



Sanidad de las Solanáceas con énfasis en el cultivo y almacenamiento del tomate

Juan Antonio Martínez y María Ángeles Parra

Grupo Protección de Cultivos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena



www.bibliotecahorticultura.com

Sanidad de las Solanáceas con énfasis en el cultivo y almacenamiento del tomate

Juan Antonio Martínez y María Ángeles Parra

juanantonio.martinez@upct.es

Grupo Protección de Cultivos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena

Índice

1. Las solanáceas, una gran familia de plantas de extraordinario interés comercial	3
2. El tomate en el mundo	3
3. Los problemas sanitarios del tomate	6
4. Las plagas y enfermedades del tomate	10
5. Prevención y control de las enfermedades del cultivo de tomate.....	20
5.1. Hongos y cromistas.....	26
5.2. Bacterias	38
5.3. Nematodos	41
5.4. Virus.....	42
6. Fisiopatías y enfermedades del tomate en su almacenamiento en fresco	50
6.1. Podredumbres durante la conservación y comercialización.....	62

6.2. Prevención y control de las podredumbres del fruto de tomate	67
INFORMACIÓN COMERCIAL	74
ARRIGONI.....	75
MASSÓ.....	81



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

1. Las solanáceas, una gran familia de plantas de extraordinario interés comercial

Las solanáceas (*Solanaceae*) son una familia de plantas fanerógamas cosmopolita de hierbas y unos pocos árboles y arbustos de las más importantes para el género humano. Comprende, no solamente muchos frutos y hortalizas esenciales, como patatas, tomates, berenjenas, guindillas, chiles, pimientos y alquequenjes, sino también plantas ornamentales, como petunias y muchas especies venenosas, como la belladona (Heywood, 1985).

A nivel comercial, destacan especies típicas de la familia como la patata, el tomate, la berenjena y el pimiento. Como es bien conocido, el tomate, la berenjena y el pimiento son frutos que se comercializan como hortalizas (hortalizas de fruto), debido a su sabor, hábitos de consumo y disparidad de usos culinarios. Entre ellos, el tomate destaca por su importancia en la cocina de todo el mundo, como guarnición de todo tipo de platos o componente base de muchísimos menús, apreciado por su frescura y consumido tanto en crudo, procesado o como cocinado de muy diversas maneras. Esta 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. Por ello, el tomate cultivado se ha popularizado en el mundo fundamentalmente desde el siglo pasado (Argerich y Troilo, 2010).

2. El tomate en el mundo

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), tiene otras denominaciones o sinónimos variados debido probablemente a la variación dentro de la especie. Otros sinónimos habituales son *Lycopersicon esculentum* P.

Miller (Esquinas-Alcázar y Nuez, 2001), o *Lycopersicum esculentum*, es una planta originaria de América, concretamente de Perú o Ecuador, concretamente en Los Andes (D'Arcy, 2001), aunque parece ser que rápidamente se extendió no se sabe exactamente por Méjico, de tal manera que algunos textos citan a este país como el primero en desarrollarlo, pero no hay acuerdo sobre el punto de origen, si Méjico (Polunin, 1982), o Perú (Blancard, 2011). Independientemente de su lugar de origen, se da por sabido que fue en Méjico donde se inició su domesticación por los aztecas y de aquí se extendió a Europa y Asia por los conquistadores hacia el año 1554 (Maroto, 2002). Desconocido en Europa hasta el siglo XVI y poco consumido hasta el siglo XIX, se convirtió en la hortaliza del siglo XX.

El tomate tiene diversas especies emparentadas agrupadas en el género *Lycopersicon*. Comprende nueve especies entre sus formas cultivadas y silvestres, todas ellas se creen originarias de la región andina de Perú y Ecuador, a excepción de *L. cheesmanii*, que está asociado a las Islas Galápagos (Blancard, 2011), una planta rastrera que originalmente presentaba frutos muy pequeños.

En la actualidad, el tomate es una hortaliza que presenta una alta diversidad genética, existiendo innumerables variedades con distinto aspecto, color y sabor, además de una demanda que aumenta continuamente y, con ella su producción y comercialización. No obstante, este incremento de la producción obedece más bien a un mayor rendimiento que a un crecimiento en la superficie cultivada (Allende, 2017). Esta diversidad genética es favorable para el desarrollo de variedades mejor dotadas y más resistentes a las enfermedades. Las especies muy próximas al tomate que tiene gran interés para su mejora genética, como *Lycopersicon pimpinelifolium*, *L. peruvianum*, *L. hirsutum*,

L. cheesmanii y *L. pennelli* poseen genes de resistencias a enfermedades y plagas como a factores abióticos como al estrés hídrico o sequía (Argerich y Troilo, 2010).

Después de la patata, el tomate es la hortaliza más cultivada y consumida en el mundo (Allende, 2017), tanto en fresco como procesada. No es de extrañar que su cultivo esté extendido por todo el mundo, ocupando cinco millones de hectáreas, especialmente en China, India, EE.UU., Rusia, Egipto y Turquía. En Europa destacan Italia y España, con el 62% de la producción europea, pero es de interés mencionar la gran cantidad de superficie destinada en Holanda y Portugal a este cultivo. La producción mundial de tomates ha progresado regularmente durante el siglo XX y se ha incrementado considerablemente en las cuatro últimas décadas. Ha pasado de 48 millones de toneladas en 1978, a 89 millones en 1998, 124 millones en 2006 (Blancard, 2011) y en el 2016 se ha cifrado en algo más de 233 millones (FAOSTAT - datos estadísticos de la FAO), lo que resulta un ascenso vertiginoso.

En España, el tomate y el pimiento ocupan más del 75% de la superficie cultivada de hortalizas en invernadero. Se localiza principalmente en la zona peninsular más árida, en las provincias de Murcia, Almería, Sur de Alicante y Granada, aprovechando la estabilidad de clima otoño-invierno y la alta luminosidad (Caballero y De Miguel, 2002). La provincia de Almería concentra la mayor superficie de cultivo protegido de tomate con 10.345 Ha, por sólo 123 al aire libre. Seis de cada diez tomates que exporta España se producen en esta región. Valores que se diferencian claramente con la tercera provincia andaluza productora de esta hortaliza, Sevilla, que destinó 6.525 Ha en 2015, de las cuales sólo 100 de ellas corresponden a cultivos protegidos (Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía, 2015).

3. Los problemas sanitarios del tomate

El cultivo del tomate ha evolucionado enormemente durante las dos últimas décadas. Las técnicas culturales se han diversificado y se han puesto en práctica en condiciones de medio muy variadas, al aire libre, en cultivos protegidos, formas de entutorado, etc., en climas tan dispares como los que se sitúan en Holanda, China, EE.UU., África, etc. A esto, hay que unir los tipos varietales en constante evolución en base a distintos objetivos: aumento de los rendimientos, ampliación del calendario de producción, mecanización de las operaciones y mejora de la calidad de los frutos, tanto para consumo en fresco como procesado (facilidad de manejo y adaptación a los distintos procesos de transformado: salsas, zumos, concentrados, “smoothies”, gazpachos, etc.).

El tomate puede cultivarse durante todo el año, pero hay que tener en cuenta que las heladas y el calor excesivo pueden dificultar su buen desarrollo en esas épocas. Para subsanar estos inconvenientes, es imprescindible la adopción de nuevas tecnologías, como pueden ser el cultivo en invernadero, el uso de mallas plásticas que intercepten más del 50% la luz del sol, y mejora del sistema de riego. Para obtener buenos resultados, la elección de la variedad debe ir acompañada por la adquisición de una semilla confiable, de buena calidad.

El sistema de producción bajo condiciones protegidas ha venido en aumento en los últimos años por la productividad, rentabilidad y calidad del producto. El rendimiento promedio obtenido es de 5 a 6 kg por planta, superando tres veces el que se obtiene en campo abierto, que es de 1,5 a 2 kg por planta.

La intensa producción de tomate en el mundo da una idea de la envergadura de tierras destinadas a su cultivo, tanto protegido como al

aire libre, de regadío. Pero también de secano. Esta colonización en ecosistemas apartados de sus comunidades clímax naturales en nuevos agroecosistemas artificiales creados por el ser humano amplía el potencial abanico de organismos patógenos capaces de causarle enfermedades porque las plantas cultivadas no crecen en su entorno natural.

Los productores se ha visto forzados a buscar nuevas alternativas tecnológicas para el cultivo, pues las condiciones de sequía o lluvia afectan la productividad debido a los cambios extremos de temperatura y humedad relativa, que favorecen el ataque de plagas y enfermedades, obligando al productor a utilizar más cantidad de plaguicidas y fertilizantes para lograr mayor productividad, con mayores costos de producción y disminución de la rentabilidad, causando grandes daños de contaminación al medio ambiente

La amplia extensión del cultivo de tomate en el mundo, creciendo en ambientes artificiales en cultivos protegidos o en lugares al aire libre alejados de su comunidad clímax de origen, sugiere que esta planta tiene un patosistema complejo, donde una multitud de patógenos que no han evolucionado con la planta son capaces de parasitarla. En efecto, el tomate tiene un amplio listado de patógenos repartidos por una amplia gama de reinos taxonómicos, entre los que destacan los hongos, chromistas, procariotas virus y nematodos pertenecientes, estos últimos al Reino Animalia. Todas estas consideraciones unidas a su amplia producción y extensión mundial, lleva a que la sanidad vegetal de esta especie sea de especial importancia en su producción.

La producción de tomate en invernadero o al libre produce diferentes agroecosistemas que favorecen la proliferación de un tipo de

enfermedades u otras, dependiendo también de los ecosistemas donde se produce a lo largo de todo el mundo. Dada la importancia como cultivo hortícola de interés para cultivar a lo largo de todos los continentes es normal que la incidencia y severidad de enfermedades esté muy repartida y de forma desigual a lo largo de todos los ecosistemas siendo, a priori, los más resistentes aquellos donde crecen plantas silvestres de tomate en sus comunidades clímax.

El uso de cubiertas de protección es una tecnología ampliamente difundida. La malla antiáfido en el norte es un sistema de exclusión de plagas, mejorando a su vez la condición ambiental (microclima) bajo la estructura (Allende, 2017).

Los patosistemas de cultivos protegidos resultan ser inestables y muy dinámicos, donde las autoinfecciones tienen una gran importancia epidemiológica. La influencia del control climático y de regulación del agua en el suelo es muy importante en el progreso epidemiológico de plagas y enfermedades. Por un lado, para reducir las condiciones favorables de diversos patógenos y, por otro, para incrementar el poder patógeno de los más adaptados.

Es conocido desde décadas que en la lucha contra las plagas y enfermedades es prioritario el uso de fitosanitarios de síntesis capaces de prevenir y controlarlas. Sin embargo, ante la cantidad de productos de este tipo existentes en el mercado fruto de la investigación, es sabido que el uso de este tipo de sustancias es cada vez más restringido y controlado. Las nuevas normativas impiden el uso indiscriminado de estos productos y se han retirado un número significativo de ellos del mercado. Por lo que en la actualidad se están investigando nuevos productos de reducida toxicidad y estrategias para suplir el uso de los fitosanitarios de síntesis.

En este sentido, volvemos a los orígenes cobrando el valor de que la mejor estrategia de control es la prevención, pero no a cualquier coste, sino aprovechando todo el conocimiento que tenemos del funcionamiento de los agroecosistemas para prevenir por medio de mecanismos naturales. En estos mecanismos es recomendable el uso de Buenas Prácticas Agrícolas definidas por la FAO (BPA) que son las acciones involucradas en la producción, almacenamiento, procesamiento y transporte de productos de origen agropecuario, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección al medioambiente y el bienestar laboral. Incluyen el manejo de suelo, agua, fertilizantes y productos fitosanitarios durante el cultivo, cosecha, empaque, transporte y almacenado del producto (Sepúlveda, 2017).

Por otro lado, la mejor manera de minimizar los efectos nocivos que éstas tienen sobre las plantas, evitando una contaminación del medioambiente con fungicidas químicos y minimizando los costos de control de manera de no afectar la productividad del cultivo, es utilizando el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE o IPM - Integrated Pest Management), el cual se basa en estas premisas (Sepúlveda, 2017):

- Mantener un nivel aceptable de la enfermedad.
- Usar prácticas culturales preventivas y genéticas.
- Monitoreo permanente de la presencia de enfermedades.
- Control mecánico.
- Control químico.
- Evaluar permanentemente los resultados de las estrategias de control empleadas.

Para que ocurra la enfermedad, es necesario que interaccionen tres componentes fundamentales que forman parte del conocido triángulo de

la enfermedad; estos son la planta u hospedero, el patógeno y las condiciones ambientales y nutricionales que deben ser favorables para el proceso de infección. En un cultivo de tomate es trivial que la planta está presente y el patógeno generalmente también, ya que muchos de ellos son patógenos necrótrofos y patógenos o saprófitos facultativos que están dispersos por los suelos y agroecosistemas viviendo de la materia orgánica o sobreviviendo en restos de diversas plantas o despojos procedentes de cultivos anteriores o de plantas silvestres.

Las enfermedades que afectan al cultivo del tomate deben ser manejadas de manera de minimizar los efectos nocivos que éstas tienen sobre las plantas, evitando una contaminación del medioambiente con fungicidas químicos y minimizando los costos de control de manera de no afectar la productividad del cultivo (Sepúlveda, 2017).

Las pérdidas de tomate en el mundo se estiman que son muy elevadas. En un estudio publicado por Brenes-Peralta (2017), arrojan valores aproximados de pérdidas durante un cultivo de tomate correspondientes a 6% de pérdidas totales, 20% por baja calidad (comercializable dependiendo de mercado y destino), 48% con daños mecánicos de diferentes consideración, 18% con fisiopatías, 15% con daños entomológicos y el 10% con enfermedades. Sin embargo, cada vez que se evalúan pérdidas hay que ser muy cuidadoso porque éstas están muy variables y oscilantes dependiendo de numerosísimos factores.

4. Las plagas y enfermedades del tomate

La comunidad clímax asociada a climas tropicales, sugiere que el manejo de este cultivo es complicado cuando se produce en hábitats muy

distintos a los de su comunidad de origen. Sin embargo, el tomate se ha desarrollado muy bien en su origen, en ecotipos muy dispares de la región andina de Perú y Ecuador y presenta una gran diversidad en tamaño, forma, color de los frutos, porte de las plantas, etc., a pesar de su escasa variabilidad genética. Estas características hacen que los seleccionadores utilicen especies silvestres de tomate para aumentar la variabilidad de la especie cultivada. El tomate es la hortaliza en la que se ha utilizado ampliamente las especies afines silvestres en los programas de selección, especialmente como fuente de genes de resistencia a los bioagresores. Su explotación por los mejoradores no cesa de aumentar, no solamente como fuente de resistencia a las enfermedades, sino también para la adaptación a diferentes estreses, como frío, salinidad y sequía, para el porte de las plantas, y para la mejora de la calidad de los frutos, especialmente en licopeno y vitamina C (Blancard, 2011).

Las plagas, las enfermedades y las fisiopatías en el cultivo del tomate deben ser identificadas a tiempo para realizar un adecuado manejo, el técnico extensionista y el productor deben conocer y detectar la aparición temprana de las plagas, enfermedades y fisiopatías con el fin de aplicar las medidas de control establecidas en el presente material.

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 18 y 30 °C durante el día y entre 15 y 20 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula. 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 (Figura 1).



Figura 1. Los factores ambientales como la temperatura, humedad relativa y la iluminación son determinantes en la sanidad de las plantaciones de tomates

La humedad relativa tiene gran interés, sobre todo durante la dehiscencia polínica y la propia polinización, estando la más adecuada entre un 55 y un 75%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Otro factor ambiental importante en el cultivo del tomate es la luminosidad. 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.

En los cultivos protegidos, las enfermedades fúngicas más importantes son las telúricas, puesto que en los ambientes confinados, la dispersión aérea de los propágulos está reducida por la falta de viento y su protección exterior. Tanto al aire libre como en invernadero, las condiciones climáticas tienen una gran influencia en el desarrollo de las epifitias, siendo éstas de gran importancia para las de evolución aérea mientras que otros factores son los más influyentes en las de origen telúrico.

Esta gran diversificación, la intensificación de los cultivos y los intercambios mundiales han contribuido a modificar las situaciones fitosanitarias sobre el terreno, especialmente cuando se han introducido nuevos bioagresores. El movimiento y la dispersión de los agentes patógenos capaces de causar enfermedades al tomate y la cantidad de microhábitats distintos (al aire libre, protegidos, que se utilizan para el cultivo de hortaliza, crean ambientes y condiciones favorables para determinados agentes patógenos aéreos y telúricos. Los riesgos de ver desarrollarse uno a varios agresores no son los mismos en función de los contextos de producción (Blancard, 2011).

Se han descrito más de una veintena de hongos capaces de desarrollar enfermedad a plantas de tomates, de los cuales al menos ocho de ellos son de transmisión aérea y el resto son telúricos o de dispersión por tierra (Blancard, 2011). Menos numerosas son los procariotas representados por las bacterias patógenas y fitoplasmas, con un número menor de diez agentes patógenos, muy similar al de virus. También es de destacar varias

especies de nematodos, fanerógamas patógenas e insectos y otros animales productores de plagas. Del mismo modo, hay que destacar los hongos y bacterias que causan podredumbres durante el almacenamiento de los frutos. Se han descrito con mayor o menor incidencia, 69 especies fúngicas causantes de pudriciones de frutos durante el cultivo y en el almacenamiento (Blancard, 2011). Los agentes causales de enfermedades se esquematizan en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales enfermedades de cultivos al aire libre y protegidos descritas en tomate

Enfermedad	Patógeno	Reino
Tizón temprano, mancha negra de la hoja o alternariosis	<i>Alternaria tomatophila</i> (antes <i>A. solani</i>)	Fungi
Chancro por <i>Didymella</i>	<i>Didymella lycopersici</i>	Fungi
Tumores radiculares	<i>Spongospora subterranea</i>	Protozoa
Podredumbre negra de las raíces	<i>Thielaviopsis basicola</i>	Fungi
Tizón tardío, mildiu de la patata y el tomate o mildiu aéreo	<i>Phytophthora infestans</i>	Chromista
Damping-off, enfermedad de los semilleros o podredumbres radiculares y basales	<i>Phytium</i> sp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium</i> sp., <i>Sclerotinia</i> sp., <i>Sclerotium rolfsii</i> y <i>Phytophthora</i> sp.	Chromista y Fungi
Podredumbre gris	<i>Botrytis cinerea</i>	Fungi
Podredumbres radiculares y del cuello	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Fungi
Enfermedad de las raíces acorchadas	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	Fungi
Tallo algodonoso, podredumbre húmeda del tallo o esclerotiniosis	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Fungi

Marchitez ascendente o fusariosis radicular	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Fungi
Marchitamiento o fusariosis vascular del tomate	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Fungi
Moho de las hojas o cladosporiosis	<i>Cladosporium fulvum</i>	Fungi
Tizón	<i>Phytophthora capsici</i>	Fungi
Oídio interno	<i>Leveillula taurica</i>	Fungi
Oídio externo	<i>Oidium neolycopersici</i>	Fungi
Verticiliosis	<i>Verticillium dahliae</i> o <i>V. albo-atrum</i>	Fungi
Mancha gris de la hoja o estenfiliosis	<i>Stemphyllium</i> sp.	Fungi
Antracnosis o podredumbre radicular	<i>Colletotrichum coccodes</i>	Fungi
Viruela	<i>Septoria lycopersici</i>	Fungi
Nematodo agallador o agallas radiculares	<i>Meloidogyne</i> sp.	Animalia
Nematodos de quistes	<i>Globodera</i> sp.	Animalia
Manchas bacterianas, sarna o roña bacteriana	<i>Xanthomonas</i> sp.	Procariota
Peca bacteriana o moteado	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Procariota
Necrosis de la médula, tallo hueco o médula negra	<i>Pseudomonas corrugata</i> , <i>P. mediterranea</i> y <i>P. viridiflava</i>	Procariota
Marchitamiento bacteriano	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Procariota
Tumor bacteriano	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Procariota
Chancro bacteriano del tomate	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Procariota
Bacteriosis o podredumbre blanda del tallo	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	Procariota
Virus del mosaico del tomate (ToMV)	Tobamovirus	Viridae
Virus del bronceado del tomate (TSWV)	Tospovirus	Viridae

Virus del mosaico del pepino (PepMV)	Potexvirus	Viridae
Virus del mosaico del tabaco (TMV)	Tobamovirus	Viridae
Virus del mosaico de la alfalfa (AMV)	Alfamovirus	Viridae
Virus del amarilleo occidental de la remolacha (BWYV)	Polerovirus	Viridae
Virus del mosaico del pepino (CMV)	Cucumovirus	Viridae
Virus Y de la patata (PVY)	Potyvirus	Viridae
Virus de la clorosis del tomate (ToCV)	Crinivirus	Viridae
Virus de la clorosis infecciosa del tomate (TICV)	Crinivirus	Viridae
Virus de las hojas amarillas en cuchara del tomate y otras especies virales asociadas (TYLCV)	Begomovirus	Viridae

Los hongos patógenos del tomate de transmisión aérea destacan por su producción de esporas o conidios que se presentan como el principal propágulo de dispersión de la enfermedad. En este grupo destacan *Alternaria* spp., *Didymella*, spp., *Thielaviopsis* spp., *Botrytis* spp., *Pyrenochaeta* spp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* spp., *Leveillula* spp., *Oidium* spp., *Verticillium* sp., *Stemphyllium* spp., *Colletotrichum* spp. y *Septoria*, spp., frente a los hongos telúricos de transmisión fundamentalmente a partir del suelo, muy importantes en la infección de raíces y cuellos de plantas como son: *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia* spp., *Sclerotium* spp., *Phytophthora* spp. y *Macrophomina* spp. Los patógenos telúricos son facultativos, es decir, son organismos generalmente saprófitos capaces de sobrevivir en el

suelo y restos de vegetales y que aprovechan las plantas generalmente debilitadas o faltas de defensas para parasitarlas. Los hongos aéreos son saprófitos facultativos, es decir, patógenos que pueden vivir de forma saprofitaria.

De acuerdo con su patogenicidad, la mayor parte de los hongos listados son necrótrofos y unos cuantos biótrofos. Estos últimos, presentan un mecanismo de patogenicidad más sofisticado, siendo incapaces muchos de ellos de crecer fuera del hospedero vivo, es el caso de *Oidium* sp. y *Leveillula* sp.

Una parte de estos hongos listados en la Tabla 1 son exclusivos de las plantas de la familia de las solanáceas. Estos son: *A. tomatophila*, *D. lycopersici*, citada sólo en tomate, *Phytophthora infestans*, las razas de *F. oxysporum*: *F. o. f. sp. radialis-lycopersici* y *F. o. f. sp. lycopersici* y *Septoria lycopersici*.

Los nematodos son organismos saprófitos o patógenos animales de pequeño tamaño que infectan numerosas plantas principalmente a partir de sus raíces, donde las solanáceas no están exentas de sus ataques. Existen dos géneros de nematodos importantes como patógenos del tomate: *Meloidogyne* y *Globodera* (Tabla 1). El primero está representado por numerosas especies generalmente muy polífagas. Sin embargo, *M. hispanica*, se ha descrito en España únicamente en melocotonero y tomate (Melgarejo et al., 2010). Por otro lado, destacan *G. rostochiensis* y *G. pallida* como patógenos de plantas solanáceas, incluido el tomate. Se dispersan mediante el agua de riego y por trasplante de plántulas infectadas.

Respecto a las bacterias patógenas y en relación a los mecanismos descritos anteriormente, podemos afirmar que las bacterias asociadas al

tomate son relativamente autónomas: pueden parasitar la planta o pueden vivir en estado saprofitario como epífitos en la filosfera o en la rizosfera (Blancard, 2011). Todos los órganos de la planta pueden verse afectados. De forma análoga a los hongos y organismos afines, podemos distinguir entre bacterias aéreas (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* y *Xanthomonas* sp.) y bacterias endófitas, vasculares o telúricas (*Agrobacterium tumefaciens*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Pseudomonas corrugata* y *Ralstonia solanacearum*).

Las virosis están representadas por un gran número de especies de incidencia muy variable, entre las que destacan una docena de especies citadas en la Tabla 1. Las virosis de las solanáceas son transmitidas generalmente por la picadura de insectos vectores (Blancard, 2011). Los pulgones son los principales transmisores de virus del tomate de modo no persistente, aunque también se dan casos de transmisión de modo semipersistente (CMV, PVY, AMV, TEV, etc.) y persistente (BWYV y PLRV). Otros insectos aseguran también eficazmente la transmisión de varios virus en tomate: los aleuródidos (TYLCV, ToCV, TICV, TLCV, etc.), los trips ((TSWV, INSV, TSV, etc.), los cicadélidos ((BCTV, PYDV, TYDV, etc.). Algunos hongos y nematodos son vectores de virus en tomate, como el TNV, transmitido por *Olpidium brassicae* y varias especies de nematodos de los géneros *Longidorus*, *Paratrichodorus*, *Trichodorus* y *Xiphinema* pueden transmitir virus como TRV, TRSV y TBRV a partir de las raíces. Otros virus se transmiten principalmente por contacto (PepMV, TMV y ToMV, entre otros).

Las plagas más importantes que afectan al tomate son polífagas, por lo que generalmente afectan a numerosos cultivos hortícolas. Su incidencia depende del área climática, del destino final de la producción en fresco o

transformado y del ambiente del cultivo. Dentro de los cultivos protegidos, la incidencia de las diferentes plagas también varía mucho según el tipo de invernadero, el ciclo de cultivo y las especies vegetales con los que coexiste.

Los hemípteros o moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* son dos de las plagas más importantes que afectan a este cultivo, especialmente en invernadero.

Existen otras plagas que también pueden causar daños económicos a este cultivo y su importancia está directamente relacionada con el área climática. Así, el lepidóptero *Helicoverpa armigera* es importante especialmente en los ciclos de verano y otoño en el área mediterránea.

El ácaro del bronceado, *Aculops lycopersici*, es una plaga muy importante en toda la región mediterránea mientras que es menos común en los climas más fríos. Los síntomas que produce este ácaro son un bronceado o herrumbre, primero en la base del tallo y después en la hoja y fruto.

Las arañas rojas del género *Tetranychus*, son importantes en el área mediterránea. Las especies más comunes son: *T. urticae*, *Tetranychus evansi*, *T. turskestanii* y *T. ludeni* que potencialmente podría causar daños de mayor o menor grado en tomate y otras solanáceas.

Otras plagas que pueden causar daños importantes a este cultivo son los minadores de hoja del género *Liriomyza*, vulgarmente denominado submarino. Las especies de minadores que afectan al tomate son *L. bryoniae*, *L. trifolii* y *L. huidobrensis*.

Las especies de pulgones que afectan al cultivo de tomate se corresponden con las de otros cultivos hortícolas. Cabe destacar a *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*, menor incidencia son las especies *Aphis fabae*

y *Macrosiphum euphorbiae*. Los daños se caracterizan por deformaciones y abollonaduras en las hojas jóvenes de la planta. Así mismo la melaza que segregan favorece el crecimiento del hongo de la negrilla o fumagina y también son los responsables de transmisiones de virosis como el virus del mosaico del pepino (CMV) y el virus Y de la patata (PVY).

Frankliniella occidentalis es la especie de trip más importante en incidencia y severidad de daños que causa en tomate. Los daños se observan en hojas y frutos y se asemejan a placas plateadas que viran a pardo-marrón. Los daños de puesta se observan en frutos verdes y rojos como punteaduras rodeadas de un halo blanco. Otro peligro del trip es que éste es el vector del virus del bronceado.

5. Prevención y control de las enfermedades del cultivo de tomate

La prevención de las enfermedades constituye la primera estrategia a tener en cuenta para reducir los riesgos de pérdidas durante el cultivo y poscosecha. Sin embargo, se deben evitar las estrategias clásicas de aplicaciones de productos fitosanitarios cuyo objetivo es adelantarse a la posible y sólo posible aparición de plagas o enfermedades típicas de los cultivos. En contraposición a esta estrategia, es práctica fundamental conocer las verdaderas plagas y enfermedades que afectan a nuestros cultivos, predecir su incidencia y comportamiento y tomar las medidas de prevención evitando recurrir inicialmente al uso de los productos fitosanitarios, procedimiento típico del control integrado de plagas y enfermedades, que en la actualidad, se ha extendido este concepto del campo a la poscosecha, bajo el término denominado CINCEP – Control

Integrado No Contaminante de Enfermedades de Poscosecha (Palou, 2011).

De la lectura del párrafo anterior, es lógico deducir que, para realizar un control de las plagas y enfermedades del tomate, es importante conocer los potenciales patógenos que afectan a nuestro cultivo, su epidemiología y las condiciones ambientales que acontecen. Sólo así se pueden seleccionar las medidas de prevención más eficaces de entre la cantidad de cuidados y medidas a adoptar que están definidas.

La prevención de las plagas y enfermedades es la primera vía de actuación. Sin embargo, no hay que confundir la aplicación máxima de productos fitosanitarios como medida de prevención antes de que se presente el problema. Esta ruta ha sido habitual en los orígenes de la agricultura intensiva y tras el auge experimentado en el desarrollo de fitosanitarios, primera fuente de contaminación del medio ambiente por acumulación de residuos de plaguicidas en nuestros ecosistemas silvestres y agrícolas.

Las nuevas normativas de fitosanitarios, las restricciones, reducción del límite máximo de residuos y la mayor percepción general de la contaminación y la toxicidad, ha potenciado la necesidad de recurrir e investigar, nuevos sistemas y sustancias de toxicidad reducida para combatir las plagas y enfermedades de las plantas. A este respecto, existe una gran y variada bibliografía divulgativa y científica que, en muchos casos crea más confusión que acierto, puesto que, tras la lectura y estudio de estos nuevos métodos, sustancias y sistemas, se adquiere la sensación de que los problemas están resueltos, tema que, llevado a la práctica, parece que está lejos de la realidad. La necesidad de optimizar los nuevos sistemas, de profundizar en su estudio, de obtener una respuesta

consistente, de caracterizar el peso de todas las variables que influyen en la respuesta y los impedimentos reglamentarios, muy estrictos en Europa, nos lleva a la conclusión que aún nos queda un largo recorrido para encontrar una respuesta a esta incógnita del futuro.

La prevención de plagas y enfermedades es, sin duda alguna, la mejor estrategia de control y el primer punto a considerar para establecer una metodología de acción para nuestros cultivos. El correcto desarrollo del cultivo, evitando la incidencia de estreses es el procedimiento más eficaz para mantener las defensas naturales de las plantas contra las enfermedades. Sin embargo, los sistemas de prevención de las enfermedades del tomate son muy variados y generalizados a todo tipo cultivos por la variabilidad y amplitud de agentes patógenos que presenta

El conocimiento de los patógenos descritos en determinadas áreas de cultivo acota el abanico de medidas de prevención racionales dentro de una agricultura sostenible y encauzada en un control integrado de plagas y enfermedades. Carece de sentido utilizar medidas de prevención o control encaminadas a proteger nuestro cultivo de patógenos no referenciados en nuestra área. A este respecto, los servicios de sanidad vegetal de países y comunidades autónomas juegan un papel decisivo en el censo e incidencia de enfermedades y en el diagnóstico de nuevas enfermedades introducidas o descritas. Los grupos de investigación en fitopatología también pueden desempeñar un papel importante en la detección y descripción de nuevos patógenos en áreas particulares, especialmente en la realización de diagnósticos, ya que estamos detectando una gran difusión de diagnósticos erróneos realizados a partir de los síntomas, pero hay que tener claro que algunas enfermedades pueden compartir síntomas, siendo los signos del patógeno la herramienta más útil para el diagnóstico de la enfermedad.

Podemos partir de unos consejos generales para el manejo de plagas y enfermedades (Villasanti, 2013):

- El empleo de variedades resistentes a insectos y enfermedades es el mejor método preventivo.
- Eliminar las partes infestadas de la planta y las malezas para reducir fuentes de inóculo.
- Realizar rotación de cultivos, el cultivo de tomate se debe alternar con otros cultivos de diferente familia botánica.
- Inspección constante de los campos para determinar regularmente el nivel de las plagas y de sus enemigos naturales.

Para prevenir el desarrollo de las enfermedades una vez hemos detectado propágulos del patógeno en nuestro agroecosistema o realizado un correcto diagnóstico, debemos tener en cuenta varios factores fundamentales: la epidemiología del patógeno y las condiciones medioambientales de nuestro cultivo. En este apartado podemos poner de manifiesto si éstas son favorables para el desarrollo del patógeno. También es importante conocer el tipo de suelo, características del cultivo, cuidados de las plantas, etc.

La prevención también puede abordarse dependiendo del grado de intimidad de la relación de patogenidad. Así, las traqueomicosis u enfermedades vasculares producidas por hongos o cromistas y las especies causantes de podredumbres o chancros en el cuello o raíces pueden prevenirse o controlarse por el desarrollo de variedades resistentes y el manejo del inóculo del suelo. En el segundo caso, es más compleja la incorporación de resistencias y es más importante la reducción de la cantidad de inóculo.

Evidentemente las condiciones ambientales y culturales de los cultivos deben ser favorables para el desarrollo de estos, especialmente en los agroecosistemas, donde necesitamos crear un ambiente favorable en un entorno artificial creado para este fin, en el caso del tomate, son favorables las temperaturas óptimas comprendidas entre 20 y 30 °C. Estas condiciones pueden ser favorables también para el desarrollo del patógeno, es decir, el agroecosistema puede llevar parejo un patosistema favorable para determinados agentes causantes de enfermedades y sus vectores. Sin embargo, las condiciones ambientales del patosistema del cultivo son en muchas ocasiones favorables para el desarrollo de la mayoría de los patógenos fúngicos. Los hongos patógenos del tomate generalmente presentan temperaturas moderadas como óptimas para su desarrollo, estas temperaturas oscilan generalmente entre 18 y 27 °C. Las condiciones óptimas de crecimiento y maduración del tomate se encuentran entre 25 y 30 °C, con una gran amplitud ecológica, como muestra su elevada distribución en distintos países y agroecosistemas específicos.

Muchos de los patógenos fúngicos del tomate son polífagos, es decir, son capaces de infectar numerosas especies de plantas. No pocos son necrótrofos o patógenos facultativos, por lo que son capaces de persistir, sobrevivir e incluso desarrollarse como saprófitos sin necesidad de parasitar plantas para concluir todo su ciclo de vida. A este respecto, el suelo, las instalaciones de cultivos protegidos y especialmente los restos vegetales y presencia de malas hierbas constituyen fuentes de supervivencia y desarrollo de inóculo para infectar posteriormente plantas de tomate susceptibles. Hay no pocas estructuras de resistencia que permiten al hongo sobrevivir durante meses o años, en el caso de que no pueda desarrollarse como saprófitos o las condiciones no lo

permitan, como son las esporas o conidios, los esclerocios y las clamidosporas. Una vez se establece la infección del patógeno, las plantas marchitas o demasiado vigorosas son especialmente susceptibles. La presencia de tejidos suculentos, bien hidratados, puede favorecer las infecciones. Por otro lado, los tejidos senescentes, pobres en defensas son también muy vulnerables a la mayoría de patógenos.

Bajo condiciones favorables de temperatura y humedad y todas aquellas en general que favorecen la infección y desarrollo del patógeno, el cultivo se ve afectado por diversas enfermedades que afectan la producción que se realiza en campo abierto. Estas enfermedades causan el bajo rendimiento y calidad e inclusive pérdida total. Debido a la agresividad de las mismas, solamente los tratamientos en forma preventiva presentan cierto grado de eficacia, pero una vez que aparecen los síntomas los efectos se desvanecen (Villasanti, 2013).

El uso de fitosanitarios sigue siendo un aspecto muy a tener en cuenta a la hora de prevenir y controlar el desarrollo de plagas y enfermedades. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, es importante utilizarlos a nivel de prevención solamente cuando el patógeno o el insecto plaga forme parte del patosistema de nuestro cultivo y se den las condiciones ambientales favorables para el establecimiento de la infección y colonización de los tejidos de las plantas, especialmente si detectamos focos de la enfermedad en nuestro cultivo o área. Los modelos predictivos y la constante vigilancia de nuestras cosechas son fundamentales para esclarecer el momento de aplicación de los fitosanitarios evitando, de este modo, tratamientos innecesarios que incrementan los costes de producción y contribuyen a la contaminación del agroecosistema.

A continuación, se describen someramente los procedimientos de prevención y control de las plagas y enfermedades que se consideran más extendidas en el tomate, clasificadas en hongos y cromistas, bacterias, nematodos y virus, por este orden.

5.1. Hongos y cromistas

Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)

Las condiciones predisponentes para su infección son temperaturas entre 18 a 24 °C. Cuando se superan los 24 °C no se producen conidios y a más de 32 °C se inhibe el crecimiento micelio.

Generalmente aparece el síntoma después de un descenso brusco de temperatura y por salpicaduras de agua. El ataque de la enfermedad es más notable en suelos ácidos y arenosos a densidades altas de planta (Figuras 2 y 3).



Figura 2. Ataque severo de *Botrytis*



Figura 3. *Botrytis* en frutos

Se recomiendan los siguientes sistemas de control:

- Control cultural: reducir la humedad en los cultivos. Ventilación adecuada mejorando deshoje y desbrote. Eliminar de las plantas los órganos enfermos tan pronto como éstos aparezcan y no dejarlos dentro ni en las cercanías del invernadero. Reducir fertilización nitrogenada.
- Control químico: aplicación de fungicidas sistémicos o de contacto, teniendo en cuenta efecto residual y tiempo de carencia.

Para el tratamiento con fungicidas se debe acudir o consultar el registro reglamentario a cada área debió al constante trasiego de cancelaciones de productos y materias activas. Este procedimiento se debe realizar para el control químico de todas las enfermedades.

Tizón temprano, mancha negra de la hoja o alternariosis (*Alternaria tomatophila*)

El hongo presenta hospedantes alternativos en diferentes especies de la familia solanáceas y en malezas de la misma familia botánica. Sobrevive en el suelo, rastrojos y semillas. El patógeno puede penetrar directamente por la cutícula y a través de heridas. La propagación se realiza a través del aire, agua de riego, herramientas, accidentalmente por operarios, insectos y por salpicaduras de agua (Figuras 4 y 5).



Figura 4. *Alternaria* en tomate almacenado



Figura 5. Ataque avanzado de *Alternaria* en tomate

El rango de temperatura óptimo para desarrollo de la enfermedad varía de 24 a 29 °C y debe existir la presencia de una película de agua en la hoja por al menos 24 horas consecutivas. Los síntomas o predisposición a la enfermedad se agravan en deficiencia de nitrógeno y ataque de nematodos.

Se recomiendan los siguientes sistemas de control:

- Control cultural: rotación de cultivos incluyendo especies de familias no susceptibles. Eliminar restos de cultivo afectados. Utilizar plantas provenientes de semilla certificada, libre de la enfermedad y desinfectada. Usar preferiblemente variedades resistentes.
- Control químico: aplicación de fungicidas con una incidencia de 5% para realizar el control de la enfermedad. La periodicidad de aplicación depende del efecto residual y tiempo de carencia.

Oídio - oidiopsis (*Leveillula taurica*)

El hongo presenta un amplio rango de hospedantes cultivados y numerosas malezas. Se disemina por el viento o salpicaduras de agua. Es capaz de sobrevivir en el suelo y en el rastrojo. El rango de temperatura óptimo para su desarrollo está comprendido entre 20 y 25 °C y humedad relativa mayor a 75%.

Se recomiendan los siguientes sistemas de control:

- Control cultural: se sugiere monitorear permanente para establecer oportunamente las medidas de control. Eliminar restos de tomate y malezas enfermas tan pronto como termine la temporada de cosecha. Mantener los cultivos lo más ventilados posible. Controlar las plantas voluntarias y malezas hospederas.
- Control químico: se sugiere realizar aplicaciones preventivas con azufre mojable y curativas con fungicidas autorizados para el control de la enfermedad.

Moho de las hojas o cladosporiosis (*Cladosporium fulvum*)

El hongo sobrevive como saprófito sobre los restos del cultivo o como conidios en el suelo. Los conidios pueden sobrevivir hasta un año y son fácilmente diseminados a través del aire, por los operarios, herramientas utilizadas en labores culturales y por insectos. La semilla contaminada constituye la fuente primaria del inóculo. El rango de temperatura óptima presenta el intervalo de 20 a 25 °C, aunque la enfermedad puede desarrollarse entre 4 y 32 °C. La humedad relativa favorable es superior a 80% (Figura 6).



Figura 6. Grietas crecimiento colonizadas por *Cladosporium*

Marchitez ascendente o marchitamiento vascular del tomate (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*)

Esta forma especializada de la especie fúngica *F. oxysporum* infecta a todos los representantes cultivados del género *Lycopersicon*. En el tomate causa la enfermedad conocida como marchitamiento vascular del tomate, una enfermedad devastadora extendida por todo el mundo.

Se conocen tres razas de este hongo (razas 1, 2 y 3). Las dos primeras se encuentran prácticamente extendida por todo el mundo. Sin embargo, la raza 3 se ha citado principalmente en Australia y en EE.UU.

El hongo presenta otros hospedantes alternativos de la familia solanáceas como el pimiento y la berenjena. El patógeno puede sobrevivir en el suelo o en rastrojos durante años como clamidosporas. A partir de estas estructuras de resistencia pueden penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular. El hongo tolera una amplia gama de pH y se establece fácilmente en muchos tipos de suelo.

La propagación de la enfermedad es a través de los conidios presentes en el agua o en el viento. La enfermedad puede ser introducida al establecimiento productivo a través del sustrato para sembrar plantines o por plantines contaminados. En cultivos sin suelo la fuente principal de contaminación es el sustrato infectado que se introduce junto con las plántulas, el suelo o el agua de riego

El rango de temperatura óptimo para desarrollo de la enfermedad está comprendido entre 18 y 20 °C. La temperatura del suelo y del aire, cercana a los 28 °C. Otras condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad es el estrés hídrico (exceso de agua) y térmico (temperaturas bajas).

El principal método de control de la enfermedad es por variedades resistentes, actualmente se dispone de numerosos cultivares e híbridos con resistencia a las razas 1 y 2.

Tizón tardío o mildiu de la patata y el tomate (*Phytophthora infestans*)

El hongo presenta a la patata y a la berenjena como hospedantes, junto con otras plantas de la familia solanáceas. En ausencia de hospedante, el patógeno sobrevive en el suelo, rastrojos y en tubérculos de patata infectados, los cuales, cuando germinan, dan lugar a brotes contaminados. El inóculo se propaga por medio del agua de riego, lluvia, rocío o niebla. En presencia de ésta, los esporangios liberan las zoosporas sobre la película de agua sobre la superficie de vegetal iniciando, de este modo, nuevas infecciones penetrando por los estomas.

La infección se ve favorecida por temperaturas cercanas a los 20°C y humedad relativa sobre 75%. Las noches frías y los días cálidos son ideales para el desarrollo de la enfermedad. Para la formación de los esporangios

se requiere 91 a 100% de humedad relativa y una temperatura de 10 a 26 °C (preferiblemente el intervalo entre 22 y 25 °C). Condiciones de atmósfera seca y temperaturas superiores a 30 °C limitan su desarrollo. No obstante, el inicio y la continuidad de la enfermedad dependerán de una humedad ambiental elevada, casi saturada. Si a una lluvia o un rocío fuerte le sigue una temperatura diurna de 15-24 °C con alta HR, niebla, rocío o riego debe esperarse un fuerte ataque.

La principal fuente de contaminación del cultivo de tomate es el suelo, los restos de cultivo y frutos enfermos. En el cultivo de patata es el propio tubérculo.

Entre las medidas preventivas y de control químico de la enfermedad, podemos destacar:

- Empleo de plántulas de semillero sanas.
- Eliminación de despojos enfermos y de las malas hierbas en general.
- En cultivos de tomate en invernadero se debe ventilar los invernaderos, evitar plantaciones densas y evitar exceso de humedad en el suelo.
- Tratamientos preventivos, con productos de contacto. Se deben alternar las materias activas porque el hongo ha desarrollado resistencias.
- Existen variedades de tomate con resistencia al mildiu; las que llevan incorporados el gen de resistencia Ph2 resultan más estables que las que llevan el gen Ph1.

Podredumbre del tallo y la raíz (*Phytophthora parasitica*)

Este cromista presenta numerosos hospedantes alternativos al tomate. El patógeno sobrevive en el suelo y frente a condiciones adversas hasta 10 meses especialmente en forma de clamidosporas. La penetración del patógeno a la planta se produce por formación de apresorios que pasan a través de la epidermis. La diseminación por el suelo se produce a través de nematodos y lombrices. Las salpicaduras de agua también favorecen a la diseminación del hongo debido a que las esporas alcanzan a las hojas y/o frutos de las zonas bajas de las plantas.

Las condiciones favorables para la infección corresponden a temperaturas comprendidas entre 9 y 39 °C, con un óptimo entre los 30 a 32 °C, acompañado de elevada humedad relativa. Además, este patógeno se ve favorecido con suelos pesados, húmedos, fríos y con abundante materia orgánica. La estrategia de intervención es la misma que para el tizón tardío.

Podredumbre húmeda del tallo (*Sclerotinia sclerotiorum* y *S. minor*)

Se tratan de especies polífagas muy extendidas, entre las que se incluyen las especies herbáceas y otras de porte más arbustivo como puede ser el tomate y la berenjena. También pueden ser habituales ataques a judía, melón y pepino y sobrevive en plantas enfermas que quedan en el suelo. También en forma de esclerocios durante varios años hasta que aparecer un hospedante susceptible. Las infecciones de la parte aérea de la planta ocurren generalmente a partir de floración que se pueden infectar por medio de esporas (ascósporas), que se producen en apotecios a partir de la reproducción sexual del hongo. Esta forma de reproducción e infección es mucho menos común, por lo que la fuente de inóculo se reduce prácticamente a la producción de esclerocios. Las ascósporas 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 iniciar la infección. Se dispersa por corrientes de aire, agua de riego y suelo.

El rango de temperatura óptimo para aparición de la enfermedad es de 15 a 21 °C y una elevada humedad relativa. Los suelos provistos con mayor materia orgánica son más propicios para la aparición de esta enfermedad.

Verticilosis (*Verticillium dahliae*)

Patógeno polífago que no sólo afecta a numerosos cultivos herbáceos como algodón, girasol, tomate y pimiento, sino también a arbóreos como melocotonero y olivo, entre otros (Melgarejo et al., 2010). El hongo puede sobrevivir en el suelo y rastrojo durante varios años en forma de micelio, conidio o microesclerocios en el interior de plantas perennes y en restos vegetales. Los microesclerocios de *V. dahliae* pueden sobrevivir más de 12-14 años en el suelo. La temperatura óptima para el hongo es de unos 21-24 °C.

La diseminación es a través de corrientes de aire, salpicaduras de agua, restos de plantas enfermas, suelo adherido a maquinarias o herramientas agrícolas, material de propagación enfermo y también por semillas (alfalfa, cártamo y girasol). La penetración del hongo es favorecida por heridas en las raíces, provocando en ataques severos una disminución del rendimiento y tamaño del fruto. Las condiciones predisponentes para su infección son temperaturas de 20 a 23 °C y baja luminosidad. Además, se ha observado que las plantas precoces de follaje reducido y fructificación agrupada debilitan y predisponen a las plantas a contraer esta enfermedad.

La verticilosis se considera una enfermedad monocíclica porque el inóculo primario no suele producir inóculo secundario eficaz durante el desarrollo del cultivo, por tal razón, la densidad del inóculo inicial es importante en la gravedad de la enfermedad.

Entre las medidas preventivas para evitar la enfermedad o reducir sus daños, se pueden citar las siguientes:

- Eliminación de restos de cultivos y malas hierbas, especialmente aquellas que puedan ser hospedantes.
- Evitar exceso de agua en el suelo.
- Desinfección del suelo, solarizarlo o biofumigarlo antes de establecer un cultivo hortícola u ornamental. En cultivos leñosos, estas medidas sólo son eficaces en viveros, por la profundidad que alcanzan las raíces de los árboles adultos.

Marchitamiento de plántulas o damping off

El rango de temperatura óptima para el desarrollo de esta sintomatología ocasionada por diversas especies patógenas es de 10 a 20 °C y una elevada humedad relativa. Adicionalmente se favorece por el exceso de fertilización nitrogenada y el estrés al plantín. En suelos fríos con abundante riego, baja luminosidad y escasa ventilación son frecuentes los ataques de *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., mientras en suelos secos y temperaturas más elevadas dominan las especies *R. solani* y *S. rolsii* como agentes causales de la enfermedad.

Mancha gris de la hoja o estenfiliosis (*Stemphyllium* sp.)

El agente causal es *Stemphyllium* sp. Se han citado al menos cuatro especies pertenecientes a este género como agentes causales de la estenfiliosis, de las que cabe destacar la especie *S. botryosum* anamorfo

de *Pleospora herbarum*, patógeno polífago muy extendido. Otra especie habitual en tomate es *S. solani*. Se consideran a estas dos especies como las especies causantes de la enfermedad, el resto parece esporádico, aunque merece tener en cuenta las faltas de diagnósticos precisos en muchas identificaciones de campo, dado que la sintomatología es homogénea y se manifiesta a través de pequeñas manchas ligeramente angulares (2 a 10 mm de diámetro), inicialmente de color pardo, cuyo centro es más claro, con tonos grisáceos y se separan observándose amarillamiento del limbo en la periferia de las manchas.

Estos hongos presentan diferentes hospedantes y no afectan exclusivamente a miembros de las solanáceas. Es capaz de perpetuarse en el suelo y rastrojos. Se disemina a través de corrientes de aire y salpicaduras de agua. Las condiciones predisponentes para su infección son temperaturas entre 24 a 27 °C, la presencia de una película de agua en la hoja y elevada humedad relativa.

Antracnosis o necrosis radicales (*Colletotrichum coccodes*)

Se trata de un hongo telúrico, es decir, que vive o sobrevive, se dispersa por el suelo e infecta las plantas a partir de sus raíces o cuello. Sin embargo, produce grandes cantidades de conidios sobre acérvulos en plantas infectadas, por lo que es capaz de infectar órganos aéreos, especialmente los frutos.

El hongo se perpetúa en especies hospederas de la familia solanáceas y en sus semillas. Se disemina por salpicaduras de agua y los operarios en sus movimientos por el cultivo cuando realizan las labores culturales. Las condiciones favorables para infección son temperaturas comprendidas entre 20 a 24 °C, una elevada humedad relativa por largos períodos de tiempo, alta humedad en el suelo y días nublados.

Viruela (*Septoria lycopersici*)

El hongo se mantiene en el rastrojo y en las semillas. Se disemina utilizando por corrientes de aire, agua de riego y salpicaduras, insectos, herramientas y ropa contaminada.

El rango de temperatura óptimo para desarrollo es de 20 a 26 °C, humedad sobre las hojas o elevada humedad relativa por periodos perlongados (24 horas o más).

5.2. Bacterias

Chancro bacteriano del tomate (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)

La bacteria puede contaminar las semillas dando origen a plántulas infectadas que manifestarán sus síntomas después del trasplante, momento tardío para comenzar con tratamientos correctivos. También puede sobrevivir en el suelo, rastrojos, estructuras del invernadero, tutores, cintas de riego, herramientas y manos de los operarios. Es importante la desinfección de áreas afectadas. Las condiciones predisponentes para infección son temperaturas de entre 18 y 24 °C, elevada humedad relativa (mayor a 80 %) y exceso de fertilización nitrogenada.

La enfermedad no tiene un claro control curativo (productos a base de cobre pueden ayudar en incidencias leves de la enfermedad), por lo tanto, deben implementarse medidas preventivas generales para bacteriosis tales como las listadas a continuación:

- Rotación de cultivos largas de entre 3 a 5 años con especies no susceptibles.

- Control de malezas de especies susceptibles, especialmente de solanáceas.
- Eliminar plantas enfermas y restos de cosecha.
- Desinfección de suelo con materias autorizadas.
- Uso de semilla certificada o, en su defecto, desinfección de la semilla con hipoclorito de sodio (cloro comercial al 5%) al 1% por 30 minutos o agua caliente a 45°C.
- Desinfectar los utensilios usados en poda con una solución de yodo.
- Aplicación al follaje de productos en base a cobre.
- Evitar riegos por aspersión y tratamientos de alto volumen.
- Evitar exceso de humedad en los invernaderos.

Estas medidas de protección listadas son aplicables, en general, al resto de las bacteriosis que afectan al cultivo del tomate.

Manchas o pecas bacterianas por *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* o *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*

La bacteria penetra a las semillas y a los plantines infectados y puede desarrollarse como saprófita sobre el rastrojo, suelo y malezas susceptibles. El patógeno se dispersa por el aire, agua, salpicaduras y los operarios. El propágulo penetra vía estomática o por heridas en la planta.

Las condiciones predisponentes para su infección son temperaturas de 20 a 25 °C y elevada humedad relativa por períodos largos de tiempo. La condensación de agua en las plantas e invernaderos favorece la diseminación de la enfermedad dentro del cultivo.

Necrosis de la médula o tallo hueco (*Pseudomonas corrugata*)

La bacteria se transmite a través de semilla infectada y el suelo. La dispersión del patógeno es a través del agua de riego y operarios. Las condiciones predisponentes para infección son: temperatura óptima de 15 a 18 °C, elevada humedad relativa, exceso de fertilización nitrogenada y días nublados.

Marchitamiento bacteriano (*Ralstonia solanacearum*)

La bacteria presenta como hospedantes alternativos otras especies de la familia solanáceas y persiste en el suelo y en el rastrojo por largos períodos de tiempo. Puede infectar las semillas. Se disemina por medio del agua de riego y de la ropa de los operarios de campo al realizar las labores culturales. La vía de penetración del patógeno es fundamentalmente a través de heridas. El marchitamiento se manifiesta 2 a 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 son temperaturas de 28 a 35 °C y una elevada humedad.

Bacteriosis o podredumbre blanda del tallo por *Erwinia* sp. y *Pseudomonas* sp.

Las bacterias pueden sobrevivir sobre hojas senescentes, suelo, rastrojos o herramientas de los operarios. La enfermedad se disemina a través de insectos, operarios de campo y salpicaduras de agua. El patógeno penetra por heridas. Las condiciones favorables para infección son: temperatura óptima de 22 °C (intervalo de 5 a 35 °C) y la elevada humedad en el suelo. Generalmente los ataques son más frecuentes en los meses de otoño y en plantas con heridas causadas por labores culturales.

5.3. Nematodos

Nematodo agallador o agallas radiculares (*Meloidogyne* sp.)

Por lo que se refiere a los nematodos, las especies más problemáticas en cultivos de tomate son aquellas que son extremadamente polífagas, polivoltinas y formadores de agallas en las raíces. La incorporación de resistencia al material vegetal, injerto y los métodos químicos de reducción de las poblaciones, de forma individualizada o integrada constituyen los métodos de control, que no siempre resultan satisfactorios.

El ciclo de vida de *Meloidogyne* sp. se completa entre 25 y 60 días, dependiendo de la temperatura del suelo. Las temperaturas comprendidas entre 25 y 30 °C son las ideales para el crecimiento y el desarrollo de este nematodo. Temperaturas inferiores a 15 °C o superiores a 33 °C interrumpen el desarrollo de las hembras que no llegan a completar madurez.

Las estrategias de manejo son principalmente las siguientes:

Durante el ciclo siguiente ciclo:

- Partir de semillas y plantines libres de nematodos para evitar contaminar el semillero.
- Mantener lugares de desinfección de calzado a la entrada del invernadero.
- Rotación de cultivos con plantas repelentes como *Ranunculus acris* (botón de oro), *Calendula arvensis* (caléndula o maravilla) y *Secale cereale* (centeno). Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a solanáceas.

- Sembrar gramíneas o cultivos repelentes en los alrededores del invernadero.
- Realizar análisis de nematodos al sustrato.
- Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.
- Desinfectar las herramientas para preparar el suelo.
- Solarización del suelo.
- Aplicación de nematicidas al suelo.
- Utilizar variedades resistentes a los nematodos.

5.4. Virus

Virus del bronceado del tomate o peste negra (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV)

Se trata de uno de los virus más extendido y frecuente que afecta al cultivo del tomate. Puede causar enfermedad a más de 500 especies de distintas familias; si bien, el virus presenta una amplia diversidad representada dentro del género *Tospovirus*. Este género reúne a virus de genóforo ARN monocatenario de cadena menos, tripartito dentro del mismo virión.

En tomate el síntoma más típico y que le da nombre es la aparición de una tonalidad bronceada sobre las hojas jóvenes de tomate y pimiento, seguida de una parada del crecimiento. También produce arabescos, manchas anilladas en las hojas de pimiento, arrellamiento del brote y necrosis. Otros síntomas son las anormalidades de color o coloraciones más pálidas y manchas circulares y anilladas de colores diversos en los frutos de Solanáceas (Melgarejo et al., 2010).

La transmisión del virus a la planta se realiza por tisanópteros de manera persistente circulativa propagativa. Se citan *Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei*, *F. fusca* y *Thrips tabaci*. En España, *Frankliniella occidentalis* se

ha mostrado como el único transmisor eficiente. Los ecotipos mediterráneos de *T. tabaci* no se muestran eficaces. Lo adquieren las larvas y lo transmiten los adultos. Respecto a la transmisión por semilla, los datos existentes son muy contradictorios.

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.

El virus se replica dentro del trip (circulativo), pero no se pasa a la progenie. 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 infección son altas temperaturas y baja humedad, condiciones favorables para el desarrollo del insecto vector.

Para tomar medidas de prevención y control contra el virus, lo único recomendable es colocar malla anti-insectos en el invernadero para evitar el paso de los insectos vectores.

Virus del mosaico del pepino dulce (*Pepino mosaic virus* – PepMV)

El aislado original fue detectado en *Solanum muricatum* L. (pepino dulce o pera melón) y no afectaba a tomate. El aislado europeo afecta a tomate y ha sido encontrado infectando de forma natural a las siguientes especies silvestres: *Amaranthus* sp., *Basia scoparia*, *Calistegia sepium*, *Chenopodium murale*, *Convolvulus althaeoides*, *Convolvulus arvensis*, *Conyza albida*, *Coronopus* sp., *Diplotaxis eruroides*, *Echium creticum*, *E. humile*, *Heliotropium europeo*, *Malva parviflora* L., *Moricandia arvensis*, *Nicotiana glauca* Grah., *Onopordum* sp., *Piptatherum multiflorum*, *Plantago* sp., *Rumex* sp., *Sisimbrium irio*, *Solanum nigrum* L., y *Sonchus*

oleraceus L., *Sonchus tenerrimus*, *Taraxacum vulgare*. Diferentes especies del género *Lycopersicon* se muestran sensibles al virus, tal como *L. chilense*, *L. chmielewkii*, *L. parviflorum*, *L. pennellii*, *L. pimpinellifolium* (Melgarejo et al., 2010).

Los síntomas se caracterizan por provocar mosaicos de tonos e intensidades diversas que varían en tonos verdes a amarillo-dorados), También se presenta filiformismo, rizado de hojas internervial y abullonado. Estrías de color verde oscuro en tallos y en el cáliz. Manchas de colores diversos, rojo más claro, naranja o verde, en frutos maduros o madurez irregular.

Se transmite por semilla, desde el suelo y por medio de rastros. Su expansión posterior se realiza fácilmente por contacto entre plantas y de forma mecánica en las distintas labores de cultivo y por medio de las herramientas, manos, ropa, calzado, envases y embalajes. También se ha demostrado su transmisión por los abejorros polinizadores (*Bombus terrestris* y *B. canariensis*) e insectos auxiliares, injerto, a través de *Olpidium virulentus* y soluciones nutritivas reutilizadas en los cultivos hidropónicos.

El PepMV es un virus muy estable y se conserva infectivo en los restos de cosecha, tanto aérea como subterránea, durante más de 90 días, en los restos de raíces del taco del cultivo hidropónico, ropas y cajas al menos 14 días después de haber entrado en contacto con plantas infectadas, en las estructuras de los invernaderos, tutores, etc.

Entre las medidas preventivas podemos citar las siguientes:

- Inspecciones periódicas del invernadero.

- Mantener estricta disciplina de trabajo en parcelas con el problema.
- Eliminar rápidamente las plantas afectadas en el invernadero y también las de alrededor.
- Reemplazar o desinfectar los invernaderos y sus materiales.
- Largas rotaciones cultivo con cucurbitáceas o leguminosas.
- Eliminar las malas hierbas especialmente dentro de los invernaderos.
- En cultivo hidropónico se deben reemplazar los sacos o dejarse completamente limpios de material vegetal y desecar el sustrato un mínimo de 6 semanas.
- Desinfección del sistema de riego con ácido nítrico a pH 1-2 durante 24 horas y después enjuagar con agua limpia.
- Evitar acceso de colonias de abejorros parcelas contaminadas a nuevas plantaciones.
- El agua empleada en cultivo hidropónico deberá someterse a un tratamiento de altas temperaturas.
- Desinfección de goteros, herramientas, cajas, pallets y demás instrumental y accesorios.
- Lavar la ropa con agua caliente.
- Empleo de semilla libre de virus y si se sospecha de su origen se deberá desinfectar con fosfato trisódico al 10% durante 3 horas en agitación, después enjuagar bien con agua corriente y proceder al secado de la semilla.
- Empleo de plántulas sanas procedentes de semilleros autorizados y con garantía sanitaria.
- Control de la dispersión y presencia en sustratos y soluciones hidropónicas de *Oplidium virulentus* mediante tratamientos desinfectantes de dichas soluciones de riego (agua caliente a

temperaturas superiores de 70 °C, luz ultravioleta o empleo de productos para control del hongo).

Virus de la cuchara (*Tomato yellow leaf curl virus* - TYLCV)

Conocido también como virus del rizado amarillo del tomate, este complejo de virus tiene un amplio rango de hospedantes alternativos que 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. La virosis es transmitida de planta a planta por la mosca blanca. 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 a 30 minutos. El período de incubación es de 21 horas y queda el insecto infectivo unos 20 días. La incidencia de la virosis esta relaciona directamente con la densidad poblacional del vector que prefiere altas temperaturas y baja humedad relativa.

Virus del mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus* - CMV)

Se transmite por áfidos de forma no persistente, pudiendo ser adquirido en todos los estados del vector. Hay citadas más de ochenta especies de pulgones vectores, pero cabe citar como más eficientes *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*. El pulgón puede adquirir el virus en las picaduras prueba que realiza sobre la planta infectada, previo a la alimentación, tan sólo en unos segundos (generalmente menos de 60 segundos), introduciendo el estilete en las células epidérmicas. El virus que es rápidamente adquirido por el vector, pero su capacidad para transmitirlo disminuye y se pierde al cabo de varias horas si no se alimenta otra vez de plantas infectadas con CMV. Los mecanismos de transmisión de CMV tienen un papel

relevante en su epidemiología. Al ser la transmisión vectorial de forma no-persistente, los pulgones sólo lo pueden transmitir a corta distancia, y el virus no puede hibernar en ellos.

Está citada la transmisión de CMV por semilla en algunas especies cultivadas como espinaca, judía, garbanzo, lenteja, altramuз, tomate y pimiento. Asimismo se ha determinado la transmisión por semilla en algunas especies arvenses como en *Stellaria media*, donde ha sido demostrada la supervivencia del virus en la semilla lo que tiene una gran importancia epidemiológica.

La amplia lista de hospedantes, su transmisión por semilla y por pulgones de forma no-persistente dificultan y deben tenerse en cuenta al plantear una estrategia de control adecuada del virus. El control del CMV debe basarse en limitar la transmisión del virus:

- Eliminar las malas hierbas.
- Empleo de semillas libres de virus y control en semilleros.
- Eliminar las plantas a los primeros síntomas de enfermedad.
- Utilización de mallas en puertas y ventanas en cultivos protegidos para evitar la entrada del vector.
- Empleo de aceites minerales parafinicos para impedir la propagación del virus al interrumpir la transmisión de la partícula viral desde el estilete del pulgón o bien interferir en el establecimiento del virus en la planta.

Virus del amarilleo del tomate (*Tomato chlorosis virus* – ToCV)

Se realiza por mosca blanca de forma semipersistente. Se citan las siguientes especies de mosca como vectores: *Trialeurodes vaporariorum*,

T. abutilonea y los biotipos biotipos A, B (*B. argentifolii*) y Q de *Bemisia tabaci*.

Virus del amarilleo infeccioso del tomate (*Tomato infectious chlorosis virus* - TICV)

Se transmite por la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de forma semipersistente con un periodo mínimo de adquisición del virus por la mosca de una hora, un periodo mínimo de inoculación de una hora y un periodo mínimo de retención de cuatro días.

Virus de Nueva Delhi (*Tomato leaf curl New Delhi virus* – ToLCNDV)

Se transmite por mosca blanca *Bemisia tabaci* de forma persistente y circulativa. Después de alimentarse en una planta virosada, la mosca blanca adquiere el virus y después de un período de latencia pasa a ser “mosca virulífera” permaneciendo virulífera durante toda su vida. Una mosca virulífera puede infectar a otras plantas sanas en períodos de alimentación de quince minutos. ToLCNDV también puede transmitirse por inoculación mecánica artificial, pero no por semilla.

Para el control de ToLCNDV, se deben establecer estrategias integradas a nivel de parcela y medidas complementarias a nivel de área:

- Reducir niveles de población del vector.
- Reducir el nivel de inóculo en plantas virosadas.
- Aumentar la protección física de las plantaciones.
- Mantener la fauna auxiliar en zonas de vegetación natural.
- Levantar los cultivos adecuadamente en toda la zona.
- Mantener las parcelas entre cultivos limpias de restos vegetales y de hierbas donde se pueden mantener y multiplicar el virus y su vector.

- Las parcelas deberán estar limpias de cultivos anteriores y malas hierbas al menos 2-3 semanas antes plantación.
- Se deberá dejar un perímetro libre de malas hierbas de 1 m.
- Se emplearán plantas sanas.
- Se evitará que haya mosca blanca en la parcela en el momento del trasplante.
- Se protegerán las zonas de ventilación con mallas densas.
- Se verificarán los cerramientos antes de la plantación.
- Se colocará doble puerta con espacio entre ambas y trampas adhesivas en el mismo.
- Se utilizarán cubiertas de agrotexiles durante las primeras semanas del cultivo, anchas y bien selladas por los laterales.
- Sólo se emplearán las trampas adhesivas en cultivos protegidos como complemento a las medidas de higiene y de cerramiento (bandas y placas adhesivas). Las trampas adhesivas se instalarán unos días antes de plantar en la parcela limpia y cerrada. Se deberán colocar a baja altura y reforzar las zonas de máximo riesgo de entrada de moscas blancas (cerca puertas y bandas).
- Cuando sea necesario se realizarán tratamientos fitosanitarios para la evitar instalación e incremento poblaciones del vector. Los tratamientos se podrán realizar a las bandejas en los mismos semilleros antes del trasplante, durante las primeras 2-3 semanas del cultivo (en riego por goteo) y durante todo el cultivo de forma compatible con la fauna auxiliar.
- Se deberá hacer un control de las poblaciones de *Bemisia* hasta el mismo momento del levantamiento de la plantación.
- Se eliminarán las plantas virosadas realizando primero un tratamiento con adulticida contra *Bemisia*, seguido del embolsado del material vegetal y su retirada y transporte a

contenedores cerrados. No se deberán dejar tiradas por la parcela o alrededores.

- Al finalizar la plantación con alta presencia de *Bemisia* y plantas virosadas, el levantamiento del cultivo deberá ser rápido, realizando un tratamiento adulticida específico contra *Bemisia* además de un laboreo o retirada de los restos. El tratamiento con un adulticida podrá ser acompañado con un desecante, y el laboreo se deberá realizar en condiciones de baja temperatura y humedad relativa elevada.

6. Fisiopatías y enfermedades del tomate en su almacenamiento en fresco

Las flores, frutas, hortalizas y raíces son partes vivas de las plantas cuyos procesos vitales continúan después de la recolección. Estos productos siguen viviendo hasta que agotan sus reservas de nutrientes y de agua (en productos frescos, el agua oscila entre 65 y 95%). Durante este deterioro paulatino el producto llega a morir y se descompone por deterioro microbiano o se seca (momifica), dependiendo generalmente de la cantidad de agua presente (medida como actividad de agua). Durante la etapa de desarrollo, maduración y senescencia, los frutos u hortalizas pueden sufrir enfermedades. Si están muestran su sintomatología durante la post-recolección, estas enfermedades son denominadas podredumbres.

Cualquier factor que acelere los procesos vitales hace que el producto pierda calidad hasta hacerse incomedible o no vendible. Las principales causas de estas pérdidas están relacionadas entre sí y son bastante

influenciadas por el medio ambiente. Las podemos clasificar en los siguientes grupos:

Deterioro fisiológico o pérdidas fisiológicas naturales

Son debidas a pérdidas naturales por respiración o por pérdidas de agua por transpiración. Éstas no se pueden evitar, pero si se pueden retardar con el empleo de medidas adecuadas de almacenamiento. Estas pérdidas se intensifican cuando ocurren condiciones que aceleran el proceso natural del deterioro, como son los daños físicos.

Daños mecánicos o lesiones físicas

Las lesiones físicas de por sí son inevitables, baste el ejemplo de que al retirar el órgano cosechado de la planta ya se produce una lesión física. Los productos perecederos son muy sensibles por el elevado contenido en agua que presentan, la consistencia blanda, forma y estructura. El daño puede ocurrir en cualquier punto entre cultivo, manipulación y comercialización.

Una mala manipulación puede provocar magulladuras internas que conducen a un deterioro fisiológico anormal provocado por la síntesis y acción del etileno en respuesta al estrés físico por el daño ocasionado. En consecuencia, aumenta la respiración y calor de respiración, la decoloración interna y los sabores y aromas anómalos. La mala manipulación también puede dar lugar a las hendiduras o grietas en la piel que provoca la pérdida rápida de agua, la aceleración de los cambios fisiológicos normales (aumento de respiración y calor asociado) y favorece el desarrollo de infecciones (Figuras 7 y 8). Las causas de una mala manipulación son las siguientes:

- Prácticas de cosecha poco cuidadosas

- Recipientes inadecuados
- Número de piezas por caja reducido o excesivo
- Manipulación poco cuidadosa del producto ya cosechado



Figura 7. Fruta de tomate con roces



Figura 8. Frutos de tomate con roces y *Alternaria*

Los tipos de lesiones pueden ser de los siguientes tipos:

- Agrietamiento por impacto
- Magulladuras internas por golpes

- Raspaduras o arañazos superficiales
- Aplastamiento

Pérdidas por enfermedades infecciosas o bióticas y plagas

Se incluye en este apartado todas las pérdidas provocadas por alteraciones microbiológicas debidas a microorganismos, virus y animales. Las pérdidas provocadas por microorganismos constituyen la principal causa de pérdidas en poscosecha.

Por orden de importancia, los grupos de microorganismos que causan alteraciones son los siguientes:

- Hongos (especialmente sobre los frutos)
- Bacterias (especialmente sobre las hortalizas, no de fruto)
- Plagas provocadas por insectos y roedores
- Virus

Pérdidas o alteraciones fisiológicas por el mal uso de la refrigeración y/o coadyuvantes

Las pérdidas fisiológicas pueden ser consideradas también pérdidas anormales en contraposición a las pérdidas naturales. Éstas se deben a una exposición al calor o al frío excesivo, es decir, a las condiciones ambientales no favorables, como puede ser la conservación por debajo de la temperatura umbral de productos sensibles al frío, la modificación inadecuada de la atmósfera, la contaminación, etc. Estas pérdidas se manifiestan por producir sabores y aromas anormales de los frutos y vegetales en general provocado por una maduración anormal.

El uso incorrecto de las técnicas de conservación o al límite de su utilización puede dar lugar a alteraciones que de otro modo no se

presentarían. El caso más típico es la conservación cercana al punto de congelación con el consiguiente riesgo de daños por congelación. Los daños por el frío también se pueden incluir en esta categoría si el producto se almacena por debajo de su umbral de daños y se supera el período de latencia a esta temperatura.

La utilización de atmósferas modificadas o controladas en el límite de sensibilidad también puede dar lugar a diversas alteraciones.

Los tomates requieren condiciones cálidas para su desarrollo y maduración, consecuencia lógica por el hábitat de origen de desarrollo y evolución de esta especie. La expansión de su cultivo por el mundo requiere la utilización de técnicas que sean capaces de, al menos, guardar condiciones cálidas.

Muchos de los problemas de podredumbres que se producen durante el almacenamiento del tomate tienen su origen durante el cultivo. El más común es debido a desequilibrios nutricionales o del crecimiento de los frutos que desembocan en roturas de células y la epidermis. Los patógenos poscosecha aprovechan estos daños mecánicos para infectar y colonizarlos tejidos de los frutos, provocando podredumbres.

Las fisiopatías o condiciones no son causadas por agentes patógenos y no son consideradas enfermedades. Estas condiciones están relacionadas con prácticas de manejo o por condiciones climáticas particulares del área. Entre las más importantes que afectan al cultivo de tomate se destacan la necrosis apical, podredumbre apical, pardeamiento de la zona estilar o "*blossom-end rot*", el escaldado solar, golpe de sol o quemadura solar o "*sunscorch*" o "*sunscald*". las grietas, desgarros o rajados, denominados "*cracking*" o "*splitting*" (Figuras 9 - 13). Un desorden relacionado, el fino desgarrado de la piel o "*russetting*". La pérdida

de pulpa alrededor de las semillas (*“hollowness”*, *“boxiness”* o *“puffiness”*) y las deficiencias nutricionales. Otro tipo de manchas o punteaduras de la piel no poco habituales son los puntos dorados de acumulación de oxalato cálcico (Figura 14). Existen fisiopatías que ocurren principalmente tras la cosecha, como son los daños por frío o *“chilling injury”*, caracterizado por la aparición de sabores anormales, ablandamiento, infiltración de agua en los espacios intercelulares e incapacidad de madurez cuando los frutos se conservan a una temperatura por debajo de los 13 °C durante unas dos semanas aproximadamente. Los frutos maduros de tomate son menos susceptibles a los daños por frío y pueden ser almacenados a 7 – 10 °C sin sufrir daños de este tipo (Artés y Artés-Hernández, 2003).

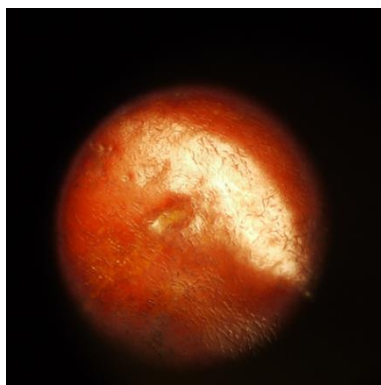


Figura 9. Microcracking observado con aumento

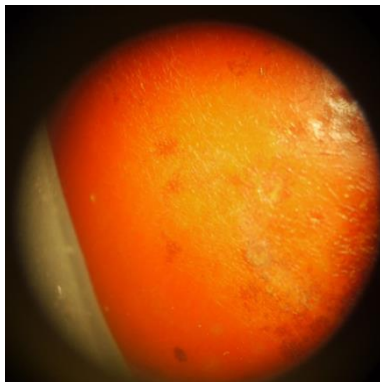


Figura 10. Microcracking con infección fúngica secundaria



Figura 11. Microcracking colonizado por hongos



Figura 12. Microcracking con infección de la piel bajo aumento

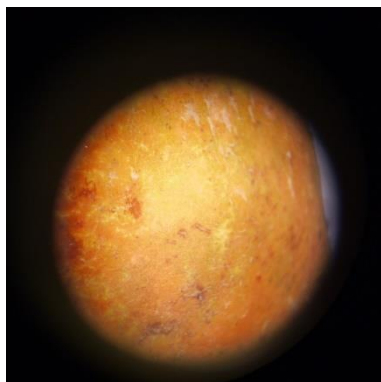


Figura 13. Microcracking con infección y leve micelio fúngico observado bajo aumento



Figura 14. Cristales de oxalato

Las deficiencias y desórdenes nutricionales en general engloban muchas de las fisiopatías mencionadas en el párrafo anterior. Una fisiopatía bien visible determinada por deficiencia nutricionales es la derivada del deficiente reparto de la coloración roja del tomate como consecuencia de bajos niveles de potasio, que hace que sea deficiente la síntesis del licopeno durante el proceso de maduración.

El comportamiento de las especies y de las variedades frente a determinados patógenos propios de la fase de cultivo o producción es también diferente, siendo el objeto de los planes de mejora la obtención de variedades resistentes, tolerantes o de menor sensibilidad. Esto viene motivado no sólo por los aspectos fitosanitarios en la fase de cultivo sino también por la fase de post-recolección, ya que los procesos patogénicos continúan en esta última fase, aunque se iniciaran en el campo.

También hay diferencias en el comportamiento de las variedades a las alteraciones fisiológicas que surgen en la post-recolección y que tienen que ver con el comportamiento que presentaron en el campo.

La condición sanitaria del material vegetal de propagación tiene repercusiones en el comportamiento de las cosechas en la post-recolección. Esto se pone de manifiesto, sobre todo en los cultivos leñosos, que en propagación viverística pueden portar patógenos, mayoritariamente de naturaleza virótica, que tiene repercusiones no sólo en el desarrollo vegetativo de los árboles y en su producción, sino también en la condición de la cosecha y en su comportamiento en la conservación.

También en los cultivos herbáceos, incluido el tomate, se presentan casos parecidos, ya que los órganos de siembra o de plantación también pueden ser portadores de patógenos. Las semillas de cebolla son infectadas, de forma latente, por el moho gris y, a menos que se traten con un fungicida antes de la siembra, los bulbos serán portadores y podrán sufrir podredumbres durante el almacenamiento.

Una vez establecido un cultivo las condiciones climáticas y de cultivo interactúan con el material vegetal, afectando no sólo a la vegetación y al rendimiento, sino también al comportamiento en la post-recolección.

Los efectos de una temperatura desfavorable, ya sea demasiado alta o demasiado baja, no siempre tienen una manifestación inmediata; a veces, los desórdenes fisiológicos que produce no se manifiestan de forma inmediata, por lo que llegan a ser recolectados los frutos afectados, manifestándose los daños durante el período de conservación, de almacenaje o de transporte. Las lluvias fuertes, los vientos de alta velocidad, el granizo, las escarchas, etc. pueden ocasionar daños difíciles de diferenciar o de advertir en algunos órganos, por lo que tras ser almacenados los tejidos afectados son fácilmente colonizados por hongos y bacterias productoras de podredumbres.

Pero, además, las condiciones climáticas influyen directamente sobre el desarrollo de enfermedades, determinando o condicionando la colonización de las plantas o de los frutos por patógenos. Las lluvias que se producen en los últimos momentos del desarrollo del fruto provocan alteraciones superficiales (micro-rajado de la epidermis o “*russetting*”) que facilitan o permiten la instalación de los patógenos.

Muchas labores o prácticas culturales realizadas durante el período del desarrollo del fruto o de la planta, influyen considerablemente en la poscosecha.

La dotación de agua de riego y la forma de aplicarla (carencia en los riegos, sistema de riego, etc.) influyen en el crecimiento armónico de la planta o del fruto. En las frutas en las que la lluvia produce alteraciones directas, también se muestran sensibles a la acción del agua de riego o la disponibilidad de agua en el suelo. Las variaciones del nivel de agua en el suelo provocan asurados (carencia de agua) en tomate, melón, nectarina, melocotón, entre otros, y rajados longitudinales. En los dos casos, los

lugares afectados son puertas de entrada e instalación de los patógenos causantes de podredumbres.

Algunos hongos del suelo son, a su vez, productores de podredumbres en los frutos, tanto en el campo como en los almacenes. Algunos necesitan agua libre en el suelo para reproducirse, para desplazarse y para iniciar la contaminación. La lluvia al golpear en el suelo salpica y al hacerlo dispersa las esporas que alcanzan a los frutos de la parte baja de las plantas, contaminándolos. El enhierbe de las parcelas en la época de lluvias palía los efectos en el caso de los cítricos, al ser menores las salpicaduras.

La nutrición de la planta influye de forma directa en las características de los tejidos de los órganos recolectables y en su disposición a ser colonizados por microorganismos productores de podredumbres. A parte de las características del suelo, es el abonado, sobre todo, los equilibrios entre los nutrientes aportados, lo que mayor trascendencia tiene: caso del ahuecado de la lechuga.

A continuación, describimos algunas de las fisiopatías más comunes, así como las posibles causas de origen.

La necrosis apical

Entre las numerosas causas que generan esta fisiopatía se puede mencionar condiciones de sequía (especialmente en plantas en pleno crecimiento), la baja tasa transpiratoria, alta temperatura, suelos compactados, deficiencia de calcio en el suelo, la competencia con otros cationes (K^+ , NH_4^+), exceso de fertilizantes.

Las estrategias de manejo de la podredumbre apical del fruto son las siguientes:

- Realizar riego/fertirriego acorde con la fenología del cultivo y la evapotranspiración
- Realizar aplicaciones foliares 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.

El rajado y fisiopatías relacionadas

Se reconocen tres tipos de rajado que se han mencionado en párrafos anteriores. Bajo condiciones de alta humedad se deposita rocío sobre los frutos que al estar expuestos a la radiación solar sufren pequeñas rajaduras dándole a la epidermis un aspecto áspero y corchoso. Las otras dos formas son debidas a problemas hídricos en el fruto reflejadas como rajaduras radiales o concéntricas originadas por un aumento excesivo del contenido de agua en los frutos que no corresponde con un crecimiento de la epidermis.

Entre las causas que generan esta condición 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, desequilibrios en la fertilización, descensos bruscos de las temperaturas nocturnas después de un periodo de calor.

Estrategias de manejo del rajado:

- Realizar riegos equilibrados
- No realizar deshojes que dejen desprotegidos los frutos
- Utilizar variedades tolerantes al rajado

El escaldado solar

La sintomatología se manifiesta a través de manchas necróticas, secas y deprimidas de color blanquecino las cuales generalmente son colonizadas por patógenos oportunistas (*Alternaria* sp. y *Rhizopus* sp.). 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.

6.1. Podredumbres durante la conservación y comercialización

Se han descrito bastantes podredumbres a afectan a las Solanáceas (Tabla 2) y en concreto al tomate, probablemente por la importancia que presenta esta hortaliza en todo el mundo. Por ello ha sido sometida a numerosos estudios. No obstante, creemos que hay muchas podredumbres aún no descritas de especies no citadas porque generalmente los estudios de patología poscosecha encuadran a los patógenos en su género taxonómico y no se identifican las especies (Figuras 15 – 19).

Tabla 2. Principales organismos causantes de podredumbres de frutos de tomate y plantas de la familia solanáceas en general

Nombre científico patógeno	Otros nombres	Nombre podredumbre
<i>Clavibacter</i> <i>michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>		Cáncer o chancro bacteriano
<i>Ralstonia solanacearum</i>		

<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	<i>Pectobacterium</i> <i>carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	Podredumbre blanda bacteriana
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i>	<i>Pectobacterium</i> <i>carotovorum</i> subsp. <i>atrospticum</i>	Podredumbre blanda bacteriana
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>		Grano bacteriano
<i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>		Mancha bacteriana
<i>Rhizopus stolonifer</i>		
<i>Rhizopus oryzae</i>		
<i>Mucor mucedo</i>		
<i>Penicillium expansum</i>		Podredumbre azul
<i>Penicillium italicum</i>		Podredumbre azul
<i>Aspergillus niger</i>		Podredumbre negra
<i>Aspergillus flavus</i>		
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		Podredumbre blanda acuosa
<i>Sclerotinia minor</i>		Podredumbre blanda acuosa
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Botryotinia fuckeliana</i>	Podredumbre gris
<i>Phytophthora capsici</i>		Tristeza del pimiento
<i>Phytophthora parasitica</i>		
<i>Phytophthora cryptogea</i>		
<i>Phytophthora infestans</i>		"Late blight"
<i>Geotrichum candidum</i>		Podredumbre agria
<i>Trichothecium roseum</i>		Podredumbre rosa
<i>Stemphyllium vesicarium</i>		

<i>Phoma lycopersici</i>	<i>Didymella lycopersici</i>	
<i>Alternaria alternata</i>		
<i>Alternaria alternata</i> f. <i>sp. lycopersici</i>		
<i>Alternaria tomato</i>		
<i>Alternaria tomatophila</i>		"Early blight"
<i>Cladosporium herbarum</i>		
<i>Cladosporium fulvum</i> (<i>Fulvia fulva</i>)		
<i>Fusarium</i> sp.		
<i>Trichothecium roseum</i>		
<i>Colletotrichum</i> sp.		Antracnosis
<i>Pythium</i> sp.		Podredumbre algodonosa húmeda
<i>Alternaria tomato</i>		"Nailhead spot"
<i>Phomopsis</i> sp.	<i>Diaporthe</i> sp.	
<i>Stemphyllium herbarum</i>	<i>Pleospora herbarum</i>	
<i>Myrothecium roridum</i>		Podredumbre anular
<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Corticium rolfsii</i>	
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Thanatephorus cucumeris</i>	Podredumbre del suelo
<i>Botryodiplodia</i> <i>theobromae</i>		
<i>Macrophomina</i> <i>phaseolina</i>		
<i>Choanephora</i> <i>cucurbitarum</i>		



Figura 15. *Alternaria* en poscosecha, en estado avanzado



Figura 16. *Botrytis* en tomate



Figura 17. *Cladosporium* en tomate



Figura 18. *Rhizopus* sin micelio aéreo



Figura 19. *Rhizopus* con micelio aéreo y esporangios

Los patógenos poscosecha generalmente aprovechan las heridas, fracturas, microfracturas y otros deterioros, incluido el deterioro químico por disminución de defensas en frutos maduros y senescentes para establecer la infección y colonización de los frutos.

6.2. Prevención y control de las podredumbres del fruto de tomate

Podemos encontrar numerosos métodos descritos para el control de las alteraciones patológicas y las podredumbres en frutas y hortalizas frescas. Muchos de ellos son de aplicación general, mientras que otros se aplican para el control de grupos de vegetales específicos. Otros de estos métodos listados a continuación son sólo recomendaciones para evitar o reducir la probabilidad de incidencia de una de enfermedades. No obstante, cabe destacar que a pesar del listado tan amplio y variado aquí mencionado, no es posible un control seguro de las podredumbres, puesto que éstas aparecen ligadas necesariamente al deterioro y senescencia de los productos perecederos, sólo es posible un retraso significativo de su incidencia y severidad en muchos casos, siendo necesaria la optimización de los procesos para adecuarlos a exigencias personalizadas. En la obra de Martínez (2012), se describen métodos comunes alternativos a los fungicidas de síntesis.

Dado el uso restrictivo o prohibido de fitosanitarios de síntesis en la poscosecha del tomate, los esfuerzos directos para prevenir las podredumbres son debidos al uso de sistemas físicos o químicos sin residuos, como procedimientos meramente preventivos. En muchos casos de débil efecto, pues su eficiencia depende de muchísimos factores a veces incontrolados. Por ello, la investigación en este tema, especialmente en tomate, es abundante y prometedora, pero no suficiente como demuestra el escaso uso de estas metodologías en la comercialización de este producto.

Los métodos de control se dividen en cinco grupos principales atendiendo al punto prioritario de ataque: mantener la resistencia del hospedero y/o aplicar un método exógeno de protección. Estos cinco grupos no excluyentes entre ellos son (Barkai-Golan, 2001):

1. Métodos para mantener la resistencia del hospedero
 - 1.1. Almacenamiento refrigerado
 - 1.2. MAP (atmósfera modificada) y CAS (atmósfera controlada)
 - 1.3. Almacenamiento hipobárico
 - 1.4. Reguladores del crecimiento (fitorreguladores)
 - 1.5. Aplicación de calcio
 - 1.6. Otros
2. Control químico
 - 2.1. Tratamientos químicos precosecha
 - 2.2. Higiene
 - 2.3. Tratamientos químicos poscosecha
 - 2.4. Compuestos químicos seguros (GRAS)
 - 2.5. Compuestos químicos naturales
 - 2.6. Lectinas
3. Métodos físicos
 - 3.1. Tratamiento térmico
 - 3.2. Radiación ionizante
 - 3.3. Radiación UV
4. Control biológico (antagonistas)
5. Nuevas estrategias para incrementar las defensas del hospedero
 - 5.1. Resistencia inducida
 - 5.2. 5.2.- Modificación genética de la planta

De este listado destacar que los compuestos GRAS (*“Generally Recognized as Safe Compounds”*) son sustancias que presentan bajo

impacto ambiental y escasos residuos en alimentos. Cabe destacar entre ellos:

- Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)
- Sanosil-25 (48% H_2O_2 + sales de plata como estabilizante)
- Ácido acético
- Ácido fórmico
- Ácido propiónico
- Ácido peracético
- Ácido peroxiacético (ac. peracético + peróxido de hidrógeno)
- Ácido ascórbico
- Sales de carbonato y bicarbonato: carbonato sódico, carbonato potásico, bicarbonato sódico, bicarbonato amónico, bicarbonato potásico
- Cloro (ácido hipocloroso)
- Derivados azucarados: 2-deoxi-D-glucosa, L-sorbosa
- Benzoato sódico
- Propionato cálcico
- Sorbato potásico
- Otros

Entre los compuestos químicos naturales se puede encontrar (en algunas obras se clasifican dentro de los GRAS):

- Hesperidina
- Acetaldehído
- Propanal
- Butanal
- Benzaldehído
- Benzilalcohol

- γ -caprolactona
- γ -valerolactona
- Metilsalicato
- Etilbenzoato
- Compuestos volátiles: 1-hexanol, (E)-2-hexenal, 2-nonanona, etc.
- Etanol
- Hinokitiol
- Aceites esenciales
- Extractos de plantas
- Glucosinolatos
- Quitosan
- Derivados de Aloe vera
- Látex
- Compuestos antibióticos segregados por bacterias antagonistas: iturinas, pirrolnitrinas, etc.

Bibliografía

- Allende, M. 2017. Importancia y consideraciones del cultivo del tomate. En: manual de Cultivo del Tomate bajo Invernadero. Andrea Torres, P. (ed.). Instituto de Desarrollo Agropecuario de Chile. Boletín INIA, 12: 11-19.
- Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía. 2015. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. www.juntadeandalucia.es/. Acceso en julio de 2018.

- Argerich, C., Troilo, L. 2010. Buenas Prácticas Agrícolas en la Cadena de Tomate. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina, 258 pp.
- Artés, F., Artés-Hernández, F. 2003. Daños por frío en la postrecolección de frutas y hortalizas. En: López, A., Esnoz, A., Artés, F. (eds.). Avances en Ciencias y Técnicas del Frío – 1., UPCT y SECYTEF, 299-310.
- Barkai-Golan, R. 2001. Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables. Development and Control. Ed. Elsevier, Holanda, 418 pp
- Blancard, D. 1992. Enfermedades del Tomate. Observar, Identificar, Luchar. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 212 pp.
- Blancard, D. 2011. Enfermedades del Tomate. Observar, Identificar, Luchar. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 679 pp.
- Brenes-Peralta, L. 2017. Pérdida y desperdicio de alimentos. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Initiative Save Food, Tecnológico de Costa Rica.
- Caballero, P., De Miguel M.D. 2002. Costes de intensificación en la horticultura mediterránea. En: La agricultura mediterránea del siglo XXI. Ed. Cajamar. 222-244.
- D'Arcy, W. 2001. Solanaceae. En: W. D. Stevens, C. Ulloa U., A. Pool y O. M. Montiel (eds.). Flora de Nicaragua. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. Vol. 85, tomo III. St. Louis, Missouri.

- Esquinas-Alcazar, J. y F. Nuez. 2001. Situación taxonómica, doméstica y difusión del tomate, pp. 13-42. En Nuez, F. (ed), El Cultivo del Tomate. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (<http://faoast.fao.org>). Datos producciones agrícolas de la FAO de 2016. Acceso en julio de 2018.
- Heywood, V.H. 1985. Las plantas con flores. Ed. Reverté, S.A., Barcelona, España, 332 p.
- Maroto, J.V. 2002. Tomate, pp. 403-455. En Maroto, J.V. (ed), Horticultura Herbácea Especial, 5ª ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Martínez, J.A. 2012. Natural fungicides obtained from plants. En: Fungicides for Plant and Animal Diseases, Eds. Dharumadurai Dhanasekaran, ISBN: 978-953-307-804-5, InTech. Con acceso en: <http://www.intechopen.com/books/fungicides-for-plant-and-animal-diseases/natural-fungicides-obtained-from-plants>.
- Melgarejo, P. y otros. 2010. Patógenos de plantas descritos en España. Ministerio de medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2ª Ed.
- Palou, L. 2011. Control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha (CINCEP): nuevo paradigma para el sector español de los cítricos. Levante Agrícola. Especial Poscosecha: 173-183.
- Polunin, O. 1982. Guía de Campo de las Flores de Europa. Ediciones Omega, Barcelona. 796 pp.
- Sepúlveda, P. 2017. Enfermedades en tomate bajo invernadero. En: manual de Cultivo del Tomate bajo Invernadero. Andrea Torres,

P. (ed.). Instituto de Desarrollo Agropecuario de Chile. Boletín INIA, 12: 31-42.

Villasanti, C. 2013. El Cultivo de Tomate con Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana. FAO, 70 pp.

INFORMACIÓN COMERCIAL

ARRIGONI

El grupo **ARRIGONI** opera en el sector textil técnico desde 1936. En 1959 comenzó la producción de mallas de polietileno. Hoy cuenta con más de 50 años de experiencia y es el líder europeo en la fabricación de:

- Agrotexiles innovadores para un mejor control del clima y una producción de alimentos más sanos y seguros
- Tejidos técnicos de exterior para usos técnicos y medioambientales.

Una fuerte conciencia ambiental, experiencia, dedicación, investigación y proximidad con el cliente hacen de Arrigoni el líder europeo de agrotexiles, utilizado para proteger los cultivos.

Un equipo de ingenieros, agrónomos y técnicos calificados trabajan con pasión por un mundo mejor.

Soluciones para la Horticultura

Arrigoni produce redes y tejidos especialmente diseñados y fabricados para aplicaciones en el mundo de la agricultura.

Los agrotexiles de Arrigoni son excelentes en calidad y durabilidad: no son una compra simple, sino una inversión que se amortiza con el tiempo.



ARRIGONI SPA

Via Monte Prato, 3

22029 UGGIATE TREVANO (CO) - ITALIA

Telf.: +39-031 803 200

Fax: +39-031 803 206

info@arrigoni.it

www.arrigoni.it

Mallas para obtener más producción y calidad en el cultivo de tomate

Los tomates y el pimiento están entre los cultivos hortícolas más importante en el mundo, con la producción constantemente en aumento, sobre todo para venta como producto en fresco. Tanto tomates como pimientos se producen al aire libre y en invernadero.

Para responder a las crecientes necesidades del mercado y a las demandas selectivas de los consumidores, los productores de todo el mundo están constantemente buscando formas de reducir el impacto ambiental y de plagas durante la producción.

Respondiendo a los crecientes desafíos de los productores de hortalizas, el equipo de expertos de Arrigoni desarrolló varios agro-textiles avanzados que solucionan problemas específicos.

Protección frente a pájaros y granizo

Se utiliza la malla [2210WO IRIDE BASE](#) (Imagen 20). Por su flexibilidad, puede colocarse sobre pequeños arcos al aire libre y túneles. Es de trama simple.



Figura 20. 2210WO IRIDE BASE, malla anti-pájaro y antigranizo

Protección frente al sol

La pantalla termo-reflectante, [Low Density Factor 2633BL PRISMA LDF](#) está fabricada en rafia de HDPE con aditivo LD con alta difusión de luz protege a las plantas de sufrir quemaduras por el sol.

Cubrimiento del suelo

Agritela es un cubresuelo de polipropileno, estabilizado frente a los rayos UV, transpirable, con alta resistencia, soportando el paso de pequeños tractores. Se usan para preparar mejor el lugar donde se colocan las bolsas con sustratos o las macetas. La gama Agritela está compuesta por [3210NE AGRITELA NERA](#) de color negro y [3230BL AGRITELA RIFLEX](#) blanco reflectante (Figura 21).



Figura 21. 3230BL AGRITELA RIFLEX, cubresuelo blanco reflectante utilizado principalmente en invernaderos

Favorecer la polinización

[3310BT IMPOLLIRETE](#) es una malla indesmallable que se utiliza para mantener los insectos polinizadores de las colmenas dentro de los invernaderos (Figura 22).

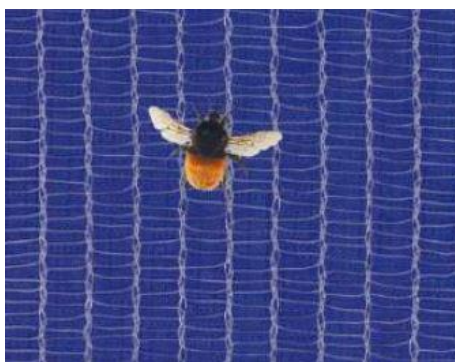


Figura 22. 3310BT IMPOLLIRETE, tejido de malla anudada utilizado para evitar que los insectos polinizadores escapen de los invernaderos

Mallas antiinsectos

La gama [BIORETE AIR PLUS](#) está compuesta innovadoras pantallas antiinsectos tejidas con monofilamento de bajo espesor y alta tenacidad. Concebida para prevenir eficazmente el paso de las especies de insectos más pequeños e invasores, presenta una mayor cantidad de agujeros por metro cuadrado para un mayor paso de aire dentro de los invernaderos. En tomate y pimiento, se recomienda el uso de tres modelos (Figura 23):

- 3353BT BIORETE 50 AIR PLUS: protección contra *Bemisia tabaci* y *Aphis* sp. Dimensión del agujero 0,33 x 0,68 mm
- 3363BT BIORETE 60 AIR PLUS: eficaz contra *Bemisia tabaci* y *Aphis* sp. Dimensión del agujero 0,33 x 0,45 mm
- 3382BT BIORETE 80 AIR PLUS: protección contra trips. Dimensión del agujero 0,15 x 0,31 mm.

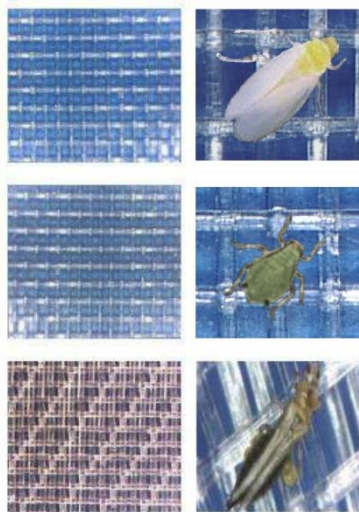


Figura 23. Gama Biorete de mallas antiinsectos de alta tenacidad, densas y livianas hechas de monofilamento de HDPE

Pantallas para mejorar el microclima al aire libre

Dos mallas de la gama [Arricover](#) protegen el cultivo en campo abierto, mejora el microclima y protege contra las heladas, los insectos y el granizo. Existen con bajo y alto poder de sombreado.

Finalmente, Arrigoni también ofrece utensilios para facilitar la fijación de las mallas.

Para más información sobre las mallas de protección de Arrigoni para tomate y pimiento:

<https://www.arrigoni.it/agrotextile/culture/protezione-per-pomodoro-e-peperone/?lang=es>

MASSÓ

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, es una compañía familiar, independiente y de capital 100% español, fundada en 1960 y que en 1963 empezó a importar y distribuir productos fitosanitarios en el mercado español.

La [División Agro de COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ](#), ha conseguido ocupar una posición destacada en los principales mercados del sur de Europa, en los países del área mediterránea y, también en Oriente Medio y Sur América

Por el conocimiento de los cultivos del área Mediterránea está experimentando y desarrollando de forma continua varias materias activas nuevas de distintas clases: fungicidas, insecticidas, herbicidas, etc. Tanto procedentes de síntesis química, como de origen biológico que se adaptan perfectamente a las nuevas exigencias en materia medioambiental, ecotoxicológica y de seguridad e higiene alimentaria, requeridas para su registro en los países de la Comunidad Europea.

Su objetivo es continuar desarrollando nuevos nutrientes para vegetales y fitosanitarios así como satisfacer las exigencias de **“Residuo cero”** en las producciones agrícolas globales.



COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.

Viladomat 321, 5ª planta
08029 BARCELONA - ESPAÑA

Telf.: +34-934 952 500

Fax: +34- 934 952 502

agro@cqm.es

www.massogro.com

PRESTOP®

El único registrado contra *Botrytis*,
Mycosphaerella y enfermedades de raíz



También en
semillero



COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.

Viladomat 321, 5 - 08029 Barcelona

Tel. 93 495 25 00

Fax 93 495 25 02

masso@cqm.es

www.massoagro.com



ESPECIALISTES EN SERVEIS PER A LA PRODUCCIÓ EDITORIAL, SL

Doctor Manuel Candela 26, 11^a

46021 VALENCIA – ESPAÑA

Tel.: +34-649 48 56 77 / info@poscosecha.com

NIF: B-43458744

www.poscosecha.com

www.postharvest.biz

www.bibliotecahorticultura.com

www.tecnologiahorticola.com

www.actualfruveg.com