

EL CULTIVO DEL TOMATE

The tomato growing

1. ORIGEN

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá.

2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

-**Familia:** *Solanaceae*.

-**Especie:** *Lycopersicon esculentum* Mill.

-**Planta:** perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

-**Sistema radicular:** raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

-**Tallo principal:** eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

-**Hoja:** compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

-**Flor:** es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

-**Fruto:** baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

3. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como encurtido.

Países	Producción tomates año 2002 (toneladas)
China	25.466.211
Estados Unidos	10.250.000
Turquía	9.000.000
India	8.500.000
Italia	7.000.000
Egipto	6.328.720
España	3.600.000
Brasil	3.518.163
Rep. Islámica de Irán	3.000.000

México	2.100.000
Grecia	2.000.000
Federación de Rusia	1.950.000
Chile	1.200.000
Portugal	1.132.000
Ucrania	1.100.000
Uzbekistán	1.000.000
Marruecos	881.000
Nigeria	879.000
Francia	870.000
Túnez	850.000
Argelia	800.000
Japón	797.600
Argentina	700.000

Fuente: F.A.O.

4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

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

-Temperatura: es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento.

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°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.

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

-Humedad: la humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. 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.

-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.

-Suelo: la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

En cuanto al **pH**, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

-Fertilización carbónica: la aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas.

Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero necesitamos realizar, en los diversos periodos del año, un balance de las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo.

Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras.

Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂.

En el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO₂ son de 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos dan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, etc.

5. MATERIAL VEGETAL

Principales criterios de elección:

- Características de la variedad comercial: vigor de la planta, características del fruto, resistencias a enfermedades.
- Mercado de destino.
- Estructura de invernadero.
- Suelo.
- Clima.
- Calidad del agua de riego.

Principales tipos de tomate comercializados:

- **Tipo Beef.** Plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular. Mercados más importantes: mercado interior y mercado exterior (Estados Unidos).
- **Tipo Marmande.** Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.
- **Tipo Vemone.** Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que presentan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades que se cultivan con gran éxito en Cerdeña (Italia).
- **Tipo Moneymaker.** Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos de calibres M y MM, lisos, redondos y con buena formación en ramillete.
- **Tipo Cocktail.** Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.
- **Tipo Cereza (Cherry).** Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos. El objetivo de este producto es tener una producción que complete el ciclo anual con cantidades homogéneas. En cualquier caso se persigue un tomate resistente a virosis y al rajado, ya que es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.
- **Tipo Larga Vida.** Tipo mayoritariamente cultivado en la provincia de Almería. La introducción de los genes Nor y Rin es la responsable de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.
- **Tipo Liso.** Variedades cultivadas para mercado interior e Italia comercializadas en pintón y de menor vigor que las de tipo Larga vida.
- **Tipo Ramillete.** Cada vez más presente en los mercados, resulta difícil definir que tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado, etc.

6. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

6.1. Marcos de plantación

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0,5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser "pareadas" para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm.

6.2. Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos.

6.3. Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas.

6.4. Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

6.5. Destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

6.6. Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo.

6.7. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre.

6.8. Fertirrigación

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

En cultivo en suelo y en enarenado; el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

MESES	AGOSTO		SEPT.		OCT.		NOV.		DIC.		ENERO		FEB.		MARZO		ABRIL		MAYO	
Quincenas	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
A	1,6 3	2,9 5	3,6 8	3,8 0	4,2 1	3,3 9	2,4 0	2,0 4	1,9 4	1,5 5	1,5 9	1,4 6	1,7 0	1,8 8	2,8 4	2,8 8	3,1 9	3,3 9	3,6 9	4,0 3
B		1,4	2,7	3,0	3,5	3,3	2,4	2,0	1,9	1,5	1,5	1,4	1,7	1,8	2,8	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0

	8	5	4	1	9	0	4	4	5	9	6	0	8	4	8	9	9	9	3
C	1,3 8	2,2 8	2,8 1	2,8 3	2,4 0	2,0 4	1,9 4	1,5 5	1,5 9	1,4 6	1,7 0	1,8 8	2,8 4	2,8 8	3,1 9	3,3 9	3,6 9	4,0 3	
D		1,1 4	2,1 1	2,2 6	2,0 0	2,0 4	1,9 4	1,5 5	1,5 9	1,4 6	1,7 0	1,8 8	2,8 4	2,8 8	3,1 9	3,3 9	3,6 9	4,0 3	
E			1,0 5	1,7 0	1,6 0	1,7 0	1,9 4	1,5 5	1,5 9	1,4 6	1,7 0	1,8 8	2,8 4	2,8 8	3,1 9	3,3 9	3,6 9	4,0 3	

A: trasplante 1ª quincena de agosto.

B: trasplante 2ª quincena de agosto.

C: trasplante 1ª quincena de septiembre.

D: trasplante 2ª quincena de septiembre.

E: trasplante 1ª quincena de octubre.

Tabla 2. Consumos medios (l/m2.día) del cultivo de tomate de primavera en invernadero.

Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.

MESES	DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
Quincenas	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
A	0,40	0,65	0,93	1,31	1,88	2,25	3,40	3,84	4,39	4,24	4,15	4,03	4,88	5,09
B		0,33	0,66	1,03	1,53	2,06	3,40	3,84	4,79	4,66	4,61	4,54	4,88	5,09
C			0,34	0,74	1,19	1,69	3,13	3,84	4,79	5,09	5,08	5,04	5,48	5,09
D				0,44	1,03	1,50	2,84	3,84	4,79	5,09	5,08	5,04	5,48	5,09

A: siembra o trasplante 1ª quincena de diciembre.

B: siembra o trasplante 2ª quincena de diciembre.

C: siembra o trasplante 1ª quincena de enero.

Existe otra técnica empleada de menor difusión que consiste en extraer la fase líquida del suelo mediante succión a través de una cerámica porosa y posterior determinación de la conductividad eléctrica.

En la práctica en los enarenados de Almería la frecuencia de riego para un cultivo ya establecido es de 2-3 veces por semana en invierno, aumentando a 4-7 veces por semana en primavera-verano, con caudales de 2-3 litros por planta.

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características físicas del sustrato.

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el período de recolección. En el cultivo del tomate en racimo el papel del potasio en la maduración del tomate es esencial, pudiéndose emplear en forma de nitrato potásico, sulfato potásico, fosfato monopotásico o mediante quelatos.

La adición de inhibidores de la nitrificación ralentizan la oxidación de amonio a nitrato, de manera que el amonio se mantiene durante más tiempo en el suelo, ya que este tipo de fertilizantes afectan a las bacterias que participan en este proceso. De esta manera el nitrógeno se suministra de forma gradual, ya que se adapta a las necesidades de cada cultivo a lo largo de su periodo de desarrollo y disminuyen las pérdidas de nitrato por lixiviación y desnitrificación, pues el efecto contrario tiene lugar con la adición de abonos minerales con elevado contenido en nitrógeno amoniacal.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical (blossom end rot), ocasionado normalmente por la carencia o bloqueo del calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos.

Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar "recetas" muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g.l-1, siendo

común aportar 1g.l-1 para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm-1.

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado:

- En función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía.
- En base a una solución nutritiva "ideal" a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH.

Los fertilizantes de uso más extendidos son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo coste y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.

La clorosis férrica es característica de especies que crecen en suelos calizos. La deficiencia en hierro acorta el ciclo vital de las plantas, los rendimientos disminuyen y los frutos son de peor calidad. El quelato férrico, es una de las mejores soluciones para combatir la clorosis férrica, pero tienen un elevado precio, por ello si se disminuyen las cantidades de quelato que se aplican se reducirían costos y aumentarían los beneficios.

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta.

Las sustancias húmicas complejan la mayoría de los metales presentes en el suelo, aumentando su disponibilidad en las plantas. Los aminoácidos también juegan un papel importante en la captación de nutrientes.

La **fertirrigación carbónica** consiste en el uso de agua carbonatada para el riego. El agua carbonatada se consigue mediante la inyección de CO₂ a presión en la tubería principal de manera que al disolverse en el agua de riego produce ácido carbónico que reduce el pH del agua y origina diversos bicarbonatos al reaccionar con carbonatos y otras sales presentes en el agua. El agua carbonatada recibe a continuación los fertilizantes habituales para el riego cuya solubilidad mejora en un agua ligeramente ácida. Para aportar CO₂ al sistema de riego hay que tener en cuenta la presión de la línea de agua de riego, la distancia del punto de inyección de CO₂ al primer gotero, la temperatura del agua, el sistema de difusión del CO₂ en el agua y la cantidad de CO₂ por litro de agua.

La utilización del agua carbonatada es rentable en el cultivo del tomate; encontrándose la dosis óptima en torno a los 0.20 g de CO₂/l, produciendo los mayores incrementos de cosecha. El mayor tamaño de los frutos se alcanza con una dosis de 0.35 g de CO₂/l (Aguilera *et al*; 2001).

Ventajas de la fertirrigación carbónica:

- Acidifica el suelo modificando la solubilidad de los micronutrientes.
- Aumenta la calidad y el número de frutos.
- Favorece la disolución de los abonos utilizados.
- Evita y elimina incrustaciones en la red de riego.
- Ahorra abonos.
- Sustituye parcialmente la utilización de ácido nítrico.

es fácilmente disponible, sin apenas agua de reserva y es un material totalmente inerte. La perlita B-12 es un silicato de aluminio de origen volcánico, que es transformado industrialmente mediante un tratamiento térmico y depositado en hornos a elevadas temperaturas; obteniéndose un material muy ligero con una elevada porosidad. La elección de un sustrato queda sujeta a la disponibilidad del mismo, a la finalidad de la producción y especie cultivada, experiencia de manejo, posibilidades de instalación y condiciones climáticas.

7. CULTIVO SIN SUELO

Los objetivos del cultivo sin suelo se centran en eliminar el vertido de los lixiviados y con ello evitar la contaminación de los suelos y de los acuíferos y contribuir de forma favorable en el ahorro de agua en zonas de cultivo caracterizadas por condiciones de semiaridez con escasez de recursos hídricos al reutilizar toda o parte del agua lixiviada.

En el cultivo sin suelo el sistema radicular está confinado en un contenedor, que puede adoptar diversas formas, pero en cualquier caso el volumen de la rizosfera es reducido. Ambas restricciones obligan a la utilización de sustratos que aseguren la disponibilidad de agua y oxígeno a las raíces.

Este sistema favorece el desarrollo del cultivo ya que se obtiene una óptima relación aire-agua en el sistema radicular, la nutrición está mucho más controlada, los sustratos inertes se encuentran libre de plagas y enfermedades, convirtiendo a estos sistemas como una buena alternativa al uso de desinfectantes de suelo.

En el mercado se pueden encontrar distintos sustratos, que se clasifican en:

-Orgánicos:

- De origen natural, entre las que se encuentran las turbas.
- Subproductos de actividad agrícola: fibra de coco, viruta de madera, pajas de cereales, residuos de industria del corcho, etc. La fibra de coco es un material vegetal procedentes de los desechos de la industria del coco, aprovechando las fibras cortas y el polvo de tejido medular en proporciones variables como sustrato. Se trata de un material ligero que presenta una porosidad total muy elevada y presenta cantidades aceptables de agua disponible y está bien aireado.
- Productos de síntesis: polímeros no biodegradables, espuma de poliuretano y poliestireno expandido.

-Inorgánicos:

- De origen natural: arena, grava y tierras de origen volcánico.

Los que requieren un proceso de manufacturación: lana de roca, fibra de vidrio, perlita, vermiculita, arcilla expandida, arlita, ladrillo troceado, etc. La lana de roca se obtiene de la fundición de un 60% de diabasa, 20% de piedra caliza y 20% de carbón de coque, es introducido en un horno a elevadas temperaturas y la masa fundida es transformada en fibras, se le añaden estabilizantes y mojantes, se comprime y se cortan en tablas, tacos o bloques. Es un material muy poroso en el que el agua El cultivo del tomate se enfrenta a la escasa disponibilidad de aguas de buena calidad. El uso de aguas de mayor calidad originan unos mayores costes de producción que en ocasiones, y debido a las fluctuaciones en los mercados, afectan directamente a la rentabilidad de las explotaciones. El uso de aguas moderadamente salinas para el riego en cultivo sin suelo de tomate, se realiza según el estado de desarrollo del mismo y con el objetivo de ahorrar agua de buena calidad manteniendo unos niveles de producción aceptables.

La recirculación en los cultivos sin suelo consiste en restituir al circuito de fertirrigación los lixiviados originados como consecuencia de dotaciones de riego excedentarias, de forma que se establezca un circuito cerrado. De ahí que los cultivos sin suelo equipados con sistema de recirculación se denominen cultivos sin suelo cerrados, de manera que consigue eliminar o reducir considerablemente las cantidades de drenajes libres mediante un proceso de reutilización de los mismos.

La tasa de recirculación de drenajes depende de la concentración de sales en el agua de suministro, siendo ésta mayor cuanto menor es el contenido en sales de efecto acumulativo.

Del correcto manejo del cultivo y de la composición del agua de suministro, depende de que la conductividad eléctrica del agua de recirculación se incremente más o menos deprisa, y por tanto que la tasa total de recirculación sea mayor o menor.

Los gastos hídricos previstos para una plantación bajo este sistema debe tenerse en cuenta para estimar la viabilidad económica y medioambiental del cultivo, considerando los siguientes factores:

- Zona agrícola.
- Tipo de invernadero.
- Estado fenológico y duración del ciclo de cultivo.
- Fecha de trasplante.
- Densidad de la plantación.
- Control climático del invernadero.
- Tipo de sustrato y de contenedor.
- Calidad del agua de riego.
- Sistema cerrado o abierto.
- Producción.

Ensayo con variedades de tomate en el sudeste español					
Ensayo	Sustrato	Invernadero	Producción total (kg/m ²)	Ciclo (días)	C.E. agua (dS/m)
Tomate Daniela	Perlita	Parral	12	167	1.05
Tomate Rambo	Lana de roca	Parral	16	249	2.60
Tomate Rambo sist. recirc.	Perlita	Multitúnel con calefacción apoyo	19.3	231	0.50

Tomate Durina sist. recirc.	Arena	Multitúnel con control climático	23	210	1.30
Tomate Durina sist. recirc.	Lana de roca	Multitúnel con control climático	21	210	1.30
Tomate cv. Brillante sist. recirc.	Perlita	Multitúnel con calefacción	13.2	119	0.90-1.5
Tomate cv. Brillante sist. recirc.	Lana de roca	Multitúnel con control climático	13.4	119	0.90-1.5
Tomate cv. 322 sist. recirc.	Arena	Multitúnel con control climático	18.4	253	1.2-1.6

El pH de las disoluciones de riego debe encontrarse incluido entre los valores de 5,5 y 6,5; intervalo en que la mayoría de los elementos nutritivos se encuentran de forma asimilable para las plantas.

Recomendaciones antes de instalar un cultivo sin suelo:

Si el invernadero ha sido utilizado y se ha detectado alguna enfermedad, es necesario desinfectar tanto el suelo como las estructuras.

- Cubrir el suelo con plástico.
- Es aconsejable tener un pediluvio con una solución desinfectante a base de sulfato de cobre a la entrada del invernadero.
- Cubrir la balsa de riego de modo que permanezca cerrada y recibir el agua entubada.
- Mantener tanto el invernadero como los alrededores libres de malas hierbas.
- No abandonar residuos vegetales en lugares cercanos al invernadero.
- Desinfectar las herramientas con lejía.
- Formar adecuadamente a los operarios para evitar que sean vehículos de contaminación.

8. PLAGAS Y ENFERMEDADES

8.1. Plagas

-Araña roja (*Tetranychus urticae* (koch) (ACARINA: TETRANYCHIDAE), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) (ACARINA: TETRANYCHIDAE) y *T. ludeni* (Tacher) (ACARINA: TETRANYCHIDAE))

La primera especie citada es la más común en los cultivos hortícolas protegidos, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las tres especies de manera conjunta.

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas.

Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga. En judía y sandía con niveles altos de plaga pueden producirse daños en los frutos.

Control preventivo y técnicas culturales

- Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Evitar los excesos de nitrógeno.
- Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

Control biológico mediante enemigos naturales

Las principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* (especies autóctonas y empleadas en sueltas), *Feltiella acarisuga* (especie autóctona).

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acrinatrín 15%	0.02-0.04%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20%	0.10-0.30%	Concentrado emulsionable
Azufre 60% + Endosulfán 3%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre mojable 80%	0.25-0.75%	Polvo mojable

Bromopropilato 50%	100-200 cc/100 l de agua	Concentrado emulsionable
Fenpiroximato 5%	0.10-0.20%	Suspensión concentrada
Fenpropatrin 10%	1.25-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Piridaben 20%	0.10%	Polvo mojable

-Vasate (*Aculops lycopersici* (Masse) (ACARINA: ERIOPHYDAE))

En la provincia de Almería es una plaga exclusiva del tomate.

Aparecen primero bronceados en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evoluciona de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por la elevada temperatura y baja humedad ambiental.

Control preventivo y técnicas culturales

- Desinfectar la ropa, calzado, etc.
- Eliminar las plantas muy afectadas.

Control químico

Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, azufre micronizado + dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, tetradifon.

-Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE))

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos. Otro daño indirecto es el que tiene lugar por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del rizado amarillo de tomate (TYLCV), conocido como "virus de la cuchara".

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- No asociar cultivos en el mismo invernadero.
- No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

Principales parásitos de larvas de mosca blanca:

-*Trialeurodes vaporariorum*. Fauna auxiliar autóctona: *Encarsia formosa*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Encarsia tricolor*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus californicus*.

-*Bemisia tabaci*. Fauna auxiliar autóctona: *Eretmocerus mundus*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Eretmocerus californicus*.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20% + Bifentrin 1.5%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Buprofezin 25%	0.04-0.08%	Polvo mojable
Buprofezin 8% + Metil pirimifos 40%	0.20-0.30%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 24% + Metomilo 10%	0.15-0.20%	Concentrado emulsionable

Esfenvalerato 4% + Metomilo 16%	0.25-0.38 l/ha	Concentrado emulsionable
Fenpropatrin 10%	1.25-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0.08-0.10%	Concentrado emulsionable
Imidacloprid 20%	0.08%	Concentrado soluble
Metil pirimifos 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Pimetrocina 70%	80-120 g/Hl	Polvo mojable
Piridaben 20%	0.10%	Polvo mojable
Piridafention 40%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Piriproxifen 10%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable
Tau-fluvalinato 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable
Tiametoxam 25%	20 g/Hl	Granulado dispersable en agua
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

-Pulgón (*Aphis gossypii* (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE))

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*.
- Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.
- Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Aphidius colemani*.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 75%	0.05%	Polvo soluble en agua
Aceite de verano 75%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20% + Bifentrin 1.5%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Azufre 70% + Cipermetrin 0.2% + Maneb 4%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre micronizado 60% + Triclorfon 5%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Benfuracarb 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Carbofurano 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Cipermetrin 2% + Metil clorpirifos 20%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Cipermetrin 4% + Metomilo 12%	0.10-0.15%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 30% + Piridafention 20%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Diazinon 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Endosulfan 24% + Metomilo 8%	0.25-0.40%	Concentrado emulsionable
Endosulfan 35%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable

Esfenvalerato 2.5%	1-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Fenpropatrin 10%	1.25-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0.08-0.10%	Concentrado emulsionable
Metil pirimifos 50%	0.25%	Concentrado emulsionable
Tau fluvalinato 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable
Tiametoxam 25%	20 g/Hl	Granulado dispersable en agua

-Trips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANOPTERA: THRIPIDAE))

Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas). Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, judía y tomate). El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.
- Colocación de trampas cromáticas azules.

Control biológico mediante enemigos naturales

Fauna auxiliar autóctona: *Amblyseius barkeri*, *Aeolothrips sp.*, *Orius spp.*

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Acrinatrín 15%	0.02-0.04%	Concentrado emulsionable
Azufre 40% + Cipermetrin 0.5%	25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Cipermetrin 2% + Metil clorpirifos 20%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Formetanato 50%	0.10-0.20%	Granos solubles en agua
Tau-fluvalinato 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* (Burgess) (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza bryoniae* (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza strigata* (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza huidobrensis* (DIPTERA: AGROMYZIDAE))

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Especies parasitoides autóctonas: *Diglyphus isaea*, *Diglyphus minoens*, *Diglyphus crassinervis*, *Chrysonotomyia formosa*, *Hemiptarsenus zihalisebessi*, *H. stropersii*.
- Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Diglyphus isaea*.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Pirazofos 30%	0.03-0.10%	Concentrado emulsionable

-Orugas (*Spodoptera exigua* (Hübner) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Spodoptera litoralis* (Boisduval) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Heliothis armigera* (Hübner) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Chrysodeisis chalcites* (Esper) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Autographa gamma* (L.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE))

La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el número de falsas patas abdominales (5 en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas ("pelos" largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera litoralis*, también las diferencia del resto de las especies.

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estados larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastrones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis* y *Spodoptera*) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En el caso de fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz.
- Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Parásitos autóctonos: *Apanteles plutellae*.
- Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de *S. exigua*.
- Productos biológicos: *Bacillus thuringiensis* Kurstaaki 8.5%, presentado como suspensión concentrada (fluido concentrado) a una dosis de 1.20-2.50%

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 75%	0.15%	Polvo soluble en agua
Amitraz 20% + Bifentrin 1.5%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Azufre 40% + Cipermetrin 0.5%	25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre 70% + Cipermetrin 0.2% + Maneb 4%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre micronizado 60% + Carbaril 7.5% + Oxiclورو de cobre 2%	20-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Betaciflutrin 2.5%	0.05-0.08%	Suspensión concentrada
Ciflutrin 5%	0.05-0.08%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 3%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Clorpirifos 30% + Piridafention 20%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Diazinon 10%	45 kg/ha	Gránulo

Endosulfan 35%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 2% + Fenitrotrion 25%	0.60-0.75%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 2.5%	1-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Etofenprox 30%	0.04-0.10%	Concentrado emulsionable
Fenpropatrin 10%	1.25-1.5 l/ha	Concentrado emulsionable
Flufenoxuron 10%	0.05-0.10%	Concentrado dispersable
Metil pirimifos 50%	0.25%	Concentrado emulsionable
Permetrin 25%	0.02-0.04%	Polvo mojable
Tau-fluvalinato	0.03-0.05 %	Concentrado emulsionable
Tiodicarb 37.5%	1.50-2.50 l/ha	Suspensión concentrada
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

-Nemátodos (*Meloidogyne spp.*) (TYLENCHIDA: HETERODERIDAE))

En horticolas en Almería se han identificado las especies *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incógnita*. Afectan prácticamente a todos los cultivos horticolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de "batatilla". Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos "rosarios". Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nemátodos interactúan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

Control preventivo y técnicas culturales

- Utilización de variedades resistentes.
- Desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores.
- Utilización de plántulas sanas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Productos biológicos: preparado a base del hongo *Arthrobotrys irregularis*.

Control por métodos físicos

- Esterilización con vapor.
- Solarización, que consiste en elevar la temperatura del suelo mediante la colocación de una lámina de plástico transparente sobre el suelo durante un mínimo de 30 días.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benfuracarb 5%	12-30	Gránulo
Cadusafos 10%	20-40	Microemulsión
Carbofurano 5%	12-15	Gránulo
Etoprofos 10%	60-80	Gránulo

8.2. Enfermedades

-Oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud)

Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de

fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35°C con un óptimo de 26°C y una humedad relativa del 70%.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Utilización de plántulas sanas.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azufre 72%	0.20-0.60%	Suspensión concentrada
Azufre molido 60%	30-50 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Clortalonil 30% + Metil tiofanato 17%	0.20-0.25%	Suspensión concentrada
Fenarimol 12%	0.02-0.05%	Concentrado emulsionable
Penconazol 10%	40 cc/100 l de agua	Concentrado emulsionable
Propineb 70% + Triadimefon 4%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Tetraconazol 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable
Triadimefon 25%	0.02-0.05%	Concentrado emulsionable
Triadimenol 25%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable

-Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetrel. ASCOMYCETES: HELOTIALES. Anamorfo: *Botrytis cinerea* Pers.)

Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos, pudiéndose comportar como parásito y saprofito. En plántulas produce damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma separada o conjunta. La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95% y la temperatura entre 17°C y 23°C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.
- Tener especial cuidado en la poda, realizando cortes limpios a ras del tallo. A ser posible cuando la humedad relativa no sea muy elevada y aplicar posteriormente una pasta fungicida.
- Controlar los niveles de nitrógeno y calcio.
- Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.
- Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.
- Manejo adecuado de la ventilación en bandas y en especial de la cenital y el riego.

Control biológico

- Existe un preparado biológico a base de *Trichoderma harzianum* Rifai T39.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benomilo 50%	0.10%	Polvo mojable
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Captan 47.5%	0.25-0.30%	Suspensión concentrada
Carbendazima 25% + Dietofencarb 25%	0.10-0.15%	Polvo mojable
Carbendazima 25% + Oxinato de cobre 41% + Quinosol 20%	0.10%	Polvo mojable
Carbendazima 50%	0.06%	Suspensión concentrada

Cimoxanilo 4% + Folpet 40%	0.30%	Polvo mojable
Ciprodinil 37.5% + Fludioxonil 25%	60-100 g/HL	Granulado dispersable en agua
Clortalonil 30% + Metil tiofanato 17%	0.20-0.25%	Suspensión concentrada
Clortalonil 37% + Oxido cuproso 25%	0.15-0.30%	Polvo mojable
Diclofluanida 35% + Oxadixil 10%	0.20%	Polvo mojable
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Folpet 10%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Folpet 24% + Oxadixil 8% + Oxicloruro de cobre 12%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Folpet 60% + Oxadixil 20%	0.10-0.13%	Polvo mojable
Iprodiona 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Mancozeb 60% + Metil tiofanato 14%	2-4 l/ha	Polvo mojable
Maneb 30% + Metil tiofanato 15%	0.40-0.60%	Suspensión concentrada
Pirimetanil 40%	0.15-0.20%	Suspensión concentrada
Tebuconazol 25%	0.04-0.10%	Emulsión de aceite en agua

-Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary. ASCOMYCETES: HELOTIALES. Anamorfo: no se conoce.)

Hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícolas. En plántulas produce damping-off. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.
- Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.
- Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Solarización.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Ciprodinil 37.5% + Fludioxonil 25%	60-100 g/HL	Granulado dispersable en agua
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Tebuconazol 25%	0.04-0.10%	Emulsión de aceite en agua

-Mildiu (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. OOMYCETES: PERONOSPORALES)

Este hongo es el agente causal del mildiu del tomate y de la patata, afectando a otras especies de la familia de las solanáceas. En tomate ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo. En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo. Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece un fieltro blancuzco poco patente. En tallo, aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo. Afecta a frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, vítreas y superficie y contorno irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que los síntomas cubren la mitad superior del fruto. La dispersión se realiza por lluvias y vientos, riegos por aspersión, rocíos y gotas de condensación. Las condiciones favorables para su desarrollo son: altas humedades relativas (superiores al 90%) y temperaturas

entre 10°C y 25°C. Las cepas existentes son: T0.0 (ataca sólo a patata), T.0 (ataca a variedades de tomate sin resistencia) y T.1. (ataca a las líneas de tomate con Gen Ph1). Existen variedades de tomate con Gen Ph2, pero su protección no es total.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar plántulas sanas.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azoxystrobin 25%	80-100 cc/HL	Suspensión concentrada
Azufre micronizado 60%+ Carbaril 7.5% + Oxicloruro de cobre 2%	20-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre micronizado 80% + Captan 5%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Benalaxil 4% + Oxicloruro de cobre 33%	0.40-0.60%	Polvo para espolvoreo
Benalaxil 6% + Cimoxanilo 3.2% + Folpet 35%	0.23-0.33%	Polvo mojable
Benalaxil 8% + Mancozeb 65%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Captan 40% + Zineb 20%	0.30%	Polvo mojable
Carbendazima 25%+ Oxinato de cobre 41% + Quinosol 20%	0.10%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Folpet 32% + Ofurace 60%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Mancozeb 15% + Oxicloruro de cobre 15%	0.30-0.40%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Sulfato cuprocálcico 22.5%	0.40%	Polvo mojable
Cimoxanilo 4.8% + Metiram 64%	0.25%	Granulado dispersable en agua
Clortalonil 72% + Metalaxil 9%	0.25%	Polvo mojable
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Folpet 10% + Sulfato cuprocálcico 20%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Fosetil Al 35% + Mancozeb 35%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Oxicloruro cuprocálcico 20% + Propineb 15%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Sulfato cuprocálcico 20%	0.30-0.40%	Polvo mojable

-Alternariosis (*Alternaria solani* ASCOMYCETES: DOTHIDEALES)

Afecta principalmente a solanáceas y especialmente a tomate y patata. En plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y pecíolos. En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y pecíolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión: solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas enfermas. Las conidias pueden ser dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia, etc., o el viento. Rango de temperatura: 3-35°C. La esporulación está favorecida por noches húmedas seguidas de días soleados y con temperaturas elevadas.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas.
- Abonado equilibrado.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benalaxil 4% + Oxicloruro de cobre 33%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Benalaxil 8% + Mancozeb 65%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Captan 25% + Cimoxanilo 4% + Mancozeb 20%	0.30%	Polvo mojable
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Captan 47.5%	0.25-0.30%	Polvo mojable
Carbendazima 25% + Oxinato de cobre 41% + Quinosol 20%	0.10%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Folpet 32% + Ofurace 6%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Sulfato cuprocálcico 22.5%	0.40%	Polvo mojable
Cimoxanilo 4% + Mancozeb 40%	0.30%	Polvo mojable
Cimoxanilo 4.8% + Metiram 64%	0.25%	Granulado dispersable en agua
Clortalonil 15% + Mancozeb 64%	0.25-0.30%	Polvo mojable
Clortalonil 15% + Tiabendazol 17%	0.15-0.30%	Suspensión concentrada
Clortalonil 72% + Metalaxil 9%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Difenoconazol 25%	300-500 cc/ha	Concentrado emulsionable
Folpet 10% + Sulfato cuprocálcico 20%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Folpet 30% + Mancozeb 45%	0.25%	Polvo mojable
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Fosetil Al 35% + Mancozeb 35%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Mancozeb 64% + Metalaxil 8%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Oxicloruro cuprocálcico 20% + Propineb 15%	0.30-0.40%	Polvo mojable
Propineb 70% + Triadimefon 4%	0.20-0.30%	Polvo mojable

-Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici (Sacc) Snyder & Hansen

Comienza con la caída de pecíolos de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y terminan por morir. Puede manifestarse una marchitez en verde de la parte aérea, pudiendo ser reversible. Después se hace permanente y la planta muere. También puede ocurrir que se produzca un amarilleo que comienza en las hojas más bajas y que termina por secar la planta. Si se realiza un corte transversal al tallo se observa un oscurecimiento de los vasos. El hongo puede permanecer en el suelo durante años y penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular. La diseminación se realiza mediante semillas, viento, labores de suelo, plantas enfermas o herramientas contaminadas. La temperatura óptima de desarrollo es de 28°C.

Control preventivo y técnicas culturales

- La rotación de cultivos reduce paulatinamente el patógeno en suelos infectados.
- Eliminar las plantas enfermas y los restos del cultivo.
- Utilizar semillas certificadas y plántulas sanas.
- Utilización de variedades resistentes.
- Desinfección de las estructuras y útiles de trabajo.
- Solarización.

Control químico

- Los tratamientos químicos durante el cultivo son ineficaces.
- Se pueden realizar tratamientos preventivos con las siguientes materias activas:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable

Dodina 50%	0.10-0.13%	Suspensión concentrada
Etridiazol 48%	0.20%	Concentrado emulsionable
Etridiazol 6% + Quintoceno 24%	15-20%	Concentrado emulsionable
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Folpet 50%	0.25-0.30%	Microgránulo
Procloraz 45%	0.15 cc/planta	Emulsión de aceite en agua

-Verticillium dahliae Kleb. (ASCOMYCETES: HYPOCREALES)

En berenjena los síntomas empiezan por una marchitez en las horas de calor, que continua con clorosis de la mitad de las hojas y de forma unilateral, desde las hojas de la base al ápice. La planta termina marchitándose y muriendo, aunque no siempre, de manera que cuando las temperaturas aumentan los síntomas desaparecen y la planta vegeta normalmente. Haciendo un corte transversal de los vasos se observa un oscurecimiento de color pardo claro. El hongo forma microesclerocios que permanecen en el suelo en restos de cultivos, siendo capaz de soportar condiciones elevadas y sobrevivir durante más de 12-14 años. La diseminación se produce especialmente a través del agua de riego, tierra en zapatos y material de plantación infectado. Las malas hierbas actúan como reservorio de la enfermedad. La temperatura aérea que favorece la enfermedad oscila entre los 21-25°C. En Almería se observa en los meses de invierno.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminar las malas hierbas.
- Destruir los restos de cultivo.
- Utilizar material de plantación sano.
- Evitar contaminaciones a través de aperos, tierra y salpicaduras de agua.
- Utilizar variedades resistentes (con el gen V).
- Solarización.

Control químico

- La lucha química es poco eficaz.
- Sólo en casos justificados es aconsejable la desinfección con fumigantes.

-Mancha negra del tomate (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young et al.)

Bacteriosis más frecuente en los cultivos de tomate almerienses. Afecta a todos los órganos aéreos de la planta. En hoja, se forman manchas negras de pequeño tamaño (1-2 mm de diámetro) y rodeadas de halo amarillo, que pueden confluir, llegando incluso a secar el foliolo. En tallos, pecíolos y bordes de los sépalos, también aparecen manchas negras de borde y contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se caen. Tan sólo son atacados los frutos verdes, en los que se observan pequeñas manchas deprimidas. Las principales fuentes de infección las constituyen: semillas contaminadas, restos vegetales contaminados y la rizosfera de numerosas plantas silvestres. El viento, la lluvia, las gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad que tiene como vía de penetración los estomas y las heridas de las plantas. Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20 a 25°C y períodos húmedos.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas.
- Abonado equilibrado.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Kasugamicina 5% + Oxicloruro de cobre 45%	0.08-0.15%	Polvo mojable
Kasugamicina 8%	0.05%	Polvo mojable

-Virus

VIRUS	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Transmisión	Métodos de lucha
-------	-------------------	--------------------	-------------	------------------

CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino)	- Mosaico fuerte. - Reducción del crecimiento. - Aborto de flores.	- Moteado.	- Pulgones.	- Control de pulgones. - Eliminación de malas hierbas. - Eliminación de plantas afectadas.
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del Bronceado del Tomate)	- Bronceado. - Puntos o manchas necróticas que a veces afectan a los pecíolos y tallos. - Reducción del crecimiento.	- Manchas irregulares. - Necrosis. - Maduración irregular.	Trips (<i>F. occidentalis</i>).	- Eliminación de malas hierbas. - Control de trips. - Eliminación de plantas afectadas. - Utilización de variedades resistentes.
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Virus del Rizado Amarillo del Tomate)	- Parada de crecimiento. - Foliolos de tamaño reducido, a veces con amarillamiento. - Hojas curvadas hacia arriba.	Reducción del tamaño.	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).	- Control de <i>B. tabaci</i> . - Eliminación de plantas afectadas. - Utilización de variedades resistentes.
ToMV (Tomato Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Tomate)	- Mosaico verde claro-verde oscuro. - Deformaciones sin mosaico. - Reducción del crecimiento.	- Manchas pardo oscuras externas e internas en frutos maduros. - Manchas blancas anubarradas en frutos verdes. - Necrosis.	- Semillas. - Mecánica.	- Evitar la transmisión mecánica. - Eliminar plantas afectadas. - Utilizar variedades resistentes.
PVY (Potato Virus Y) (Virus Y de la Patata)	Manchas necróticas internerviales.	No se han observado.	Pulgones.	- Eliminación de malas hierbas. - Control de pulgones. - Eliminación de plantas afectadas.
TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) (Virus del Enanismo Ramificado del tomate)	- Clorosis y amarillamiento fuerte en hojas apicales. - Necrosis en hojas, pecíolo y tallo.	Manchas necróticas.	- Suelo (raíces). - Semilla.	- Eliminación de plantas afectadas. - Evitar contacto entre plantas.

-Virus de la cuchara o virus del rizado amarillo del tomate (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) (TYLCV)

Esta enfermedad está formada por un complejo vírico TYLCV, perteneciente al género *Begomovirus*, causando graves pérdidas en el cultivo del tomate en Oriente Próximo, Europa, África, Islas del Caribe, América Central, México y sudeste de Estados Unidos. El virus es adquirido de plantas afectadas por la larva de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y transmitido por el adulto. Los síntomas típicos de la enfermedad son visibles transcurridas de dos a tres semanas y dependen de las condiciones ambientales:

- Brotes con folíolos enrollados hacia el haz, una clorosis marcada en su fase terminal y una reducción del área foliar, redondeándose y abarquillándose, tomando la forma de una cuchara.
- Pecíolo en forma helicoidal.
- Disminución progresiva de la lámina foliar, que puede llegar a desaparecer, quedando solo el nervio principal curvado.
- Pérdida de flores, falta de cuajado, fruto más pequeño y de color pálido.
- Una infección temprana provoca una reducción severa del crecimiento de la planta y una disminución en la producción de frutos.

Existen numerosas malas hierbas que pueden albergar al virus, entre ellas destaca: *Solanum nigrum* (tomatitos del diablo), *Datura stramonium* (estramonio), *Malva parviflora* (malva) y *Sonchus* spp. (cenizos).

También existen numerosas plantas cultivadas que actúan como huéspedes de este virus: tabaco, pimiento y judía.

Control

- Utilizar trampas cromotrópicas (cintas adhesivas de color amarillo) para registrar la presencia de mosca blanca.
- Los tratamientos contra mosca blanca cuando aparecen los primeros síntomas de la enfermedad resulta ineficaz, si deben realizarse tratamientos insecticidas adecuados para detener eventuales infestaciones de mosca blanca, empleando diversas materias activas de manera gradual.
- Empleo de variedades resistentes.
- En el caso de cultivo en invernadero, evitar que en él se hayan precedido cultivos de plantas ornamentales como la poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) y la gerbera; ya que el TYLCV se ha registrado en estas dos especies.
- Limpieza de restos de cultivos anteriores.
- Eliminación de malas hierbas que pueden mantener la enfermedad.
- Uso de mosquiteras y mantas térmicas.

-Virus del mosaico del pepino dulce (Pepino Mosaic Virus) (PepMV)

En el año 1.999 se detectó esta enfermedad en cultivos de tomate en varios países europeos y en Estados Unidos, extendiéndose por las zonas de cultivo intensivo de tomate en ambos continentes. Es una especie viral, perteneciente al género Potexvirus, que comprende al menos otras 30 especies virales caracterizadas por presentar partículas flexuosas y filamentosas.

La manifestación del PepMV depende del sistema de cultivo, la forma de conducir las plantas, las fechas de plantación, estado de desarrollo de las plantas, de las condiciones ambientales, de la época del año y del comportamiento de las variedades; pudiendo haber afecciones asintomáticas en algunos ciclos de cultivo.

Los primeros síntomas tienen lugar durante la primavera consistiendo en intensos mosaicos amarillos en las hojas maduras del estrato medio de las plantas e irregular distribución en los folíolos. En ocasiones el desarrollo del mosaico es tan intenso que se produce una deformación acusada en las hojas e incluso puede producirse el marchitamiento, más o menos grave, de las plantas.

Pueden aparecer estrías longitudinales decoloradas en los tallos, pecíolos y frutos. En plantas jóvenes se producen distorsiones más o menos acentuadas de los folíolos y reducción del desarrollo. El síntoma más común y característico es el abullonado del limbo. En los frutos aparece un mosaico de distintas tonalidades entre el rojo y el anaranjado-amarillento, a modo de un jaspeado superficial, este síntoma se acentúa cuando se producen desequilibrios nutricionales. El resultado es un tomate jaspeado de coloración rojo-naranja de inferior calidad visual y no comercializable.

Las infecciones precoces originan reducciones en cuanto a la producción, por pérdida de flores o por deficiencias en el cuajado. En el caso de producirse marchitamiento también hay reducciones en la cosecha y retrasos en la producción. Se transmite de unas plantas a otras, por semillas infectadas, los abejorros empleados en la polinización del tomate y especialmente las herramientas y útiles de trabajo, ropa, material de riego, etc. El virus permanece en los restos vegetales contaminados.

Control

- Establecer medidas sanitarias y de control en los semilleros.
- Aplicar desinfectantes (fosfato trisódico 10% y solución de lejía) en la estructura del invernadero que está en contacto con las plantas contaminadas.
- Desinfectar las tuberías con agua caliente,
- Higiene de las instalaciones y utensilios.
- Eliminar los restos vegetales, incluidas raíces, de los cultivos anteriores antes de realizar nuevas plantaciones.
- Destrucción de los sustratos en los que se haya detectado este virus en la plantación anterior.
- Realizar labores siguiendo el mismo recorrido por pasillos y filas del invernadero, desinfectando guantes y manos después de cada fila.
- Se recomienda dividir el invernadero en sectores de trabajo, en los cuales se utilizarán siempre los mismos utensilios y vestimenta.
- Localizada una planta infectada, debe ser señalada y arrancada con la mayor cantidad de sistema radicular posible con unos guantes desechables y debe introducirse en una bolsa cerrada y destruirse inmediatamente, desinfectando a continuación los guantes y la ropa. Es aconsejable eliminar las plantas colindantes.

9. ALTERACIONES DEL FRUTO

-Podredumbre apical (blossom-end rot): comienza con la aparición de lesiones de color tostado claro, que al aumentar de tamaño se oscurecen y se vuelven coriáceas, y que a menudo pueden ser enmascaradas por una podredumbre negra secundaria. Comienza por la zona de la cicatriz pistilar, aunque puede también producirse en alguno de los lados. En ocasiones, se producen lesiones negras internas que no son visibles en el exterior del fruto. La aparición de esta fisiopatía está relacionada con niveles deficientes de calcio en el fruto. El estrés hídrico y la salinidad influyen también directamente en su aparición. Existen también distintos niveles de sensibilidad varietal. Los frutos afectados por podredumbre apical maduran mucho más rápidamente que los frutos normales.

-Tejido blanco interno: depende del cultivar y de las condiciones ambientales. Normalmente solo se producen unas cuantas fibras blancas dispersas por el pericarpio, aunque la formación de tejido blanco se encuentra generalmente en la capa más externa del fruto. En ocasiones, el tejido afectado se extiende desde el centro del fruto. Este fisiopatía puede ser muy variable, por ejemplo en tomates de un mismo racimo pueden diferir entre si en cuanto a la cantidad de tejido blanco que se forma en ellos. Un estado nutricional adecuado, especialmente en cuanto al potasio, reduce la formación de tejido blanco. Se recomienda evitar condiciones de estrés y emplear cultivares tolerantes.

-Rajado de frutos: existen dos tipos de rajado en el fruto de tomate: el concéntrico y el radial. El agrietado concéntrico consiste en

la rotura de la epidermis formando patrones circulares alrededor de la cicatriz peduncular. El agrietado radial consiste en una rotura que irradia desde la cicatriz peduncular hacia el pistilar. Las principales causas de esta alteración son: desequilibrios en los riegos y fertilización y bajada brusca de las temperaturas nocturnas después de un período de calor. Los frutos expuestos al ambiente se agrietan más fácilmente que los que se encuentran protegidos por el follaje; esto es debido a las grandes fluctuaciones de temperatura que resultan de la exposición directa a los rayos de sol y que durante los periodos de lluvia, los frutos expuestos al sol se enfrían rápidamente.

- "Catface" o cicatriz leñosa pistilar: los tomates con esta fisiopatía carecen normalmente de forma y presentan grandes cicatrices y agujeros en el extremo pistilar del fruto. En ocasiones, el fruto tiene forma arriñonada con largas cicatrices. Una de las causas es el clima frío, la poda también puede incrementar este tipo de deformación bajo ciertas condiciones y los niveles altos de nitrógeno pueden agravar el problema.

10. RECOLECCIÓN

- Normas para Tomates. La mínima madurez para cosecha (Verde Maduro 2, Mature Green 2) se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso esta presente en al menos un lóculo y se esta formando en otros.

- Tomates de Larga Vida (Shelf-Life Tomatoes). La maduración normal se ve severamente afectada cuando los frutos se cosechan en el estado Verde Maduro 2 (VM2). La mínima madurez de cosecha corresponde a la clase Rosa (Pink) (estado 4 de la tabla patrón de color utilizada por United States Department of Agriculture, USDA; en este estado más del 30% pero no más del 60% de la superficie del fruto muestra un color rosa-rojo.).

- Tomate en racimo: el ritmo de recolección debe adaptarse a la maduración de los racimos. En invierno con invernadero sin calefacción y ciclo largo, se efectuaran pases con una regularidad de 15/20 días, mientras que a finales de primavera puede llegar a 7/10 días.

11. POSTCOSECHA

- Calidad: la calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

- Forma: bien formado (redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo).
- Color: color uniforme (anaranjado-rojo a rojo intenso; amarillo claro). Sin hombros verdes.
- Apariencia: lisa y con las cicatrices correspondientes a la punta floral y al pedúnculo pequeñas. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato o cicatriz leñosa pistilar (cat face), sutura (zippering), quemaduras de sol, daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.
- Firmeza: firme al tacto. No debe estar suave ni se debe deformar fácilmente debido a sobremadurez.

- Temperaturas óptimas:

- Verde Maduro: 12.5-15°C.
- Rojo Claro: 10-12.5°C.
- Maduro Firme: 7-10°C de 3 a 5 días.

Los tomates Verde Maduro pueden almacenarse a 12.5°C durante 14 días antes de madurarlos sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color. La pudrición puede aumentar si se les almacena más de dos semanas a esta temperatura. Después de alcanzar el estado Maduro Firme, la vida es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura dentro del intervalo recomendado. Durante la distribución comercial es posible encontrar que se aplican temperaturas de tránsito o de almacenamiento de corto plazo inferiores a lo recomendado, pero es muy probable que ocurra daño por frío después de algunos días. Se ha demostrado que se puede extender la vida de almacenamiento del tomate con la aplicación de atmósfera controlada.

- Temperaturas de maduración: 18-21°C; 90-95% HR para una maduración normal, 14-16°C para una maduración lenta (por ejemplo, en tránsito).

- Daño por frío: los tomates son sensibles al daño por frío a temperaturas inferiores a 10°C si se les mantiene en estas condiciones durante 2 semanas o a 5°C por un período mayor a los 6-8 días. Los síntomas del daño por frío son alteración de la maduración (incapacidad para desarrollar completo color y pleno sabor, aparición irregular del color o manchado, suavización prematura), picado (depresiones en la superficie), pardeamiento de las semillas e incremento de pudriciones (especialmente pudrición negra, black mold, causada por *Alternaria* spp.). El daño por frío es acumulativo y puede iniciarse en el campo antes de la cosecha.

- Humedad relativa óptima: 90-95%; la humedad relativa alta es esencial para maximizar la calidad postcosecha y prevenir la pérdida de agua (deseccación). Los períodos prolongados de elevada humedad o la condensación pueden incrementar las pudriciones de la cicatriz del pedúnculo y de la superficie del fruto.

- Tasa de respiración:

Temperatura	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C
mL CO₂/ kg-h					
Verde Maduro	3-4NR	6-9	8-14	14-21	18-26
Madurando		7-8	12-15	12-22	15-26

NR: no recomendada por más de unos días debido al daño por frío.

-Tasa de producción de etileno: 1.2-1.5µL / kg.h a 10°C y 4.3-4.9µL / kg.h a 20°C.

-Efectos del etileno: los tomates son sensibles al etileno presente en el ambiente y la exposición de los frutos Verde Maduro, ya este gas inicia su maduración. Los tomates madurando producen etileno a una tasa moderada por lo que no deben almacenarse o transportarse con productos sensibles al etileno como las lechugas y los pepinos.

-Maduración: una maduración rápida ocurre a temperaturas entre 12.5-25°C; HR 90-95%; etileno 100 ppm. Debe mantenerse una buena circulación de aire para asegurar uniformidad en la temperatura del cuarto de maduración y prevenir la acumulación de CO₂. El CO₂ retarda la acción del etileno para estimular la maduración.

La temperatura óptima de maduración que asegura buena calidad sensorial y nutricional es 20°C. A esta temperatura el desarrollo de color es óptimo y la retención de vitamina C alta. Los tomates separados de la planta y madurados a temperaturas superiores a 25°C desarrollan un color más amarillo y menos rojo y son más blandos.

El tratamiento con etileno generalmente dura 24-72 h. Algunas veces se aplica un segundo tratamiento después del re-envasado cuando se cosechan accidentalmente frutos verde inmaduros.

-Efectos de atmósferas controladas (A.C.): el almacenamiento en atmósfera controlada ofrece un beneficio moderado. Las bajas concentraciones de O₂ (3-5%) retrasan la maduración y el desarrollo de pudriciones en la cicatriz del pedúnculo y en la superficie sin afectar severamente la calidad sensorial para la mayoría de los consumidores. Se han reportado hasta 7 semanas como período de almacenamiento usando una combinación de 4% O₂, 2% CO₂ y 5% CO.

12. VALOR NUTRICIONAL

Valor nutricional del tomate por 100 g de sustancia comestible	
Residuos (%)	6.0
Materia seca (g)	6.2
Energía (kcal)	20.0
Proteínas (g)	1.2
Fibra (g)	0.7
Calcio (mg)	7.0
Hierro (mg)	0.6
Caroteno (mg)	0.5
Tiamina (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.6
Vitamina C (mg)	23
Valor Nutritivo Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5

13. COMERCIALIZACIÓN

La competencia en el mercado del fruto fresco del tomate, hace que los sistemas de comercialización planteen la obtención de una nueva gama de productos que permita llegar a un segmento de mercado definido.

En el caso del tomate la obtención de nuevos cultivares es un objetivo continuado por las diferentes casas comercializadoras de semillas abordado desde perspectivas muy distintas.

El tomate en racimo se presenta como una nueva forma de comercializar este producto con una expansión creciente. Para llevar a destino los frutos de tomate en racimos se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Número de frutos y calibre: el mercado norteamericano demanda racimos de 4-5 frutos y calibres G y GG; al contrario que el mercado británico que demanda racimos de 8-9 frutos y calibres M.
- Uniformidad tanto en la calidad como en la firmeza de los frutos.
- Presentación del racimo: raquis bien formado y buena disposición de los frutos.
- Ausencia de defectos de polinización y cuajado.
- Resistencia al desprendimiento durante el proceso postcosecha.
- Sensación de frescura: raquis turgente, verde y con el aroma característico.

El tomate cherry, conocido también como tomate cereza o enano, es una hortaliza exótica que se caracteriza por su fruto redondo, piel fina, color rojo al madurar y sabor intenso.

Este tipo de tomate puede presentarse tanto en rama como suelto; los envases del cherry suelto se presentan en tarrinas de 250, 500, y 400 gramos. Una tarrina de 250 gramos contiene una media de 27 tomates.

Hay que destacar que en los dos últimos años se ha implantado la tarrina de plástico con cierre de bisagra, tanto por la reducción de coste que implica como por la buena presentación, comodidad y seguridad. En el caso del cherry en rama, lo que prima son los envases de 500 gramos al considerarse la rama como una unidad.

El tomate cherry es muy apreciado en los mercados internacionales, siendo sus principales importadores el Reino Unido, Alemania, Estados Unidos, Francia y Canadá. Este tipo de tomate se está convirtiendo en una hortaliza de consumo cotidiano que va ganando espacio en los lineales de las grandes superficies, y no solo en las extranjeras, pues su introducción en nuestro país se está produciendo a un ritmo acelerado.