar limpio y con agua limpia para proceder a su calibración.
- Con el equipo en la espalda y a la altura de trabajo que se utilizará determine el ancho de la zona tratada por ser mono-boquilla; en caso de botalón usar la separación entre boquillas.
- En base al ancho de la zona tratada recorrer una distancia tal que haga que la superficie tratada sea de 25 m² habiendo ubicado en el pico pulverizador el botellón de calibración (éste indicará el volumen pulverizado en ese trayecto).
- Efectúe las regulaciones necesarias (velocidad de desplazamiento, ancho de la faja tratada, presión de trabajo, boquilla utilizada para lograr el volumen de campo deseado).

$$\text{Vol [L.ha}^{-1}] = \frac{q \text{ [L.min}^{-1}] \times 10.000 \text{ [m}^2\text{.ha}^{-1}]}{\text{Vel. [m.min}^{-1}] \times \text{Anchtrat [m]}}$$

Método práctico de calibración:

- Marcar una superficie de 100 [m²].
- Llenar el equipo hasta el nivel medio que concuerde con una marca de la escala.
- Tratar el área de 100 [m²] como pensaba efectuarlo a campo.
- Volver a nivel inicial al depósito utilizando una probeta para saber el volumen aplicado.
- Volumen pulverizado por hectárea: [L.ha⁻¹] es igual a:

$$\frac{\text{Volumen (l)} \times 10.000}{\text{Área pulverizada (m)}}$$

8.5.2 Calibración en equipos de botalón (aplicaciones en cobertura total)

La metodología que se describe es una de las posibles a ser aplicada para calibrar una pulverizadora para que nos entregue el volumen de campo (L.ha⁻¹) buscado.

Cabe destacar que esta variable, volumen de campo, nada informa sobre la homogénea distribución de las gotas formadas por la pulverización sobre el blanco. Por eso es necesario siempre

recurrir al uso de indicadores de cobertura como por ejemplo las tarjetas hidrosensibles para evaluar el trabajo que se está realizando. En general los marbetes de los productos fitosanitarios no aportan información sobre la cobertura necesaria.

Asimismo es necesario reevaluar el procedimiento de calibración ya que si no se tiene cobertura de gotas sobre el blanco el tratamiento no será efectivo por el simple motivo que no llegó el fitosanitario que es transportado por las gotas. Por ello sería adecuado realizar la calibración comenzando por lograr la cobertura necesaria sin necesidad de estar dependientes de un determinado volumen de campo (L.ha⁻¹) indicado en los marbetes. Dado que las condiciones ambientales como el viento, la humedad relativa ambiente y la temperatura jugarán un papel preponderante en la calibración por cobertura es necesario su seguimiento a efectos de evaluar si es necesario cambiar la calibración realizada. Por ejemplo si se logra una adecuada cobertura con boquillas de color naranja (01 GPM a 40 PSI) que implica un volumen de campo de 60 (L.ha⁻¹); si cambian las condiciones ambientales de tal manera que no se logre la cobertura buscada habrá que recalibrar el equipo tratando obtener la cobertura buscada. Una forma de lograrlo es mediante el uso de boquillas de mayor caudal (ejemplo 02 GPM a 40 PSI), esta modificación trae como consecuencia que aumente el volumen de campo (L.ha⁻¹) respecto a la primera calibración, aspecto que es solo una consecuencia de haber logrado la cobertura buscada.

- 1 Alistamiento del equipo.
- 2 Conocimiento de los datos técnicos de la aplicación.
- 3 Determinación de la velocidad efectiva de desplazamiento del equipo pulverizador
- 4 Selección de la boquilla más adecuada a la aplicación que se intenta realizar
- 5 Determinación del caudal necesario de la boquilla para realizar la aplicación.
- 6 Verificación de la uniformidad del caudal entregado por cada boquilla que integra el botalón.
- 7 Determinación de la altura de aplicación y la separación entre las boquillas que integran el botalón.
- 8 Verificación de la constancia de la presión de trabajo.
- 9 Verificación del espectro (patrón) de distribución y su uniformidad.

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

10 Medición del número de impactos (gotas) por [cm²] de blanco (cobertura).

11 Verificación de la penetración del líquido en la masa a tratar.

12 Determinación del caudal de la boquilla necesario para realizar la aplicación buscada:

Herbicida post emergente aplicado en COBERTURA TOTAL

- Volumen de mojado (de campo) 120[L.ha⁻¹].
- Dosis terapéutica recomendada: 2 [L.ha⁻¹] de producto formulado.
- Velocidad efectiva de avance medida: 102 [m.min⁻¹].
- Altura de aspersión: 0,50 [m].

• Distancia entre boquillas: 0,35 [m]. (Al haber fijado la altura del botalón medida desde el blanco a la ranura de la boquilla quedará determinada la separación entre boquillas según sea su ángulo de aspersión para lograr como mínimo una superposición entre los patrones de distribución del 30 al 50 %).

$$q \text{ [L.min}^{-1}\text{]} = \frac{120 \text{ [L.ha}^{-1}\text{]} \times 102 \text{ [mmin}^{-1}\text{]} \times 0,35 \text{ [m]}}{10.000 \text{ [m}^2\text{.ha}^{-1}\text{]}} = 0,43 \text{ [L.min}^{-1}\text{]}$$

Con este valor de caudal de una boquilla se va al cuerpo de las tablas y se determina la boquilla, presión de trabajo y filtro que se requerirá para cumplir con el requisito técnico preestablecido.

Un detalle a tener en cuenta cuando se realizan aplicaciones en banda, es que si se han realizado los cálculos para un determinado ancho de banda y por alguna razón se debe subir o bajar el botalón (operación que modificará el ancho de la banda de tratamiento) se deberá actuar para restituir el ancho de banda a efectos de no recalibrar el equipo. Caso contrario variará tanto el volumen aplicado por hectárea como la dosis terapéutica recomendada.

1. Datos de la aplicación:
- 1.2 Volumen de campo (mojado): 160 [L.ha⁻¹ mojada] (en cobertura total)
- 1.3 Dosis terapéutica recomendada: 2 [L.ha⁻¹] de producto formulado.
- 1.4 Velocidad efectiva de avance: 100 [m.min⁻¹].
- 1.5 Distancia entre surcos 0,70 [m]
- 1.6 Ancho de la banda tratada: 0,20 [m]

1. Selección de las boquillas y determinación de la altura de trabajo:

Este procedimiento se realiza utilizando las tablas provistas por los fabricantes de boquillas (Tabla 4.53).

►► Tabla 4.53. Características de la boquillas para pulverización.

Tipo de boquilla	1 bar	1,5 bar	2 bar	2,5 bar	3 bar	3,5 bar	4 bar
XR 8001	0.23	0.28	0.32	0.36	0.39	0.42	0.45
XR 8015	0.34	0.42	0.48	0.54	0.59	0.64	0.68
XR 8002	0.46	0.56	0.64	0.72	0.79	0.85	0.91
XR 8003	0.68	0.83	0.96	1.08	1.18	1.28	1.37

Tamaño de gota grueso

Tamaño de gota medio

Tamaño de gota fino

Fuente: Fuente Spraying Systems Co.

$$q \text{ [L.min}^{-1}\text{]} = \frac{\text{Ancho mojado banda [m]} \times \text{Veloc. Avance [m.min}^{-1}\text{]} \times \text{Vol. Campo [L.ha}^{-1}\text{]}}{10.000 \text{ [m}^2\text{.ha}^{-1}\text{]}}$$

$$q \text{ [L.min}^{-1}\text{]} = \frac{0,20 \text{ [m]} \times 100 \text{ [m.min}^{-1}\text{]} \times 160 \text{ [L.ha}^{-1}\text{]}}{10.000 \text{ [m}^2\text{.ha}^{-1}\text{]}} \quad q = 0,32 \text{ [L.min}^{-1}\text{]}$$

Esta prestación la entrega una pastilla del tipo TEEJET 8001 EVEN a 2 bar, la cual para mojar un ancho de bando de 0,20 m debe estar a una altura (distancia al blanco) de 0,13 [m], según surge de la Tabla 4.54.

►► Tabla 4.54. Características de la pastilla TEEJET 8001 EVEN para pulverización.

Tipo de boquilla	1,5 bar	2 bar	2,5 bar	Ancho de la banda [m.]	Altura [m] de serie 80*	Pulverización serie 90*
8001 E	0,28	0,32	0,36	0,20	0,13	0,10
8015 E	0,42	0,48	0,54	0,25	0,15	0,13
8002 E	0,56	0,64	0,72	0,30	0,18	0,15
8003 E	0,84	0,97	1,08	0,40	0,23	0,20

Fuente: P. Gómez Riera.

8.6 Aspectos a tener en cuenta al tomar la decisión de aplicar un fitosanitario

- Presencia de un síntoma, daño o de un elemento nocivo en el cultivo.
- Diagnóstico del agente causal de ese síntoma o daño: insecto, hongo, bacteria, maleza, etc.
- Conocimiento de la biología, forma de vida, y tipo de daño del agente causal.
- Relevamiento de la población (nº de individuos) presente en el cultivo.
- Determinar si esa población es capaz de causar daño económico en el cultivo.
- Selección de las estrategias de control de ese agente y del agroquímico adecuado si fuera necesario su aplicación.

8.6.1 Normas que se deben seguir antes de aplicar plaguicidas

- Lea atentamente las etiquetas o marbetes.
- Use el equipo de protección personal
- Aplique agroquímicos en los tiempos oportunos.
- Respete las dosis según las recomendaciones técnicas.
- Realice periódicamente el mantenimiento y la limpieza del equipo de aplicación.
- Mantenga alejados a los niños en el momento de la aplicación.
- Conserve los agroquímicos en sus envases.
- En el momento de la aplicación NO FUMAR, NO COMER, NO BEBER
- NO EXPONER EN CONTACTO CON LA PIEL
- NO INHALAR
- NO DEJAR ALIMENTOS, AGUA, Y ELEMENTOS EN CONTACTO CON LOS PRODUCTOS

8.6.2 Equipo de protección personal (Foto 4.83)

- **Mameluco:** Esta prenda es indispensable para proteger la mayor parte del cuerpo (tela gruesa).
- **Delantal:** Es una prenda impermeable complementaria del mameluco que debe emplearse en tareas de carga, descarga de agroquímicos y en la preparación de mezclas.
- **Guantes:** Deben ser utilizados "siempre" que trabaje con agroquímicos. Tienen que conservarse en perfecto estado, si se detecta una simple rotura deben ser descartados. Grosor: no inferior a 0.4 mm (por los solventes). PVC, nitrilo o neoprene
- **Botas:** Siempre deben usarse por debajo del pantalón, ser de suela gruesa y de caña alta.
- **Gafas o antiparras:** Con visor y orificios para evitar que se empañen.
- **Mascara:** Protege nariz y boca para evitar que se respiren vapores tóxicos. Controlar horas de uso.
- **Barbijo:** Barrera sólo física
- **Filtros:** Se deben utilizar filtros en buen estado. Cuando se perciben olores, los filtros deben ser cambiados por otros nuevos. En el mercado existen diversos tipos de filtros.

8.6.3 Factores que afectan la aplicación

- Las condiciones climáticas.
- El crecimiento y el desarrollo del cultivo.
- La limpieza del agua usada para la mezcla.
- La calibración del equipo de aplicación (agitación, tamaño de gota, presión, velocidad de avance, otros).
- La formulación del producto elegido.
- El momento de aplicación.

8.6.4 Después de la aplicación

Limpie ("descontaminación") el equipo y el EPP
 Lave su cuerpo, ropa y maquinaria, después de cada aplicación
 Gestione el sobrante de la aspersión
 Inutilice los recipientes vacíos de productos químicos luego del triple lavado



Foto 4.84. a) y b) equipo de protección, c) y d) pictogramas y carteles. Fotos: R. Espíndola

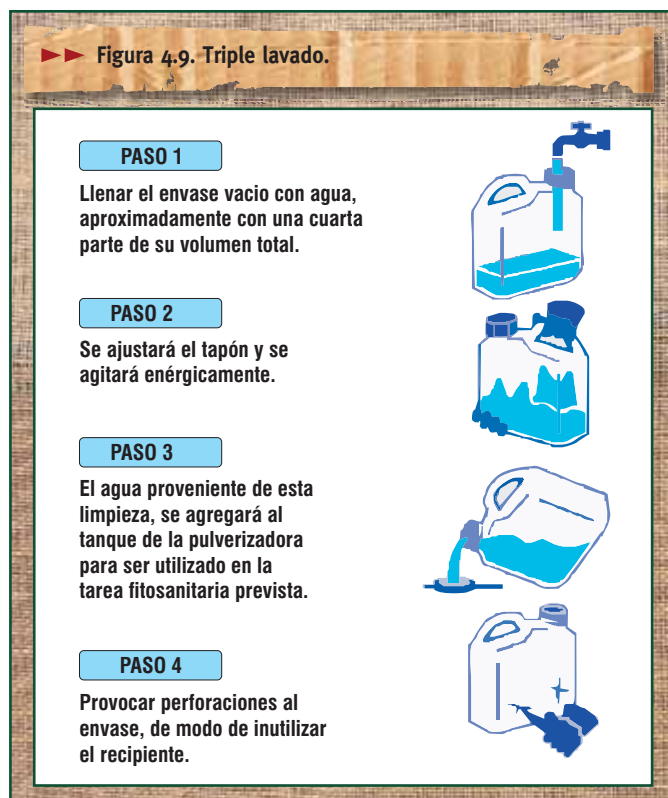
Mantenga y repare el equipo
 Guarde el equipo
 Almacene correctamente los pesticidas

8.6.5 Triple lavado

- En los envases siempre quedan restos de agroquímicos y es necesario limpiarlos de una manera correcta, para evitar riesgos al hombre, los animales y el ambiente (suelo, agua y aire).

Pasos

- 1- Agregue agua hasta cubrir 1/4 de la capacidad del envase.
- 2- Cierre el envase y agítelo durante 30 segundos.
- 3- Vierta el agua del envase en el tanque pulverizador.
- 4- Repetir este procedimiento tres veces.



Beneficios del triple lavado

- El triple lavado permite remover el 99,999% de los residuos presentes en el envase.
- Los envases que contuvieron productos fitosanitarios y que no fueron descontaminados mediante la técnica del Triple Lavado retienen en su interior volúmenes de hasta el 1,5 % del total de los productos contenidos, por lo que son potencialmente peligrosos tanto para el ser humano y los animales domésticos, como para el ambiente.
- El envase de plástico triplemente lavado e inutilizado es un residuo de bajo riesgo de contaminación ambiental.

Si en la región existe un programa de recolección de envases vacíos de fitosanitarios, (como el Programa Agrolimpio por ejemplo) se debe adherir. Si no existiera, guardar los envases en forma segura de acuerdo a la legislación vigente.

Todos los envases, de cualquier material, deben ser perforados o destruidos para evitar su posterior reutilización, antes de proceder a su disposición final.

Los envases vacíos de plaguicidas no deben ser utilizados para otras actividades en el establecimiento (baldes, recipiente de agua, para consumo humano, tachos de basura, etc.).

8.6.6 Qué hacer con los productos vencidos

- Deben identificarse y guardarse separados del resto de los fitosanitarios (Foto 4.85).
- Para evitar que esto suceda los primeros productos en entrar deberían ser los primeros en salir.

8.6.6.1 Disposición de excedentes de mezclas de plaguicidas

Si se produce un excedente del caldo de tratamiento fitosanitario, este puede diluirse y arrojarse a una parte no tratada del lote a una velocidad de trabajo mayor a la recomendada hasta agotar el excedente, siempre que la dosis recomendada no sea excedida.



Foto 4.85. Identificación de los productos vencidos.

También puede aplicarse el caldo sobrante en tierras incultas o designadas a barbecho evitando cualquier riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Se deben mantener registros de estas aplicaciones.

8.6.7 Análisis de residuos de plaguicidas

Es recomendable que el productor realice análisis de residuos de plaguicidas en frutos antes de la cosecha, la muestra debe ser lo mas representativa del lote a cosechar, por lo que se debe cruzar el lote en cruz y tomar frutos de varias plantas al azar. El análisis debe realizarse en un laboratorio acreditado con ISO 17025 según lo exige el SENASA. El nivel de residuos de productos fitosanitarios debe estar por debajo de los niveles máximos permitidos por la RS 507/08 de SENASA. Es conveniente que el productor cuente con un listado actualizado de los productos permitidos para el cultivo de tomate y sus respectivos LMR

8.6.7.1 Muestreo para el control de residuos de productos fitosanitarios

Con la intención de controlar la seguridad del producto respecto a los residuos de productos fitosanitarios que estos pudieran contener, se llevan a cabo análisis multiresiduos en un laboratorio con acreditación 17025.

Las frecuencias de muestreo será como mínimo de una.

La toma de muestras se realizará siguiendo el siguiente protocolo:

- 1.- Cada muestra pesará, al menos, 1 kg
- 2.- Cada unidad de la muestra provendrá de plantas diferentes
- 3.- Las muestras serán identificadas con el número de parcela y fecha de toma de la muestra.
- 4.- Las muestras deberán ser conservadas al fresco y llevadas al laboratorio lo antes posible, siempre en un plazo inferior a 48 horas.

Tratamiento de productos no conformes

Los productos no conformes son aquellos que cumplen los siguientes requisitos:

- 1.- Sobrepasan los LMR legislación argentina.
- 2.- Se detectan ingredientes activos prohibidos en legislación.

Los tratamientos a seguir son:

En el primer y segundo caso se llegará a la destrucción completa de los frutos.

En el segundo caso el efecto puede ser grave, pues dependiendo la peligrosidad del producto así como la cantidad encontrada podrá ser destruido totalmente el cultivo.

8.7 Almacenamiento seguro de productos fitosanitarios

13.7.1 Depósito

8.7.1.1 Construcción

- Mantener cerrado con llave y acceso permitido sólo a personal capacitado en el manejo y uso de fitosanitarios.
- Estructura sólida
- Materiales resistentes al fuego. (RF: resistencia al fuego 30 minutos)
- Pisos impermeables y lisos.
- Con zócalo o alcantarillado perimetral para retener derrames
- Iluminado, con luz natural y artificial
- Doble ventilación en paredes y techos, necesaria para la eliminación de gases, olores, vapores. Respiraderos deben estar a 20 cm del piso y también a 20 cm del techo, la cantidad depende del tipo de producto y volumen a almacenar.

Las ventanas no deben considerarse como elementos de ventilación.

8.7.1.2 Ubicación

- Lejos de lugares habitados o de trabajo.
- Lejos de corrales
- Áreas no anegables
- Lejos de cursos de agua

8.7.1.3 Almacenamiento

- Sólo fitosanitarios (separado de otros materiales y fertilizantes).
- Separación entre estibas y paredes.
- Utilice tarimas o estanterías de material no absorbente (metal, plástico rígido).
- Mantener los productos en polvo y granulados por encima de los líquidos.
- Envases originales.
- Equipo para controlar derrames (arena, escoba, pala, bolsas).
- Matafuegos



Figura 4.10. (a) Identificación del depósito de agroquímicos, (b) diseño de la ventilación en un depósito de agroquímicos. Fuente: Casafe

- Colocar carteles de advertencia de peligros en la puerta de acceso al depósito.
- Ducha y lava ojos (Foto 4.86)
- Botiquín mínimo.
- Mantenga el orden.
- En los alrededores del depósito y área de mezcla debe estar disponible el procedimiento en caso de accidente y un listado de números de teléfonos de contacto

8.7.1.4 Área de dosificación de productos fitosanitarios

En el predio debe existir un área destinada a la dosificación de productos fitosanitarios para efectuar el pesaje o medición de los mismos para preparar las dosis a aplicar

Esta área puede estar ubicada en el interior del depósito de productos fitosanitarios o en un sitio adaptado sólo para este propósito. Se deben tener todas las precauciones necesarias



Foto 4.86. Distintos sistemas para la instalación de lava ojos en campo. Fotos: R. Espindola

para reducir los riesgos de accidentes en el manejo de estos productos.

El área debe estar protegida del viento, tanto para asegurar la calidad del pesaje o dosificación, como por razones de seguridad al personal y al medio ambiente (Foto 4.87)

El área de dosificación debe cumplir con las siguientes características:

El piso debe ser recubierto con algún material que sea impermeable y ser mantenido en buen estado.

Debe existir una llave de agua accesible para utilizarla en casos de emergencia.

Debe contar con una iluminación que permita la correcta lectura de las cantidades.

Deben existir elementos para la correcta dosificación, pesaje y medición de los productos (balanzas, probetas, recipientes graduados etc.). Estos elementos deben estar en buen estado y ser de uso exclusivo para este fin.

Deben existir indicaciones sobre la necesidad de usar ropa de protección y de todas las condiciones de seguridad acordes al tipo de producto.

Deben incorporarse indicaciones de la prohibición de fumar, beber y comer en esta área y la prohibición de ingreso al personal no autorizado.



Foto 4.87. Delimitación del área de dosificación de fitosanitarios.

Es recomendable que en el área de dosificación o cercana a ella, exista una ducha de emergencia. (En los casos en que la zona esté en el interior del depósito, la ducha debe estar inmediatamente a la salida de ella).

Identificar con carteles que indiquen "Área de dosificación" o alguna leyenda similar.

La zona destinada a la dosificación debe ser de acceso restringido. Solamente personal capacitado y autorizado, puede ingresar a esta área.

En aquellos casos en que el área de dosificación esté fuera del depósito de productos fitosanitarios, debe mantenerse con llave.

Debe disponerse de un mesón firme, bien nivelado y de tamaño adecuado para apoyar en forma segura los envases de productos fitosanitarios y trabajar sin riesgos de accidentes. Idealmente el mesón debe tener un borde de seguridad para evitar que por accidente los productos resbalen y caigan al suelo.

8.8 Derrames de plaguicidas

Se debe contar con un kit para contener posibles derrames

- Debe haber una pala y escoba plástica, un recipiente con arena y bolsas de residuos para contener el producto derramado
- Todo debe estar señalizado y en un lugar de fácil acceso



Foto 4.88. Kit para contener derrames.

8.9 Transporte de plaguicidas

- No deben transportarse pesticidas con personas, alimentos, forrajes y animales
- Existe peligro de roturas de envases y absorción de vapores tóxicos por los alimentos
- Sea cuidadoso en la carga y descarga, evitar golpes o caídas
- Transportar envases cerrados
- No transportar productos en la cabina
- No fumar, comer ni beber durante la carga y descarga
- Utilizar EPP



9 Buenas Prácticas en la cosecha y poscosecha

Desde el momento en que los tomates salen del campo hasta que llegan a la mesa tienen lugar muchas actividades. Entre ellas se incluyen actividades relacionadas con las operaciones tras la cosecha, el empaque, el transporte y el almacenamiento.

La aplicación de programas como Buenas Prácticas de Manufactura y HACCP constituyen pasos importantes para reducir los posibles peligros asociados con los productos agrícolas a lo largo de la cadena desde producción hasta el consumo.

9.1 ¿Qué es un peligro?

Un peligro es algo que puede causar daño al consumidor. Existen tres tipos de peligros, los cuales pueden originarse en la cadena de manejo de tomate en fresco: biológicos, químicos y físicos (Figura 4.11).

Las principales fuentes de peligros las podemos encontrar en:

- Insumos
- Etapas productivas (suelo, agua de riego, abonos orgánicos, agroquímicos, personal de campo, animales) (Tabla 4.55).
- Etapas de post-producción (falta de higiene del personal de cosecha y de los embaladores, de los cajones cosecheros, del almacenamiento del material de empaque, del transporte)

9.1.1 Peligros Biológicos

Se los puede encontrar en: aire, agua, tierra, personas, animales, roedores en cualquier punto de la cadena.

- BACTERIAS: Salmonella, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Shigella
- PARASITOS: Giardia, Cyclospora, Eimeria
- VIRUS: Hepatitis A, Norwalk, Rotavirus
- LEVADURAS, MOHOS

Muchas de las enfermedades provocadas por bacterias, parásitos y virus patógenos que han sido vinculadas a las frutas y hortalizas pueden transmitirse cuando las heces hu-

►► Figura 4.11. Clasificación de peligros de contaminación.



manas y de animales contaminan los productos. Es importante que las personas que manipulan los productos en cada etapa, desde el campo a la mesa, tengan un profundo conocimiento de las prácticas de higiene adecuadas para prevenir la contaminación. La formación de los trabajadores en cada nivel de la cadena de producción y la información a los consumidores han sido identificadas como elementos claves para reducir las enfermedades transmitidas por los alimentos asociadas a las frutas y hortalizas frescas (Beuchat, 1998).

9.1.2 Peligros químicos adicionados

- Químicos agrícolas (residuos de fitosanitarios y fertilizantes)
- Metales pesados: plomo, mercurio, arsénico, cadmio (fuente de agua).
- Contaminantes: Lubricantes, Limpiadores, Sanitizantes, Refrigerantes, pinturas

9.1.3 Peligros Físicos

- Vidrios (botellas, luces, vasos)
- Madera (cajones, palets)
- Piedras (campo)
- Plástico (cajones cosecheros)
- Efectos personales del personal de empaque (joyas, esmalte de uñas, cabello)
- Plagas (cucarachas, fecas de pájaros, moscas)

9.2 Buenas prácticas de manufactura (BPM)

Las Buenas Prácticas de Manufactura constituyen las condiciones higiénico-sanitarias y las pautas de elaboración recomendables, para establecimientos elaboradores / industrializadores de alimentos, así lo establece para nuestro país el Código Alimentario Argentino Cap II y Res.80/96 Mercosur.

9.2.1 Incumbencias técnicas de las BPM

92.1.1 Instalaciones de manipulación

9.2.1.1.1 Área externa

- Libre de focos o refugios de plagas
- Vías de tránsito pavimentadas o endurecidas
- Mantenimiento de las áreas de drenaje

9.2.1.1.2 Construcción

- Espacio suficiente que permita la fácil limpieza y evite la entrada de contaminantes.
- Pisos y paredes sin grietas con superficies lisas que faciliten la limpieza.
- Separación de áreas (limpia y sucia)
- Ventilación e iluminación (protegidas para evitar la entrada de insectos)

►► Tabla 4.55. Identificación de riesgos o peligros en el proceso productivo del tomate.

FASE DEL PROCESO	RIESGO O PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Producción	Contaminación física, química y microbiológica	Implantación del cuaderno de campo
Transporte	Ningún peligro identificado	
Recepción	Contaminación física, química y microbiológica	Análisis de residuos de fitosanitarios, fertilizantes, plagas y enfermedades
Manipulación	Contaminación cruzada física, química y biológica a partir del equipo, medio ambiente y personal	Personal manipulador e instalaciones normalizado
Comercialización	Contaminación cruzada física, química y biológica a partir del equipo, medio ambiente y personal	Instalaciones y operadores comerciales

9.2.2 Controles sanitarios

- Tener un plan de limpieza y mantenimiento. Registrar.
- Los agentes de limpieza deben tener un lugar asignado especialmente
 - Programas de manejo integrado de plagas.
 - Los productos de limpieza deben estar autorizados para su uso en alimentos
 - Medios de transporte internos deben limpiarse y mantenerse para evitar contaminación (humo)
 - Asignar un área para almacenar residuos
 - Protección de luminarias
 - Procedimiento para manejo de rotura de vidrios
 - Almacenar el material de empaque y cajas reutilizables en área limpia, seca, libre de plagas y ordenada)
 - No acceso de animales domésticos en instalaciones
 - Utilizar envases solo para tomate, manteniendo la higiene de los mismos.

9.2.3 Salud e higiene personal

- El personal que trabaja en contacto con el tomate, es un recurso esencial en el proceso.
- Los operarios deben recibir capacitación e instrucciones básicas escritas de higiene para el manejo del producto (aseo personal y limpieza de vestimenta)
 - Se comunicará a la dirección cualquier tipo de enfermedad que se padezca (enfermedades infecto contagiosas, gripe).
 - Las pequeñas heridas deben cubrirse con vendaje impermeable y de color.
- El personal no debe comer, fumar o escupir en áreas de proceso.
 - No toser, estornudar, sobre el producto.
 - Debe usar indumentaria especial (redcillas, cofia, delantal, mascarillas, botas etc.)
 - Debe mantener las uñas bien cortadas, limpias, y sin pintura.
 - No usar maquillaje, perfume, ni joyas durante el proceso.
 - Realizar un correcto lavado de manos, al inicio de la jornada y antes y después de comer e ir al baño, cada vez que se interrumpa el trabajo, al cambiar de actividad.
 - No acariciar animales, manipular dinero o basura, y luego tocar el producto



Foto 4.89. Distintos dispositivos de lavado de manos para instalar en el lugar de trabajo.

- Instrucciones de higiene claramente señalizadas para operarios y visitas.
- No usar elementos de vidrio en los lugares de trabajo

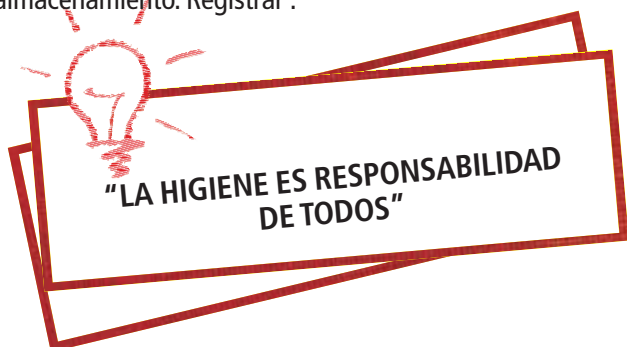
9.2.4 Transporte

- Los trabajadores que participan en la carga y descarga del producto, así como otras personas que entren en contacto con el mismo, deben adoptar buenas practicas de higiene
 - Antes de comenzar el proceso de carga, inspeccionar los camiones para asegurarse de su limpieza
 - Conocer la historia de transporte del camión

9.2.5 Empaque a campo

- Procedimiento de higiene para el manipuleo y embalaje en finca.
- Proceso de inspección que asegure el cumplimiento de los criterios de calidad en el embalado.

- Proteger el producto embalado de la contaminación.
- Mantener en condiciones de higiene en cualquier punto de cosecha, embalado y almacenamiento.
- Guardar el material para embalar.
- Retirar del campo todo desecho del material de embalar.
- Realizar control de temperatura y humedad en el área de almacenamiento. Registrar .



9.3 Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)

Se basa en identificar posibles riesgos (físicos, químicos y/o biológicos) y determinar aquellas etapas claves (puntos críticos) de la producción/ fraccionamiento/ distribución, donde pueda intervenir para eliminar o reducir al mínimo dichos riesgos.

En sí mismo el HACCP no es mas que un sistema lógico y directo basado en la prevención de problemas: una manera de aplicar el sentido común a la producción de alimentos seguro, necesitando la implicación de todos los empleados de la empresa.

El Sistema de HACCP consiste en los siete principios siguientes:

- **PRINCIPIO 1**

Realizar un análisis de peligros.

Proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que los originan para decidir cuáles son importantes con la inocuidad de los alimentos.

- **PRINCIPIO 2**

Determinar los puntos críticos de control (PCC).

Fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable.

- **PRINCIPIO 3**

Establecer un límite o límites críticos.

Límite crítico: Criterio que diferencia la aceptabilidad o inaceptabilidad del proceso en una determinada fase.

- **PRINCIPIO 4**

Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.

La vigilancia consiste en las observaciones realizadas para evaluar si un PCC se encuentra dentro de los límites críticos establecidos.

- **PRINCIPIO 5**

Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.

Medida correctiva: Acción que hay que adoptar cuando los resultados de la vigilancia en los PCC indican pérdida en el control del proceso.

- **PRINCIPIO 6**

Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de HACCP funciona eficazmente.

Verificación: Aplicación de métodos, procedimientos, ensayos y otras evaluaciones, además de la vigilancia, para constatar el cumplimiento del plan de HACCP.

- **PRINCIPIO 7**

Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Se documentarán, por ejemplo:

- el análisis de peligros
- la determinación de los PCC
- la determinación de los límites críticos.

Se debe mantener registros, por ejemplo, de:

- las actividades de vigilancia de los PCC
- las desviaciones y las medidas correctivas
- los procedimientos de verificación
- las modificaciones al plan

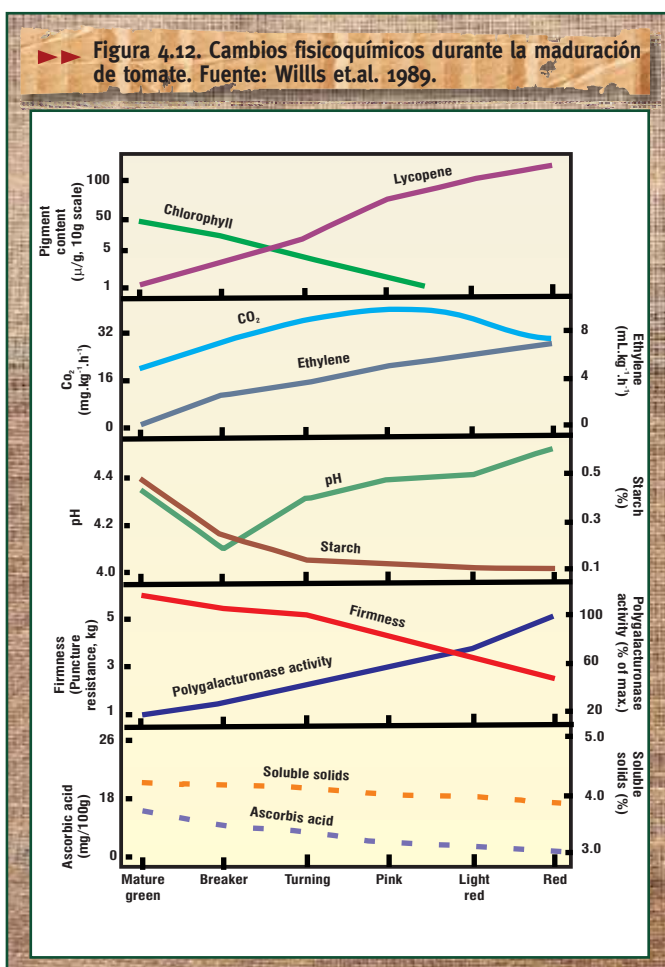


10 Cosecha y postcosecha

10.1 Manejo de cosecha

10.1.1 Grado de madurez de cosecha

El tomate sigue madurando por ser un fruto climatérico después de cosechado. Aunque puede cosecharse con mínima madurez, sólo los cosechados con mayor madurez presentan mejor calidad organoléptica. El estado de madurez es uno de los factores de mayor incidencia en la vida postcosecha y calidad del producto. Los frutos cosechados verdes son sensibles a la deshidratación y son de menor sabor y valor nutritivo; los maduros son menos sensibles a los daños por frío durante el almacenamiento, presentan mejores características organolépticas pero menor firmeza (Figura 4.12).



El momento de cosecha dependerá, entre otros factores, del mercado de destino al que accederá el producto. Si se quiere un mayor período de vida comercial o el mercado es distante, los frutos deberán cosecharse con menor madurez con lo que se están sacrificando las propiedades organolépticas óptimas. Caso contrario, si el producto va a ser comercializado en corto período, puede cosecharse con madurez más avanzada. En el caso de tomates larga vida por sus características de mayor firmeza por ejemplo, aún cuando se necesite un prolongado período de almacenamiento o comercialización, pueden cosecharse más maduros.

Durante la maduración de los frutos de tomate se producen cambios fisicoquímicos. Para determinar el momento adecuado de cosecha del tomate, se aprovechan los cambios más notables que el fruto experimenta durante su maduración como índice de cosecha: la evolución del color verde a rojo por la degradación de la clorofila y síntesis de pigmentos como los carotenoides; y la disminución de la firmeza.

Para la determinación del color en forma objetiva, se utilizan cartas de colores. En Estados Unidos utilizan la USDA Tomato Ripeness Color Chart y la del California Tomato Board. En Europa, las cartas contemplan mayor número de colores. Por ejemplo, la holandesa Kleur-Stadia Tomaten del Dutch Central Bureau for Horticultural Auctions (12 colores) y española de Difrusa Export S.A. (9 colores) (Foto 4.90).

En Mendoza- Argentina, el Laboratorio de Postcosecha de INTA EEA Mendoza, confeccionó una cartilla basándose en las características de las variedades de la región y la carta de color del California Tomato Board.

Un tomate maduro es aquel que ha alcanzado el estado mínimo de desarrollo que asegure una maduración normal. En tomates redondos sin características de larga vida en estante, este estado de madurez se logra cuando el fruto está en el grado 1 (verde maduro). Sin embargo, para una mejor calidad organoléptica, los frutos deberán cosecharse con un grado 2 (10 % de color) como mínima madurez de cosecha. En tomates de larga vida de anaquel, es conveniente cosecharlos cuando el fruto está en estado 3 o 4 si se quiere una mejor calidad organoléptica (Tabla 4.56).

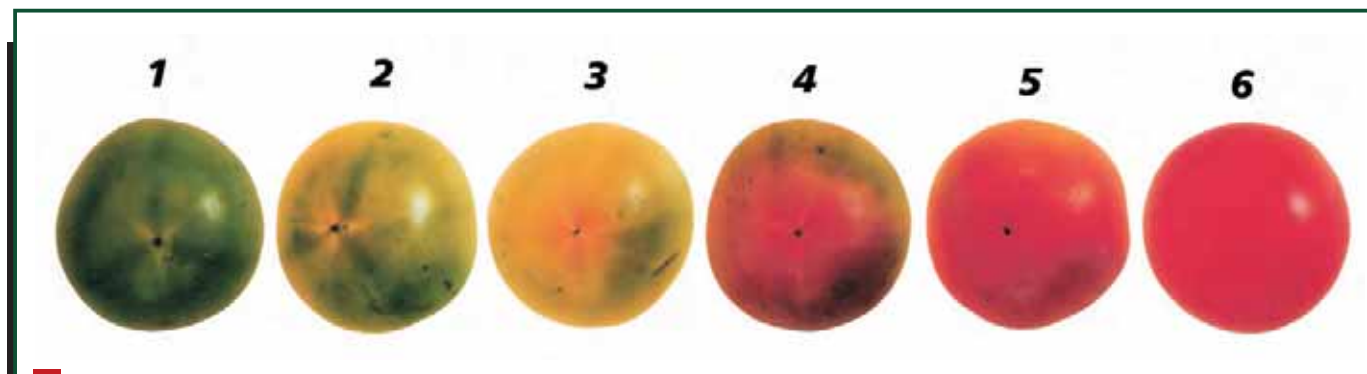


Foto 4.90. Escala de color para la cosecha de tomate.

► Tabla 4.56. Descripción de los grados de madurez de cosecha.

Grado de madurez	Descripción
1	La piel del tomate está completamente verde con tonalidades claras u oscuras (puede verse una estrella blanca en el extremo apical)
2	10 % de la superficie del fruto con colores amarillos y anaranjados a rojos.
3	10 y el 30% de la superficie del fruto con colores amarillo, anaranjados a rojos.
4	30 al 60% de la superficie del tomate tiene color rosa o rojo.
5	60 al 90% de la superficie del tomate con colores rosados o rojo
6	Más del 90% de la superficie del tomate con color rojo.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha- INTA EEA Mendoza

10.1.2 Método y cuidados durante la cosecha

La cosecha generalmente se efectúa en forma manual y escalonada. Durante la misma se debe evitar causar daños por compresión y heridas en los frutos. El tomate puede cortarse con el pedúnculo o sin él (Foto 4.91); debe colocarse en las cajas o cajones cosecheros sin golpearlo o apretarlo y desde poca altura, evitando el sobrellenado de los recipientes. Se deben descartar los frutos muy inmaduros o sobremaduros, deformes, con daños.



Foto 4.91. Frutos cosechados con distinto estado de madurez, con y sin pedúnculo.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

Para evitar contaminación, no se deben recoger tomates que hayan caído al suelo, y es conveniente quitar a campo la tierra y hojas que estén en contacto con los frutos.

Generalmente la cosecha se efectúa en cajones de madera o plásticos. Se debe procurar que las bandejas cosecheras sean bajas (para 2 a 3 capas o filas de producto) y convenientemente recubiertas con materiales que eviten los daños mecánicos. El contenido no debe sobrepasar el borde superior de las mismas (Foto 4.92 y 4.93).

Además es importante tener en cuenta que los tomates son muy sensibles a la insolación directa y a elevadas temperaturas a campo, por lo que es conveniente que permanezcan a la sombra hasta su traslado al empaque. Los recipientes de cosecha, cajones, equipo y utensilios deberán limpiarse y desinfectarse diariamente, o cada vez que se considere necesario.



Foto 4.92. Cajas cosecheras con protección de espuma de poliuretano. Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.93. Tomates expuestos al sol durante la cosecha. Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

10.2 Empaque

10.2.1 Empaque Manual

Los cajones con el producto cosechado, ingresan al galpón de empaque el que debe estar en condiciones adecuadas de higiene, al igual que los operarios. Se efectúa la limpieza de los tomates (inmersión en agua o trapos húmedos), clasificación manual por color, tamaño y calidad. Es conveniente que cada operario cuente con un recipiente para el descarte. Por último se efectúa el embalaje y se estiban las cajas para su almacenamiento o comercialización.

Durante el proceso los daños más frecuentes son por golpes y heridas durante la clasificación, y compresión al colocar el producto en la caja; por lo que los operarios afectados al proceso deben estar suficientemente capacitados para evitar los mismos. (Foto 4.94 y 4.95).



Foto 4.94. Empaque manual.

Fuente: Marita Cantwell. <http://postharvest.ucdavis.edu>

10.2.2 Empaque Mecanizado

La primera operación que se efectúa es la limpieza, que puede ser mediante un cepillado suave y extracción de polvo; y/o por lavado con duchas o inmersión en agua. El agua utilizada deberá tener una temperatura de aproximadamente 5 °C más que la de la pulpa del tomate. Para evitar contaminación del producto, debe agregarse al agua un desinfectante, el que generalmente es hipoclorito de sodio (mantener dosis de 150 a 200 ppm de cloro libre), con un pH de 6,5 a 7,5. Las condiciones recomendadas deben mantenerse y monitorearse durante todo el proceso (al menos cada hora), con instrumentos de medición precisos y calibrados.

A continuación, se efectúa el secado con rodillos absorbentes y con aire a temperatura ambiente o hasta 40 a 45 °C, con un posterior encerado que puede o no realizarse. Luego se realiza la selección por calidad (descarte de frutos con daños y madurez inadecuada) en forma manual; la clasificación por color y tamaño en forma manual y electrónica; y por último el envasado (Foto 4.96).

Se debe procurar que el contenido de cada envase sea homogéneo, compuesto por tomates de la misma madurez y origen, tamaño, color, variedad y/o tipo comercial. La cantidad total de tomates no debe sobrepasar la altura de la caja o cajón, de manera de evitar la compresión o aplastamiento de los



Foto 4.95. Instrumental para monitoreo del agua de lavado. Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

mismos al efectuarse el estibado. El último paso que es optativo y que facilita el manejo de las cajas terminadas destinadas a almacenamiento, transporte o comercialización, es el estibado en tarimas o pallet (pallet tradicional: 100 x 120 cm; europallet: 80 x 120 cm). La carga en el mismo debe asegurarse mediante flejes para evitar daños de los frutos, colocándose de manera tal que favorezca la ventilación y el enfriado del producto.

Si el tomate no va a comercializarse inmediatamente y va almacenarse, es conveniente que el período desde cosecha hasta su ingreso a cámara no supere las 6 horas.

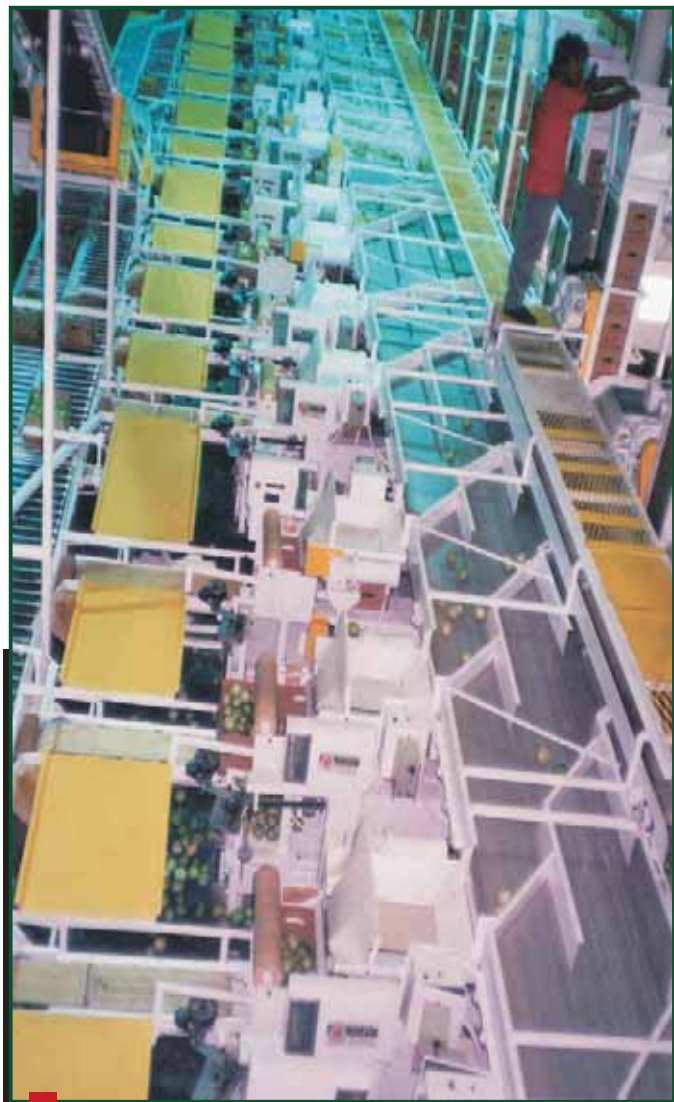


Foto 4.96. Empaque mecanizado.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

10.2.3 Envases

Hay una serie de recomendaciones con respecto a los envases utilizados para el tomate en fresco.

Los materiales recomendados como adecuados para minimizar daños son cartón y plástico; los 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.



Foto 4.97. Estibado en pallet, de cajas de cartón de tomate en fresco y almacenamiento del producto palletizado. Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

Para favorecer un adecuado preenfriamiento del producto (en el caso de que el mismo se efectúe luego del envasado), los envases deben presentar una adecuada ventilación, con un mínimo del 5 a 6 % de área perforada de la caja. La que también favorecerá el mantenimiento posterior en cámara frigorífica.

Si el envase utilizado es de madera, ésta debe presentar una superficie lisa, sin rebordes o asperezas, para evitar daños mecánicos en el producto. Es conveniente que esté recubierto internamente por materiales para protección del fruto (Foto 4.98).

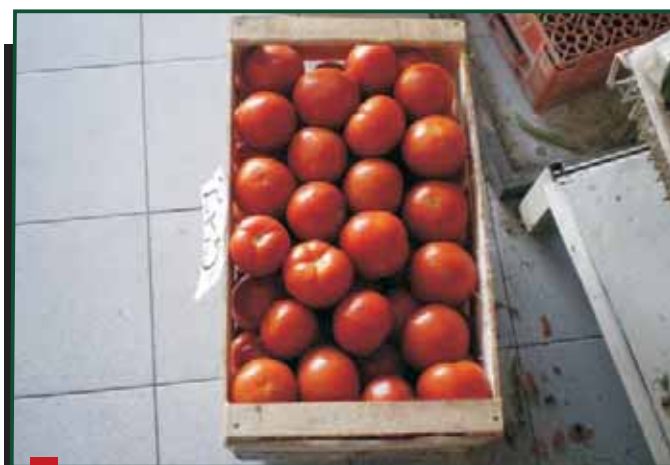


Foto 4.98. Envase de madera sin protección interna y con asperezas que dañan los tomates.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

Además pueden utilizarse distintos tipos de materiales en el interior de los mismos: láminas de papel, separadores de cartón o plástico; bandejas de alvéolos para proteger mejor a los frutos en el transporte y la distribución (Foto 4.99 y 4.100).



Foto 4.99. Envase de cartón apto para enfriamiento y mantenimiento en cámara.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.100. Tomates cosechados con pedúnculo, en bandejas plásticas alveolares.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

También para la venta minorista, por ejemplo en supermercados, se usa generalmente el envasado de pocos frutos en bandejas de poliestireno recubiertas con film plástico, bolsas de polipropileno o polietileno termoselladas con o sin perforaciones (Foto 4.101).



Foto 4.101. Envasado para venta minorista, en bandeja de poliestireno con film plástico.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

Para evitar contaminación del producto, es conveniente que el material de empaque sea inspeccionado cuando ingrese al galpón; y se almacene en depósitos o sectores en condiciones higiénicas adecuadas.

10.3 Preenfriamiento

Para mantener una excelente calidad del tomate durante su vida comercial, es decisivo efectuar el enfriamiento rápido luego de la cosecha. Se recomienda como temperatura final del mismo entre 10 a 12.5 °C. Y una humedad relativa del 90 a 95 %. El enfriamiento con aire forzado es el método más efectivo por ser más rápido y con menos riesgos de contaminación para el fruto. Puede efectuarse también en cámara frigorífica, pero es más lento.

El hidrogenfriado no es aconsejable ya que puede provocar daños en el tomate (rajaduras), particularmente si éste es sumergido en el agua. Por las rajaduras y cicatrices del pedúnculo pueden ingresar bacterias u hongos que son agentes causales de podredumbre, lo que incide directamente en la calidad y vida comercial de los frutos. Además el agua puede ser una fuente de contaminación si no está convenientemente limpia o desinfectada.

10.4 Conservación frigorífica convencional

10.4.1 Condiciones recomendadas de conservación

La temperatura recomendada para la conservación frigorífica del tomate, varía desde 7 a 15 °C. Factores como el estado de madurez de cosecha entre otros, son decisivos para seleccionar la temperatura a la que se va a conservar el producto. En general se recomienda:

Verde Maduro	12.5-15°C
Rojo Claro	10 -12.5°C
Maduro Firme	7 - 10°C

Además para fijar dicha temperatura es importante tener claro cual va a ser el manejo al que será sometido el producto: si serán comercializados rápidamente o no; si serán madurados artificialmente; si queremos mantener o acelerar la madurez de los mismos.

Tomates cosechados verde maduro o pintón (grado 1 y 2 de la carta de color de madurez de cosecha) van a sufrir daños por frío si se almacenan a menor temperatura que 12-13 °C; lo que no ocurre con los completamente rojos (grado 6 de la carta de color), que pueden conservarse entre 5 a 7 °C. Con temperaturas bajo -1 °C, se produce daño por congelamiento, el que se manifiesta con frutos de pulpa acuosa, translúcida y muy blanda.

Si el almacenaje no es refrigerado y el fruto permanece a más de 30 °C, se produce una maduración irregular con decoloración marcada de la epidermis.

La humedad relativa adecuada es 85-95 %. Si es inferior, se produce la deshidratación del fruto, la que es más intensa en la zona de la cavidad peduncular; en el caso de que los frutos presenten pedúnculo, se debe tener en cuenta que es muy sensible a la pérdida de agua. Si la humedad superior al 95%, se favorece el desarrollo de hongos.

Cuando se va a efectuar el almacenamiento en cámaras con otros productos frutihortícolas (cargas mixtas), deben considerarse las condiciones de temperatura y humedad requeridas por el producto, su tasa de producción de etileno y sensibilidad al mismo. Como guía para dicho almacenamiento, hay tablas de compatibilidad de frutas y hortalizas que agrupan

a los distintos productos frutihortícolas, según las condiciones de conservación adecuadas para cada uno. En ellas, el tomate integra distintos grupos:

- el tomate maduro puede conservarse por un período superior a una semana con otros productos, a 13 a 15 °C, 85-90% de humedad relativa. Muchos de los productos que integran este grupo producen etileno; también son sensibles a los daños por refrigeración.

- el tomate verde maduro puede conservarse por un período superior a una semana con otros productos, a 18° a 21°C, 85-90% de humedad.

- el tomate maduro, parcialmente maduro y verde maduro puede almacenarse con otros productos por períodos reducidos (inferiores a 7 días), a 13 a 18 °C, y 85 a 95 % de HR, con menos de 1 ppm de etileno en el ambiente.

Es importante tener en cuenta que el tomate mientras madura produce etileno que puede dañar a productos sensibles. Como también que otros frutas u hortalizas productoras de etileno, pueden acelerar la maduración del tomate almacenado.

10.4.2 Controles de condiciones ambientales durante la conservación

Es conveniente que las condiciones recomendadas para la conservación frigorífica, sean mantenidas y monitoreadas periódicamente, llevando registros de todas ellas. Actualmente hay instrumental que facilita dicha operación, ya que realiza dicho monitoreo y registro en forma continua y automatizada durante todo el almacenamiento (Foto 4.102).

10.4.3 Período de vida postcosecha y calidad durante la conservación frigorífica convencional

El período de conservación del producto dependerá, además del estado de madurez de cosecha y de la temperatura de almacenamiento, del tipo de tomate (redondo común o larga vida) que se va a almacenar. Durante dicho período ocurren cambios en características de calidad como el color, la firmeza y el estado sanitario (desarrollo de hongos) siendo importantes los dos últimos como limitantes de la conservación.

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate



Foto 4.102. Instrumental para monitoreo de condiciones ambientales en túnel de preenfriamiento y cámara frigorífica. Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

La cobertura total de color rojo en frutos cosechados con 10 a 30 % de color (grado 2 y 3 de la carta de color del Laboratorio de Postcosecha- INTA EEA Mendoza) de tomates redondos sin larga vida, se produce a los 7 a 14 días de almacenamiento. También en ese período se produce en los tomates larga vida, pero cosechados más maduros (grado 3 y 4 de la carta de color del Laboratorio de Postcosecha- INTA EEA Mendoza) (Foto 4.103 y Figura 4.13).

La disminución de la firmeza es más marcada en los cultivares sin características de larga vida cosechados con mayor grado de madurez.

Los frutos sin características de larga vida son más susceptibles a podredumbres durante la conservación en frío (Ver Foto y Figura a continuación). En ambos tipos de tomates, la incidencia de enfermedades es mayor en los cosechados más maduros (Foto 4.104 y Figura 4.14).

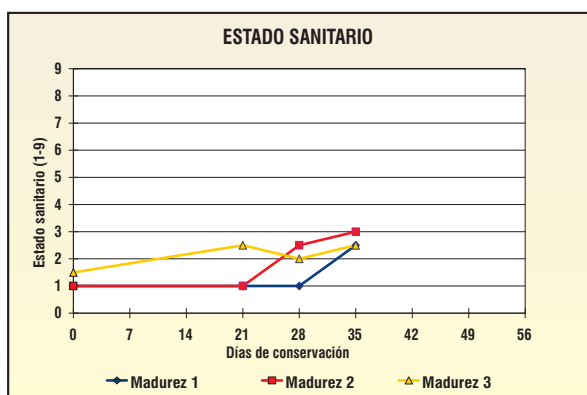
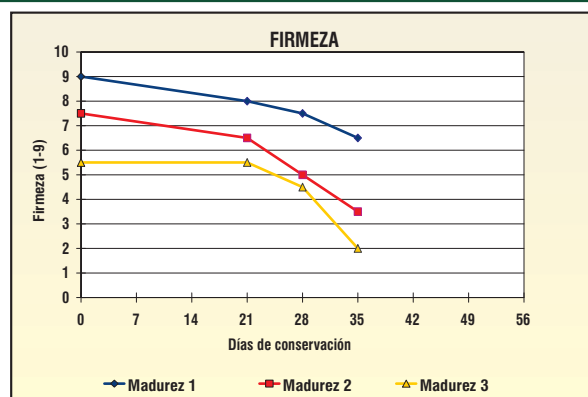
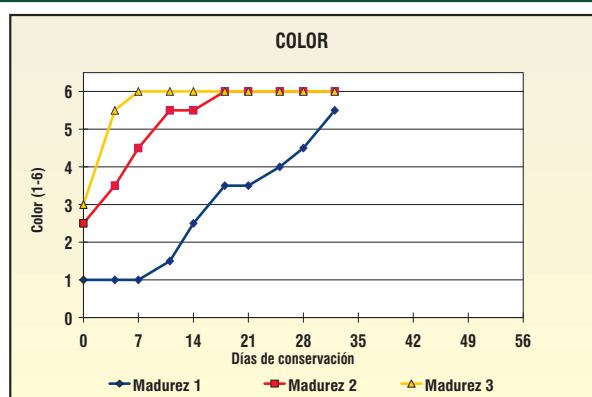
Frutos cosechados en estado verde maduro o con inicio de color presentan en general un período de conservación de 21 - 28 días en los cultivares redondos comunes, y de 35 - 42 días en los redondos larga vida.



Foto 4.103. Grado de madurez de cosecha.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

► **Figura 4.13.** Grado de madurez de cosecha, color, firmeza y estado sanitario (podredumbre), en tomate redondo común conservado en cámara frigorífica (grado 1: 12 °C; grado 2: 10 °C; grado 3: 8 °C).



Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate

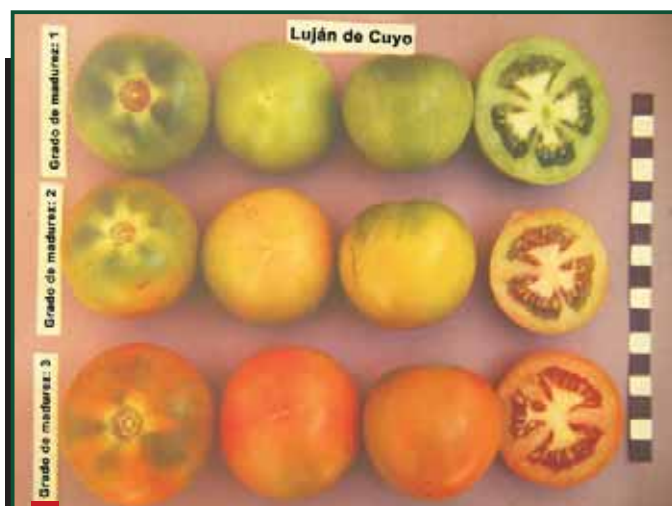
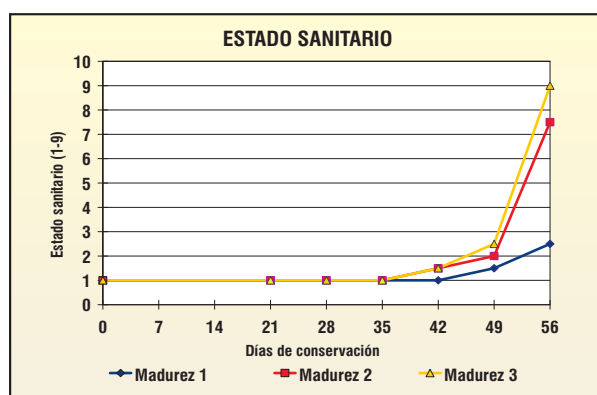
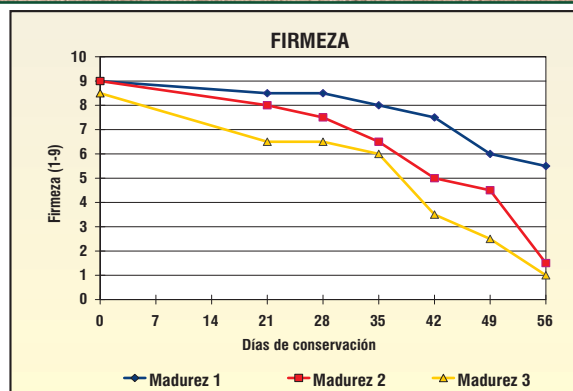
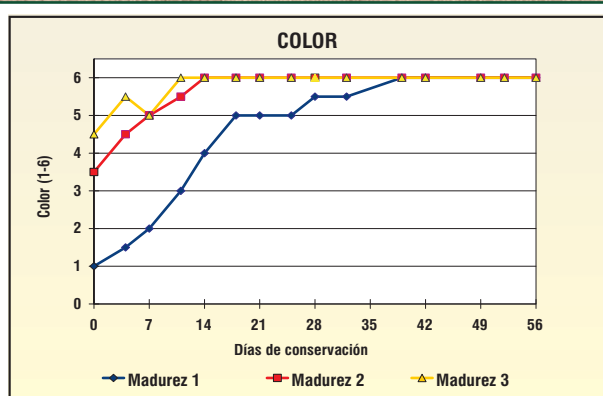


Foto 4.104. Grado de madurez de cosecha.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

Figura 4.14. Grado de madurez de cosecha, color, firmeza y estado sanitario (podredumbre), en tomate larga vida conservado en cámara frigorífica (grado 1: 12 °C; grado 2: 10 °C; grado 3: 8 °C).



Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

10.5 Conservación en atmósfera controlada

En Argentina no se almacenan frutos de tomate con el sistema de Atmósfera Controlada. En California se ha demostrado que el almacenamiento o el embarque en atmósfera controlada ofrece un beneficio moderado. Las bajas concentraciones de O_2 (3-5%) retrasan la maduración y el desarrollo de pudriciones en la cicatriz del pedúnculo y en la superficie sin afectar severamente la calidad sensorial para la mayoría de los consumidores. Se han reportado hasta 7 semanas como período de almacenamiento usando una combinación de 4% O_2 , 2% CO_2 y 5% CO. La mayoría de los cultivares no toleran elevadas concentraciones de CO_2 (superiores al 3-5 %) y muy bajas de O_2 (1%).

10.6 Maduración artificial

La maduración artificial se efectúa en cámaras, con aplicación de etileno en dosis de 100 a 150 ppm. Durante la misma, la temperatura deberá mantenerse entre 20 – 21 °C y 85-90% HR. A esta temperatura se logra el desarrollo de color rojo en todo el fruto; a temperaturas superiores a 25 °C el color queda más amarillo y la firmeza es menor. Si se quiere madurar más lento, la temperatura debe estar en aproximadamente 14 a 16 °C. El tiempo de aplicación dependerá del estado de madurez de la fruta; en general se efectúa en un período de 24 a 72 h. Debe mantenerse una buena circulación de aire para asegurar uniformidad en la temperatura ambiente y evitar la acumulación de un porcentaje mayor de 1 % CO_2 que interfiere en la acción del etileno.

10.7 Transporte frigorífico

Para el transporte frigorífico de tomate en camión o contenedores, las condiciones de temperatura y humedad relativa ambiente a la que se debe transportar el producto, son similares a los recomendados para el almacenamiento en cámara frigorífica. Es conveniente monitorear y contar con registros de dichas condiciones hasta que el producto arribe a destino.

Como en la mayoría de los casos la carga se completa con otras frutas y hortalizas, es conveniente organizar la misma teniendo en cuenta la compatibilidad entre ellos de acuerdo a sus requerimientos de almacenamiento (temperatura y humedad relativa; producción o sensibilidad al etileno; producción

de olores) (ver ítem “*Conservación frigorífica convencional*”), para evitar pérdidas de calidad.

Hay dos aspectos muy importantes a tener en cuenta en el momento de efectuar la carga, para evitar o minimizar las pérdidas de calidad. El primero es que tanto el fruto como el transporte deben tener la temperatura adecuada en el momento de la misma, ya que dicho transporte sólo mantiene y no enfría. El segundo aspecto es que la carga debe estar bien estibada y consolidada, de manera de evitar el movimiento de los envases y permitir una adecuada ventilación del producto (cajas convenientemente perforadas, sobre tarimas y con un espacio de por lo menos 25 cm entre la parte superior de la estiba y el techo).

Por último, y para evitar la contaminación del producto durante el viaje, los vehículos deben estar en condiciones adecuadas de mantenimiento e higiene.

10.8 Calidad

10.8.1 Características o atributos de calidad

La calidad de un producto dependerá en gran medida de la variedad, de las condiciones climatológicas, del manejo de cultivo, de la madurez y método de cosecha, y del manejo postcosecha.

Para la clasificación del tomate en grados de calidad según sus características cualitativas como color, forma, tamaño, firmeza, aspecto externo o apariencia (daños o defectos), se utilizan las normas correspondientes:

- Resolución ex SAG N° 297/83 de la SAGP y A. (Argentina). Para mercado interno

- Resolución IASCAV 101 del 15.09.95 (Res. GMC 99/94) (en vías de modificación). Para la comercialización entre países del MERCOSUR.

- Norma del CODEX de Tomate: CODEX STAN 293-2007

Si el tomate va a ser comercializado en el mercado externo, se deberá aplicar la norma correspondiente al país de destino.

Un tomate de buena calidad debe tener aspecto fresco, con características propias de la variedad, y madurez adecuada según el tipo o variedad. Debe presentar uniformidad de color. Debe ser firme al tacto, bien desarrollado y formado; estar

limpio y libre de pudriciones; libre o con manifestación leve de defectos de origen climáticos (granizo, quemaduras de sol, daño por frío), mecánico, entomológico, genético y fisiológicos. No deben presentar olor y/o sabor extraño.

Además de dichos atributos, las características organolépticas (sabor y aroma) y el valor nutritivo del fruto, son importantes para satisfacer la demanda de los consumidores.

El sabor está determinado por el contenido de azúcar (fructosa y glucosa), de ácidos orgánicos, y los compuestos volátiles. Lo que incide directamente sobre el gusto del consumidor, es la relación azúcar/acidez. En cuanto al valor nutritivo, los tomates tienen un alto contenido de agua (94%) y muy bajo de grasa; son una fuente importante de potasio, fósforo y magnesio (favorable para nervios y músculos); de vitaminas B1, B2, B5, E, A y C, y licopeno (antioxidante). Como el contenido de vitaminas, de licopeno y la relación azúcar/acidez se incrementan con la maduración del fruto, un tomate maduro presenta mejor sabor y valor nutritivo principalmente si ha madurado en la planta.

10.8.2 Control de calidad

10.8.2.1 Muestreo

El tamaño de muestra sobre el cual se va a efectuar el control de calidad, debe ser lo más representativo posible del lote, partida o carga. Hay distintos métodos que se aplican en la práctica con éxito, en inspecciones o auditorías que se realizan en establecimientos que implementan distintas normas de calidad en el mundo. A modo de ejemplo se cita la Tabla 4.57 de muestreo del PC-020-2005-Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tomate:

►► Tabla 4.57 Tamaño de la muestra para control de calidad.

Lote (Nº de cajas)	Muestra (Nº de cajas)	Porcentaje
1-100	2	2%
101-400	4	1%
401-600	6	1%
601-1000	8	0.8%
1001-1400	10	0.71%
1401-1800	12	0.67%
1801-2200	14	0.63%
2201-2600	16	0.61%
2601-3000	18	0.6%
3001 en adelante	20	0.6%

10.8.2.2 Medición de la firmeza

La firmeza depende del estado de madurez y del tipo y variedad de tomate. Es una característica decisiva en la producción de daños durante todas las etapas de la cadena, desde cosecha hasta el consumidor; incide marcadamente en la calidad y vida comercial de los frutos. En general, tanto para el manejo del producto como para el consumidor, es conveniente que el fruto permanezca firme.

Puede determinarse mediante aparatos medidores de textura o texturómetros (entre ellos el TA.XT plus Texture Analyzer), que miden la resistencia a la compresión del fruto. Para expresarla y clasificar el tomate en categorías se utilizan tablas como por ejemplo:

Categoría	Firmeza (N) expresada como fuerza a la compresión (5 mm)
Muy firme	30-50
Firme	20-30
Moderadamente firme	15-20
Moderadamente blando	10-15
Blando	10
Muy blando	5

Fuente: Cantwell, <http://postharvest.ucdavis.edu>

Otro aparato utilizado es el Durómetro Durofel DFT 100



Foto 4.105. Medición de firmeza con Durómetro Durofel. Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza

Además puede determinarse sin equipos, sólo mediante la compresión con los dedos, utilizando la escala de Kader y Morris, que considera nueve puntos desde 1 = extra blando a 9 = extra duros (Tabla 4.58).

10.8.2.3 Medición del color

Se determina mediante tablas o cartas de color (Ver ítem "Determinación del color de cosecha") o con colorímetro por ejemplo el Minolta CR300 con sistema $L^*a^*b^*$ (Foto 106).

A modo de ejemplo, un tomate de color rojo oscuro presenta valores de $a=27$ a 28 ; $b=20$ a 21 ; y un Hue=36 a 37 (color).

10.8.2.4 Medición de tamaño, contenido de sólidos solubles y acidez total titulable.

Para medir el tamaño del fruto (diámetro mínimo y máximo según normas de cada mercado de destino), se utilizan los calibres (Foto 107).

El contenido de sólidos solubles se determina en una muestra de jugo, con refractómetros termocompensados. Los tomates redondos tienen en general entre 3 a 5 % de sólidos solubles, dependiendo de la madurez de cosecha y la cultivar (Foto 4.108).

La acidez total titulable se determina por titulación potenciométrica hasta pH 8,2 de 10 o 20 ml de jugo, con Na(OH) 0,1 N. Los tomates redondos presentan en general, una acidez de entre 0,3 a 0,5 % de ácido cítrico, dependiendo del estado de madurez y el cultivar (Foto 4.109).

►► Tabla 4.58. Escala de clasificación de firmeza para tomate.

NUMERACIÓN	CLASE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR LOS DEDOS	CARACTERÍSTICAS DE LAS TAJADAS
9	EXTRA DURO	Frutos que no ceden a una considerable presión.	No hay pérdidas de jugo ni semillas cuando son cortadas.
7	DURO	Frutos que ceden solo suavemente a una considerable presión.	No hay pérdida de jugo ni semillas cuando son cortadas.
5	FIRME	Frutos que ceden suavemente a una moderada presión.	Cuando se cortan se pierden unas pocas gotas de jugo y/o semillas.
3	BLANDO	Frutos que ceden fácilmente a una suave presión.	Pérdida de jugo y/o semillas cuando se cortan.
1	EXTRA BLANDO	Frutos que ceden muy fácilmente a una suave presión.	La mayor parte del jugo y las semillas se pierden cuando se cortan.

Fuente: Kader, A. y L. Morris, 1978

Manejo del cultivo para cualquier sistema de producción de tomate



Foto 4.106. Medición de color con colorímetro Minolta CR 300. *Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza*



Foto 4.107. Medición del tamaño con calibre digital. *Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza*



Foto 4.109. Análisis de acidez total titulable con peachímetro digital. *Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza*

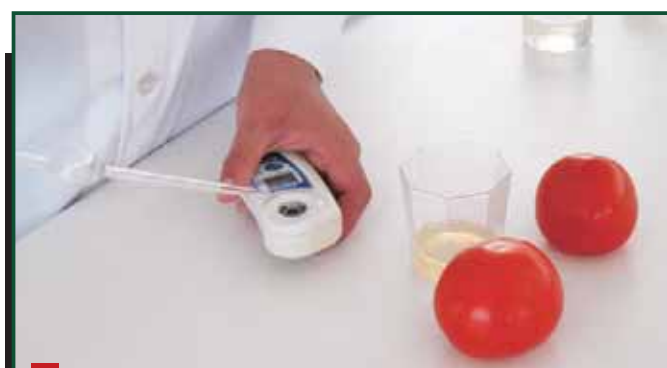


Foto 4.108. Medición de sólidos solubles con refractómetro digital. *Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza*

10.8.2.5 Identificación de defectos

Dentro de los defectos críticos que comprometen la buena calidad y vida postcosecha de los tomates están la podredumbre, inmadurez o sobremadurez; golpes o escaldaduras de sol; daños por helada; pudrición apical; herida, y lesiones graves. En los defectos no críticos: heridas, y lesiones leves; manchas (incluye maduración irregular); frutos huecos o deformados.

Muchos daños pueden ser de origen genético, climáticos o de manejo de cultivo: malformaciones; daños por bajas o altas temperaturas a campo; por ataque de insectos; infecciones virales y fúngicas; manejo de fertilización y riego; y lluvia. Las sintomatologías son manchas superficiales del fruto, decoloraciones, grietas concéntricas o radiales, ablandamientos, color verde en hombros, escaldaduras, podredumbre.

Otros en cambio pueden originarse a partir de la cosecha, por un manejo inadecuado durante la misma, el empaque, almacenamiento, transporte y distribución. Dichos daños se intensifican con el tiempo: daño por frío, deshidratación, podredumbre, golpes, heridas, ablandamiento.

Entre las enfermedades más importantes que causan daños en los frutos y que pueden aparecer tanto a campo como durante el almacenamiento, se citan las ocasionadas por hongos como *Alternaria alternata* (pudrición negra, black mold rot), *Botrytis cinerea* (pudrición por moho gris, gray mold rot), *Geotrichum* (pudrición ácida, sour rot) y *Rhizopus stolonifer* (pudrición algodonosa, hairy rot); y por bacterias como la pudrición blanda bacteriana (bacterial soft rot) causada por *Erwinia spp.*

Aunque la epidermis del tomate ofrece protección ante las infecciones, se daña fácilmente con el manipuleo de cosecha y postcosecha. Heridas provocadas en la misma, favorecen el ingreso de patógenos causantes de podredumbres y en consecuencia, de pérdidas de calidad del producto (Fotos 4.110 a 4.122).



Foto 4.110. Rajadura o cracking radial.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.111. Daño por ataque de insecto.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.112. Malformaciones.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.113. Daño por golpe de sol (escaldadura solar).

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.114. Daño por altas temperaturas.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.115. Daño en cavidad peduncular durante cosecha.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.116. Herida por manipuleo de cosecha.
Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.118. Daño en los hombros del fruto por compresión en el envase.
Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.117. Daño por golpes durante cosecha y empaque. *Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza*



Foto 4.119. Deshidratación del pedúnculo por condiciones de baja humedad durante el almacenamiento.
Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.120. Daño por frío (picado) durante la conservación frigorífica.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.122. Desarrollo de hongos en frutos con daños mecánicos y por frío.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



Foto 4.121. Maduración irregular por exposición a bajas temperaturas.

Fuente: Rivero. Laboratorio de Postcosecha INTA EEA Mendoza



11 Costos de producción

11.1 Costos, presupuestos parciales e interés

Uno de los elementos con los que debe contar el agricultor para hacer frente al riesgo que rodea a muchas de las decisiones técnicas, productivas y económicas que debe tomar, es el uso de herramientas de planificación de fincas. Todas las actividades productivas se desarrollan en un contexto de cambios relativos de precios y de costos, por lo que es fundamental saber utilizar los elementos tradicionales de la administración agropecuaria para la programación de actividades. El dinamismo del negocio agropecuario hace necesario el uso de técnicas de evaluación de recursos y de presupuestos parciales.

11.2 ¿Qué es un presupuesto parcial?

Es una herramienta de análisis que permite determinar la situación financiera o económica de las distintas actividades que se desarrollan en una finca en un período de tiempo.

Es importante distinguir las diferencias entre un presupuesto financiero y uno económico. El primero toma en cuenta cobros (entradas de dinero por venta de productos/servicios y por toma de créditos) en el momento de efectivizarse y pagos (salidas de dinero por compra de insumos, inversiones y pago de créditos) en el momento de su realización. Es decir que analiza un flujo de fondos y permite seguir la liquidez en forma periódica. El presupuesto económico consiste en proyectar ingresos (volumen producido por su precio) y costos (gastos de insumos, amortizaciones e intereses) sin tomar en cuenta el tiempo.

A continuación, se va a hacer hincapié en los presupuestos económicos por ser de gran utilidad para la toma de decisiones en una finca.

11.2.1 Costos directos

En un presupuesto parcial se hace la estimación de costos e ingresos futuros de actividades que involucren una parte de la superficie de una finca o los gastos ocasionados por el uso de algún insumo en particular. Sirve para analizar si conviene hacer un cultivo anual u otro, comprar o alquilar maquinaria y usar bombas impulsadas a combustible o a energía eléctrica, entre otras cosas.

Para el cálculo de presupuestos parciales se utilizan los **costos directos** involucrados con la decisión bajo análisis. Es decir que hay que tener en cuenta todos los costos de los bienes y servicios que son requeridos por la actividad en cuestión. La clasificación de un costo como "directo" no es rígida, ya que la misma depende de cada problema en particular y de la finalidad del cálculo. Además, hay que tener en cuenta que son costos futuros, ya que se originarán a partir de una alternativa que se está estudiando.

En este tipo de análisis se consideran **costos indirectos** a todos los demás costos de la finca que no son afectados por la decisión que se analiza.

Con un ejemplo se va a tratar de aclarar mejor estos conceptos para un caso sencillo. Se va a suponer que un productor de tomate tiene que comprar una bomba para presurizar un equipo de riego por goteo y que tiene dos alternativas: bomba con motor eléctrico versus bomba con motor diesel.

¿Cuáles son los ítems que integran el costo directo de cada alternativa?. Entre los gastos de la bomba a combustión hay que considerar, en primer lugar, el costo del combustible resultado de las horas de bombeo, el consumo unitario del motor a la potencia de uso, la eficiencia de la bomba y el precio del gasoil. En los gastos de la bomba eléctrica hay que tener en cuenta las horas de funcionamiento, la banda horaria de uso, el cargo por nivel de potencia contratada, la eficiencia de la bomba, los impuestos incluidos en la tarifa eléctrica y el precio del kWh. En cada caso, además, hay que tener en cuenta los gastos de conservación y reparaciones, la amortización y el interés del capital.

En cambio, serán costos indirectos la mano de obra, ya que no difiere la fuerza de trabajo requerida en un caso u otro, los gastos de perforación, encamisado del pozo y conexión al equipo de riego. Por otro lado, el gasto inicial de instalación de un tipo de bomba u otro es un costo fijo que, inicialmente es un costo directo que, una vez realizado, se considera un costo indirecto.

11.2.2 Ejemplo de presupuesto parcial

Para aplicar en forma práctica lo hasta acá presentado, se va a desarrollar un ejemplo sencillo.

Un productor riega su cultivo de tomate por surco y no está conforme con el método de regueras que utiliza para

tomar el agua de la acequia secundaria y llevarla hasta los surcos. Decide entonces evaluar económicamente el uso de sifones móviles pero seguir con su sistema de acequia y contra acequia. La utilización de sifones tiene a su favor que mejora la uniformidad del riego y, además, ahorra mano de obra ya que no necesita la presencia constante de un regador. En su contra, tiene el costo inicial de la compra de los sifones y, cada década, su renovación.

Un cuadro de 120 m por 84 m (1 ha de superficie) cultivado con tomate para industria con 25.000 plantas a una distancia de 1.40 m entre líneas (4 plantas por metro lineal), se riega con una acequia que va por el lado de mayor largo. Por lo tanto, en 120 metros de longitud de acequia hay 71 surcos y, de acuerdo al caudal de agua del que dispone la finca (22,4 l/s), la cantidad máxima de sifones que se pueden poner por compuerta es 26. De acuerdo a la separación entre filas, la distancia máxima entre compuertas es 40 m. Por lo tanto, los 26 sifones se deben trasladar 3 veces para regar los 120 m.

El productor tiene que hacer una inversión que consiste en la compra de 12 caños de PVC (K 10) de 50 mm de 6 m de longitud para hacer 4 sifones de 1,50 m. Supongamos que el costo sifón es \$ 6,23, por lo que la inversión inicial para 120 m de acequia es \$ 162 y su valor residual pasivo es cero.

Los sifones no requieren gastos de conservación y duran 10 años. El interés del capital invertido es 5 %. El uso de sifones no elimina el armado de la contra acequia cada vez que la misma se destruye por una pasada del tractor; en cambio, evita el armado de regueras y de acequias de tierra con champas. El armado de la contra acequia genera costos indirectos, ya que se requiere en ambos sistemas (Tabla 4.59).

Los costos para 17 riegos al año serán:

► Tabla 4.59. Costo de riego para sistemas de surcos con sifones y surcos con regueras.

Surcos con sifones	\$/ha-año
Gastos (mano de obra)	21
Amortización	14
Intereses	7
Costo directo	42
Surcos con regueras	\$/ha-año
Gastos (mano de obra)	154
Amortización (no hay)	--
Intereses (no hay)	--
Costo directo	154

Evidentemente, el presupuesto parcial indica la conveniencia del riego con sifones, aún sin tener en cuenta el "costo" de la menor uniformidad en el caso del riego con regueras. Este sencillo ejemplo muestra la utilidad del uso de los costos en los presupuestos parciales y en la programación de actividades en la finca.

11.2.3 Tasas de interés e inflación

La inflación, además de modificar el precio de las cosas, produce cambios en las tasas de interés nominales, ya que éstas incorporan la expectativa de inflación a su valor. Es por ello que es importante conocer la mecánica de cálculo de las tasas reales de interés y otras que producen cambios relativos de precios de productos e insumos agropecuarios en épocas de inflación.

Hay varios tipos de tasas de interés. A continuación, se va mencionar las más comunes:

Tasa nominal: es la que rige en el mercado para depósitos y préstamos. Es una tasa de interés simple que sirve como referencia para las operaciones comerciales a futuro. Por ejemplo, se quiere saber cuánto se va a cobrar por la venta de 500 cajones de tomate de 25 kg por un valor total es \$ 1.500 y cuyo monto total se va a recibir dentro de tres meses con un interés del 7 % mensual. Para ello hay que aplicar una fórmula sencilla:

$$\text{Interés} = \text{monto pactado} \times \frac{\text{tasa nominal}}{100} \times \text{número de periodos} = \$ 1.500 \times 0,07 \times 3 = \$ 315$$

Tasa efectiva: es una tasa de interés compuesto que se obtiene de capitalizar o reinvertir los intereses que genera una tasa nominal.

Tasa activa y tasa pasiva: la tasa de interés activa es la que se le paga a un banco; mientras que la pasiva es la que un ahorrista cobra de un banco. La diferencia entre una y otra se llama *spread*.

Inflación, indexación y tasa de interés real: La inflación es la pérdida de valor de compra de la moneda y se manifiesta con el aumento de los precios. Por el ello, cuando se hace un negocio es necesario tener en cuenta el valor real del dinero. Supongamos que un productor firma un contrato de \$ 10.000 por la venta de su cosecha y, entre el momento de la firma hasta el cobro del dinero, el nivel de precios se incrementó un 18%. Para saber cual es el valor real del dinero que recibió, es necesario deflactar los \$ 10.000 (cantidad nominal) por el índice de precios que el INDEC comunica en forma mensual.

Las cláusulas de indexación contemplan la transformación de un valor futuro de dinero por medio de una tasa de interés que refleja la pérdida de poder adquisitivo de la moneda. Es decir que "agregan" la inflación al dinero que se recibe.

piamente dicho (tasa real) y otro que compensa la pérdida de poder adquisitivo de la moneda.

Para conocer cuál es la tasa de interés real, muchas veces se comete el error de restarle el porcentaje de inflación a la tasa de interés de mercado. Sin embargo, este método es incorrecto porque sobrestima la tasa real. En realidad, hay que aplicar una fórmula sencilla que se va mostrar con el ejemplo siguiente:



$$tasa\ real = \frac{tasa\ nominal - tasa\ inflación}{1 + tasa\ inflación}$$

Supongamos que un productor firma un contrato de pago a 30 días con una fábrica por la entrega de su tomate. Se conviene una tasa mensual nominal de interés de 8%. Resulta que en ese período la inflación es de 6,5%, por lo tanto, el interés real será:

$$\text{tasa real} = \frac{0,08 - 0,065}{1 + 0,065} = 0,014 = 1,4 \%$$

Si el cálculo se hace restandole la tasa nominal a la inflación daría 1,5%, lo cual muestra como de esta forma se subestima la tasa real del interés que se está recibiendo.

Como se puede ver entonces, el interés es siempre la relación entre determinado monto de dinero en la actualidad y otro en el futuro. Es por ello que al momento de formalizar una operación comercial a futuro hay que tener mucho cuidado con las expectativas inflacionarias y, para no perder dinero, habrá que tener muy cuenta cuál es la tasa real de interés.



12 Bienestar y seguridad laboral

Las condiciones de empleo deben registrarse por las leyes locales y nacionales, siendo recomendable que hayan reuniones de intercambio entre gerencia y operarios.

Realizar una evaluación de riesgos para crear condiciones de trabajo seguras y saludables. Se debe utilizar dicha evaluación para desarrollar un plan de acción que promueva condiciones de trabajo seguras.

12.1 Instalaciones y equipamiento

- Deben existir **botiquines** de primeros auxilios en todas las instalaciones permanentes y en las inmediaciones de la finca donde haya personal trabajando. Debe existir un procedimiento visualmente señalizado en caso de accidentes (pasos básicos de primeros auxilios, lista actualizada de teléfonos de emergencia).
- Los peligros deberían estar claramente identificados mediante letreros permanentes, (talleres, cultivos tratados).
- Debe haber señales de advertencia de peligro en puertas de acceso del depósito de fitosanitarios
- Proveer información y señales de advertencia sobre sustancias peligrosas

12.2 Manejo de fitosanitarios

- El personal que maneje y aplique productos fitosanitarios debe estar **capacitado**.
- Deberían realizarse **revisiones médicas** a los trabajadores responsables de aplicar productos fitosanitarios, dichas revisiones deberán ser acordes a lo establecido en las códigos de práctica nacionales y locales.

12.2.1 Ropa y equipo de protección personal

- Los trabajadores deben de estar equipados con la ropa de **protección adecuada**; seguir las instrucciones indicadas en las etiquetas de los productos aplicados.
- Limpiar la ropa luego del uso y guardar la ropa separada de los fitosanitarios
- Seguir las instrucciones indicadas en las **etiquetas** respecto a la ropa y equipo de protección.
- La ropa y equipo de protección deben estar almacenados en un lugar **separado** de los fitosanitarios y bien ventilados.
- Se debe disponer de equipos para tratar operarios contaminados

12.3 Bienestar laboral

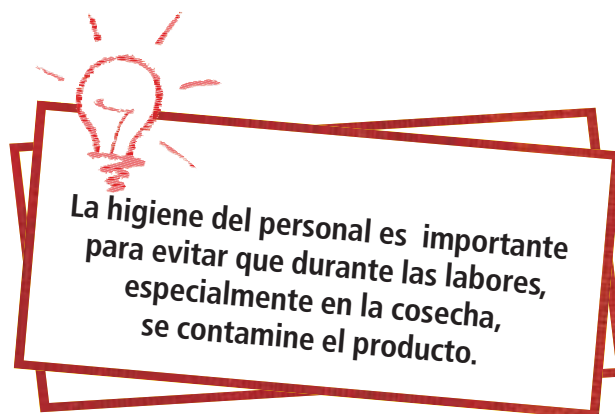
- Los trabajadores deben disponer de un área para comer y almacenar alimentos. Lavabos y agua potable. Esta área se debe mantener limpia y ordenada
- Si existen viviendas para operarios éstas deben estar en buen estado y contar con servicios básicos

12.3.1 Seguridad para las visitas

- El personal subcontratado y visitas deben tener conocimiento en materia de seguridad (letreros).

12.3.1 Instalaciones sanitarias

- Los trabajadores tienen que tener acceso en las inmediaciones al lugar de trabajo a equipamiento para el lavado de manos (jabón, toallas de papel), agua potable para beber y baños limpios. Cuidar que los efluentes que se originen no contaminen fuentes externas de agua
- Contar con cartelería que indique claramente lavarse las manos antes de manipular el producto (Figura 4.15).





capítulo 5

Producción de tomate bajo invernadero





1 El invernadero

Existen diferentes modos de definir un invernadero, entre ellas pueden destacarse: "Un invernadero es una construcción agrícola con paredes y techos recubiertos por una película transparente de vidrio o polietileno, permeable a la radiación solar. Posee una estructura de hierro, madera u otros materiales con suficiente altura para que se puedan realizar las labores que los cultivos necesitan (Francescangelli, 1994)".

Desde el punto del aprovechamiento de la energía "Un invernadero es el sistema mas simple y económico para captar energía solar a favor de los cultivos".

Según la CEE "un invernadero es una estructura destinada al cultivo y protección de las plantas explotando la radiación solar y cuyas dimensiones permiten a un hombre trabajar con comodidad".

Las características y funciones de un invernadero se resumen en los siguientes puntos:

- Una cubierta transparente a las radiaciones necesarias para la vida vegetal.
- Dimensiones apropiadas para cultivos y operarios.
- Un sustrato natural o artificial con provisión de agua.
- Aberturas que facilitan intercambios de aire con el exterior
- Eventualmente, dispositivos de climatización.



2 Ventajas de la producción bajo invernadero

- Adelanto o atraso de la cosecha y posibilidades de obtenerlas fuera de época.
- Aumento de los rendimientos (3 a 5 veces mayores que los obtenidos a campo).
- Producción de mayor calidad (limpieza, sanidad, uniformidad).
- Mayor eficiencia en el uso del agua.
- Mayor facilidad para organizar las actividades de la empresa.
- Condiciones mas adecuadas del trabajo de los operarios.

• Mejores condiciones para emplear criterios de control integrado de plagas (CIP), lográndose su control con menor impacto ambiental de los agrotóxicos.

- Posibilidad de realizar más de un cultivo por año.



3 Desventajas de la producción bajo invernadero

- Inversión inicial alta.
- Diferencias sustantivas en cuanto al paquete tecnológico aplicable en cada situación. Los cultivos protegidos difieren de los cultivos a pleno campo, esto implica mayores conocimientos y capacitación.



4 Parámetros para la localización del invernadero

El lugar para la instalación del invernadero debe cumplir algunas condiciones en el Cinturón Hortícola Platense (CHP):

- La orientación ideal es de noreste a sudoeste, para recibir la mayor cantidad de horas de sol.
- Se deben instalar en los terrenos más altos, ubicados en los interfluvios de los arroyos.
- Lo más cerca posible de la fuente de agua.
- Cercano a las instalaciones de la finca (vivienda del encargado, depósito de agroquímicos y herramientas, equipo de riego)
- Alejado de caminos polvorientos. Cerca de las rutas de acceso a la quinta.
- La orientación ideal es:
 - En la zona de La Plata de noreste a sudoeste, para recibir la mayor cantidad de horas de sol.
 - En la zona del Noroeste argentino, (NOA) de este a oeste para facilitar la ventilación debido a la acción de los vientos predominantes (N-S), y las líneas de cultivo de norte a sur para facilitar la ventilación y recibir mejor iluminación durante los meses de invierno.



5 Características estructurales

Un invernadero presenta dos componentes principales: una estructura y una cobertura.

Entre los materiales más comunes que conforman la estructura se encuentran la madera y el metal, en la zona de La Plata y Corrientes, y madera y alambre en la zona NOA (tipo parral modificado).

La fuerte inversión inicial hace que en nuestro país la elección se incline todavía hacia la madera y aunque un buen invernadero de madera cumple con los objetivos de protección que se esperan de él, es innegable que las estructuras metálicas bien diseñadas tienen ventajas: mayor vida útil, menor costo de mantenimiento, mayor luminosidad, cierre más hermético de las aberturas, mejor sujeción de la cobertura, etc.

La cobertura es el elemento que ejerce la verdadera protección del cultivo. Ofrece una barrera a los factores atmosféricos adversos (frío, lluvias) y permite el aprovechamiento de los favorables (luz, calor).

Los materiales de cobertura deben brindar: máxima transparencia a la radiación solar de alta energía (radiación de onda corta) y máxima capacidad de retención de las radiaciones térmicas emitidas por el suelo, la cubierta vegetal y la estructura del invernadero (radiación de onda larga). Los films que cumplen con este requisito son conocidos como térmicos o termoaislantes, y reducen el riesgo de heladas en los cultivos protegidos con estos materiales.

La radiación solar ultravioleta (UV) que alcanza la superficie terrestre está en el intervalo de 290 a 380 nm, lo que supone aproximadamente un 5% de la radiación global que llega a la Tierra. La radiación UV es la principal responsable de la degradación de los filmes agrícolas durante su exposición a la intemperie ya que engloba las longitudes de onda con mayor contenido energético, esta degradación se debe a procesos de degradación fotooxidativa. La adición de fotoestabilizadores es la forma más simple y eficaz de retrasar el envejecimiento de los filmes usados a la intemperie.

La intensidad de la radiación solar bajo un film plástico es siempre menor que la que hay en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento. La luz difusa es la que se desvía más de 2.5° respecto al haz de luz incidente. La pérdida de transmisión debida al filme se puede

estimar entre un 5% y un 40%, en función de las condiciones del invernadero (orientación, grado de limpieza y estado de degradación del film, época del año, etc). Cualquier film que se utilice como cobertura, debe permitir la máxima transmisión global de luz visible en la zona fotosintéticamente activa (400 a 700 nm) durante toda su vida útil. Dependiendo del lugar de utilización del film, será más o menos importante la difusión de luz del mismo. Los filmes con alta difusión evitan que las plantas y los frutos se quemen y reducen las sombras, en zonas con alta radiación solar; mientras que los filmes claros son los más apropiados en lugares de menor radiación ya que la mayor parte de la luz que transmiten es directa.

También tienen que presentar resistencia física y gran inalterabilidad. Las propiedades mecánicas de las películas o filmes agrícolas definen su comportamiento al aplicarles un esfuerzo o deformación. En su vida útil, estos materiales plásticos están sometidos a los esfuerzos producidos por su instalación y a los derivados del clima.

Los plásticos empleados como cobertura de invernaderos pueden ser rígidos o flexibles. Los rígidos se presentan en algunas estructuras metálicas, para la construcción de zócalos y puertas. Dentro de los plásticos flexibles, el polietileno larga duración térmico (LDT) es el material más adecuado, ya que tiene inhibidores de las radiaciones ultravioletas, retiene las emisiones de calor nocturnas y difunde muy bien la luz incidente.

5.1 Dimensiones

Las características de la estructura deben generar el microclima más favorable para los cultivos en épocas de temperaturas críticas:

De la relación entre el largo y el ancho de la construcción depende la superficie expuesta del invernadero, es decir, la superficie de paredes que están en contacto con el clima exterior: cuánto mayor sea, más se enfriará el interior de la estructura en épocas de bajas temperaturas.

Otra característica que definirá el clima interior es el volumen unitario del invernadero, que es el cociente entre el volumen interior y la superficie de suelo cubierta. Este valor no debe ser inferior a 3; y la forma más apropiada de alcanzarlo es aumentando la altura de la estructura. Pueden señalarse como

alturas mínimas sugeridas: 2.5 m desde el suelo a la canaleta y 3.8 a 4,8 m desde el suelo a la cumbrera.

Las estructuras altas aportan numerosas ventajas climáticas y su estabilidad frente a los vientos puede asegurarse con buenos cimientos y cortinas de protección.

La ventilación natural es el método más económico de refrigeración, además de actuar sobre la humedad relativa y favorecer la renovación del anhídrido carbónico.

Las aberturas de un invernadero deben representar como mínimo el 25% de la superficie de suelo cubierto para garantizar una correcta ventilación natural. Para aumentar la superficie de aberturas, se debe aumentar la altura del invernadero y contar con ventanas cenitales.

La forma y pendiente de la cubierta son responsables de la transmisión de luz al interior del invernadero. Diversas experiencias demuestran que los techos curvos transmiten mayor cantidad de luz que los planos, y que, en éstos, pendientes de entre 25 y 30° son las más adecuadas.

En el NOA, los invernaderos más difundidos son de tipo parral modificado de 30 m de ancho, 100 m de largo (o más, el largo no es limitante), con 2,5 m de altura en los laterales y 5,5 m en la cumbrera. La ventilación cenital se hace dejando en la cumbrera una franja de 50 cm de ancho a todo el largo del invernadero. Este tipo de estructura son deficitarias respecto a la ventilación cenital ya que solamente representa el 7% de la superficie total de ventilación; lo que es compensado por la ventilación lateral, la que se hace en todo el largo y ancho del invernadero, representando un 23 % relación entre superficie total de ventilación respecto a la superficie cubierta. El volumen unitario en este tipo de estructuras es de 3,9.

Las estructuras de madera tipo capilla ocupan casi el 20 % de las estructuras del NOA, en estas se mejora sustancialmente el porcentaje de ventilación cenital (25 %), con una relación entre la superficie de ventilación respecto a la cubierta del 29 %, y un volumen unitario de 3,9.

En términos generales, podemos decir que las estructuras tipo parral modificado se adaptan mejor para la producción de pimiento, mientras que las tipo capilla son más adecuadas para el cultivo de tomate.

5.2 Manejo del clima

Los componentes más importantes para el manejo del clima del invernadero son: temperatura, la humedad relativa y la luminosidad.

La temperatura que alcance el interior del invernadero depende de la humedad del suelo, la ventilación de la estructura y el tipo de cobertura que genera la especie cultivada.

El tomate necesita para germinar temperaturas mínimas de 12 a 14 °C, óptimas de 20 a 25 °C y máximas de 30 a 33 °C.

Durante la etapa vegetativa las temperaturas mínimas diurnas deben oscilar entre 15 y 17 °C y durante la noche de 8 a 11 °C. Las temperaturas óptimas en esta etapa durante el día de 20 a 25 °C y en la noche de 16 a 18 °C. En cuanto a las máximas pueden oscilar durante el día entre 33 y 35 °C y en la noche alrededor de 26 °C (Tabla 5.1).

Para la fecundación y fructificación el tomate requiere temperaturas mínimas día: 17 °C y nocturnas de 10-12 °C. Las óptimas diurnas varían entre 19-25°C, y en la noche 13-18°C. Las máximas día: 30-35 °C y noche: 21 °C. (Rodríguez *et al.* 2001)

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas.

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

La humedad relativa es la cantidad de agua contenida en el aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura.

Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad por lo que a elevadas temperaturas, aumenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la humedad relativa. Con temperaturas bajas, el contenido en humedad relativa aumenta. La humedad relativa óptima, para el cultivo de tomate, oscila entre un 65 % y un 70 %.

Cuando la humedad relativa es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades parasitarias.

Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de mal cuaje.

El exceso puede reducirse mediante ventilado, aumento de la temperatura y evitando el exceso de humedad en el suelo.

La falta puede corregirse con riegos, pulverizando agua en el ambiente, ventilado y sombreado. La ventilación cenital en invernaderos con anchura superior a 40 m es muy recomendable, tanto para el control de la temperatura como de la humedad relativa.

La luz afecta el transporte de asimilados por su cantidad y por su calidad.

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta.

En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la humedad relativa y el CO_2 , para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores.

Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios:

- Materiales con buena transparencia.
- Orientación adecuada del invernadero.
- Materiales que reduzcan al mínimo las sombras interiores.
- Aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.

En verano para reducir la luminosidad se emplean:

- Blanqueo de cubiertas
- Mallas de sombreado

En síntesis, los requerimientos óptimos para el cultivo de tomate son los que se presentan en la Tabla 5.1.

En función de estos datos, el manejo del clima dentro del invernadero debería brindar al cultivo las condiciones óptimas para su crecimiento.

Cuando las temperaturas nocturnas son inferiores a 13°C , no se produce polen y con ello no se produce la fecundación y luego de 7 días desde la anthesis floral disminuye la síntesis de auxinas y la flor se cae. Temperaturas superiores a 35°C esterilizan el polen y también la flor se cae.

En el NOA, el ciclo de producción abarca los meses de otoño, invierno y primavera, presentándose dos situaciones bien marcadas, por un lado el otoño y la primavera, donde el principal inconveniente son las altas temperaturas, por lo que es necesario realizar una buena ventilación del invernadero, tomándose como base la temperatura óptima de crecimiento (25°C) para realizar la ventilación. Generalmente la humedad relativa no alcanza a ser problemática en este período. En los meses de invierno, muchas veces la temperatura ambiente está por debajo de la mínima biológica (6°C), por lo que es conveniente mantener cerrado el invernadero, siendo necesario ventilar cuando la humedad relativa supera el 70 %. Debido a la falta de hermeticidad de las estructuras, por el momento la concentración de CO_2 no es un factor que se tenga en cuenta para el manejo del cultivo dentro del invernadero.

En la condiciones del NOA, la radiación solar no es limitante, incluso en los meses de primavera pueden producirse quemaduras en los frutos, por lo que es conveniente proteger

►► Tabla 5.1. Requerimientos óptimos para el cultivo de tomate.

Temperaturas óptimas				HR (%) Floración	CO ₂ ppm	Int. Luz (MJ/m ²)
Crecimiento		Floración				
Noche	Día	Noche	Día			
16 a 18	20 a 25	18 a 20	25	60-80	1.000-2.000	0.85

el cultivo con mallas media sombra, esto puede hacerse utilizando mallas con un porcentaje de sombreado entre el 40 y 50 % o utilizar mallas del 70 % colocadas con orientación N-S sobre el techo de los invernaderos, distanciadas entre ellas de manera tal que al cambiar la incidencia de los rayos del sol durante el día, se obtenga un promedio de sombreado del 40% aproximadamente.

En el CHP, el ciclo del cultivo de tomate se inicia en invierno y culmina en el otoño siguiente, pasando por extremos de temperaturas desde muy frías en el inicio del cultivo hasta muy altas en plena fase reproductiva. En cada caso el manejo del invernadero debe adecuarse a las condiciones climáticas del momento. Para regular la temperatura del invernadero en la región se recurre generalmente al ventilado de las coberturas, levantando los laterales, en épocas de altas temperaturas y clima estable estas quedan abiertas durante la noche.

5.3 Variedades o híbridos para la producción de tomate.

Los tipos de materiales de tomate cultivados bajo cubierta son:



Redondo: De hábito indeterminado. Su producción y maduración abarcan un tiempo prolongado. Los frutos tienen forma globosa, redonda o achatada, son grandes, rojos, más o menos blandos, con muy buen sabor y corto período de conservación. Presenta cultivares de polinización abierta y alta adaptación.



Redondo estructural: De hábito indeterminado o determinado alto, con períodos de producción y maduración prolongados. Frutos con forma globosa, redonda (150 a 250 g) medianos, rojos, semi duros a duros, con buena conservación y pobre sabor. Resistentes a varias enfermedades (V-F-N- St –TMV- TSWV)



Larga vida determinado e indeterminado: Estos cultivares se cultivan para fresco, ya sea al aire libre o en invernadero. Los frutos tienen forma globosa, redonda (150 a 200 g), con larga vida útil en post cosecha. Poseen gran dureza y pobre sabor.



Perita: De hábito determinado o indeterminado, con producción y maduración concentrada,

Frutos con pedúnculo no articulado (jointless), pequeños, duros y de forma redonda-cuadrada a piriforme y con alto contenido de sólidos solubles



Racimo: Son plantas de crecimiento indeterminado cuyos frutos se disponen en racimos a modo de espina de pescado. Sus frutos pueden ser redondos o peras y sus tamaños pueden ir de muy pequeños (14 gr) a grandes (200 gr). Con la particularidad de que la apertura de flores y el cuaje en el racimo es simultáneo, por lo tanto llega a la madurez el racimo completo. Permitiendo la comercialización del racimo cuyo atractivo es el aroma que despiende su pedúnculo y la vida postcosecha de sus frutos.



Cherry o cereza: Estos cultivares se cultivan para fresco, generalmente en invernadero. De hábito indeterminado. Los frutos tienen forma globosa o aplanada muy pequeños (1 a 3 cm de diámetro) produce en racimos largos con muchos frutos, de color y sabor muy intensos.

5.4 Manejo del cultivo

5.4.1 Preparación del terreno.

Antes de iniciar las labores de preparación del suelo, es necesario realizar un análisis de suelo, para conocer el estado, concentración y disponibilidad de los nutrientes.

En ese análisis, los parámetros más importantes a tener en cuenta son: pH, Conductividad Eléctrica, materia orgánica, fósforo asimilable, cationes intercambiables, nitrógeno total y textura.

La preparación del suelo para el cultivo de tomate bajo cubierta comienza con un ciselado si es suelo ya ha sido cultivado. De no ser así, se inicia la labor con una arada.

Luego se aplica un abono orgánico que puede ser estiércol de cama de pollo, de vaca o caballo u otro que se obtenga en la región. Las cantidades varían con la condición en que se encuentre el suelo, si es tierra nueva o ya ha sido cultivada con hortalizas.

Si el suelo no fue cultivado previamente con la aplicación de estiércoles y fertilizaciones fosforados es posible que tenga niveles de fósforo inferiores a los requeridos. El tomate exige como mínimo 70 y 80 UF de P_2O_5 , además del agregado de enmiendas orgánicas

La utilización de abonos orgánicos tiene como finalidad mejorar los parámetros físicos y en menor medida, aportar nutrientes.

De acuerdo con la información proporcionada por el análisis de suelo, se puede agregar yeso, en caso que la concentración de sodio sea alta. Si el pH es alto se puede aplicar azufre. Las cantidades de cada enmienda dependen de los niveles que figuren en el análisis de suelo. También de acuerdo con lo indicado en el análisis de suelo, se puede hacer o no una fertilización de base.

Luego de la fertilización de base se pasa una rotativa para incorporar las enmiendas y los fertilizantes. Una vez concluido el pasaje de la rotativa se nivela el suelo y se aloma si las condiciones del suelo lo requieren.

5.4.2 Coberturas plásticas

Luego del alomado el terreno, se lo cubre con un plástico negro de 40μ, con el fin de controlar malezas, conservar el agua y en la primera etapa del cultivo mantener la temperatura del suelo, pues el trasplante se realiza en invierno en la zona del Cinturón Hortícola Platense.

En el NOA, la situación es inversa, el trasplante se realiza entre los meses de febrero y abril. En este caso, la utilización de mulching de polietileno puede ocasionar quemaduras en el cuello de las plantas, por lo que el orificio que se realiza para colocar las plantas debe ser de un diámetro lo suficientemente grande para que el tallo quede alejado del mismo. También puede abrirse el plástico en forma longitudinal, dejando cubierta solamente la parte lateral del bordo, y cuando bajan las temperaturas acomodar el polietileno cubriendo el centro el bordo. Otra alternativa es utilizar polietileno para cubrir los costados del bordo y en el centro, donde se colocan las plantas, utilizar mulching orgánico (cáscara de maní, aserrín, paja, etc). La utilización de polietileno bicolor (blanco-negro) no está muy difundida debido principalmente a que este material mantiene muy baja la temperatura del suelo durante los meses de invierno.

Una vez colocada la cubierta plástica, generalmente se abre por el medio y luego se trasplanta.

5.4.3 Marco de plantación

El marco de plantación tiene variantes de acuerdo con la estrategia productiva.

Una forma es en hilera simple a 30 a 45 cm entre planta y 1 a 1,50 metros entre hilera. La densidad final va desde 1,48 hasta 3,33 plantas por metro cuadrado. En este sentido existen diversas alternativas de densidad de plantación.

Se debe atar, en la base de la planta, con hilo o rafia, volcando una planta hacia la derecha y otra hacia la izquierda. Se planta a tres bolillos. Una vez realizado el trasplante, se apisona suavemente con la mano alrededor de la planta para que las raíces tomen contacto con el suelo y no se formen bolsas de aire en el mismo que pueden perjudicar el enraizamiento, y se realiza el primer riego. Luego no se riega más hasta que comienza la floración. Esto se hace para estimular al sistema radicular.

5.4.4 Riego

El riego en el cultivo de tomate bajo cubierta, es de fundamental importancia. Conjuntamente con el agua se disuelven los fertilizantes. Tanto el riego como la dosificación de los nutrientes se hará considerando el estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (características tanto físicas como químicas del suelo, clima del invernadero, época del año, calidad y disponibilidad del agua de riego, etc.).

5.4.4.1 Requerimientos de agua por el cultivo y manejo del agua.

La estimación de los requerimientos de agua por el cultivo de tomate para la región Cinturón Hortícola Platense es algo empírica ya que no hay estudios concretos. Pero de acuerdo con el estado fenológico en la etapa que transcurre entre el trasplante y la floración prácticamente no se riega. A partir de ese momento, las cantidades que se riegan van creciendo y dependen fuertemente de las condiciones climáticas. Generalmente se aplican entre 1 y 2 litros por metro cuadrado. A medida que avanza la fase vegetativa se incrementan las dosis diarias. En el período reproductivo, las dosis pueden llegar a 5

litros por metro cuadrado y día en las condiciones de máxima evapotranspiración.

5.4.5 Gestión de residuos plásticos agrícolas

Antes de comenzar a desarrollar el tema es necesario aclarar el concepto de Residuo Plástico Agrícola (RPA), el cual se define como aquel residuo plástico cuyo último poseedor fue el agricultor (polietileno para la cobertura de invernaderos, para mulching, micro-túneles (en invierno), envases de plaguicidas, cintas y mangueras de riego, mallas anti-insectos y demás materiales empleados en la agricultura).

- Al no existir un sistema de gestión en lo que respecta a recolección y reciclaje de residuos plásticos de origen agrícola, la acumulación permanente de los envases vacíos de plaguicidas y demás residuos plásticos en el establecimiento genera situaciones riesgosas para las personas y el medio ambiente.

La creación de estrategias de recolección y acopio de residuos plásticos agrícolas (polietileno de todo tipo, cintas y mangueras de riego, envases vacíos de plaguicidas, etc.) es uno de los mayores desafíos a enfrentar por su dispersión geográfica.

En primer lugar se debe comenzar a nivel establecimiento (cada uno de ellos deberá presentar un lugar de acopio lejano a la vivienda, a los niños, animales domésticos para evitar riesgos) para posteriormente ser llevados a una zona de similares características a la de los establecimientos pero a una escala mayor (zonal o regional). Finalmente a través de alianzas estratégicas entre cada municipio y las empresas productoras y/o distribuidoras de plaguicidas, polietileno, etc. se encarguen de recolectar por los distintos puntos de acopio zonales (definidos en base a estudios de impacto ambiental para evitar la contaminación del medio ambiente) y proceder al reciclaje de los residuos plásticos para el mismo uso (para ello deben ser clasificados previamente) o en su defecto se procederá su destrucción. Cabe aclarar que cada región productiva presenta características que la definen (economías regionales, infraestructura vial sumamente deficitaria, diferencias culturales, económicas, productivas) lo cual hacen que la organización de la logística de estos programas deban ser muy flexibles y diseñada para cada región en particular.

5.4.6 Desinfección de suelos

Con la intensificación de la horticultura en invernadero (secuencia de cultivos/año) fueron manifestándose una serie de inconvenientes, entre los cuales se encuentran los problemas sanitarios. Dentro de este grupo se han agravado los de suelo, específicamente con nemátodos, hongos, bacterias y malezas. En este sentido, la desinfección de suelo, cuyo objetivo es disminuir la población de las adversidades bióticas habitantes del suelo que afectan a los cultivos a niveles de daño económicamente aceptables, se ha transformado en una práctica de manejo casi obligada en sistemas intensivos hortícolas, florícolas, de frutilla. Entre los cultivos hortícolas más afectados se encuentra el tomate.

Existen numerosos métodos para llevar adelante esta práctica (sustrato y suelo), sin embargo el más adoptado por los productores a nivel mundial ha sido el fumigante químico denominado bromuro de metilo, debido a su gran poder biocida y a la practicidad para ser aplicado. Sin embargo el uso de este producto será prohibido como fumigante de suelo en el año 2015 a través del Protocolo de Montreal por ser un gas que contribuye a la destrucción de la capa de ozono y además es muy peligroso para la salud de los trabajadores. En este sentido surge la necesidad de probar otras alternativas para su sustitución.

En lo que respecta al CHP a través del Proyecto Tierra Sana (MP/ARG 0033 INTA/ONUDI) se están probando alternativas físicas, biológicas y químicas con diferentes resultados. Estas medidas deberían ser combinadas con el uso de variedades resistentes, prácticas culturales (fechas de siembra, diversificar la secuencia de cultivos), enmiendas orgánicas (biofumigación), etc. para ser enmarcadas en el Manejo Integrado de Plagas.

A continuación se detallarán brevemente cada una de las alternativas con sus ventajas y desventajas:

5.4.6.1 Alternativas físicas

- **Vapor de agua:** la acción biocida la ejerce el calor. Para poder desarrollar esta técnica es necesaria una caldera que es la que genera el calor para posteriormente ser transmitido al suelo o sustrato. De esta manera se logra incrementar la temperatura edáfica hasta alcanzar el nivel de desinfección adecuado. Esta técnica puede realizarse a campo o en invernadero, siendo la segunda más factible.

La mayoría de los microorganismos patógenos mueren por acción del vapor a 60 °C, durante 30 minutos, con 40 a 50 °C por más de 12 horas también se logra el mismo efecto. Cuanto mayor sea la temperatura de exposición menor será el tiempo demandado en la operación de desinfección. No obstante a temperaturas superiores a las mencionadas también hay muerte de organismos benéficos.

La sensibilidad de los organismos depende del estado fisiológico en que se encuentren al momento de realizar el tratamiento. Temperaturas de 60 °C pueden ser suficientes para el control de nemátodos y malezas cuya germinación se haya activado, ya que aquellas semillas que poseen tegumento duro, rizomas, bulbos son las más difíciles para controlar, por lo que requieren temperaturas y tiempos de exposición superiores.

Otro punto importante es que para que el flujo de vapor salga del equipo, la presión a la cual se debe encontrar el vapor dentro de la caldera debe ser superior para generar una diferencia de presión que permita la salida del vapor desde la caldera pasando por las cañerías o mangueras hasta llegar al suelo o sustrato. A mayor presión de trabajo mayor temperatura se necesitará para la vaporización. Por ejemplo: si la presión de trabajo de la caldera es de 3 bares, la temperatura necesaria para que el agua líquida pase a vapor será 132 °C.

Cabe aclarar la diferencia entre desinfección y esterilización para evitar confusiones.

Desinfección del suelo y/o sustrato: permite disminuir la fuente de inóculo manteniendo un nivel poblacional significativo de microflora del suelo como barrera biológica para contrarrestar reinfestaciones por organismos adversos.

Esterilización del suelo y/o sustrato: erradica todos los microorganismos (adversos y benéficos) dando lugar a un "vacío biológico", lo cual implica que en una reinfestación con organismos adversos, los benéficos no logren recuperarse y compensar a los anteriores generándose un desequilibrio a favor de los primeros, debido a las estrategias competitivas de supervivencia de cada grupo.

Procedimiento:

A través de dos técnicas: a) Inyector móvil de vapor: MovilVap® y b) placa móvil. A continuación se describe cada uno de ellos.

a) Inyector móvil de vapor: MovilVap®

Este equipo inyecta el vapor generado en la caldera directamente en el perfil del suelo a través de un peine vertical formado por púas ubicadas a una distancia de 20 cm entre ellas. Las mismas poseen perforaciones, en el lado opuesto al sentido de avance, el vapor sale por ellas a presión, a distintas alturas y se proyecta en forma horizontal atravesando las partículas del suelo. Por detrás el rastrillo posee una manta plástica que tiene 20 m de largo que ayuda a conservar la temperatura adquirida por el suelo durante mayor tiempo.

El equipo, cuyo ancho de labor puede ser adaptado a la distancia entre columnas de los invernaderos (o múltiplos de la misma), avanza traccionado a través de un cable de acero desde un malacate accionado eléctricamente que esta colocado en el extremo opuesto a la parcela que se quiere tratar. La velocidad de avance puede ser variada en función del tipo de suelo y tratamiento deseado. La regulación de las ruedas permite además modificar la profundidad del tratamiento, hasta un máximo de 22 cm.

El MovilVap® estándar tiene 2,90 m de ancho y trabaja hasta 22 cm de profundidad (adaptado a las dimensiones mas frecuentes y al tipo de suelo de los invernaderos en Argentina) Para un buen trabajo requiere, para estas dimensiones, 600 a 700 kg/hora de vapor (medida estándar para las calderas básicas) para realizar una buena desinfección, avanzando a una velocidad de 0,60 metros por minuto.

La presión de trabajo es de 2 kg / cm², con una temperatura de 122 °C. La temperatura mínima que alcanza en la cama es de 75 °C (temperatura de pasteurización), y que es uniforme hasta una profundidad de 20 cm.

La humedad correcta del suelo es importante en especial por debajo de los 3 a 4 cm. En el caso del suelo superficial, los primeros centímetros se pueden secar. La temperatura debajo de la manta (primeros centímetros) llega a los 90-95 °C (y no 75 °C). Con ello se logra que en esos primeros centímetros la temperatura sea mayor y la eficiencia de la desinfección sea similar aunque el suelo esté más seco.

Cuando termina de pasar la lona, o sea cuando ya se desinfectaron 22-23 m de largo (cada lona tiene 20 m), se recomienda verificar la temperatura alcanzada con un termómetro (en lo posible digital) cada 10 cm desde un extremo al otro y hasta



Foto 5.1. Equipo para vaporización de suelos.

la profundidad a la que se reguló el equipo para desinfectar, lo habitual es 20-22 cm. Este procedimiento es fácil y rápido y permite corregir rápidamente errores si los hubiera.

En caso de pequeños productores, se puede adquirir un equipo para compartir entre varios. De ésta forma se disminuye el costo por la compra del equipo. Los productores generalmente plantan todos en el mismo momento. Sin embargo, la desinfección puede realizarse desde 30-35 días antes de la plantación, lo que hace factible compartir el equipo. Hay que tener en cuenta de no reingresar al invernadero luego de la desinfección para evitar la reinfestación.

El MovilVap® fue creado y patentado, para la Argentina y el exterior, por una empresa ubicada en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, Argentina. La idea nació hace más de 20 años, debido a la necesidad propia de uno de los creadores del equipo (Foto 5.1).

b) Placa móvil

El sistema de placas móviles, consiste en enviar el vapor por intermedio de una manguera adecuada y previo paso por un condensador para eliminar totalmente el agua que se produce al principio del tratamiento, a una caja de metal (preferentemente de aluminio), de dimensiones variables en cuanto a ancho y largo, estas medidas están en función de la capacidad de generación de vapor de la caldera, la profundidad es de aproximadamente 25 cm. (Fotos 5.2 y 5.3)



Foto 5.2. Sistema de placas móviles para desinfección de suelos.



Foto 5.3. Movimiento de las placas móviles.

La placa se apoya sobre el suelo por su base, que es abierta. El vapor que llega con presión desde la caldera choca contra un difusor y se expande en toda la cavidad, toma contacto por su base con el suelo al cual comienza a penetrar por sus poros. En función de la capacidad del generador de vapor y de la superficie de la caja, el vapor es capaz de penetrar en profundidad, variando ésta con la forma de preparación y el tipo de suelo y en relación directa con el tiempo que permanece la caja en cada estación.

El tratamiento mediante placas se puede hacer abarcando el total de la superficie o se puede tratar sólo los lomos preparados para el transplante.

Hay que tener en cuenta, que al realizar la desinfección en forma sectorial (por ejemplo, los camellones) se corre el riesgo de que el suelo tratado pueda rápidamente ser re infectado debido a la baja concentración de microorganismos antagonistas (efecto boomerang) y la cercanía al suelo no tratado.

El movimiento de las placas entre cada estación de aplicación, se puede realizar a mano tomando a las placas por sus asas, o en algunos casos se puede mover mediante “ayudas” mecánicas.

También se pueden montar en una estructura de hierro para el acople en el levante de tres puntos del tractor, con lo cual se facilita el movimiento entre cada estación de aplicación, pero se ha descartado por la compactación del suelo que producen las ruedas. Con el modelo de placas para lomos se pueden montar varias en paralelo para que en cada estación se traten varios simultáneamente, la cantidad estará en relación con la superficie total de todas las placas, la que estará determinada por la capacidad de generación de vapor de la caldera.

Durante la aplicación, en un determinado momento, la penetración del vapor comienza a ser más lenta. Si se continuara insuflando la misma cantidad de vapor la placa comenzaría a levantarse. Por lo tanto, antes que ocurra el levantamiento de la placa la caldera debe insuflar menos vapor.

Suponiendo que se utiliza la placa para llegar a 20 cm de profundidad, al principio por ejemplo se insufla a 1000 kcal/hora. A los pocos minutos hay que disminuir las kcal/hora, llegando en últimos minutos a insuflar el 10% de lo inicial. Se debe considerar que se disminuye la eficiencia en la medida en que la profundidad de desinfección aumenta.

Si bien la desinfección de suelos con vapor es muy efectiva, con cualquiera de las dos técnicas que se utilizaran, no se adapta fácilmente a los sistemas de producción de tomate en invernadero de la región platense

■ **Solarización:** se basa en el calentamiento del suelo a través de la radiación solar, alcanzando temperaturas entre 36 y 50 °C en los primeros 30 cm del suelo. Se puede realizar a campo como bajo cubierta, aunque la segunda opción es más eficiente. A pesar de que el calor es el principal agente de



Foto 5.4. Método de solarización de suelos para desinfección usado a campo.

control, se demostró que la solarización puede activar procesos biológicos que se sinergizan para el control de los patógenos de suelo, especialmente cuando las temperaturas alcanzadas no fueran suficientemente altas para justificar el control (Devay y Katan, 1991) (Foto 5.4).

El modo de acción de este método es complejo, en forma directa la alta temperatura destruye los propágulos, existen cambios en las poblaciones y actividades microbianas, como también en las propiedades físicas y químicas del suelo (Chen *et.al.*, 1991; Devay y Katan, 1991). Simultáneamente la generación de compuestos volátiles tóxicos para los patógenos de suelo mejoran el control.

La efectividad de la solarización y la temperatura alcanzada según Devay y colaboradores (1990, 1991), dependerá de: a) Factores edáficos (textura, estructura (preparación del suelo), humedad del suelo); b) Factores climáticos (temperatura del aire (máxima, mínima y duración), estación del año, longitud del día, intensidad lumínica, velocidad y duración del viento, tiempo de exposición); c) Factores de la cobertura plástica (tipo de polietileno, color (importante que sea transparente), espesor del polietileno).

Procedimiento

Se debe humedecer el suelo y posteriormente se lo debe cubrir con polietileno transparente de 40 micrones para ser



Foto 5.5. Método de solarización de suelos para desinfección aplicado en un invernadero.

mantenido por un mes. Cabe aclarar que existen antecedentes con muy buenos resultados en el NOA (Salta, Jujuy, Tucumán) y NEA (Corrientes), mientras que para Buenos Aires (zona de La Plata) es conveniente hacerlo entre diciembre y enero, debido a que es la época de mayor radiación y temperatura.

Es importante mantener el suelo húmedo durante la solarización para incrementar la conductividad térmica, activar las formas de resistencia (germinación) de los diferentes organismos perjudiciales habitantes del suelo y aumentar su sensibilidad a las altas temperaturas (Pullman *et al.*, 1981).

El tiempo mínimo de solarización que concluyen numerosos autores en sus trabajos es de un mes en verano (Stapleton y Devay, 1984; Kodama y Fukui, 1982; Siti *et al.*, 1982; Katan *et al.*, 1983; Malathrakis, 1987; Tamietti y Garibaldi, 1987; Cebolla *et al.*, 1989).

Existen antecedentes en Uruguay que indican que la solarización realizada en invernáculo por seis semanas alcanzó temperaturas máximas de 50-53 °C a 5 cm de profundidad y 40-43 °C a 15-20 cm siendo efectivo en el cultivo de tomate para el control de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. No obstante *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Streptomyces* sobrevivieron a la solarización y posiblemente han contribuido al control biológico del cancro bacteriano, mientras que el bromuro de metilo aplicado a una dosis de **70 gr/cm²** no controló la enfermedad (Antoniou *et al.*, 1995).

También se han obtenido muy buenos resultados en el control de los siguientes patógenos: *Verticillium* spp.; *Rhizoctonia solani*; *Sclerotium* spp.; *Pyrenochaeta lycopersici*; *Fusarium* spp.; *Phytophthora* spp.; *Pythium* spp.; *Sclerotium* spp. y *Sclerotinia* spp. (Katan, 1981; Pinkerton *et al.*, 2000; Pullman *et al.*, 1981; Porter *et al.*, 1982).

Respecto a nemátodos la solarización ha logrado una disminución significativa en las poblaciones de diferentes especies, sin embargo los resultados son altamente variables en especies de *Meloidogyne* (Katan, 1981; Stapleton *et al.*, 1987; Gaur y Dhingra, 1991). La viabilidad de los huevos comienza a reducirse cuando son expuestos a 45 °C en cortos períodos. Las temperaturas letales que presentan efecto rápido son de 65 a 70 °C. *Los incrementos en la temperatura tienen mayor efecto que el aumento en el tiempo de exposición* (Madulu y Trudgill, 1994). La exposición a 53 °C durante 5 minutos es letal para *M. incognita*. La zona efectiva de la solarización son los primeros 15 cm de profundidad y a medida que aumenta la profundidad la eficacia va disminuyendo. Esto es una limitante por la forma en que se movilizan los nemátodos.

Finalmente la solarización también es efectiva para el control de malezas. Según Horowitz y colaboradores (1983) cuando se alcanzan temperaturas mayores o iguales a 45 °C y mejora el control cuando se incrementa el tiempo de exposición a dichas temperaturas. Exposiciones a temperaturas diarias oscilantes con máximas de 45 °C durante dos semanas resultaron en la muerte de todos los tubérculos de *Cyperus esculentus* y *C. rotundus* (Chase *et al.*, 1999).

También la solarización es efectiva para otras malezas de hábito anual o perennes (*Amaranthus*, *Anagallis*, *Avena*, *Cap-sella*, *Chenopodium*, *Convolvulus*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Eleusine*, *Fumaria*, *Lactuca*, *Lamium*, *Mercurialis*, *Molucella*, *Montia*, *Notobasis*, *Phalaris*, *Poa*, *Portulaca*, *Sisymbrium*, *Solanum*, *Sorghum*, *Stellaria* y *Xanthium*). Cabe aclarar que *C. rotundus* fue parcialmente controlado (Rubin *et al.*, 1981).

En síntesis las ventajas de la solarización se encuentran el control de microorganismos mesófilos (mayoría de patógenos (hongos, bacterias), nemátodos, insectos, semillas de malezas) sin destruir al grupo de las micorrizas y las bacterias promotoras de crecimiento como *Bacillus* spp. (Pinkerton *et al.*, 2000). Cuando los propágulos se exponen a temperaturas subletales (no llegan a la muerte) quedan debilitados o parcialmente

dañados y poseen menor potencial de inóculo, longevidad, germinación y crecimiento más lento, siendo más vulnerables a la acción de los antagonistas (Katan, 1981).

Otra ventaja es el aumento del rendimiento por promover el crecimiento del cultivo (el calentamiento acelera y aumenta la disponibilidad de nutrientes e incrementar la densidad poblacional de organismos benéficos del suelo como *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. y *Trichoderma* spp., actinomicetes y hongos micorríticos) (Ristaino, 1991; Devay *et al.*, 1990; Devay y Katan, 1991).

Cabe aclarar que es importante que en suelos solarizados se inducen los fenómenos de supresión que previenen el restablecimiento de los patógenos post-solarización (Devay y Katan, 1991; Gamliel y Katan, 1993), los cuales no ocurren en suelos desinfectados con vapor o fumigantes químicos.

La solarización para el cultivo de tomate presenta como desventaja en el CHP la dificultad del tiempo que debe permanecer el suelo inactivo (sin producir), lo cual dificulta el escalonamiento de la producción para ofrecer continuidad del producto. Sin embargo se pueden rotar lotes y seleccionar algunos para ser solarizados de manera de no perder continuidad en la venta y oferta de productos (Foto 5.5).

5.4.6.2 Alternativas biológicas

■ **Biofumigación:** es un método que aprovecha por un lado la fuente calórica de la solarización para incrementar la temperatura edáfica y por otro lado el efecto de la descomposición de la materia orgánica incorporada al suelo para ejercer el efecto biocida. Como fuente de materia orgánica, habitualmente se utiliza estiércol animal y restos de cultivos especialmente de la familia crucíferas (coliflor, brócoli, repollo, etc.). Estas especies cuando se descomponen tienen la particularidad de liberar ciertas sustancias (metil-iso-tiosanato y amonio) que producen la muerte de un gran espectro de organismos perjudiciales habitantes del suelo. Además el agregado de materia orgánica mejora las propiedades físicas del suelo favoreciendo la estructura del suelo por otorgarle mayor porosidad y también permite el desarrollo de organismos antagonistas.

Procedimiento

Los restos vegetales y el estiércol se deben incorporar al suelo mecánicamente a través de varias pasadas de rastra de discos o arado rotativo. Una vez incorporada la materia orgánica, el suelo debe cubrirse con polietileno transparente para poder captar la radiación solar e incrementar la temperatura del suelo. Este incremento térmico acelera la descomposición de la materia orgánica y elimina organismos perjudiciales del suelo.

El éxito de la biofumigación depende de diferentes factores, entre ellos: a) Edáficos (preparación del suelo y humedad del suelo) y b) Climáticos (tiempo de exposición y temperatura lograda durante el período de exposición).

Este método debe realizarse en los meses de mayor temperatura durante 30 a 45 días aproximadamente, dependiendo de las características agroecológicas de cada región.

Esta metodología ha tenido buenos resultados en el norte del país.

5.4.6.3 Alternativas químicas

Se utilizan productos de síntesis química que al tomar contacto con el ambiente se transforman en gases, razón por la cual se los denomina fumigantes químicos. En la Argentina se han evaluado numerosos productos (Foto 5.6).



Foto: E. Gabriel.

Foto 5.6. Alternativa química para la desinfección de suelos.

En lo que respecta a productos disponibles en el mercado para tomate se encuentran los siguientes: Metam Sodio, Metam Potasio, Agrocélhone, Dazomet como alternativas al Bromuro de Metilo de acuerdo a la Resolución 507/08.

Además en diferentes zonas del país existen otros productos que están actualmente en diferentes etapas de desarrollo como Metam Amonio, Ioduro de Metilo y Dimetil Disulfuro. Cabe aclarar que en todos los casos se debe utilizar durante la aplicación el atuendo apropiado para evitar intoxicaciones, dado que son productos altamente tóxicos.

A continuación se detallarán las formas de aplicación, las ventajas y desventajas de cada uno. En todos los casos la aplicación puede realizarse por el sistema:

■ **Riego por goteo:** se aplica directamente el producto diluido al 50 % en la entrada de cada llave de riego por medio de la bomba centrífuga o si es posible directamente desde el cabezal de riego, lo cual no recomendamos por la posibilidad del depósito de residuos en algún sector ciego de cañerías y que pueda luego contaminar otros lotes.

También se puede aplicar con un dosificador volumétrico, tipo DOSATRON que logra inyectar el producto a la concentración óptima en la entrada del lote, lo que logra mejorar la distribución respecto a la forma anterior.

■ **Inyección:** el producto se aplica directamente al suelo con la máquina alomadora. La misma arma el lomo e inyecta puro en el suelo el fumigante y simultáneamente va colocando la cinta de riego y el polietileno de cobertura (mulching) realizando una mejor distribución del producto mejorando la performance de las formulaciones líquidas.

En el caso de Dazomet por ser de formulación granulada se debe distribuir al superficialmente al voleo y luego incorporarlo con rastra rotativa, luego se distribuyen las cintas de goteo, se coloca el mulching y finalmente se realiza el riego.

■ **Metam Sodio (MS):** la dosis utilizada en el CHP es la recomendada por marbete del Vendaval Fumigante 51: **80 cc/m²**.

• **Eficiencia fungicida:** en ensayos realizados en el CHP el MS no presentó diferencias significativas con respecto al Bromuro de Metilo, comportándose incluso mejor que este en el control de *Phytophthora capsici* en el cultivo de pimiento.

• **Eficiencia nematocida:** de todas las parcelas realizadas (más de 100 en los últimos 6 años) el MS fue inferior (existen diferencias significativas) en el control respecto al Bromuro de Metilo, fundamentalmente si se parte de poblaciones altas de nemátodos, especialmente con *Nacobbus* spp., excepto en escasas ocasiones. En este sentido y dado que en la zona del CHP *Nacobbus aberrans* es endémico necesitamos mejorar su performance complementándolo con el uso de nematocidas como Etoprop (Mocap 70 EC) aplicado en dos dosis separadas por 7 a 10 días entre sí de **4l/ha**. El mismo deberá ser aplicado a partir de visualizar primeros nódulos en raíces, o por regla general a partir de los 50 días desde el transplante, logrando un buen control de este nemátodo.

• **Eficiencia herbicida:** en general el MS realizó un muy buen control de las semillas de malezas, a excepción del cebollín, *Cyperus rotundus* L especie a la que hay que estudiar mejor el momento óptimo para tratarla, no obstante el MS es muy buen herbicida.

• **Eficiencia insecticida:** si bien no se han presentado problemas de insectos de suelo a lo largo de los ensayos, existen antecedentes que ejerce un buen control de adultos y formas juveniles.

• **Rendimiento:** en los ensayos realizados, en algunos casos, no existieron diferencias significativas respecto al Bromuro de Metilo. En otros estuvo alrededor de un 5 a 7 % por debajo del Bromuro de Metilo.

■ **Metam Potasio (MP):** la Dosis utilizada en el CHP es: **60 cc/m²**.

• **Eficiencia fungicida:** ídem a los resultados del MS en los ensayos realizados en el CHP.

• **Eficiencia nematocida:** de todas las parcelas realizadas la eficiencia en el control de nemátodos del MP fue inferior al de Bromuro de Metilo e incluso al MS. Aunque estadísticamente no fue significativo, si se puede observar una leve diferencia en estado general de las plantas. También se debe complementar con el uso de nematocidas como el Etoprop (Mocap 70 EC) aplicado igual y en el mismo momento que para MS a una dosis entre **4-5l/ha** logrando buenos resultados.

• **Eficiencia herbicida:** en general el MP realizó un muy buen control de las malezas, excepto el del trébol blanco y cebollín, especies a las que se debe profundizar su estudio

(momento óptimo para tratarlas), a pesar de ello el MP es muy buen herbicida.

- *Eficiencia insecticida*: ídem a MS.
- *Rendimiento*: ídem al MS.

■ **1-3 dicloropropeno + cloropicrina**: la dosis utilizada en el CHP es: **50 cc/m²**. Se debe tener la precaución de cuidar los componentes de aplicación y de riego ya que disuelve el PVC en concentraciones altas. Debiendo usarse también protección adecuada a la vista y vías respiratorias por tener alta concentración de Cloropicrina, sustancia muy lacrimógena.

- *Eficiencia fungicida*: en ensayos realizados en el CHP el AG no presentó diferencias significativas con respecto al Bromuro de Metilo.

- *Eficiencia nematocida*: de todas las parcelas realizadas (más de 30 en los últimos 3 años) el AG no presentó diferencias

significativas respecto al Bromuro de Metilo, aunque si bien se observa que el control es un poco menor se pudo llegar a realizar el doble cultivo de tomate sin aplicar nematocidas de refuerzo. Por lo tanto se comporta mejor en este aspecto que el MS.

- *Eficiencia herbicida*: en general el AG realizó un muy buen control de las semillas de malezas, excepto del cebollín y del trébol blanco, sin embargo es muy buen herbicida.

- *Eficiencia insecticida*: ídem a MS.
- *Rendimiento*: en los ensayos realizados el AG no presentó diferencias significativas respecto al bromuro de metilo, excepto en algunas ocasiones que fue levemente superior y en otras levemente inferior, en ambos casos alrededor de un 5 % superior o inferior.

■ **Dazomet**: la Dosis utilizada en el CHP es: **50 g/m²**.

Por liberación de metil-iso-tiocianatos su eficiencia como biocida es similar a la del MS.



capítulo 6

*Producción de
tomate a campo*





1 Suelo

1.1 Elección del terreno

Se deberá realizar en la temporada anterior al cultivo para detectar la presencia de malezas perennes o difíciles de combatir con el cultivo de tomate implantado.

Se deberá evitar lotes que presenten las siguientes malezas en un porcentaje superior al 30 % de la finca: *Wedelia glauca* "clavel amarillo" o "chilquilla"; *Convolvulus arvensis* "correhuela" y *Cyperus sp* "tamascán" o el caso de la presencia de malezas anuales como *Solanun sp* "tomatillo" y *Polygonun convolvulus* "suspiro".

El terreno elegido debe tener una infraestructura adecuada, fácil acceso con vehículos para sacar la producción, tener disponibilidad de mano de obra y viviendas, cumpliendo los requerimientos de agua potable y sanitarios.

1.1.1 Condiciones fisicoquímicas y biológicas mínimas

No se podrá cultivar tomate si el terreno presenta los siguientes impedimentos:

- Granulometría con porcentajes superiores a 30 de arena gruesa.
- Pendientes de riego superiores al 0,3 %. En los casos de lotes con pendiente 0 se deberá prever la salida del agua para cultivar dichos terrenos.
- Relación de Adsorción de Sodio superior a 10.
- Conductividad eléctrica superior a 4 dS.m⁻¹.
- Napa freática inferior a 1 m.
- Presencia del nematode *Nacobbus aberrans*.

1.2 Preparación del terreno

Se debe llevar a cabo con suficiente antelación para permitir la corrección de los problemas enunciados anteriormente, como evaluar la necesidad de realizar el subsolado, destrucción de



Foto 6.1. Subsólado de suelo.

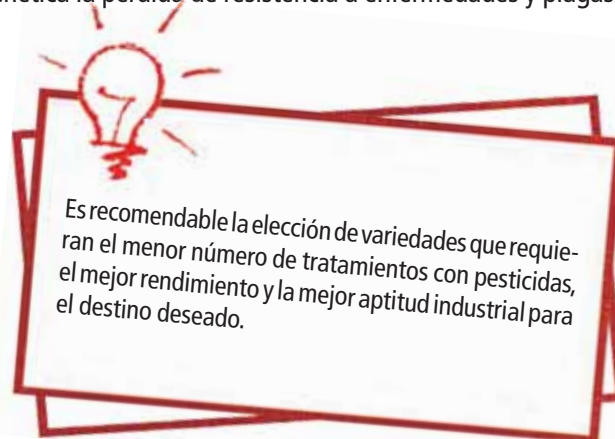
plantas de malezas, lavado, nivelado, incorporación de abonos verdes e incorporación de estiércoles.



2 Elección de la variedad

Se deben elegir variedades que respondan favorablemente a las condiciones agroclimáticas de la zona, a los fines de asegurarse buenas posibilidades de éxito comercial. Estas variedades deberán provenir de germoplasmas no transgénicos debidamente certificados por los respectivos proveedores.

No se deberán utilizar semillas F2 para evitar por segregación genética la pérdida de resistencia a enfermedades y plagas.





3 Época de plantación

La época de plantación, en cultivos a campo con y sin protección o coberturas, son las siguientes para las diferentes áreas de producción:

- **San Juan y Jocolí (Mendoza):**

- Tempranas con protección desde 15 de julio al 30 de agosto y sin protección 1 de setiembre 10 de octubre.

- Tardías desde el 10 de octubre al 31 de diciembre.

- **Mendoza: resto de Lavalle, Guaymallén, Norte de Maipú, San Martín y Rivadavia**

- Tempranas sin protección: desde 20 de septiembre hasta 20 de octubre.

- Tardías: 1 de noviembre al 31 de diciembre.

- **Mendoza: Luján, resto de Maipú, Sur de Rivadavia, resto del Este, Zonas Altas del Valle de Uco:** desde 15 de octubre hasta 20 de diciembre.

- **Mendoza: resto del Valle de Uco y sur de la Provincia y Alto Valle de Río Negro** desde 2 de noviembre hasta 5 de diciembre.

- **NOA temprana y Corrientes** 15 de enero al 10 de marzo y NOA tardío 15 de julio al



4 Rotaciones

Se deberán realizar no más de 3 años por cada 5 con tomate intercambiando el tomate con abonos verdes invernales y/o estivales. Los cultivos a rotar no deberán ser solanáceas recomendándose principalmente gramíneas leguminosas y aliáceas.



5 Riego (ver parte general)



6 Cosecha

6.1 Mecánica

Las cosechadoras de tomate exigen camas de plantación lo más largo posibles asociadas con el sistema de riego y las pendientes pudiendo acoplarse cuadros o lotes por destrucción de las acequias transversales de riego previo a la cosecha conformando así camas de no menos de 120 m de largo. Con estos largos de surco, se alcanzan rendimientos de 7.000 kg.hora en máquinas tiradas por tractor con 8 operarios y 18 a 25.000 kg/hora en autopropulsadas con dos operarios. Generalmente, se toma la decisión de cosechar con el cultivo lo más rojo posible monitoreando el porcentaje de sobremaduros o podridos que no debiera superar el tres a cinco por ciento al comenzar la cosecha. Para establecer esto, se deben muestrear plantas al azar y contar sus frutos clasificados por madurez estableciendo los porcentajes.

La cosecha mecánica exige disponer de:

- Un cultivo poco enmalezado, libre de cascotes y piedras sobre la línea de plantas.

- Variedades que tengan frutos con capacidad de mantenerse rojos sanos, firmes desde el primer fruto rojo hasta que la planta alcance el 90 % del total de los mismos en estado rojo en todas las plantas de la superficie a cosechar.

- Planificar el cultivo con la disponibilidad de la máquina para la fecha determinada y la capacidad de recepción en fábrica.

- Disponibilidad de camiones de acuerdo a las horas a cosechar.

- El corte definitivo del riego colabora con la concentración de la maduración de los frutos, en suelos pesados se debiera ejercer el corte definitivo del riego con un 30% de frutos rojos y en un suelo arenoso un 70% de los mismos.

6.2 Manual

La cosecha manual en cultivos de variedades determinadas para industria no se exige que las variedades tengan tanta capacidad de almacenaje con frutos rojos en el campo pero sí firmeza para ser transportadas a granel, en general, se realizan tantas pasadas o cosechas como lo vaya exigiendo la maduración del cultivo. En el caso de plantas determinadas sin soportes, la extracción manual de frutos de la planta debe realizarse con el mínimo movimiento de la misma para evitar exponer los frutos verdes remanentes al sol que terminarían asoleados. Normalmente un cosechador recoge 1200-1500 kg. día de ocho horas. A partir de la primera cosecha, los riegos siguientes se realizan con poca cantidad de agua para permitir el ingreso de los cosechadores, su función es el mantenimiento hídrico de las plantas para futuras cosechas. En el caso de tomates cuyas plantas han sido conducidas con soportes los frutos se van extrayendo de acuerdo al nivel de maduración que van alcanzando de acuerdo a las exigencias del mercado.



Foto 6.2. Cosecha: a) mecanizada, b) manual.





capítulo 7

Producción
de tomate a campo
bajo malla antigranizo



Producción de tomate a campo bajo malla antigranizo

Un sistema de producción bajo malla antigranizo consiste en disponer el cultivo bajo una estructura cubierta por una malla plástica, cuyo tramado de hilos, permite el paso del aire, agua y luz solar, pero impide el paso al granizo.

Las estructuras de malla antigranizo se utilizan para asegurar la producción y la calidad de los cultivos en zonas desérticas del Oeste del país ya que a campo abierto, la frecuencia de vientos desecantes, la alta radiación y la baja humedad relativa durante el día sumado a la alta frecuencia e intensidad de las tormentas

graniceras, se corre el riesgo de perder total o parcialmente el cultivo así como su calidad.

Las estructuras de malla antigranizo van de sistemas sencillos de bajo costo que solo dan sostén a la cubierta de malla, hasta sistemas más costosos que permiten también darle sostén al cultivo que se desarrollará bajo la misma, y protección lateral contra el viento, al granizo y al ingreso de animales domésticos.

El concepto de cultivo bajo malla antigranizo permitió el paso de producción extensiva de tomate a producción intensiva, de alto rendimiento y calidad. El manejo del suelo, riego, fertilizaciones y sanidad del cultivo son esenciales para asegurar una buena relación costo/beneficio.



Foto 7.1. Cultivo de tomate indeterminado bajo malla antigranizo.



Foto 7.2. Cultivo de tomate bajo malla antigranizo.



1 Ventajas de la producción bajo malla antigranizo.

- Protección contra condiciones climáticas extremas.
- Permite el control directo de las tormentas graniceras, lo que implica una disminución del riesgo de la inversión realizada.
- Control sobre otros factores climáticos:

La presencia de la malla genera un microclima más moderado al disminuir las temperaturas máximas, aumentar las mínimas y aumentar la humedad relativa.

La malla antigranizo provoca una reducción de entre un 10 y 20 % de radiación, generando menor temperatura sobre el cultivo durante los picos diarios de máximas que generan condiciones de estrés hídrico y térmico, que se traducen en un mayor rendimiento y calidad del fruto.

- Extensión del período de cosecha:

La presencia de malla antigranizo genera un aumento de las temperaturas mínimas bajo ella sumado a otras técnicas de forzado como mulching y túnel, se logra extender el período de temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo, logrando prolongar la cosecha.

- Mejor calidad de la cosecha:

La malla antigranizo realiza un control directo del granizo, viento y temperatura diaria. Esto se traduce en un mayor rendimiento y aumento de la calidad respecto a un cultivo de campo.

- Adaptación a cada productor:

El productor puede adaptar rápidamente esta técnica ya que adecua la estructura a las parcelas que actualmente tenga cultivadas.

- Facilidad de instalación:

Tanto los técnicos especializados en la construcción como los materiales que son necesarios para construir estas estructuras son accesibles en el mercado.

- Durabilidad :

La durabilidad de la malla antigranizo depende de su fabricante, que si cuenta con certificación del INTI estará en 10 años de garantía como mínimo y también dependerá de la profesionalidad de su instalador para que sea colocada correctamente.



2 Desventajas de la producción bajo malla antigranizo

- Alto valor de la inversión inicial.
- Uso intensivo del suelo:

El cultivo de tomate bajo malla antigranizo pasa a ser un cultivo intensivo con escasa a nula rotación del suelo, que trae aparejado problemas fitosanitarios a nivel de raíz y cuello de la planta. Los tratamientos para manejar un buen estado sanitario del suelo trae aparejado un aumento de costos.



3 Tipos de malla

La "Malla Antigranizo" es una tela realizada con el método de "giro inglés" a partir de un monofilamento de polietileno de alta densidad.

Al usar este método se logra una trama más rígida, que es lo que permite que cuando el granizo cae, golpee contra la malla y rebote.

Las telas pueden ser blancas o negras. Siendo la negra la más usada.

Deben cumplir con los siguientes aspectos técnicos:

- No deben superar el 20 % de sombreado.

- Densidad de 2,5 hilos / cm

• Tener tratamiento contra rayos UV para asegurarse la durabilidad

- Gramaje de la malla no debe ser menor a 52 g / m²
- Soportar una carga de hasta 18 kg / cm².

Un detalle importante a visualizar es el refuerzo de los dos bordes de la tela. Si la tela posee más de 2,10 m de ancho debe llevar refuerzos centrales.

Estos refuerzos consisten en una mayor concentración de hilos cuyo ancho es variable según el fabricante.

Se debe considerar la importancia de los refuerzos laterales que se usarán para unir la tela a la estructura para evitar que la misma se rompa.



Al momento de adquirir la malla antigranizo, se debe pedir al fabricante que cuente con la certificación del INTI asegurando la calidad de la misma.



4 Colocación de la malla

La instalación de mallas antigranizo consta de dos partes bien diferenciadas:

- una estructura rígida de madera y alambre
- una cubierta de malla antigranizo

La estructura rígida de madera, dependiendo de si dará sostén o no al cultivo, consta de 2 partes: una llamada "estructura alta" que da sostén únicamente a la malla antigranizo y la "estructura baja" que dará sostén al cultivo.

4.1 Estructura alta

Consiste en formar una cuadrícula sobre el terreno con postes de madera de eucalipto tratado de 0,20 a 0,25 m de diámetro y 4,50 a 5,00 m de alto; dispuestos a 4 a 5 m en sentido transversal al riego y de 8 a 12 m en el sentido longitudinal al riego enterrados a 0,50 m de profundidad.

En el caso que no se vaya a construir la estructura baja y con el objetivo de bajar costos se disponen los postes en sentido longitudinal a tresbolillos.

Sobre el extremo superior de cada poste se coloca un sombrero de plástico con protección UV. Esto permite que luego la tela al raspar con el poste no se rompa.

Los postes perimetrales en el sentido longitudinal deben llevar una inclinación hacia fuera siendo de 60 a 70 cm la distancia entre la base del poste y la proyección del extremo superior.

Para darle rigidez a la estructura, los postes de madera, se vinculan entre sí y al piso mediante alambres de alta resistencia a saber:

- Perimetral: vincula los postes perimetrales, dispuesto a 2,10 m de altura.
- Cumbre: vincula los postes en sentido longitudinal pasando por el extremo superior y bajando por cada perimetral al ancla.
- Riendas: permiten dar rigidez a la estructura fijando los perimetrales mediante 2 riendas, una desde el extremo superior y otra desde 2,10 m de altura, al ancla de hierro de 1,60 m de largo unida a un palo de 0,70 m de largo por 0,18 a 0,20 m de diámetro enterrado transversalmente a 1,3 m de profundidad..
- Longitudinal : vincula el alambre perimetral en el sentido longitudinal a la mitad de la distancia entre los perimetrales (2,00 a 2,50 m). Permite unir las telas entre sí.
- Transversal: vincula los postes en sentido transversal pasando alternadamente entre el extremo superior de cada poste con el alambre longitudinal uniéndose en el extremo de la estructura al alambre perimetral.

La cubierta propiamente dicha de malla antigranizo se dispone en planos inclinados como un techo a dos aguas teniendo como cumbre la línea longitudinal de los postes de madera.



Foto 7.3. Detalle del sombrero plástico.



Foto 7.4. Vista del sombrero plástico colocado sobre el poste.



Foto 7.5. Cultivo de tomate indeterminado bajo malla antigranizo vista de tubos rotantes.

El ancho de la tela es variable en función de la distancia transversal entre postes y su altura.

La malla se une al alambre de cumbrera y al alambre longitudinal mediante plaquetas de plástico con tratamiento UV. En los extremos se pueden sostener mediante nudos realizados con la misma malla a un tramado de alambre o se emplean tubos rotantes (ver Fotos 103, 104 y 105) que se unen al poste y alambre perimetral.



Foto 7.6. Detalle de plaquetas.



Foto 7.7. Cultivo de tomate indeterminado bajo malla antigranizo, vista de plaquetas.

Es importante que cada plano de la malla sea una pieza independiente del otro plano, de manera que la tela no quede montada sobre los postes y el alambre de cumbrera. Esto evita que por fricción se rompa la tela en la zona que apoya en los postes.

La tensión que se le da a la tela debe permitir que ante una pequeña carga de granizo la tela ceda en el sentido longitudinal y se separe en la línea del alambre longitudinal y se provoque la descarga. En caso de estar muy tensa no se provoca la separación y el granizo se embolsa.

4.2 Estructura Baja

Cosiste en intercalar cada 3,00 a 4,00 m longitudinalmente entre los postes que dan sostén a la tela, unos postes de 2,50 m de altura y 0,08 a 0,10 m de diámetro (enterrados 0,40 m). Esto permite lograr una estructura baja de 2,10 m de altura a 3 x 4 ó 4 x 4 ó 4 x 5 etc. que dará sostén al cultivo.

Este tramado de postes se une por su extremo superior (2,10 m) longitudinal y transversalmente mediante alambres de alta resistencia.

En el sentido longitudinal el alambre se une al poste perimetral el cual ya está fijado al ancla mediante sus dos riendas. En el sentido transversal se unen en cada extremo a un cabecero



Foto 7.8. Cultivo de tomate indeterminado bajo malla antigranizo, detalle de postes perimetrales y riendas.



Foto 7.9. Cultivo de tomate indeterminado bajo malla antigranizo, vista de postes perimetrales.

de 0,25 a 0,30 m de diámetro y 3,00 m de largo, enterrado 0,50 m y colocado inclinado hacia fuera. El cual se fija mediante dos riendas a un ancla.

Se disponen 2 líneas de cultivo debajo de cada cabreada, separadas de 0,80 a 1,00 m de la línea de postes. En la proyección de cada línea de cultivo se disponen dos alambres separados a 0,50 m. Los mismos son sostenidos longitudinalmente por los alambres transversales de la estructura baja y en los extremos se unen a un cabecero que se une mediante una rienda a un ancla pequeña.



5 Consideraciones previas a la implantación

La construcción de una estructura para malla antigranizo implica una considerable inversión, amortizable en varios años. A fin de que el cultivo reditúe los máximos beneficios, deben considerarse las siguientes premisas:

5.1 Conocer el suelo

Deben hacerse los correspondientes estudios edafológicos, con el objeto de establecer la posibilidad del cultivo del tomate en el lugar previsto.

Este estudio se referirá fundamentalmente a la profundidad de suelo, existencia de capas impermeables, fertilidad, salinización, etc. De manera que si fuera necesario hacer labores de profundidad y lavados sean realizados antes de la construcción de dicha estructura ya que luego de construida no se podrán hacer durante el primer año estas tareas por la posibilidad de que ceda el terreno en la zona donde están implantados los postes con el consiguiente descuadre de toda la estructura.

5.2 Dimensión de las estructuras y trazado de calles internas

En caso de poder planificar la instalación de cultivos bajo malla antigranizo se debe prever en torno a la futura estructura una avenida perimetral de 8,00 a 10,00 m de amplitud. Se trazarán calles internas o callejones demarcando de esa manera los cuadros de cultivo. Estos callejones tendrán un ancho mínimo de 4,00 metros.

El largo de los cuadros deberá estar acorde al largo de surco o línea de goteo y el ancho del cuadro se estima que no debe sobrepasar los 400,00 m, de manera que quede delimitado por callejones que faciliten el movimiento de la maquinaria y el tránsito de vehículos de carga especialmente al momento de la cosecha.

5.3 Nivelación del terreno

En caso de realizar riego superficial es aconsejable realizar la nivelación del terreno para asegurar la máxima eficiencia del riego, evitando la erosión del suelo y predisponiendo las plantas a que logren el máximo potencial vegetativo indispensable para una producción satisfactoria.

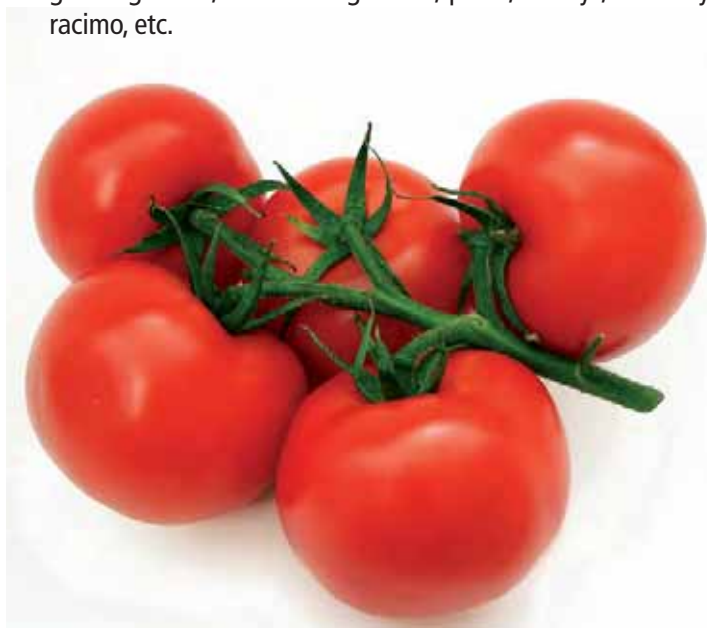
En caso de aplicar riego por goteo si bien no es tan necesaria una correcta nivelación, si es necesario que el terreno marque una pendiente del 0,1 % en el sentido de las líneas de cultivo hacia alguno de los callejones que lo rodean de manera que se permita una buena salida del agua en caso de lluvias torrenciales.



6 Selección de variedades

Por el costo inicial de la inversión es necesario realizar bajo la malla antigranizo un cultivo que permita obtener una alta producción. Esto se logra con variedades de crecimiento indeterminado que permiten tener cosecha durante el periodo de condiciones climáticas favorables (5 meses aproximadamente).

De acuerdo al tipo de fruta demandada por el cliente se seleccionan los híbridos en: redondos estructurales con o sin gen larga vida, redondos grandes, peras, cherrys, coctel y racimo, etc.



Dentro de cada tipo de híbrido la oferta de los semilleros es muy grande y dinámica en el tiempo debido al constante desarrollo que realizan para dar soluciones a: problemas sanitarios, desordenes fisiológicos, requerimientos de productores y consumidores, etc.

Como productor, es importante que disponga de una pequeña área donde ir probando los nuevos híbridos comerciales y precomerciales que ofrecen los semilleros. Así contará con mayor información para la toma de decisiones en las próximas temporadas productivas.



7 Manejo del cultivo

Los aspectos técnicos para conducir un cultivo bajo malla antigranizo son iguales a un cultivo de campo e invernadero, para profundizar en estos aspectos ver el punto: "manejo general del cultivo para cualquier sistema de producción".

Los aspectos técnicos a tener en cuenta para un cultivo bajo malla antigranizo son:

- Densidad de plantación y disposición en el terreno.

El número de plantas y su disposición adecuada por unidad de superficie tiene como objetivo optimizar la intercepción de la radiación solar por el cultivo, a fin de convertir la energía solar en biomasa.

En la densidad de plantación a aplicar debe tenerse en cuenta el híbrido a emplear (vigor en el ápice, largo de entrenudos, tamaño de las hojas, cobertura de los frutos, etc) y el período de cosecha necesario comercialmente.

En la zona de Cuyo normalmente se diferencian dos ciclos, dependiendo del período de cosecha:

- ciclos largos: consisten en trasplantes entre Agosto, con sistemas de forzada (mulching y túnel) y Setiembre, con inicio de cosecha entre Noviembre y Diciembre y finalizando entre Mayo y Junio la cosecha, dependiendo de las primeras heladas. Para lograr estos ciclos de cosecha es necesario que las plantas desarrollen entre 14 y 16 racimos, dependiendo del híbrido.

Para lograr estos períodos de cosecha la densidad de plantas empleadas son entre 22.000 y 25.000 plantas / Ha. A una distancia entre plantas de 0,20 a 0,25 m.

- ciclos cortos: consisten en trasplantes tempranos (de Agosto a Octubre) o tardíos (Noviembre y Diciembre) cuyo ob-

Producción de tomate a campo bajo malla antigranizo

jetivo es lograr una producción precoz y concentrar la cosecha. Normalmente para dar concentración de cosecha se capa la planta entre el sexto y octavo racimo.

La compensación del menor número de racimos a cosechar por planta se obtiene por el aumento del número de plantas entre 30.000 y 35.000 plantas/Ha. A una distancia entre plantas de 0,15 a 0,17 m.

Debajo de cada cabreada de la estructura de malla antigranizo se disponen 2 líneas de plantas. Para ello se forman las camas de 0,80 a 1,00 m de la línea longitudinal de postes, de 0,40 a 0,50 m de ancho en la parte superior, cuya altura es conveniente que supere los 0,20 m para evitar problemas de excesos de humedad a nivel radicular en caso lluvias torrenciales.



Foto 7.10. Cultivo de tomate indeterminado bajo malla antigranizo, Disposición de los postes para la estructura y la línea de plantación.



Bibliografía citada y consultada

- Adlercreutz, E. 2009. Alternativas Químicas al Bromuro de metilo. Documento del Proyecto MP/ARG/00/033. INTA-ONUDI. "Tierra Sana". Sustitución del Bromuro de metilo utilizado como fumigante de suelos y sustratos en los cultivos de frutilla, flores y hortalizas bajo cubierta. 48 pp.
- Aguirre, P. 2005. "Estrategias de consumo: qué comen los argentinos que comen". Buenos Aires: Miño y Dávila. Pp283.
- Aguirre, P. 2004. "10 años de convertibilidad en la seguridad alimentaria del área metropolitana bonaerense2. Una visión desde la antropología alimentaria". Publicado en: Desarrollo Integral en la Infancia: El Futuro Comprometido. Fundación CLACYD- Córdoba.
- Albajes, R.; Gullino, M.L.; van Lenteren, J.C. & Elad, Y. 1999. Integrated pest and disease management in greenhouse crops. Albajes, R.; Gullino, M.L.; van Lenteren, J.C. & Elad, Y. (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Nethederland. 540 pp.
- Albanesi, R.; Cassinera, A.; Propersi, P.; Questa, T.; Rosensstein, S. (1999) "Horticultura rosarina. Comercialización, organización laboral y adopción tecnológica. UNR Editora. Pp. 184.
- Altieri, M.A. 1992. Biodiversidad, Agroecología y Manejo de plagas. CLADES. Ed. CETAL. Valparaiso, Chile. 162 pp.
- Alvelar, M.J. y Marban, M. 1989. Intentos de control de la marchitez del chile ocasionada por el hongo *Phytophthora capsici* en la región de Valsequillo, Puebla. Memorias XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Montecillo, Edo. de México, México. Resumen p. 11.
- Anónimo. 1957. World Health Expert Committee on Insecticide, 7 th Report, Who Technical Report Series N° 125.
- Antniou, P.P. *et al.* 1995. Effectiveness, models of action and comercial and commercial application of soil solarisation for control of *clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* of tomatoes. Agricultura University of Athenas Departamento de Plant Pathology, Votanikos 11855, Atenas, Grecia. Acta Horticultura 382: 119-125.
- Antoniou, P.P.; Tjamos, E.C. y Panagopoulos, G. 1995. Use of soil solarization for controlling bacterial canker of tomato in plastic houses in Greece. Plant Pathology 44: 438-447.
- Artés Calero, F; F. Artés Hernandez. Tratamientos postrecolección del tomate fresco. Tendencias e innovaciones. (Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=59827>) [Consulta: set. 2010]
- Arzone, A. 1976. Ricerche su *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Hem. Hom. Aleyrodidae) ed *Encarsia tricolor* Foerst. (*Hym. Aphelinidae*) in serra. Colture protette. (4): 45-49.
- Astolfi, E. & Landoni, J.H. 1977. Residuos de clorados en la canasta familiar argentina. Relación materno-infantil. Boletín de Plaguicidas. CIAT 16: 15-27.
- Aulicino J. M; Director Steiger C. (2008). "Análisis socioeconómico de Tiendas de Alimentos en Áreas Urbanas de Bajo Recursos en Latinoamérica". Capítulo Argentina. Informe final FAO.
- Bahamondes, L.A. & Mallea, A.R. 1969. "Biología en Mendoza de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) Povolny (Lepidoptera-Gelechiidae) especie nueva para la República Argentina". Rev. de la Facultad de Ciencias Agrarias 15 (1): 96-104.
- Bailey, S.F. & Keifer, H.H. 1943. The tomato russet mite, *Phyllocoptes destructor* Keifer: its present status. Journal Economic Entomology. 36: 702-712.
- Barbado, J., Sato, E.. CASAFE. Manual para el operador de Depósitos de productos fitosanitarios
- Barbosa, P. (Ed.). 1998. Conservation biological control. Academic Press. London, England. 396 pp.
- Baron, C.; Bares, C.; Maradei, F.; Sánchez, G. (1996) "Post-cosecha de lechuga". Boletín Horticola n°12, pp 28-32.
- Begon, M.T.; Colin, R. & Harper, J.L. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Fourth Edition. Blackwell Publishing. London, England. 751 pp.
- Belda, J.E. 1991. Lepidópteros. En: Plagas de tomate: Bases para el control integrado. Edic. del MAPA. Madrid. 53-98.
- Benencia, R. y Quaranta, G. (2006) "Mercados de trabajo y economía de enclave. La escalera boliviana en la actualidad". En Revista Estudios Migratorios Latinoamericanos N°60, CEMLA.

- Benencia R., (2004) "Trabajo y prejuicio. Violencia sobre inmigrantes bolivianos en la agricultura periférica de Buenos Aires." *Revue européenne des migrations internationales*, Vol.20, n°20, pp.97-118.
- Benencia, R. (Ed.), (1997) *Área Hortícola Bonaerense - Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales*, Buenos Aires, La Colmena, 279 pp.
- Benencia, R. y Cattaneo, C. (1989) "La crisis de sobreproducción en el área hortícola bonaerense: causas, consecuencias y estrategias adoptadas para paliar sus efectos". *Cátedra de Extensión y Sociología Rural*, Facultad de Agronomía (UBA). Buenos Aires.
- Ber, R.; Navot, N.; Zamir, D.; Antignus, Y.; Cohen, S. & Czosnek, H. 1990. Infection of tomato by tomato yellow leaf curl virus: susceptibility to infection, symptom development and accumulation of viral DNA. *Archives of Virology*. 112: 169-180.
- Bernal, R.; Orihuela, C.; Mendoza, Y. & González, L. 2001. Taller final de evaluación de alternativas al bromuro de metilo en el sector hortícola de Uruguay. 124 pp.
- Bernal, R.; Orihuela, C.; Mendoza, Y. y González, L. 2001. Documento del Taller final de evaluación de alternativas al Bromuro de Metilo en el sector hortícola de Uruguay. 124 pp.
- Berryman, A. 1987. The theory and classification of outbreaks. En: *Insect outbreaks*. Barbosa, P. y Schultz, J.C. (Eds.). Academic Press, New York, USA. pp. 3-30.
- Bifaretti, A. y Hang, G. (1997a) "Incidencia de la Gran Distribución en el Sistema de Comercialización de hortalizas de Argentina" XX Congreso Argentino de Horticultura. Bahía Blanca.
- Bifaretti, A. y Hang, G. (1997b) "El riesgo de mercado en la comercialización de hortalizas" *Boletín Hortícola* n°15, pp14-17.
- Bigler, F.; Blaisinger, P.; Bogenschütz, H.; Brun, J.; Chiverton, P.; Dickler, E.; Easterbrook, M.A.; Edwards, P.J.; Englert, W.D.; Firth, S.I.; Huang, P.; Inglesfield, C.; Klingauf, F.; Kühner, C.; Ledieu, S.; Naton, E.; Oomen, P.A.; Overmeer, P.J.; Plevioets, P.; Reboulet, J.N.; Rieckmann, W.; Samse-Petersen, L.; Shires, S.W.; Stäubli, A.; Stevenson, J.; Tuset, J.J.; Vanwetswinkel, G. & van Zon, A.Q. 1985. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and beneficial Organisms". *Bulletin OEPP/EPPO* 15: 214-255.
- Bioderbost, E. 1996. Instituto de Fitopatología y Fisiología vegetal CICA-INTA (Córdoba). En Seminario-Taller Problemática de la Peste Negra del tomate (TSWV) y Trips de las flores (*Frankliniella occidentales*) en la horticultura de la región. 11-15.
- Blancard, D. 1992. *Enfermedades del Tomate. Observar, Identificar, Luchar*. Editorial Mundi Prensa. 212 pp.
- Bohn, L. H; McNeal, B.L y O'Connor, G.A.1993. *Química del suelo*. Ed. Limusa. México.
- Botto, E.N.; Ceriani, S.A.; López, S.; Saini, E.; Cédola, C.V.; Segade, G. & Viscarret, M.M. 1997. Control biológico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. La Experiencia Argentina hasta el presente. *Rev. RIA* 29 (1): 83-98.
- Bridge, J. & Page, S.L.J. 1980. Estimation of root-knot nematodos infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical pest management*. 26: 296-298.
- Bulacio, L.G.; Sain, O.M. & Martínez, S. 2007. *Fitosanitarios Riesgos y Toxicidad*. UNR Ed. Colección Académica. Rosario-Santa Fe, República Argentina. 143 pp.
- Byrne, D.N. & Bellows, T.S. 1991. *Whitefly Biology*. *Ann. Rev. Entomol.* 36: 431-457.
- Cabello, T.; Carricondo, I.; Justicia, L. & Belda, J.E. 1996. *Biología y control de las especies de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum (West.) y Bemisia tabaci (Gen.) (HOM.; ALEYRODIDAE) en cultivos hortícolas en invernaderos*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, España. 96 pp.
- Cáceres, S. 2008. Plagas de pimiento y tomate: situación actual en invernaderos de Corrientes. Mesa de Control Integrado de Plagas. XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata, Argentina.
- Carrizo, P. 1996. Aspectos de la Bioecología de *Frankliniella occidentales*, el trips de las flores. En Seminario-Taller Problemática de la Peste Negra del tomate (TSWV) y Trips de las flores (*Frankliniella occidentales*) en la horticultura de la región. 7-10.
- Castresana, L. 1986. *Encarsia tricolor* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae) en la lucha biológica contra la "mosca blanca



Bibliografía

de los invernaderos" (*Trialeurodes vaporariorum*, Westwood). En: El cultivo de tomate. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 401-406.

- Cebolla V.; del Busto A.; Barreda D.; Martínez, P.F. y Cases, B. 1989. Study on combined soil solarization plus fumigants to control some soil-borne fungi and weeds. Simposio internazionale su nuove applicazioni dell'energia solare in agricoltura. Siracusa (Italia).

- Censo Nacional Agropecuario (CNA) 2002.

- Censo Hortiflorícola de Buenos Aires 2005 (CHFBA'05). Ministerio de Asuntos Agrarios y Ministerio de Economía de la Prov. de Buenos Aires. 116 pp.

- Colaiacovo, J. (1990) "Canales de comercialización internacional". Buenos Aires: Macchi, 297 pp.

- Chase, C.A.; ET AL. 1999. Heart-retentive films for increasing soil temperatures during solarization in a humid, cloudy environment. Hotsience, Vol. 34 (6): 1085-1089.

- Chase, C.A.; Sinclair, T.R. y Locascio, S.J. 1999. Effects of soil temperature and tuber depth on *Cyperus* spp. Control. Weed Sci. 47: 467-472.

- Chávez, E.J. 2004. Nemátodos en cultivos hortícolas del sudeste bonaerense. Seminario Avances en la sustitución/eliminación del bromuro de metilo en la desinfección de suelos y sustratos. (2): 52-58.

- Chen, W.X.; Li, G.S.; Qi, Y.L.; Wang, E.T.; Yuan, H.L. y Li, J.L.. 1991. *Rhizobium huakuii* sp. nov. isolated from the root nodules of *Astragalus sinicus*. Int. J. Syst. Bacteriol. 41: 275-280.

- Codex Alimentarius. 2008. Norma del Codex para el Tomate. (CODEX STAN 293-2007). (Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/.../CXS_293s.pdf) [Consulta: set. 2010]

- Colombo, M.d.H. 2000. Enfermedades del tomate bajo cubierta plástica. Versión CD.

- Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. Compatibilidad para almacenaje o transporte de frutas y hortalizas frescas en períodos cortos. Hojas técnicas. (Disponible en: <http://www.webpicking.com/hojas/frutas.htm>) [Consulta: set. 2010]

- Cremlyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Ed. Limusa. México, D.F., México. 355 pp.

- Cucchi, N., Becerra, V., ed -1997. Manual sobre el uso correcto de pesticidas. XI 118p.

- Czosnek, H.; Ghanim, M.; Rubinstein, G.; Morin, S.; Fridman, V. & Zeidan, M. 2001. Whiteflies: vectors-or victims? – of geminiviruses. In: K. Maramorosh (Ed.). Advances in Virus Research. Vol. 57. Academia Press. pp. 291-322.

- De Bach, P. & Rosen., R. 1991. The natural enemies. En: Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, England. pp. 35-87.

- DeVay, J. y Katan, J. 1991. Soil solarization: historical perspectives, principles and uses, p. 23-27. In: DeVay, J. and Katan, J. (Eds.). Soil solarization. U.S.A. 267 p.

- DeVay, J.E. et al 1990. Historical review and principles of soil solarization. In:

- DeVay, J.E., Stapleton, J.J. y Elmore, C.L. eds. 1991. Proc. of the First Int. Conference on Soil Solarization. Amman, Jordan, 19-25 February 1990. FAO. Plant Protection and Production Paper No. 109. Rome, 1991.

- DeVay, J.J. 1990. Historical review and principles of soil solarization. En: DeVay, J.E., Stapleton, J.J. y Elmore, C.L., eds. Proc. of the First Int. Conference on Soil Solarization, Amman, Jordan, 19-25 February 1990. FAO Plant Protection and Production Paper No. 109. Rome. 1991.

- Difonzo, C.; Ragsdale, D. & Radcliffe, E. 2006. Integrated Management of PLRV & PVY. Documento de la Maestría Científica en Protección Vegetal con Orientación en Manejo de Plagas Animales. FCAYF-UNLP. 2 pp.

- Domínguez Vivancos, A. Tratado de fertilización, Madrid Mundi-Prensa 1989. Pags 601

- Domínguez Vivancos, A 1993. Fertirrigación. Editorial Mundi Prensa, Madrid.

- Epstein, E. & Bloom, A.J. 2004. Mineral Nutrition of Plants: principles and perspectives. 2. Ed. Sunderland: Sinauer Associates.

- Evans, G.A. 2008. The whiterflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies.

Disponible en: <http://www.sel.barc.usda.gov:591/1WF/World-Witerfly-Catalog.pdf> . Último acceso: 23/09/08.

●
• FAO. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de Manejo Integrado. 520 pp.

• Fereres, A. 1991. Insectos vectores de virus en cultivos hortícolas. Phytoma España. 30: 82-87.

• Fernández Valiela, M.V. 1952. Introducción a la Fitopatología. 873 pp.

• Ferrato, J.; Rodríguez Fazzone, M. (Editores) (2010). "Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar: Cadena de las principales Hortalizas de Hojas Verdes en Argentina". Proyecto FAO – MINAGRI, Argentina.

• Ferro, N. 1987. Insect pest outbreaks in agroecosystems. En: Insect outbreaks. Barbosa, P. & Schultz J.C. (Eds.). Academic Press, New York, USA. pp. 195-215.

• Francescangelli, N. 1994. Importancia y demanda térmica de tomate y pimiento en el área de la EEA INTA San Pedro. Boletín de Divulgación Técnica N°9.

●
• Gamliel, A. y Katan, J. 1993. Suppression of major and minor pathogens by fluorescent pseudomonads in solarised and non solarised soil. Phytopathology. 83: 68-75.

• García, M.F. & Espul, J.C. 1982. Bioecología de la polilla del tomate (*Scrobipalpa absoluta*) en Mendoza, República Argentina. En: Rev. RIA 17: 135-145.

• García, M. (2009) "Proceso de capitalización de campesinos. El caso de los horticultores bolivianos de La Plata". En las VI Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. 11, 12 y 13 de Noviembre de 2009, Facultad de Ciencias Económicas (UBA). ISSN 1851-3794.

• García, M. y Le Gall, J. (2009) "Reestructuraciones en la horticultura del AMBA: tiempos de boliviano". En IV Congreso Argentino y Latinoamericano de Antropología Rural. Organizado por NADAR y el INTA, 25, 26 y 27 de Marzo de 2009. Hotel 13 de Julio, Mar del Plata (Buenos Aires).

• García, M. y Kibat, C. (2008) "Transformaciones en la horticultura platense. Una mirada a través de los censos". En Realidad Económica n°237. IADE, Buenos Aires. Pp 110-134.

• García, M., Le Gall, J., Mierez, L. (2008) "Comercialización tradicional de hortalizas de la región metropolitana bonaerense. Herencias, dinámicas e innovaciones de un sistema complejo". Boletín Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP) - UEEA INTA Gran Buenos Aires y Ministerio de Asuntos Agrarios (Prov. de Buenos Aires). Año 13 N°40 (2°etapa) Diciembre de 2008. Pp 8-15.

• García, M. y Mierez L. (2007) "Precios hortícolas. ¿Simplemente un problema climático?". Boletín Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP) - UEEA INTA Gran Buenos Aires y Ministerio de Asuntos Agrarios (Prov. de Buenos Aires). Año 12 N°37 (2° etapa) Diciembre de 2007. Pp 8-15.

• García, M. y Mierez, L. (2006) "Particularidades del sistema de comercialización de lechuga en el Cinturón Hortícola Platense". Boletín Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP) - UEEA INTA Gran Buenos Aires y Ministerio de Asuntos Agrarios (Prov. de Buenos Aires). Año 11 N°32 (2° etapa) Abril de 2006. Pp 14 -19.

• Gaur, H.S. y Dhingra, A. 1991. Management of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformes* in nursery beds by soil solarization and organic amendment. Revue de Nématol. 14: 189-195.

• German, T.L.; Ullman, D.E. & Moyer, J. 1992. Tospoviruses: diagnosis, molecular biology, and vector relationships. Annu. Rev. Phytopathology. 30: 314-348.

• Gliessman, S.R. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sustentable CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359 pp.

• Goidanich, G. 1982. Manuale di patologia vegetale. Volume secondo. Ed. Agricole. Bologna, Italia. 1283 pp.

• Gómez Riera, P. & Hübe, S. 2001. Manual de buenas prácticas agrícolas, y buenas prácticas de manejo y empaque, para frutas y hortalizas. Ediciones INTA. Mendoza, República Argentina. 138 pp.

• González Montero, J., Pérez García, A., León Delgado, F., Olivares Diez, J., Calderón Luna, H., Astori Zaragoza, D., Figueroa Tomic, S., Lee, T. (1981) "La Planificación del Desarrollo Agropecuario" Vol. I. Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. 3° edición.

Bibliografía

- Gracia, O. 1996. Peste Negra. En Seminario-Taller Problemática de la Peste Negra del tomate (TSWV) y Trips de las flores (*Frankliniella occidentales*) en la horticultura de la región. 3-5.
- Granval de Millán, N. & Gracia, O. 2000. El género *Tospovirus* en Horticultura. *Avances en Horticultura* 4:4-29.
- Green, R y Schaller, B. (1996) "La evolución en las intermediaciones comerciales en Francia. Énfasis en frutas y hortalizas". *Panorama Agrario Mundial* N°193, INTA Pergamino, Octubre -Noviembre.
- Green, R. (1996) "Cambios estructurales en la comercialización en frutas y hortalizas: la experiencia francesa". En X Encuentro de Mercados Frutihortícolas del Mercosur, Córdoba - Argentina, 11, 12 y 13 de Septiembre.
- Guías sobre Buenas Prácticas para la Aplicación Terrestre de Plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 2001
- Haynes, R.J.; Goh, K.H. Review on physiological pathways of absorption. *Scientia Horticult.*, 7:291-302, 1977. En Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas. Eyal Ronen. En Fertilizando.com
- Horn, D.J. 1988. Ecological approach to pest management. Elsevier Applied Science Publ. London, England. 285 pp.
- Horowitz, M., Rogers, Y. y Herlinger, G. 1983. Solarization for weed control. *Weed Sci.* 31: 70- 179.
- Hull, H., Morton, H., Wharrior, J. 1975. Environmental influences of cuticle development and resultant foliar penetration. *Botanic Review.* 41: 421-453 p. En Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas. Eyal Ronen. En Fertilizando.com
- INTA. 1991. Juicio a Nuestra Agricultura: hacia un desarrollo sostenible. INTA. Seminario Juicio a Nuestra Agricultura. Hacia un desarrollo de una Agricultura Sostenible. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, República Argentina. 351 pp.
- Izquierdo, J., Rodríguez Fazzone, M. (2004) "Buenas Prácticas Agrícolas: en busca de la sostenibilidad, la competitividad y la seguridad alimentaria". Resultado de la conferencia electrónica. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Chile.
- Izquierdo, J.; Rodríguez F., M. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas: en busca de la sostenibilidad, la competitividad y la seguridad alimentaria. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile.
- Izquierdo, J., Rodríguez Fazzone, M. y Durán, M. (2007) "Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar". Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile. Versión Español.
- Jourdeuil, P. 1979. La lutte intégrée en cultures protégées. *Phytoma*, España. Abril. 19-27.
- Kasmire, R.F.; A.A. Kader. 1978. Handling tomatoes at wholesale and retail: A guide for better quality and greater profits. En: *Outlook*, 5 (3): 5-12. (Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/datastorefiles/234-605.pdf>) [Consulta: set. 2010]
- Katan, J. 1981. Solar heating (solarisation) of soil control of soliborne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19: 211-236.
- Katan, J.; Fishler, G. y Grinstein, A. 1983. Short and long-term effects of soil solarization and crop sequence on *Fusarium* wilt and yield of cotton in Israel. *Phytopathology.* 66: 683-688.
- Kodama T. y Fukui, T. 1982. Solar heating in closed plastic house for control of soil borne diseases. Application for control of *Fusarium* wilt of strawberry. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan.* 48:570-577
- Kogan, M. 1986. Ecological theory and integrated pest management practice. Kogan, M. (Ed). Wiley-Interscience. New York, USA. 362 pp.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 243-270.
- Kraser, B. y Ockier, C. (2007) "La población boliviana en la localidad de General Daniel Cerri. Práctica cultural y accionar de los agentes en la horticultura". V Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. 7 al 9 de Noviembre de 2007, Facultad de Ciencias Económicas (UBA).

- Larraín, P. 1980. Evaluación de la mortalidad total y parasitismo por *Dineulophus phthorimaeae* De Santis (Hym, Eulophidae). Agricultura Técnica (Chile) 46 (2): 227-228.
- Lenardón, A.; Maitre de Hevia, M.I. & Fuse, J. 1987. Pesticidas Organoclorados y Organofosforados en el Río Paraná (Argentina).II. Ciencia y Tecnología del Agua (CYTA), Vol.1, N°2. pp. 5.
- López Lastra, C.C. & Scorsetti, A.C. 2006. Hongos patógenos de insectos en Argentina (Zygomycetes: Entomophthorales). Rev. Biol. Trop. 54 (2): 311–315.
- Lublinkhof, H.B. & Foster, D.E. 1977. Development and reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) reared at three temperatures. Jour. of the Kansas Entom. Soc. 50 (3): 313-316.
- Luna, M.G. & Wada, V.I. 2005. Aspectos de la biología de *Dineulophus phthorimaeae* De Santis (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Libro de resúmenes del VI Congreso Argentino de Entomología, Tucumán, República Argentina. p. 249.
- Madulu, J. D. y Trudgill, D. L. 1994. Influence of temperature on the development and survival of *Meloidogyne javanica*. Nematologica. 40:230-243
- Malais, M. & Ravensberg, W.J., 1995. Conocer y reconocer. La biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Koppert BV. Róterdam, Holanda. 109 pp.
- Malathrakis N.E. 1987. Six years experience on solarization against soil borne diseases of vegetables in protected crops. CEC10BC Join experts meeting Spain.
- Marcano, R. 1991. Ciclo biológico del Perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), usando berenjena (*Solanum melongena*) como alimento. Bol. Entomol. Venez. N.S. 6 (2):135-141.
- Maroto Borrego, J.V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi Prensa. 702 pág
- Martinengo de Mitidieri, I. 1996. Módulo 4. Cultivo de tomate. Sección IV Enfermedades. 62-98.
- México Calidad Suprema. 2008. Puntos de control y criterios de cumplimiento. Frutas y hortalizas. (Disponible en: <http://www.mexicocalidadsuprema.com.mx>) [Consulta ago.2010].
- Mierez, L. y García, M. (2008) "La gran distribución. Logística de comercialización de hortalizas frescas en el Área Metropolitana de Buenos Aires (Argentina)" Comunicación publicada en las Actas del 2° Congreso Regional de Economistas Agrarios - 3° Congreso Rioplatense de Economía Agraria - XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria - XIII Congreso de Economistas Agrarios de Chile. ISSN 1666-0285; ISBN 978-9974-8002-7-4. Montevideo (Uruguay) 5, 6 y 7 de Noviembre.
- Mitidieri, M. & Polack, L.A (ex aequo). 2005. Producción de pimiento diferenciado. Protocolo Preliminar de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Ediciones INTA. 16 pp.
- Morin, S.; Ghanim, M.; Zeidan, M.; Czosnek, H.; Verbeek, M. & van den Heuvel, J. 1999. A GroEL Homologue from Endosymbiotic Bacteria of the Whitefly *Bemisia tabaci* Implicated in the Circulative Transmission of Tomato Yellow Leaf Curl Virus. Virology. 256: 75-84.
- Navarro G.M. 1997. Fertirrigación de Cultivos Hortícolas. Manual del Curso Teórico- Práctico.
- Nuez, F. 1995. El cultivo de tomate. Madrid. Ediciones Mundi Prensa . Págs. 793
- OIT - IPCS. Programa Internacional de Seguridad en las Sustancias Químicas. Guía sobre seguridad y salud en el uso de productos agroquímicos
- OR-OSHA. División de Seguridad y Salud en el trabajo de Oregon. Prácticas de Seguridad Cuando se Trabaja con Químicos Agrícolas
- PC-020-2005. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en Tomate. (Disponible en: <http://www.primuslabs.com/spanish/services/Tomate.pdf>) [Consulta: set. 2010]
- Pechen de D'Angelo. 1992. Problemas ecotoxicológicos de la resistencia a insecticidas. Taller: "Resistencia a Insecticidas:

Bibliografía

un problema Ecotoxicológico". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, República Argentina. pp. 69-82.

- Pérez Moreno, I. 2000. Fundamentos teóricos del manejo integrado de plagas. Rev. Entomología Aplicada 27: 127-133.

- Pesticide Safety Handbook . Saskatchewan Agriculture Soils and Crops Branch Crop protection Section

- Pickett, C.H.; Wilson, L.T. & González, D. 1988. Population dynamics and whithing-plant distribution of the western flower thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) and early-season predator of spider mites infesting cotton. Environ. Entomol. 17 (3):551-559.

- Pícollo, M.I. 1992. Mecanismos bioquímicos y fisiológicos de resistencia. En Taller: "Resistencia a Insecticidas: un problema Ecotoxicológico". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, República Argentina. pp. 7-20.

- Pilatti, A.R. 1995 Cultivos bajo Invernaderos : tomate , pimiento, frutilla, apio.. Universidad Nacional del Litoral.

- Pimentel, D. & Lehman, H. (Eds.) 1993. The Pesticide Question: Rev. Environment, Economics and Ethics. Chapman and Hall, New York, USA. 441 pp.

- Pimentel, D. 1986. Agroecology and Economics. In: Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice. Kogan, M. (Ed.) Wiley-Interscience, New York, USA. pp. 299-319.

- Pinkerton, J. N., Ivors, K.L., Miller, M.L. y Moore, L.W. 2000. Effect of soil solarization and cover crops on populations of selected soilborne plant pathogens in western Oregon. Plant Disease 84:952-960.

- Pizarro Cabello, F., 1996, Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 511p

- Porter, I.J. ET AL. 1982. Soil Biol. Biochem. Vol. 15 N° 1. pp 39-44.

- Porter, I.J. y Merriman, P.R. 1983. Effects of Solarization of Soil on Nematode and Fungal Pathogens at two sites in Victoria. Soil Biol. Biochem. 15(1):39-44.

- Prado, H.F. & Cruz, F. da. 1986. Aspectos da biologia de *Liomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) em laboratorio. An. Soc. Entomol. Brasil. 15: 77-88.

- Price, P.W. 1997. Insect ecology. John Wiley & Sons, New York, USA. 872 pp.

- Puerta, A.V. y Sangiácomo, M.A. 2009. Manual de uso de vapor para la desinfección de suelos y sustratos. Documento del Proyecto MP/ARG/00/033. INTA-ONUDI. "Tierra Sana". Sustitución del Bromuro de metilo utilizado como fumigante de suelos y sustratos en los cultivos de frutilla, flores y hortalizas bajo cubierta. 25 pp.

- Pullman, G.S., DeVay, J.E. y Garber, R.H. 1981. Soil solarization and thermal death: A logarithmic relationship between time and temperature for four soil-borne plant pathogens. Phytopathology 71: 959-964.

- Redondo-Juárez, E. 1974. Estudio Preliminar en la Obtención de Posibles Plantas Diferenciales para Agrupar las razas Patogénicas del hongo *Phytophthora capsici* Leonina. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Montecillo, Edo. de México, México. p. 52.

- Reglamento Técnico MERCOSUR de identidad y calidad de tomate. 2007. (Disponible en: www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/Arg/212_t.pdf) [Consulta: set. 2010]

- Riquelme, A.H. 1993. Control Integrado de Plagas en Tomate. 36 pp.

- Ristaino, J.B., Perry, K.B. y Lumsden, R.D. 1991. Effect of solarization and *Gliocladium virens* on *sclerotia* of *Sclerotium rolfsii*, soil microbiota, and the incidence of southern blight of tomato. Phytopathology. 91: 1117-1124.

- Robb, K.L. 1989. Analysis of *Frankliniella occidentalis* (Per-gande) as a pest of floricultural Crops in California greenhouse. Tesis doctoral. Universidad de California. Riverside.

- Rodriguez Fazzone, M. 2010: "BPA: una herramienta de desarrollo rural integral para la agricultura familiar". Documento de trabajo. FAO.

- Rodriguez Fazzone, M. (2010) "Buenas Prácticas Agrícolas: una herramienta de integral para mejorar la competitividad de la Agricultura Familiar". Revista Visión Rural. Marzo-Abril 2010. Argentina. Revista Frutihortícola: anuario market 2009/2010. Argentina.

- Rodríguez, N. 1976. Influence de tríos varietes de soja (*Glycine max* (L.)) sur le comportement de *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae) et de son prédateur *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). Rapport del Diplôme d' études Approfondies de Biologie Animal. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier, France.
 - Rodríguez, R. 2001. Cultivo moderno de tomate. 2ª Edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.
 - Ronco, L.; Rollán, C.; Larrán, S.; Mónaco, C. & Dal Bó, E. 2008. Manual para el reconocimiento de enfermedades Tomate y Pimiento. 50 pp.
 - Rubin, B. y Benjamin, A. 1984. Solar heating of the soil: effect on weed control and on soil incorporated herbicides. *Weed Science*. 31: 819-825.
-
- Saini, E. & Alvarado, L. 2001. Insectos y Ácaros perjudiciales al cultivo de tomate y sus enemigos naturales. INTA y SAGPyA. Buenos Aires, República Argentina. 70 pp.
 - Sarandón, S.J. & Sarandón, R. 1993. Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable. En: Bases para una política ambiental de la República Argentina. Goin, F. y Goñi, C. (Eds.). HC Diputados de la Pcia de Buenos Aires. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Sarandón, S.J. (Ed.). Ediciones Científicas Americanas. La Plata-Buenos Aires, República Argentina. pp. 279-286
 - Sarandón, S.J. 1998. Sustentabilidad de la Producción Frutihortícola. La calidad. Aliada o enemiga?. Conferencia dictada en el XXI Congreso Argentino de Horticultura, San Pedro, Argentina. 8 pp.
 - Sarandón, S.J. 2002. Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Manejo de malezas en una agricultura sustentable. Sarandón, S.J. (Ed.). Ediciones Científicas Americanas. La Plata-Buenos Aires, República Argentina. 557 pp.
 - Scorsetti, A.C. 2007. Estudios relativos a los hongos patógenos de insectos plaga en cultivos hortícolas como potenciales agentes de control biológico. Trabajo de tesis doctoral. FCNyM, UNLP, La Plata-Buenos Aires, República Argentina. 151 pp.
 - Scorsetti, A.C.; Humber, R.A.; García, J.J. & López Lastra, C.C. 2006. Natural occurrence of entomopathogenic fungi (Zygomycetes: Entomophthorales) of aphid (Hemiptera: Aphididae) pests of horticultural crops in Argentina. *Rev. BioControl* en prensa.
 - Siti, E.; Cohn, E.; Katan, J. y Mordechai, M. 1982. Control of *Ditylenchus dipsaci* in garlic by bulb and soil treatments. *Phytoparasitica*. 10: 93-100.
 - Sitio web: www.oro sha.org
 - Soto Baquero, F., Rodríguez Fazzone, M. y Falconi, C. (Editores) (2007) "Políticas para la Agricultura Familiar para América Latina y el Caribe". Proyecto de Cooperación técnica GCP/RLA/152/IAB. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile. www.rlc.fao.org
 - Stadler, T. 1992. Control biológico: riesgos y beneficios de la resistencia. En Taller: "Resistencia a Insecticidas: un problema Ecotoxicológico". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, República Argentina. pp. 21-40.
 - Stadler, T. 2006. Documento del curso de Ecotoxicología de la Maestría en Protección Vegetal con orientación en Manejo de Plagas Animales, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), República Argentina. 90 pp.
 - Stapleton J.J.; Lear, B. y DeVay, J.E. 1987. Effect of combining soil solarization with certain nematicides on target and non-target organisms and plant growth. *Ann. Appl. Nematology*, 1: 107-112.
 - Stapleton, J.J. y DeVay, J.E. 1984. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased plant growth response. *Phytopathol.* 74: 255-259.
 - Stenersen, J. 2004. Chemical pesticides: mode of action and toxicology. CRC Press. USA. 296 pp.
 - Strassera, M.E. 2006. Características bioecológicas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) y su peligrosidad como plaga en el cultivo de Pimiento. *Boletín Hortícola* 33: 35-39.
 - Strassera, M.E. 2007. Dificultades del manejo de plagas en sistemas bajo cubierta en el Cinturón Hortícola Platense y posibles medidas de control. *Boletín Hortícola* 36: 33-36.
 - Strassera, M.E. 2009a. Análisis de la sustentabilidad de tres alternativas de manejo de plagas en tomate bajo cubierta en el Cinturón Hortícola Platense. Trabajo de tesis de maestría. FCAYF, UNLP, La Plata-Buenos Aires, República Argentina. 172 pp.

Bibliografía

- Strassera, M.E. 2009b. Características bioecológicas del minador de la hoja y posibles medidas de control para su manejo en cultivos hortícolas. Boletín Hortícola 42: 43-47.
- Strassera, M.E. 2009c. Importancia del Ácaro blanco en el cultivo de pimiento bajo cubierta. Boletín Hortícola 43: 39-43.
- Suslow, T. V.; M. Cantwell. 2002. Indicadores básicos del manejo postcosecha de tomate (Jitomate). Postharvest Technology. Research and Information Center, UC Davis. (Disponible en: <http://www.postharvest.ucdavis.edu/Produce/.../Tomate.shtml>) [Consulta: set. 2010]
- Tamietti, G. y Garibaldi, A. 1987. Effectiveness of soil solarization against *Rhizoctonia solani* in Northern Italy. Proc. CEC/IOBC Group Meeting on Integrated Pest management in protected vegetable crone.
- Vacante, V. 1982. La difusa del pomodoro in serra dell'eriofide rugginoso (*Aculops lycopersici*) (Masse) (*Acarina: Eriophyidae*). Colture Protette XI. 6: 29-34.
- Van Boxtel, W.; Woest, J. & van Lenteren, J.C. 1978. Determination of host-plant quality of eggplant (*Solanum melogena* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* L.), and paprika (*Capsicum annuum* L.) for the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)) (Homoptera: Aleyrodidae). Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent. 43: 397-408.
- Van den Bosch, 1978. La Conspiración de los Pesticidas. Universidad de California, USA. 239 pp.
- Van Lenteren, J.C. 2000. A greenhouse without pesticides: Fact or fantasy? Rev Crop Protection 19: 375-384.
- Vigiani, A.R. 1990. Hacia el control integrado de plagas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, República Argentina. 124 pp.
- Viñuela Sandoval, E. 1998. Resistencia a insecticidas en plagas de cultivos hortícolas en España. En: Resistencia a los pesticidas en los cultivos hortícolas. Cuadrado Gómez, I.M. & Viñuela Sandoval, E. (Eds.). Editado Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Andalucía, Almería, España. pp 19-27.
- Viscarret, M.M. 1999. La situación actual de las moscas blancas en Argentina: perspectivas de manejo. VII Taller Latinoamericano y del Caribe de Moscas Blancas y Geminivirus. Brasil. 17 al 20 de octubre. 10 pp.
- Viteri, M. L. y Ghezan, G. (2003) "El impacto de la gran distribución minorista en la comercialización de frutas y hortalizas". En <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/econo/mercado/viteri.PDF>
- Wijkamp, I. & Peters, D. 1993. Determination of the median latent period of two tospoviruses in *Frankliniella occidentalis*, using a novel leaf disk assay. Phytopathology. 33: 986-991.
- Wills, R.B.H.; W.B. McGlasson; D.Graham; T.H. Lee; E.G. Hall. 1989. Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. 3a.ed. rev. Oxford: BSP Professional Books. 174 p.
- Wintermantel, W.M. 2004. Emergence of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). Transmitted Criniviruses as threats to vegetable and fruit production in North America. APS Net Plant Pathology Online. Disponible en: http://www.ars.usda.gov/research/publications/Publications.htm?seq_no_115=165968 Último acceso: 13/06/08.
- Wood, E.J. 1992. Pesticidas naturales y resistencia. Taller: "Resistencia a Insecticidas: un problema Ecotoxicológico". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, República Argentina. pp. 45-68.
- Wood, E.J. 1998. Ecología y Manejo de la Resistencia de Insectos a Insecticidas. Documento del curso de Ecotoxicología de la Maestría en Protección Vegetal con orientación en Manejo de Plagas Animales, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), República Argentina. pp. 3-23.
- Zerba, E. 1992. Resistencia a Insecticidas. Evolución del problema y perspectivas futuras. En Taller: "Resistencia a Insecticidas: un problema Ecotoxicológico". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, República Argentina. pp. 1-6.

anexos





ANEXO I: Legislación argentina en relación al cultivo de tomate

Semillas

- Ley N° 20.247, Ley de semillas y creaciones fitogenéticas
- Decreto reglamentario 2183/91, (Res SAGPyA 149/99, multas por no cumplir con la ley 20.247) y sus reglamentaciones vigentes.
 - Resolución 42/2000 Fecha de envasado.
 - Resolución 37/03 Rotulado de semillas.
 - Resolución 44/04 Factura de venta de semillas.
- Resolución INASE 306/97: Estándares de Calidad para las semillas de Especies Hortícolas, Legumbres, Aromáticas y Medicinales.

Normas que establecen la nominación obligatoria u optativa de semillas identificadas

- RS INASE 81-93 Optativa en hortícola
- RS INASE 66-95 Obligatoria en tomate

Organismos genéticamente modificados

- Res SAGPyA 46/04 Registro Nacional de operadores OVGM.

Agua

- CAA, capítulo XII, artículo 982, definición de agua potable.

Fertilizantes

- Ley 20466/73. (Ley nacional de fertilizantes) Fiscalización de fertilizantes y enmiendas. Establece la obligación de su registro en el Registro de Terapéutica Vegetal.
- DECRETOS REGLAMENTARIOS 4830/73 y 1524/80: Reglamenta anterior.
- RESOLUCION 73/75: 28-4-75 Fertilizantes Foliares.

Agroquímicos

- Res SENASA 507/08 Tolerancias o límites máximos de residuos de plaguicidas en productos y subproductos agropecuarios.

Reglamentaciones provinciales

- Buenos Aires: Ley 10699. La elaboración, formulación, fraccionamiento, distribución, transporte, almacenamiento, comercialización o entrega gratuita, exhibición, aplicación y locación de aplicación de: insecticidas, acaricidas, nematodocidas, fungicidas, bactericidas, antibiótico, mamalocidas, avicidas, feromonas, molusquicidas, defoliantes, y/o desecantes, fitoreguladores, herbicidas, coadyuvantes, repelentes, atractivos, fertilizantes, inoculantes y todos aquellos otros productos de acción química y/o biológica no contemplados explícitamente en esta clasificación, pero que sean utilizados para la protección y desarrollo de la producción vegetal. DECRETO 499/91 (decreto reglamentario de la ley).
- Entre Ríos: Ley de plaguicidas 6599 y ratificada por la ley 7495. Decreto reglamentario: DECRETO N° 279 S.E.P.G. Expediente N° 284870/00 y Agreg.
- La Pampa: Ley 1173/88, ley de agroquímicos para uso agrícola y saneamiento urbano. Decreto 618.
- Río Negro: Ley 2175.
- Chaco: Ley 3378, Ley de biocidas.
- Corrientes: Ley 4495.
- San Luis: Ley de agroquímicos. Ley 5559.
- Mendoza: Ley 5665. Ley de agroquímicos.
- Tucumán: Ley 6291.
- San Juan: Ley 6744.
- Córdoba: Ley 9164.
- Santa Fe: Ley 11273.
- Santa Cruz: Ley 2529.
- Catamarca: 4395.

Normas que establecen prohibiciones de sustancias y productos agroquímicos

- Ley 17.751: 27-5-68. Prohibición de plaguicidas en base a dieldrin, heptacloro y sus sinónimos y de hidrocarburos clorados. Franquicias a la importación de elementos y equipos destinados a la determinación de "residuos ilegales" de pesticidas en productos de agricultura y ganadería que pueden afectar la salud humana.

Envases

- Resolución 297/83 Calidad-Hortaliza-Regulación. Reglamenta las normas de tipificación, empaque y fiscalización de las Hortalizas Frescas con destino a los mercados nacionales.
- Resolución SAGPyA 58/2007. Modificación del Capítulo V, Punto 5 "Identificación de la Mercadería" de la Reglamentación de Hortalizas Frescas con destino a los Mercados de Interés Nacional, aprobada por la Resolución N° 297 del 17 de junio de 1983 de la ex Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería.
- NIMF 15 : Norma internacional de medidas fitosanitarias. Rigen en Europa, Australia y Nueva Zelanda Norma de la ONU y FAO sobre embalajes ARG. RS SAGPyA 685/05 establece que todos los embalajes de madera y/o madera de soporte usados en comercio internacional que ingresen al país o transiten deben cumplir la NIMF 15, deben ser tratados y certificados. Tratamiento RS SAGPyA 3/2005 incorpora hornos de secado de madera dentro del tratamiento térmico fijado por NIMF 15

Empaque

- Res MERCOSUR 80/96: Reglamentación Técnica del MERCOSUR sobre condiciones Higiénico-Sanitarias y de Buenas Prácticas de Fabricación para establecimientos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos.

Higiene y seguridad laboral

- Ley 22248 Régimen Nacional de Trabajo Agrario.
- Ley 19587 Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (H y S).
- Ley 24557 Ley riesgos de trabajo.
- Decreto 617/97 Reglamento de HyS para la Actividad Agraria.

ANEXO II:

Enemigos naturales de presencia espontánea



Foto All.1. Ácaro predador *Phytoseiulus macropilis*.
Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.2. a) Adulto, b) Pupas ocre de Mosca blanca parasitadas por *Eretmocerus cornii*.
Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.3. Adulto de *Bracon lucileae*.
Gentileza de Mariel Mitidieri y Andrés Polack (INTA-San Pedro).



Foto All.4. a) Adulto, b) Pupas negras de Mosca blanca parasitadas por *Encarsia formosa*.
Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.5. Adulto de *Trichogramma* spp.
Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.6. Adulto de *Dineulophus phthorimaeae*.
Gentileza de Mariel Mitidieri y Andrés Polack (INTA-San Pedro).



Foto All.7. Adulto de *Conura* spp. Gentileza de Mariel Mitidieri y Andrés Polack (INTA-San Pedro).



Foto All.8. a) Adulto, b) Cocón de *Pseudapanteles dignus* con restos de la larva parasitada. Gentileza de Mariel Mitidieri y Andrés Polack (INTA-San Pedro).



Foto All.9. *Apanteles gelechiidivoris* parásito de Tuta.



Foto All.10. Adulto de *Neoseiulus californicus*. Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.11. a) Larva, b) Adulto de *Pseudodorus clavatus*. Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.12. Parasitoide de Mosca blanca. *Cales* sp (Hymenoptera: Aphelinidae).



Foto All.13. a) Adulto, b) Momia marrón parasitada por *Aphidius colemani*. Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).

Enemigos naturales de presencia espontánea



Foto All.14. a) Larva, b) Adulto de *Allograpta exotica*.
Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.15. a) Adulto de *Aphelinus abdominales*, b) Momia parasitada por *Aphelinus* spp. Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).

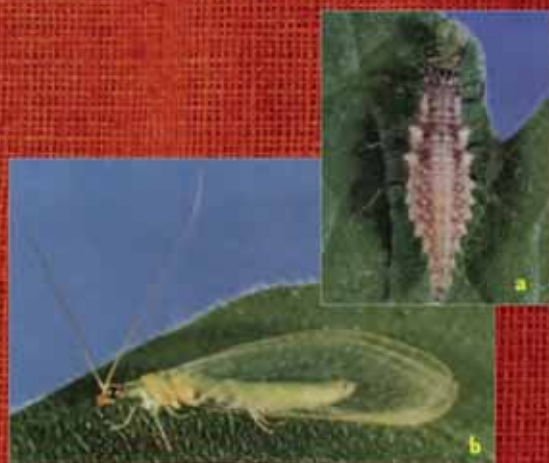


Foto All.16. a) Larva, b) Adulto de *Chrysoperla externa*. Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.17. a) Larva, b) Adulto de *Cycloneda sanguinea*.
Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.18. a) Larva, b) Adulto de *Eriopis connexa*.
Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.19. Adulto de *Orius insidiosus*. Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



Foto All.20. a) Adulto, b) Momia rosa parasitada por *Praon volucre*. Gentileza de Esteban Saini (INTA-IMYZA).



ANEXO III: planillas para REGISTROS

►► Tabla AIII.1. Planilla de registro: Aplicación de fertilizantes y fitosanitarios.

Orden N°	Fecha	Cuartel	Productos		Carencia (Días)	Justificación	Dosis	Volumen lts/ha	Maquinaria	Forma de Aplicación	Operario	Sobrantes	
			Nombre Comercial	Ppio Activo								Vol	Destino

►► Tabla AIII.2. Planilla de registro: Constancia de entrega de equipos de protección personal.

FECHA	ROPA ENTREGADA					Nombre y Apellido	FIRMA DE RECEPCION
	Botas	Guantes	Traje	Máscara	Antiparra		

Las personas que figuran en esta planilla, han confirmado la recepción de los Equipos de Protección Personal, para su uso exclusivo en la manipulación de productos fitosanitarios y fertilizantes. Por ello se comprometen a cumplir con las siguientes obligaciones:

- Utilizar el traje de protección completo de acuerdo a los pictogramas o dibujos que indica el marbete del producto que se deba aplicar.
- Informar al encargado de campo la rotura, desgaste y/ o pérdida de algún elemento para que inmediatamente pueda ser reemplazado.
- No utilizar nunca trajes o elementos que se encuentren rotos
- Lavar los guantes antes de quitárselos
- Al finalizar la aplicación, lavar el traje por separado del resto de la ropa común y guardarlo en el lugar correspondiente
- Retirar los filtros de la máscara de protección y guardarlos en bolsas de nylon cerradas.

Planillas para registros

►► Tabla AIII.3. Planilla de registro: Control de los equipos de protección personal.

EQUIPO	CANTIDAD	ESTADO			OBSERVACIONES	Referencias	
		M	R	B		M	Malo
Trajes impermeables						R	Regular
Botas de Goma						B	Bueno
Guantes de Goma/ Nitrilo							
Anteojos de protección							
Máscara (filtro de carbón)							
Repuestos filtros							
Otro							
Otro							

►► Tabla AIII.4. Planilla de registro: Acciones correctivas propuestas en caso de observaciones.

ACCION CORRECTIVA	FECHA

►► Tabla AIII.5. Planilla de registro: Gestión de envases vacíos de agroquímicos.

Fecha	N° de Envases	Tipo	Triple Lavado	Inutilización	Destino	Responsable

►► Tabla AIII.6. Planilla de registro: Riego.

FECHA	CUARTEL	TIEMPO (Horas)	AFORO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES

►► Tabla AIII.7. Planilla de registro: Mantenimiento por tractor.

Fecha	Hs Totales Diarias	Mantenimiento y/o Reparaciones	Responsable

Planillas para registros

►► Tabla AIII.8. Planilla de registro: Limpieza de sanitarios.

Responsable:.....

Fecha	INSTALACIONES					Hora	Verificación	Observaciones
	Inodoro	Lavabos	Pisos	Cestos	Reposic. Elem Higiene			

►► Tabla AIII.9. Planilla de registro: Labores en el cultivo.

FECHA	CUARTEL	LABOR	RESPONSABLE

►► Tabla AIII.10. Planilla de registro: Registros de almacenamiento de fertilizantes y agroquímicos.

Anotar la marca comercial del producto a inventariar e indicar el saldo en botellas, bidones, bolsas o latas.
Revisar el stock cada 3 meses

PRODUCTO		PRODUCTO		PRODUCTO		PRODUCTO	
Fecha	Saldo	Fecha	Saldo	Fecha	Saldo	Fecha	Saldo

►► Tabla AIII.11. Planilla de registro: Control de combustible.

Responsable de control:.....

Ingreso Combustible		Egreso de Combustible					Saldo (Litros)
Fecha	Litros	Fecha	Maquinaria ⁽¹⁾	Marca	Código	Litros	

►► Tabla AIII.12. Planilla de registro: Control de plagas.

Responsable de control:.....

FECHA	TAREA	CEBO N°	OBSERVACIONES

Planillas para registros

►► Tabla AIII.13. Croquis de ubicación de cebos.



►► Tabla AIII.14. Planilla de registro: Capacitación del personal.

Curso		Jornada		Charla		Reunión	
Tema :							
Persona que lo imparte:							
Fecha:				Lugar:			
Duración:							
Entrega de material:							
PARTICIPANTES							
NOMBRE Y APELLIDO					DNI	FIRMA	



ANEXO IV: Resolución SENASA 507/08.
Productos registrados para el cultivo de tomate

PRINCIPIO ACTIVO	APTITUD	LMR (mg/kg)	TIEMPO DE CARENIA (días)
ABAMECTINA/AVERMECTINA	(Acaricida - Insecticida)	0,01	14
ACEFATO	(Insecticida)	1	21
ACETAMIPRID	(Insecticida)	0,1	1
ACIDO GIBERELICO/ GIBERELINA A3	(Fitorregulador)	0,15	Exento
ALDICARB	(Acaricida- Insecticida - Nematicida)	0,01	60
AZOCICLOTIN	(Acaricida)	0,1	7
AZOXISTROBINA	(Fungicida)	0,5	1
BENALAXIL	(Fungicida)	0,5	UP
BENOMIL	(Fungicida)	2,5	20
BENZOATO DE EMAMECTINA	(Insecticida)	0,02	1
BOSCALID	(Fungicida)	1	15
BROMURO DE METILO	(Insecticida - Fungicida - Herbicida - Rodenticida Gorgojicida - Nematicida)	20	7 días de almac.
BUPROFEZIM	(Insecticida)	0,3	4
CAPTAN	(Fungicida)	15	7
CARBARIL	(Insecticida)	3	7
CARBENDAZIM	(Fungicida)	1	7
CARBOFURAN	(Insecticida- Nematicida)	0,1	60
CARTAP	(Insecticida)	0,01	14
CIPERMETRINA	(Insecticida)	1	21
CLORFENAPIR	(Acaricida - Insecticida)	0,1	7
CLORFLUAZURON	(Insecticida)	0,1	3
CLOROMECUATO	(Fitorregulador)	0,05	Exento
CLOROTALONIL	(Fungicida)	5	12
CLORPIRIFOS METIL	(Insecticida)	0,5	
CLORPIRIFOS ETIL/CLORPIRIFOS	(Insecticida)	0,5	21
CYFLUTRIN / CYFLUTRINA	(Insecticida)	0,05	7
CYPRODINIL	(Fungicida)	0,5	3
DELTAMETRINA / DECAMETRINA	(Insecticida)	0,1	3
DIAZINON	(Insecticida)	0,05	15
DICOFOL	(Acaricida)	0,5	10
DIFENOCONAZOLE	(Fungicida)	0,15	3
DIMETOATO	(Acaricida - Insecticida)	1	20
ENDOSULFAN	(Insecticida)	1	3

Resolución SENASA 507/08

PRINCIPIO ACTIVO	APTITUD	LMR (mg/kg)	TIEMPO DE CARENCIA (días)
ETEFON	(Fitorregulador)	2	20
FENAMIFOS	(Nematicida)	0,1	90
FENITROTION	(Insecticida)	0,5	14
FENOXAPROP ETIL	(Herbicida)	0,01	30
FENVALERATO	(Insecticida)	0,1	4
FERBAM	(Fungicida)	3	15
FLUAZIFOP- P- BUTIL	(Herbicida)	0,1	UP
FLUDIOXONIL	(Fungicida)	0,5	3
FOLPET	(Fungicida)	2	15
FORMETANATO	(Acaricida - Insecticida)	0,1	3
FOSETIL ALUMINIO	(Fungicida)	0,05	15
GAMACIALOTRINA / LAMBDAIALOTRINA	(Insecticida)	0,1	1
GIBERELINAS A4 A7	(Fitorregulador)	0,5	20
HEXITIAZOX	(Acaricida)	0,1	7
HIDROXIDO DE COBRE	(Fungicida)	10	14
IMIDACLOPRID	(Insecticida)	0,1	3
KASUGAMICINA	(Fungicida)	0,03	1
LUFENURON	(Insecticida)	0,02	7
MANCOZEB	(Fungicida)	3	7
MERCAPTOTION / MALATION	(Acaricida - Insecticida)	3	3
METALAXIL – M -ISOMERO	(Fungicida)	0,5	3
METAMIDOFOS	(Acaricida - Insecticida)	0,01	21
METIDATION	(Insecticida)	0,1	20
METIL AZINFOS	(Acaricida - Insecticida)	0,5	25
METOLACLORO / S- METOLACLORO	(Herbicida)	0,05	UP
METOMIL	(Insecticida)	0,1	10
METOXIFENOCIDE	(Insecticida)	0,2	1
METRIBUZIN	(Herbicida)	0,1	60
NAPROPAMIDA	(Herbicida)	0,01	UP
NOVALURON	(Insecticida)	0,5	1
OXICLORURO DE COBRE	(Fungicida)	10	14
OXIDO CUPROSO	(Fungicida)	10	14
PENDIMETALIN	(Herbicida)	0,05	UP
PERMETRINA	(Insecticida)	1	1
PIRETRINAS	(Insecticida)	1	1
PIRIDAFENTION	(Insecticida)	0,05	14

Buenas Prácticas Agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de tomate en Argentina

PRINCIPIO ACTIVO	APTITUD	LMR (mg/kg)	TIEMPO DE CARENIA (días)
PROCIMIDONE	(Fungicida)	2	7
PROMETRINA	(Herbicida)	0,2	UP
PROPAMOCARB CLORHIDRATO	(Fungicida - Tratamiento de Semillas)	1	14
PROPARGITE	(Acaricida)	2	7
PROPINEB	(Fungicida)	3	7
PYMETROZINE	(Insecticida)	0,5	3
PYRACLOSTROBIN	(Fungicida)	0,2	15
PYRIPROXYFEN	(Insecticida)	0.1	7
SETHOXIDIM	(Herbicida)	1	15
SPINOSAD	(Insecticida)	0,03	3
SULFATO CUPRICO PENTAHIDRATADO	(Fungicida)	10	14
SULFATO TETRACUPICO TRICALCICO	(Fungicida)	10	14
TEBUFENOZIDE	(Insecticida)	0,5	3
TEFLUBENZURON	(Insecticida)	1	7
TETRACONAZOLE	(Fungicida)	0,1	7
TIACLOPRID	(Insecticida)	0,5	2
TIAMETOXAM	(Insecticida)	0,2	2
TIRAM	(Fungicida)	3	10
TIRAM	(Fungicida - Tratamiento de semillas)	Exento	Exento
TRIADIMEFON	(Fungicida)	0,2	7
TRIFLUMURON	(Insecticida)	0,02	7
TRIFLURALINA	(Herbicida)	0,05	UP
ZINEB	(Fungicida)	3	15
ZIRAM	(Fungicida)	3	7

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO
Representación de la FAO en Argentina
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina
Cerviño 3101 - C1425AGA. Tel: (54 11) 4801 – 3330 / 3888
www.rlc.fao.org

1ra edición 2010
1000 ejemplares

Diseño y diagramación:



estudio ab - alejandrobussi@gmail.com



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



ISBN 978-92-5-306646-9



9 7 8 9 2 5 3 0 6 6 4 6 9
I1746S/1/09.10