



Figura 107. Chupones o brotes desarrollados en las axilas del tallo principal



Figura 108. Largo adecuado para cuando se realice un corte de chupones

Los chupones o yemas axilares se desarrollan durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo, entre los 30 y 90 días después del trasplante se producen con más frecuencia, y es necesario, en ocasiones, deschuponar dos a tres veces por semana; posteriormente disminuyen su desarrollo durante los picos de producción. Una vez se realice la poda terminal o despunte para definir el número de racimos con que se deja la planta, se puede volver a incrementar el desarrollo de chupones.

4.10.2.3 Poda de hojas

Cuando el follaje es muy intenso, conviene hacer una poda de hojas para mejorar la ventilación e iluminación del cultivo. Las hojas viejas y amarillentas deben ser removidas (figura 109) después de que han completado su función fotosintética en la planta; su remoción permite mejorar la entrada de la luz para lograr mayor floración y cuajado de frutos y homogeneidad en su tamaño, calidad y maduración, aumentar la ventilación y bajar la humedad relativa en la base de las plantas, que favorece el desarrollo de enfermedades. Además, es importante extirpar las hojas enfermas que sean fuente de inóculo de plagas y enfermedades. La eliminación de las hojas bajas se debe comenzar cuando haya terminado la recolección de los frutos del primer racimo, eliminando aquellas que estén por debajo de éste, y así sucesivamente a medida que se cosechan los demás racimos.



Figura 109. Poda de hojas bajas

En plantas con crecimiento indeterminado, las hojas se ubican en grupos de tres (hojas A, B, C) (figura 110) seguidas de un racimo floral: la hoja A se localiza inmediatamente por debajo o al frente del racimo floral y es la responsable del 75% del llenado del fruto; la hoja B se ubica en posición intermedia a las hojas A y C y colabora con cerca del 8% del llenado del fruto, y la hoja C aporta el 15%, repartiendo sus fotosintatos en forma bilateral para los racimos anterior y posterior. Los anteriores porcentajes muestran la importancia de las hojas en el llenado del fruto y su influencia cuando se poda en forma drástica la planta; por lo tanto, las hojas A, B y C no deben ser removidas sin un llenado óptimo del racimo.

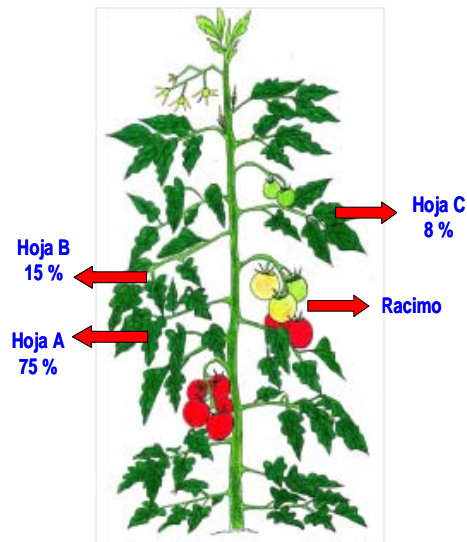


Figura 110. Distribución de las hojas en una planta de crecimiento indeterminado

En el caso extremo de que se presente un exceso de follaje que impida la penetración de la luz o favorezca la presencia de enfermedades por el exceso de humedad relativa, se recomienda eliminar únicamente la hoja B. Una defoliación intensa y precoz en la planta retarda y reduce la producción. Las hojas, además de proveer nutrientes al fruto, en épocas de verano intenso proporcionan sombra a los frutos y previenen el golpe de sol o la presencia de hombros verdes. En invierno, las hojas protegen el fruto del enfriamiento, ya que actúan como una barrera para el escape del calor acumulado en el fruto hacia la atmósfera del invernadero.

4.10.2.4 Poda de flores y frutos

El objetivo de este tipo de poda es balancear el crecimiento vegetativo y generativo de la planta, y homogenizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad.

La poda de flores y frutos va a depender del tipo de mercado que tenga el productor. Si el mercado exige frutos de un tamaño y calibre uniformes, se recomienda la realización de esta labor. También depende de la variedad utilizada. Algunas variedades producen un gran número de flores por inflorescencia, los frutos no se desarrollan bien y son de calibres muy pequeños (figura 111), que no satisfacen la demanda del mercado. En este caso, se recomienda eliminar flores antes de que sean polinizadas.



Figura 111. Poda de frutos

Lo ideal en tomates tipo chonto es dejar por racimo de 8 a 10 frutos, dependiendo del vigor de la planta, y en tomates tipo milano, de 6 a 8 frutos por racimo. Se deben eliminar los frutos deformes, enfermos y los más pequeños (figura 112).



Figura 112. Poda de frutos con daño fisiológico

La poda del fruto debe realizarse lo más pronto posible para evitar que aumente de tamaño y haya pérdida de nutrientes y asimilados que podrían ser utilizados por la planta para llenar otros frutos de mayor calidad. Lo ideal sería la poda de flores, sin embargo debe haber seguridad de que las flores que van a quedar en el racimo estén debidamente polinizadas.

4.10.2.5 Poda de yema terminal o despunte

Consiste en cortar la yema principal de la planta (figura 113), teniendo en cuenta que el racimo que esté por debajo de esta yema esté totalmente formado; además, se deben dejar dos hojas por encima del último racimo.



Figura 113. Poda de yema Terminal o despunte

Esta poda permite determinar el número de racimos que se van a dejar por planta; se puede llevar la producción a 8, 10, 12, 14 o 16 racimos, dependiendo del estado sanitario de la planta, la productividad del material y la calidad comercial exigida por los mercados. Generalmente, el tamaño de los frutos de los últimos racimos es mucho menor, por lo cual la poda terminal permite que los últimos frutos adquieran mayor tamaño, si éste no se consigue mediante una adecuada fertilización. Usualmente, la poda de yema terminal incrementa el diámetro de los frutos en las tres últimas inflorescencias.

4.11 Polinización y métodos para mejorar la polinización bajo invernadero

En la mayoría de los casos, las flores de tomate se autopolinizan ya que cada flor contiene tanto estructuras masculinas (estambres y granos de polen) como estructuras femeninas (ovarios, óvulos, estilo, estigma). Algunas veces ocurre la polinización cruzada especialmente por insectos. En condiciones de campo abierto y bajo óptimas condiciones de crecimiento, se produce tanto polinización cruzada como autopolinización en las flores de tomate, el viento natural, los insectos y el hombre promueven el proceso de polinización en campo abierto.

La dificultad del cuajado de los frutos se debe, en la mayoría de los casos, a una deficiente fecundación de las flores originada por humedad relativa baja o exceso de humedad, extremos de temperaturas, principalmente temperaturas muy bajas y mala iluminación dentro del invernadero, así como a la falta de viento o insectos polinizadores que favorezcan la fecundación.

En condiciones de invernadero, generalmente la polinización es parcial e insuficiente para producir una buena producción de frutos, ya que la acción del viento está limitada. Para mejorar el proceso de polinización existen varios métodos, además del manejo de las condiciones climáticas al interior del invernadero:

Vibrador (Abeja eléctrica): consiste en un aparato operado por batería, el cual tiene una varilla que vibra y que se pone sobre cada inflorescencia para facilitar la liberación del polen al estigma y favorecer la fecundación (figura 114).



Figura 113. Vibrador eléctrico operado por batería

Expulsor de aire: es un dispositivo que lanza corrientes de aire sobre las inflorescencias, agitándolas, y así libera el polen de las anteras al ovario para fecundar el óvulo.

Polinización por insectos: generalmente son utilizados los abejorros, los cuales son atraídos por las flores para coleccionar granos de polen; en cambio, las abejas no son atraídas por las flores de tomate ya que éstas no producen néctar (figura 115).



Figura 115. Polinización de flores por insectos

Vibración mecánica: consiste en agitar las flores a través de la vibración producida por golpes repetidos al alambre del tutorado, mediante la utilización de una vara (figura 116).



Figura 116. Polinización mecánica mediante golpes producidos al sistema de tutorado

Uso de hormonas de crecimiento: en condiciones extremas de temperatura, ya sea de mucho calor o de mucho frío, donde la polinización es defectuosa, la vibración no es efectiva, por lo tanto es recomendable el uso de hormonas, las cuales se deben esparcir sobre la inflorescencia y no sobre la planta. Su utilización y concentración deben ser directamente recomendadas por el fabricante, ya que una mala utilización puede producir toxicidad en la planta, deformación de frutos y frutos huecos.

La utilización del vibrador eléctrico, el expulsador de aire y la vibración mecánica debe hacerse diariamente o, como mínimo, día de por medio, al final de la mañana, después de que la humedad relativa dentro del invernadero se haya reducido y las flores estén más secas, pues, cuando las flores húmedas son sacudidas, el polen no es liberado apropiadamente porque está compacto por la humedad, y resulta una fecundación defectuosa. En el caso de los vibradores eléctricos, la punta debe ser puesta sobre el tallo de la inflorescencia y operado por uno o dos segundos, así toda la inflorescencia es sacudida y las flores son polinizadas, esta labor debe ser realizada desde el primer racimo hasta el último racimo de la planta; como todas las flores en la inflorescencia no abren al mismo tiempo, el proceso debe ser repetido una vez haya nuevas flores abiertas en la inflorescencia.

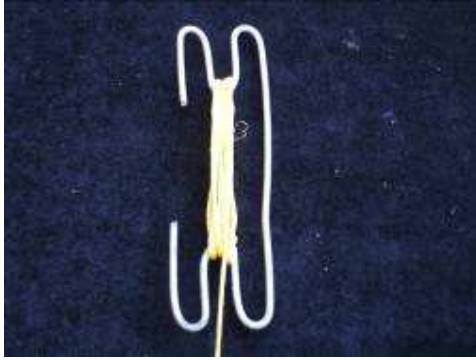
4.12 Tutorado y amarre

El tutorado consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda, permite un crecimiento vertical de las plantas evitando que las hojas y, sobre todo, los frutos tengan contacto con el suelo, y facilita las labores del cultivo. Entre las ventajas de la instalación de un adecuado tutorado se tienen: evitar daños mecánicos a la planta, tantota sea por el peso de los frutos o durante las prácticas culturales; obtener frutos de mejor calidad, ya que éstos no tienen contacto con el suelo; mejorar la aireación general de la planta, factor importante para la mayor sanidad del follaje; facilitar el control fitosanitario y la cosecha de los frutos, y favorecer el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. Todo esto repercute en la producción final, la calidad del fruto y el control de las enfermedades.

El tutorado puede hacerse con estacones de madera o guadua, y ser diseñado usando el menor número posible para evitar el sombrío sobre las plantas. Sin embargo, el tutorado más empleado para tomate bajo invernadero es el tutorado fijo vertical sencillo, utilizando una sola línea de alambre para la siembra a surco sencillo, aunque también se puede utilizar doble, cuando se siembra a doble surco, y donde se utilizan dos líneas de alambre a una distancia de 20 cm. La altura del tutorado depende de la variedad, el número de racimos al que se va a llevar la planta, y si las plantas se van a descolgar o se van a llevar a un amarre fijo.

El tutorado se construye poniendo en cada extremo del surco un poste de madera a una altura mínima de 2,5 metros (figuras 117 y 118), en ambos extremos se extiende una línea de alambre galvanizado calibre 8, del cual se cuelga un gancho de alambre que lleva enrollada la fibra de polietileno que, mediante argollas o abrazaderas de plástico (clips), va a sostener la planta; las abrazaderas se anillan al tallo por debajo del pecíolo de una hoja completamente desarrollada (figura 119). La ventaja de este sistema es que no causa maltrato a las flores, hojas, tallos y frutos, evita la proliferación de hongos en el contacto de la fibra o trapo en el tallo, y es de fácil manejo (se requieren aproximadamente 3 o 4 argollas por planta durante todo el ciclo).

A los postes utilizados en el tutorado se les debe aplicar un impermeabilizante tipo brea en la parte inferior, que va enterrada, para retardar su descomposición, incrementar la vida útil del poste y evitar pérdidas económicas cuando el tutorado se pudre y caen las plantas. Una vez termine cada ciclo es necesario revisar el estado de los postes.



Figuras 117 y 118. Sistema de tutorado mediante ganchos de alambre



Figura 119. Argollas o abrazaderas de plástico para el amarre de las plantas

Este sistema de tutorado permite descolgar las plantas en el momento en que se han cosechado los primeros tres o cuatro racimos. El descuelgue se realiza sobre el surco, y comúnmente se denomina “poner a caminar las plantas” (figura 120), y facilita las labores sanitarias y de cosecha. Antes de empezar a descolgar las plantas sobre el surco, se deben remover todas las hojas que estén por debajo de los racimos ya cosechados.



Figura 115. Descuelgue de plantas

Otra manera de amarrar las plantas al tutorado es mediante cuerdas de plástico o de tela de licra, que van desde la base de la planta y la enrollan en sentido del reloj cada dos o tres hojas, o con una vuelta por cada racimo hasta el alambre (figura 121). Lo que limita este sistema es que la fibra causa daños mecánicos a las plantas por ahorcamientos y estrangulamientos de hojas, tallos, flores y frutos, y que la licra utilizada puede almacenar humedad y convertirse en una fuente de inóculo para la propagación de enfermedades fungosas, bacterianas o virales, es por eso recomendable reemplazar la licra cada que se renueva el cultivo. Por otra parte, este sistema no permite descolgar las plantas, lo cual dificulta las labores de cosecha y control fitosanitario.



Figura 121. Sistema de amarre mediante tela de licra

La labor de amarre debe hacerse hasta dos veces por semana durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Posteriormente, cuando empieza la formación de frutos, se puede hacer una vez por semana. La frecuencia de esta labor depende de la variedad, el clima, el estado nutricional del cultivo y la programación de las labores.

Es recomendable que el tutorado sea independiente y no vaya fijado a la estructura del invernadero para que no se vea afectada su resistencia.

4.13 Riego

El riego agrícola como técnica o práctica de producción se puede definir como la aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona radical para que las plantas rindan la máxima producción.

Se considera que un buen riego no es el que “moja” uniformemente la superficie del suelo, sino aquel que moja adecuadamente el perfil del suelo donde se encuentra casi la totalidad de las raíces de una planta (figura 122). Un buen riego es el que se aplica cuando la planta lo requiera, de acuerdo con el periodo en días que se deja entre dos riegos sucesivos y el agotamiento del agua en el suelo.



Figura 122. Agua de riego alrededor de la planta

Las plantas consumen agua debido al efecto de las condiciones climáticas (temperatura, radiación solar, velocidad del viento, entre otros factores) que hacen que se esté liberando permanentemente vapor de agua desde el suelo hasta la atmósfera, desde la planta por el proceso de transpiración y desde el suelo por el proceso de evaporación. Estas pérdidas de agua en conjunto, desde la planta y el suelo, se conocen con el nombre de evapotranspiración.

La aplicación oportuna de agua se refiere, a los días e intervalos que transcurren entre dos riegos, es decir, a la aplicación de agua en el día apropiado. Porque si se dejan muchos días entre riegos, se corre el riesgo de que el agua almacenada en el suelo se acabe y, por lo tanto, la planta se pueda marchitar. Si el riego es muy frecuente el agua se pierde por escorrentía, se puede presentar encharcamiento, disminuye el contenido de oxígeno en el suelo, se limita el desarrollo de raíces y la toma de nutrientes, y aumenta la humedad relativa del invernadero por la evapotranspiración del agua de suelo, lo que favorece el desarrollo de enfermedades y aumenta los costos.

La aplicación eficiente de agua hace referencia a su aplicación con las mínimas pérdidas posibles por percolación o escurrimiento; por lo tanto, la cantidad de agua que se aplique en cada riego tiene que ser suficiente para cubrir el agua consumida por la planta en el periodo entre riegos y, además, cubrir las pérdidas inevitables.

La aplicación uniforme del agua indica que la cantidad de agua que reciben las primeras plantas de la hilera o del surco tiene que ser igual a la que reciben las que están al final de la hilera o del surco.

Es importante mencionar que, cuando se construye un invernadero, se requiere tener un tanque de reserva de agua para cualquier emergencia que pueda ocurrir (figura 123).



Figura 123. Tanque de reserva de agua

4.13.1 Requerimientos de agua del cultivo

La cantidad de agua que se aplique al cultivo de tomate dependerá de factores como: las condiciones climáticas del lugar (temperatura, humedad relativa, radiación y vientos), tipo de suelo, estado de desarrollo del cultivo y pendiente del terreno. El primer riego debe hacerse inmediatamente después de que se trasplantan las plántulas, y luego deben realizarse riegos periódicos para mantener un adecuado nivel de humedad durante todo el ciclo de desarrollo de la planta. Los riegos no se deben llevar a cabo en las horas de la tarde, porque la evaporación del agua aumenta la humedad relativa dentro del invernadero en las horas de la noche y la madrugada, lo que implica problemas de enfermedades en las plantas; lo ideal es regar el cultivo en horas de la mañana.

La frecuencia de irrigación varía de acuerdo al tipo de suelo: en suelos arenosos la irrigación se aplica una o dos veces por día; en suelos medianamente pesados, el intervalo de riegos es más largo de acuerdo al contenido de humedad en la zona de raíces, y en suelos medianos, la frecuencia de irrigación puede ser de tres a cinco días. En general, los intervalos de irrigación no deben ser muy cortos, porque así no facilitan el desarrollo de un sistema de raíces bien profundo y ramificado, como respuesta de la planta a la búsqueda de agua.

La parte aérea de la planta nunca debe ser humedecida, para prevenir la proliferación de enfermedades y preservar su sanidad; por lo tanto, se debe evitar la irrigación por aspersión.

El exceso de agua provoca un crecimiento acelerado en las plantas, retarda la maduración de los frutos, e incrementa la humedad relativa en el invernadero, lo cual favorece la caída de flores, la aparición de disturbios fisiológicos en los frutos, y la presencia de enfermedades radiculares y del follaje.

En el cultivo de tomate bajo invernadero, lo ideal es implementar la tecnología de riego por goteo, la cual es más eficiente, hay menos pérdida de agua y se evita humedecer

el follaje. Es importante implementar el uso de tensiómetros para determinar el momento oportuno del riego .

Durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos, el riego debe ser en periodos cortos pero frecuentes, con el objetivo de mantener la humedad del suelo, para la formación y el llenado de frutos. Si hay deficiencia de agua durante esta época, habrá dificultad para la absorción de nutrientes, en especial de calcio, aborto floral, caída de frutos pequeños, malformación de frutos, reducción del número de racimos florales y, en general, disminución de la productividad de la planta y de su vida productiva. Cuando la planta inicia el cuajado de frutos el consumo de agua se incrementa, esta alta demanda de agua se mantiene hasta la época de mayor carga de frutos, y poco a poco va disminuyendo hasta el final del cultivo.

La mayor necesidad de agua por parte del cultivo ocurre cuando se realiza el trasplante, también cuando la planta está en período de floración y continúa hasta el llenado de los últimos racimos (tabla 14).

La literatura menciona que una planta de tomate consume diariamente de 1 a 1,5 litros de agua, dependiendo de la variedad y del estado de desarrollo de la planta.

Nunca se debe dejar que el suelo se seque demasiado y luego, repentinamente, aplicar grandes cantidades de agua, pues esto ocasiona daños en las plantas, por ejemplo el agrietamientos en los frutos.

Tabla 14. Guía para estimar las necesidades de agua para el cultivo de tomate bajo invernadero

Semana de trasplante	Estado de desarrollo	Mínimo*	Máximo*
1	Enraizamiento	0,6	1,25
2-5	1. ^{ero} a 4. ^o racimo floral	1,5	3,0
6	5. ^o racimo floral	3,5	3,5
7-9	6. ^o racimo floral	3,5	4,0
10-11	7. ^o -8. ^o racimo floral	4,0	4,5
12-15	Inicio de cosecha	4,5	5,5
16-17		5,0	6,5
18-20		5,5	6,0
21-23		5,0	5,0
24-25		5,0	5,0
25		5,0	5,0
27		5,0	5,0

*Necesidad diaria (litros/m²/día)

Fuente:

Estimación de las necesidades de agua: Existen diversos aparatos para estimar la necesidad de aplicar riego; el más utilizado en nuestro medio es el tensiómetro.

Tensiómetro: el tensiómetro (figura 124) mide la mayor o menor fuerza de succión que tienen que ejercer las raíces para absorber el agua del suelo. Consta esencialmente de un tubo lleno de agua, con una cápsula de cerámica porosa en un extremo y con un manómetro o medidor de vacío en el otro extremo. El tubo se instala en el suelo, colocando la punta de cerámica a la profundidad cuya humedad se desea medir; lo ideal es ubicarlo a una profundidad de 25 a 50 cm, y a una distancia de 10 cm después de los goteros y de la planta; el manómetro va por encima de la superficie.



Figura 124. Ubicación del tensiómetro en campo

A medida que el suelo se seca, el agua del tubo pasa hacia el suelo a través de la cápsula de cerámica, cuanto más seco está el suelo, mayor cantidad de agua sale del tubo, con lo cual se crea un vacío dentro de éste que es registrado por el manómetro.

El tensiómetro lleva una escala dividida de 1 a 100 centibares. Las lecturas indican el vacío creado en el tubo, que es indirectamente proporcional al contenido de humedad: las lecturas altas indican un suelo con poca humedad, mientras que las lecturas bajas indican un suelo con mucha humedad.

Los tensiómetros deben ser leídos diariamente en una hora fija, preferentemente en la mañana, y llevar un registro que permita sacar conclusiones para el manejo de la irrigación. La interpretación de las lecturas del tensiómetro es la siguiente:

- De 0 a 10 indica suelo saturado. Esta lectura se da después de un riego.
- De 10 a 20 indica que el suelo está a la capacidad de campo. Es la lectura que se debe mantener en riego por goteo.
- De 30 a 60 es humedad útil, pero es escasa para el riego por goteo.
- Superior a 70, las plantas no disponen de toda el agua necesaria para su crecimiento.

Sin embargo, es necesario conocer el funcionamiento del modelo del tensiómetro que se vaya a adquirir, ya que con base en su lectura y en el tipo de suelo se determina la necesidad de regar o no. Cuando el productor no dispone de tecnología para estimar las necesidades de riego, debe basarse en la experiencia adquirida acerca del desarrollo del cultivo, y en la observación del tipo de suelo y de las climáticas al interior del invernadero.

4.13.2 Manejo del agua

4.13.2.1 Disponibilidad y calidad del recurso agua

El suministro de recursos de agua de fácil acceso está limitado actualmente en el mundo. Considerando que no toda el agua puede ser utilizada sino que una parte de las aguas superficiales se debe dejar en los ríos para salvaguardar el medio ambiente, más de la mitad de la escorrentía accesible está ya comprometida. En las regiones áridas y semiáridas, en países densamente poblados y en la mayoría del mundo industrializado, existe una competencia por los escasos recursos de agua.

La calidad del agua de uso agrícola varía, especialmente entre las aguas superficiales que pueden estar expuestas a contaminación temporal e intermitente, por ejemplo por descargas de aguas de desagües contaminados procedentes de la crianza de ganado en terrenos situados en la parte alta de la corriente. El agua subterránea también puede estar expuesta a contaminación afectada por el agua superficial, como la de los pozos viejos con grietas en su revestimiento.

Entre las fuentes típicas de agua para la agricultura se encuentran: el agua de corrientes superficiales, (los ríos, riachuelos, acequias, y canales descubiertos); el agua de reserva (pantanos, estanques y lagos); el agua subterránea procedente de pozos, y el agua de suministro municipal.

Una vez que se haya identificado la fuente de agua de riego, se deben identificar las posibles causas de contaminación, con el fin de tomar medidas preventivas para evitarlas, o de utilizar algún tipo de tratamiento para mejorar la calidad de agua. Entre las posibles fuentes de contaminación podemos mencionar las siguientes:

- Desechos orgánicos de seres humanos o animales que habitan en los alrededores de la fuente de agua y a lo largo de la misma.
- El mal drenaje de las letrinas que llega a contaminar la fuente de agua
- La cercanía de crianza de ganado, cerdos, aves u otros tipos de animales a lo largo de la fuente de agua.

No todos los agricultores cuentan con la suerte de tener agua de riego de buena calidad. Muchas veces no se pueden controlar los factores externos que contaminan el agua de riego, por lo que es necesario buscar otras fuentes, cambiar las prácticas de

riego, o tratar el agua para poder lavar el producto cosechado con un agua de mejor calidad. Algunas opciones en el caso de no tener agua de buena calidad son:

- *Utilizar agua de pozos profundos:* los pozos manuales o mecánicos deben estar cubiertos, con sello hermético, ser impermeables y tener un brocal para evitar la infiltración, y un ribete que evite charcos o agua estancada alrededor del pozo.
- *Cambiar las prácticas de riego:* adoptar prácticas de riego que minimicen el contacto entre el agua y la parte comestible de la planta, como el riego por goteo, surcos, mangueras bajo tierra y aspersores de bajo volumen.
- *Utilizar agua tratada para lavar los productos:* almacenar el agua en tanques para que pueda ser tratada, ya sea con filtros o cloro, dejando el agua con una concentración de 0,5 a 1 ppm de cloro.

4.13.3 Aspectos legales del uso del agua

En Colombia existen dos decretos importantes acerca del uso del agua: el Decreto 1594 y el Decreto 1541 del Ministerio de Justicia.

El Decreto 1594, en el Artículo 40 básicamente, se refiere a los criterios admisibles que debe tener el agua para uso agrícola, a la cantidad de coliformes fecales admitidas y de los análisis que se le deben realizar al agua para uso agrícola.

A continuación se describen los criterios admisibles para la destinación del recurso agua para uso agrícola: (OJO: convertir en tabla. **Tabla 15.** Criterios admisibles para la destinación del recurso agua para uso agrícola)

Referencia	Expresada como	Valor mg/l
Aluminio	Al	5.0
Arsénico	As	0,1
Berilio	Be	0,1
Cadmio	Cd	0,01
Zinc	Zn	2.0
Cobalto	Co	0,05
Cobre	Cu	0,2
Cromo	Cr	0,1
Fluor	F	1.0
Hierro	Fe	5.0
Litio	Li	2,5
Manganeso	Mn	0,2
Molibdeno	Mo	0,01
Níquel	Ni	0,2
pH	Unidades	4,5-9
Plomo	Pb	5.0
Selenio	Se	0,02

Vanadio	V	0,1
Boro	B	0,3-0,4

El Nivel Máximo Permitido de coliformes fecales no deberá exceder 1.000 (OJO: ¿mil qué?) cuando se use para riego de cultivos.

Deberán hacerse mediciones al agua sobre las siguientes características:

- a. Conductividad
- b. Relación de absorción de sodio (RAS)
- c. Porcentaje de sodio posible (PSP)
- d. Salinidad efectiva y potencial
- e. Carbonato de sodio residual
- f. Radionucleídos

Además, el Artículo 71 del Decreto 1495 hace relación al control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos donde:

- a. Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de tres (3) metros, medida desde las orillas de todo cuerpo de agua.
- b. Se prohíbe la aplicación aérea de agroquímicos dentro de una franja de treinta (30) metros, medida desde las orillas de todo cuerpo de agua.
- c. La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá concepto previo del Ministerio de Salud o de la entidad encargada del manejo y la administración del recurso.

Finalmente, el Artículo 130 del Decreto 1495 menciona que todo usuario del recurso agua, para efectos de vertimientos, requiere autorización sanitaria de funcionamiento, expedida por el Ministerio de Salud o por la entidad encargada del manejo y la administración del recurso; y se cobrarán multas a quienes utilicen de forma directa o indirecta los ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas para introducir o arrojar en ellos desechos o desperdicios agrícolas.

4.13.4 Calidad del agua y su influencia en la fertirrigación

Cualquiera que sea la estructura de riego que tenga cada agricultor independiente, se deberá hacer el análisis microbiológico del agua de riego en forma periódica (cada 3 a 6 meses).

Un análisis típico de calidad del agua en el laboratorio (figura 125) incluye la determinación de la conductividad eléctrica —CE—, el total de sólidos disueltos —TSD—, recuento total de bacterias —RCT—, coliformes totales, y también se debe analizar la presencia de microorganismos (virus o parásitos) si se sospecha el brote de alguna enfermedad; igualmente, la concentración de cationes y aniones individuales, tales como calcio, magnesio, manganeso, sodio, carbonato, bicarbonato, nitrato,

cloruro, hierro y sulfato, y, además, la concentración de boro, el pH y la tasa de absorción de sodio.

La evaluación del agua para riego debe incluir también el análisis de contaminantes biológicos, químicos y físicos que contribuyen a obstruir el orificio de los emisores.



Figura 125. Toma de muestra de aguas para evaluación de contaminantes biológicos, químicos y físicos

pH: el pH del agua es probablemente el indicador más importante de problemas potenciales. Expresa la concentración de los iones de hidrógeno (H^+) y la acidez relativa del agua. Valores de pH del agua por encima de 7,8 generalmente indican problemas potenciales con los iones carbonato (CO_3^{2-}) o bicarbonato (HCO_3^-) que se precipitan dentro de los accesorios del sistema.

Conductividad eléctrica —CE—: la CE del agua de riego nos da una estimación de problemas potenciales de salinidad del suelo. La salinidad del suelo se expresa en términos de CE, medida en un extracto tomado en una pasta de suelo saturado. Debido a la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de las plantas, gran parte del agua aplicada al suelo se pierde, y quedan allí la mayoría de las sales solubles.

En regiones áridas y semiáridas es importante lavar con excesos de agua para mantener la productividad de buena parte de los suelos regados.

Sales disueltas: en una muestra típica de agua de riego existen muchas sales disueltas, y un análisis completo nos brindará la concentración de cada uno de los iones individuales.

Calcio y magnesio: el calcio y el magnesio son los cationes divalentes principales, tanto en el agua de riego como en la solución del suelo. Su concentración afectará enormemente la estructura y la tasa de infiltración del suelo.

La concentración de calcio cumple un rol preponderante en la formación de precipitados del agua aplicada sobre el follaje de las plantas.

Sodio: el efecto principal del sodio es su influencia negativa sobre la estructura del suelo. Puede también tener un efecto negativo sobre las plantas cuando la absorción es excesiva.

Potasio: no es común que se presenten altos niveles de potasio en el agua de riego. En algunas regiones se usa para regar agua con una concentración muy baja de sal. En estos casos, el potasio monovalente puede comportarse como el sodio, causando la descomposición de la estructura del suelo y el sellado de su superficie.

Azufre y nitrógeno: el azufre es analizado en el agua, tanto en estado de sulfuro (S^{-2}) como de sulfato (SO_4^{2-}). El sulfato es la forma de azufre absorbida por las plantas. El agua de riego puede aportar una cantidad significativa de los requerimientos de azufre de la planta.

El nitrato (NO_3^{-}) es la forma de nitrógeno que se analiza en el agua de riego, debido a que altos niveles de nitrato pueden contribuir en forma significativa a la cantidad de nitrógeno disponible para la planta.

Carbonato y bicarbonato: tanto los iones de carbonato (CO_3^{2-}) como los de bicarbonato afectan en forma significativa el agua, el pH del suelo, y sobre todo la relación calcio/sodio. El agua de los canales porta una gran parte del flujo de retorno, mientras que pozos profundos pueden contener altos niveles de bicarbonato. La concentración relativa de carbono en forma de carbonato y del bicarbonato depende del pH del agua. A un pH de 10,5, las concentraciones de carbonato y bicarbonato serán aproximadamente iguales en la muestra de agua. A medida que el pH asciende, la proporción de bicarbonato aumenta continuamente hasta que todo el carbono se encuentra en esa forma. A un pH aproximado de 8,5, la totalidad del carbono se encuentra en forma de bicarbonato. El agua con una alta concentración de bicarbonato causa un incremento continuo del pH del suelo debido a que el carbonato de calcio ($CaCO_3$) se precipita. Un pH elevado puede causar deficiencias en micronutrientes, especialmente de hierro.

Boros y cloruros: en muchas regiones, el agua de riego contiene una elevada concentración de boro y de cloruros, lo que puede representar un peligro específico.

5. Manejo fitosanitario Protección de cultivos

5.1 Manejo de arvenses

La época más crítica de competencia por arvenses o malezas en el cultivo de tomate está estimada entre los 35 y 70 días después del trasplante. Dentro del surco las malezas interfieren en el cultivo, compitiendo por luz, agua y nutrientes del suelo o mediante la producción y secreción de sustancias tóxicas para el cultivo (alelopatía); pueden ser hospederas alternas de patógenos o insectos plaga de cultivo, y favorecer el aumento de la humedad relativa dentro del invernadero, lo cual contribuye a la presencia de plagas y enfermedades.

5.1.1 Desyerbe

Las malezas deben ser eliminadas (figura 126), y se dejan en las calles para que mediante su descomposición se produzca suelo, siempre y cuando se compruebe que no son fuente de inóculo de plagas y enfermedades. Por otro lado, si no afectan el cultivo por un exceso de humedad, o por ser albergue de plagas, se pueden dejar en las calles de los surcos para favorecer el refugio de enemigos naturales de las plagas.



Figura 126. Eliminación de malezas dentro del surco

Es importante tener en cuenta las condiciones climáticas dentro del invernadero al momento de desyerbar las calles, ya que si la humedad relativa es muy alta es aconsejable eliminar las malezas para tratar de bajar ésta; si, por el contrario, se presentan altas temperaturas, esto puede ocasionar una disminución severa de la

humedad relativa, y en este caso sería aconsejable dejar las malezas en las calles para controlar esta situación, siempre y cuando no sean hospederas de plagas y enfermedades.

Los desyerbes se deben realizar periódicamente en forma manual o con azadones, teniendo cuidado de no causar daño a las raíces.

La aplicación de herbicidas dentro del invernadero no es aconsejable debido a la residualidad que pueden generar estos productos, y dentro del esquema de Buenas Prácticas Agrícolas no es muy conveniente su uso. Sin embargo, su uso se justifica cuando se inicia por primera vez el cultivo y el terreno donde se construye el invernadero está cubierto de malezas o pastos que no son fáciles de erradicar (figura 127).



Figura 127. Control de malezas con herbicidas, práctica poco recomendable

5.1.2. Coberturas plásticas

Otra forma de controlar las malezas es mediante la utilización de coberturas plásticas sobre el surco (figura 128). Este sistema, además de impedir el brote de las malezas, reduce el consumo de agua al disminuir la evaporación, protege el suelo de la erosión, favorece el desarrollo radicular de manera horizontal, facilita la absorción óptima de los nutrientes y almacena calor en el suelo para el periodo nocturno, se convierte así en un medio de defensa de las plantas contra las bajas temperaturas, e influye en aumento de la producción y mayor precocidad en la cosecha de los frutos; además disminuye la lixiviación de nutrientes y la compactación del suelo, facilita la actividad microbiana y aumenta el nitrógeno disponible en el suelo al disminuir la evaporación de los compuestos nitrogenados. Igualmente, puede ayudar a disminuir el desarrollo de enfermedades foliares, ya que dentro del invernadero se mejora el microclima porque se reduce la evapotranspiración de la humedad del suelo



Figura 128. Uso de coberturas plásticas para el control de malezas

5.1.2.1 Ventajas del uso de coberturas plásticas

Humedad del suelo: por ser un plástico impermeable al agua, la humedad retenida en el surco cubierto no se evapora y está siempre disponible para el desarrollo del cultivo, pues éste se beneficia de una alimentación constante y regular.

La distribución de la humedad uniforme dentro del surco permite mayor desarrollo de las raíces superficiales en forma horizontal, sin necesidad de profundizar, aprovechando más los nutrientes disponibles en el suelo.

Temperatura del suelo: durante el día, el plástico transmite al suelo las calorías recibidas del sol y, durante la noche, este calor es retenido por el plástico por un período más prolongado. Esto favorece el calentamiento del suelo, y, por ende, su actividad microbiana, principalmente de los microorganismos benéficos descomponedores de materia orgánica, lo que facilita la disponibilidad de nutrientes para la planta.

El calentamiento del suelo permite, además, eliminar aquellos patógenos del suelo que afectan las plantas como son, entre otros, hongos *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, y *Phoma*, que no soportan altas temperaturas.

Estructura del suelo: el suelo, cuando está protegido con cobertura, no se compacta y permanece bien estructurado, poroso, con mayor capacidad de absorber oxígeno y retener humedad. Así mismo, el sistema radicular se desarrolla lateralmente, en vez de profundizar, con más raíces, lo que favorece la absorción de agua, sales minerales y demás fertilizantes que conducen a un considerable aumento de la producción.

Fertilidad del suelo: la película plástica que protege el suelo impide que el agua de riego se lave, lo que evita la lixiviación de los nutrientes. Igualmente, gracias a la impermeabilidad del plástico, se evita la volatilización del nitrógeno y se impide su pérdida.

Hierbas dañinas: el crecimiento y desarrollo de hierbas dañinas debajo de la cobertura plástica depende de la capacidad de la cobertura para impedir el paso de la luz. Los plásticos opacos, generalmente de coloración oscura, no permiten el paso de la luz, lo que impide la función de fotosíntesis, esto hace que la vegetación espontánea no tenga condiciones para desarrollarse; igualmente, el incremento de las temperaturas también evita el crecimiento de las malezas.

Protección de los frutos: la cobertura plástica actúa como una barrera de separación entre la tierra y la parte foliar de la planta, evita que los frutos tengan contacto directo con el suelo, y permite que éstos se desarrollen limpios y sanos, con lo cual se obtiene mejor calidad y valor comercial. Esta ventaja es muy importante para el cultivo de tomate, en el que las plantas producen frutos rastreros, porque las pérdidas por pudriciones se reducen.

Mayor precocidad de la cosecha: como la planta constantemente tiene disponibilidad de agua y fertilizantes y con temperaturas más favorables para sus necesidades, su ciclo tiende a ser más corto que los cultivos normales. Esto posibilita a los agricultores llegar a los mercados antes y obtener mejores precios por sus productos, y liberar el terreno mucho más rápido para el cultivo siguiente.

Incremento de la productividad: todas las ventajas mencionadas anteriormente conducen a las plantas a una producción más voluminosa en un cultivo normal.

5.1.2.2 Desventajas del uso de coberturas plásticas

- Cuando se instalan coberturas plásticas, necesariamente se requiere que la fertilización se realice a través de un sistema de riego y no edáfica.
- La utilización de coberturas plásticas requiere la implementación de un plan de manejo de reciclaje de los mismos, una vez han cumplido su vida útil.
- Necesariamente hay que utilizar tensiómetros, ya que las coberturas plásticas no permiten observar los contenidos de humedad del suelo.

5.2 Manejo integrado de plagas —MIP

El diseño y desarrollo de un plan de manejo de plagas adecuado y eficiente en un cultivo requiere una vasta serie de conocimientos, no sólo acerca de las plagas y los aspectos agronómicos del cultivo, sino de toda las interacciones que surgen en la dinámica de las poblaciones de los organismos involucrados en el agroecosistema.

Los estudios biológicos permiten conocer aspectos básicos, tanto de las especies plagas como de sus enemigos naturales: la duración y las características de cada uno de los estados por los cuales pasan estos organismos en su desarrollo; el número de generaciones que ocurre durante un año o un ciclo de cultivo; los lugares donde

transcurre cada fase; el tipo y la forma de alimentación, y la rata de reproducción, la fecundidad, la fertilidad y la proporción sexual.

Además, es necesario conocer los diferentes métodos de control existentes y disponibles, los niveles de advertencia, umbral y daño económico de las poblaciones, así como la metodología más adecuada para estimar o determinar esos niveles.

Por otra parte, al establecer un plan de manejo de plagas es necesario contemplar el estado específico del agroecosistema en el cual se va a aplicar. En el caso del tomate, la producción se caracteriza por un amplio consumo de plaguicidas, en la mayoría de los casos excesivo, lo cual, además de incrementar los costos de producción, muchas veces no logra el propósito buscado y, por el contrario, origina otros problemas secundarios graves.

Esta situación ha generado, en las últimas décadas, una amplia serie de problemas tales como: la aparición cada vez más frecuente de resistencia de las plagas a los insecticidas, la destrucción de los enemigos naturales de las plagas, la reducción cualitativa y cuantitativa de la fauna y flora silvestres, los desequilibrios ecológicos, la alta contaminación ambiental por acumulación de plaguicidas, sus residuos o metabolitos en el suelo, en las aguas, en el aire y en los productos agrícolas y pecuarios. Cada día son más frecuentes los casos de envenenamiento, tanto de animales domésticos como de humanos, e incluso se cree que la aparición de algunas enfermedades nuevas en los humanos es debida al uso exagerado e indiscriminado de plaguicidas.

Tales problemas adquieren mayor importancia en las zonas hortícolas, caracterizadas por una explotación intensiva del suelo y donde la mayoría de los productos son de consumo directo, y su calidad se rige más por estándares cosméticos que de salubridad, con exigencias en cuanto a presentación, forma, color, tamaño y otros, pero ninguna atención a la presencia de residuos tóxicos o a la calidad nutricional del producto.

Ante esta situación, se impone la necesidad de desarrollar un plan de manejo de plagas en tomate, que contemple, como punto básico, la reducción y racionalización del uso de plaguicidas mediante la utilización de técnicas alternativas, como el control biológico, las prácticas culturales, el uso de trampas de feromonas, atrayentes, repelentes, o cualquier otro método que, sin deteriorar el ambiente, contribuyan a reducir las poblaciones de plaga a niveles no perjudiciales, teniendo en cuenta que éstas medidas se deben tomar antes, durante y después del cultivo, y no cuando aparezca la plaga.

El manejo integrado de plagas —MIP— (figura 129) es un sistema orientado ecológicamente, que incluye todos los métodos o técnicas disponibles, combinadas armónicamente para reducir las poblaciones de plagas por debajo del nivel de daño

económico, o para evitar que las infestaciones alcancen dicho nivel. Está orientado hacia la convivencia con las plagas, no a su erradicación total sino, más bien, hacia el manejo de las poblaciones y, en el caso de invernaderos, al manejo de infestaciones localizadas.



Figura 129. Métodos o técnicas para un manejo integrado de plagas y enfermedades

(OJO: en la figura (que bien pudo ser una tabla), bajar mayúsculas iniciales donde no son necesarias. Ejemplo: Rotación de **C**ultivos; Visitas periódicas **A**l cultivo; Uso de semillas **S**anas, etc.)

Fuente: Adaptado de Tamayo, 1994.

Adicionalmente, es importante también tener en cuenta una serie de estrategias básicas para el manejo integrado de plagas dentro del invernadero:

- Estructura adecuada que permita una correcta ventilación y manejo de las temperaturas.
- Plástico en buenas condiciones (sin agujeros, limpio).
- Mallas en laterales y aberturas cenitales que impidan la entrada de plagas y vectores.
- Red de riego en perfectas condiciones para conseguir uniformidad en el aporte de agua y nutrientes, evitando asfixia radicular o desequilibrios fisiológicos.
- Evitar asocio de cultivos como refugio de plagas, enfermedades e insectos vectores.
- Eliminar residuos de cosecha y malezas hospederas de plaga dentro y fuera del invernadero.
- Análisis físico-químico del suelo.
- Análisis de agua.

- Utilizar semillas de variedades registradas.
- Utilizar plántulas sanas.
- Distribución adecuada de la plantación.
- Poda oportuna de brotes y hojas y colgado de las plantas.
- Aplicación de un bactericida después de la poda.
- Fertilización equilibrada y oportuna de acuerdo al análisis de suelo.
- Eliminación de partes o plantas enfermas.
- Eliminar malezas hospederas de plagas o enfermedades.
- Limpieza y desinfección de herramientas.
- Desinfección de calzado para ingresar al invernadero (figura 130) (OJO: Mejor: véase la figura 159).
- Ventilar adecuadamente para evitar el exceso de humedad relativa dentro del invernadero, lo cual favorece el desarrollo de enfermedades.
- Evitar el goteo del agua de condensación del techo del invernadero.
- Favorecer la polinización: aves, abejorros, vibración, fitorreguladores.
- Favorecer la aplicación de productos biológicos.
- Realizar monitoreo constante del estado fitosanitario del cultivo (figura 131).
- Utilizar trampas adhesivas de color amarillo (para mosca blanca y minador) y azules (para trips).



Figura 130. Desinfección de calzado (OJO: el autor sugirió cambiar esta foto por oscura, ¿hay otra? Más adelante hay otra fotografía Figura 159 relacionada con limpieza de calzado)



Figura 131. Monitoreo de plagas

Las siembras escalonadas, la no rotación de cultivos, los residuos de cosecha no eliminados, el uso indiscriminado de agroquímicos, las múltiples labores que demanda el mantenimiento del cultivo no atendidas adecuadamente son, entre otras, las razones más importantes que inducen o provocan problemas fitosanitarios por plagas o enfermedades que muchas veces conllevan a la muerte total de la planta.

La tendencia predominante durante años ante el problema de plagas, ha sido utilizar con mayor énfasis un solo método de combate: el uso de plaguicidas. Un alto porcentaje de los costos de producción de esta hortaliza está relacionado con la compra y aplicación excesiva de agroquímicos por parte del productor, sin la recomendación de un asistente técnico. Esto encarece los costos y causa serios disturbios al medio ambiente y a la salud de los consumidores de esta hortaliza, la cual es llevada al mercado cubierta de residuos tóxicos.

Desde el punto de vista entomológico, el excesivo uso de plaguicidas y su aplicación tipo calendario, además de los altos riesgos humanos, causan destrucción de los insectos benéficos y rompen el equilibrio biológico, lo cual necesariamente se expresa en nuevas y continuas aspersiones de plaguicidas. Muchas de las especies dañinas de importancia secundaria se tornan primarias ante la presión permanente de venenos en estos cultivos.

El manejo integrado de plagas es una práctica que involucra los siguientes controles:

5.2.1 Control natural

Es el conjunto de factores que regula las poblaciones de las plagas y de organismos en general. Todas las poblaciones de insectos se autorregulan naturalmente. Ellas muestran, en general, una estabilidad considerable en un periodo definido en cualquier ecosistema. El control natural, que se da por la combinación de factores bióticos y abióticos naturales, es muy específico para cada especie de insecto, depende de condiciones climáticas favorables y es muy susceptible a las intervenciones del hombre, quien en muchas ocasiones es el responsable de su destrucción.

El método natural es indispensable para el control racional y rentable de los insectos dañinos, ayuda a reducir las poblaciones de plagas reales y es la base fundamental en la prevención de problemas potenciales. Los enemigos naturales de los insectos son uno de los factores más importantes para la protección de cultivos, dependen y se ven afectados por cambios en la densidad de la plaga o de los hospederos (plantas). La eficiencia del control depende de la capacidad controladora y de la cantidad de enemigos que se encuentren en el medio ambiente. Sin embargo, un enemigo natural altamente eficiente no requiere una densidad de población muy grande para mantener el control del insecto plaga.

5.2.1.1 Agentes de control natural

Factores bióticos

Son todos aquellos organismos presentes en el agroecosistema que actúan, bajo condiciones ambientales específicas, en forma natural sobre los insectos plaga, regulando sus poblaciones. Se clasifican en parásitos, depredadores y entomopatógenos.

Los parásitos son organismos que se desarrollan en un solo hospedero al cual matan al término de su desarrollo larvario, por lo que el grado de especificidad es el más alto y es, por ende, el más eficiente dentro de los controles naturales. Los insectos parasitoides en su estado adulto son muy móviles para localizar su presa y parasitarla al poner sus huevos dentro o sobre ella. Los predadores son organismos, generalmente insectos, artrópodos y vertebrados (pájaros), que consumen parte o todo el insecto plaga para alimentarse. Consumen varios organismos en el transcurso de su vida y son activos buscadores de su alimento.

Los entomopatógenos son microorganismos capaces de provocar epidemias en las plagas al matar a su hospedero, liberando posteriormente millones de individuos que son dispersados por el agua, el viento u otros insectos (figura 132). En algunos casos, el control por parte de los factores bióticos puede llegar casi a la totalidad, en tanto que otros generan un efecto de debilitamiento que hace que las plagas sean más susceptibles a factores de mortalidad. Entre los entomopatógenos se encuentran bacterias, hongos, virus y nematodos.



Figura 132. Larva afectada por hongos entomopatógenos

Los más utilizados en la producción de tomate son: el hongo *Beauveria bassiana*, para el control de mosca blanca, trips y áfidos; *Lecanicillium lecanii*, para el control de mosca blanca y áfidos; *Metarhizium anisoplae*, para el control de chiza o mojoyoy, y *Paecilomyces lilacinus*, para el control de nematodos.

Factores abióticos

Son todos los factores del clima que pueden intervenir directa o indirectamente sobre las poblaciones de los insectos plaga. Los factores abióticos provocan de manera directa cambios en el número de insectos, al influir sobre su longevidad, crecimiento, reproducción, dispersión y comportamiento; de manera indirecta, afectan las plantas hospederas (floración, crecimiento, fructificación) y a los enemigos naturales de los insectos plaga.

5.2.2 Control legal

Consiste en el establecimiento de leyes, normas o disposiciones legales, de carácter nacional, departamental y municipal (e incluso particular) encaminadas a evitar la introducción, establecimiento o diseminación de plagas en un país, región o cultivo.

5.2.3 Control cultural

El control cultural hace uso de prácticas agronómicas rutinarias para crear un agroecosistema adverso al desarrollo y a la supervivencia de las plagas o para hacer el cultivo menos susceptible a su ataque. Su uso se realiza generalmente de manera preventiva, tiene un efecto extendido en el tiempo, no implica el aumento de los costos de producción, no causa contaminación y es compatible con otros tipos de control.

Los principales métodos utilizados en este método de control son:

- Preparaciones tradicionales del suelo, con los cuales se ejerce un control sobre las plagas edáficas. Sin embargo, el sistema de labranza mínima tiene mayores efectos de control por conservar condiciones favorables de controladores naturales de las plagas.
- Uso de semilla y material de trasplante libre con el fin de evitar la introducción y la contaminación de los campos con nuevas plagas.
- Rotación de cultivos.
- Planificación de la fecha de siembra y cosecha para romper la sincronización que efectúan las plagas con el cultivo.
- Manejo de arvenses, uso de coberturas y destrucción de hospederos alternativos. Es conveniente advertir que algunas de las especies de arvenses son hospederas, atrayentes o repelentes, tanto de insectos benéficos como de plagas.
- Periodos libres de cultivo y destrucción de residuos de cosecha, con el fin de romper con estados de latencia y reposo de los insectos plaga desarrollados en el cultivo anterior.
- Cultivos asociados, e intercalados, rotación de cultivos y densidad de siembra para brindar diversidad al sistema, lo cual permite incrementar los enemigos naturales y confundir a las plagas dentro del cultivo.

- La alelopatía es una forma de control cultural que se fundamenta en las propiedades de algunas plantas que, al ser asociadas e intercaladas con los cultivos, atraen o repelen plagas.
- Remoción de riego y remoción de partes de plantas afectadas (figura 133).
- Distancias de siembras adecuadas.
- Fertilización balanceada.
- Podas sanitarias.



Figura 133. Remoción adecuada de plantas enfermas

5.2.4 Control mecánico

Es una serie de procedimientos para manejar las plagas, ya sea en el nivel preventivo o en el curativo. El control mecánico es compatible con otras técnicas de control, es sencillo y económico cuando no requiere de excesiva mano de obra. En él se recurre al uso de los siguientes métodos:

Remoción y destrucción manual

Es el procedimiento más antiguo de control de plagas en la agricultura; en la actualidad se utiliza con éxito para controlar mosca blanca en invernadero.

Barreras físicas

La mejor alternativa que hay para el control de plagas sería impedir su entrada al invernadero, lo que se logra con la instalación de mallas antiinsectos ubicadas en el exterior del mismo (figura 134), con orificios muy pequeños, entre 150 y 820 μm . Así se evita la entrada de las formas adultas de minadores, áfidos, mosca blanca y trips vectores de virus; el problema es que la alta densidad de trama de estos materiales acentúa la deficiencia de ventilación, que suele ser un problema en condiciones

cálidas. Además, debido al minúsculo tamaño de los orificios de la malla, se van tapando por el polvo, lo que hace necesaria una limpieza frecuente. En el caso de usar mallas más densas, que son las de trips, la superficie de ventilación puede verse reducida a la cuarta parte disponible en el invernadero.

Barreras vivas

Se pueden utilizar alrededor de los cultivos para aislarlos de insectos, mamíferos y pájaros por medio de un elemento físico: plantas aromáticas, setos, etc.



Figura 134. Invernadero con mallas antiinsectos

Trampas

Son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Las trampas se utilizan principalmente para detectar la presencia de los insectos o para determinar su ocurrencia estacional o su abundancia, con miras a orientar otras formas de control. Ocasionalmente, las trampas pueden utilizarse como un método directo de destrucción de insectos. Las trampas de luz, son lámparas mediante las cuales se atrapan insectos que durante la noche son atraídos hacia ellas (figura 135), principalmente los lepidópteros, entre los que se encuentran los perforadores de fruto y la cogollera del tomate. Las trampas con cintas pegajosas azules son utilizadas para el control de trips (figura 136), y las trampas con cintas pegajosas amarillas son utilizadas para el control de mosca blanca y minador (figura 137)



Figura 135. Trampa de luz para la captura de insectos



Figuras 136. Trampa azul para la captura de trips



Figuras 137. Trampa amarilla para el control de mosca blanca y mirador

Temperaturas

Consiste en inducir cambios bruscos de temperatura para eliminar o reducir al máximo el metabolismo de los insectos. Se usa principalmente en el manejo poscosecha de los alimentos durante las etapas de lavado y almacenamiento.

5.2.5 Control etológico

Etología es el estudio del comportamiento de los animales en relación con el medio ambiente. Por control etológico se entiende la utilización de métodos de represión de plagas que, de alguna manera, se valen de las reacciones de comportamiento de los insectos. Estos métodos incluyen las feromonas sexuales (figura 138), atrayentes, cebos, repelentes y antiapetitivos o inhibidores de alimentación.



Figura 138. Trampa con feromonas

5.2.6 Control biológico

Es un control mediante el cual se introducen o aumentan los enemigos naturales de los insectos plaga para reducir su densidad de población. El control biológico se fundamenta en el hecho de que toda plaga en su lugar de origen tiene enemigos naturales, por lo que el hombre debe intervenir para restablecer nuevamente el equilibrio ecológico presente en los sitios de origen. Sin embargo, dadas las condiciones particulares de algunas regiones, la cantidad de población de las plagas en su posición de equilibrio supera ampliamente la de los enemigos naturales, siendo necesario recurrir a medidas complementarias que garanticen un control efectivo.

El control biológico es más barato, permanente y económicamente deseable, ya que no tiene efectos colaterales, no causa daños al medio ambiente, es eficiente en áreas relativamente grandes, eleva la diversidad de especies en el ecosistema y es compatible con otros tipos de control.

El éxito de este tipo de control depende de una rápida adaptación del organismo introducido a las condiciones climáticas locales, de una coordinación de ciclos con las plagas y de unas buenas prácticas agrícolas que permitan su conservación. Además, el método presenta limitaciones intrínsecas y extrínsecas, que obligan a combinarlo con otros tipos de controles para el manejo exitoso de las plagas.

El control biológico, al igual que el control natural, se vale de parásitos, depredadores y patógenos de una gran especificidad hacia las plagas que se pretende controlar. Para que un organismo sea un buen controlador debe poseer alta movilidad, alta

capacidad reproductiva y estar adaptado a las condiciones ambientales del medio donde ha de ser liberado. Los organismos más usados en el control biológico de insectos plaga son hongos, bacterias, nemátodos y virus (figura 139). La bacteria *Bacillus thuringiensis* para el control del cogollero y defoliadores.



Figura 139. Parasitismo de huevos por *Trichogramma sp*

La utilización de entomopatógenos es una excelente herramienta de control de plagas dentro de esquemas de Buenas Prácticas Agrícolas. Sin embargo, ante la proliferación de empresas dedicadas a la producción y comercialización de productos biológicos, su uso debe estar acompañado de un análisis profundo acerca de la calidad del tipo de producto comercial que se va a utilizar, del soporte técnico que brinda la empresa para su uso, si el producto está soportado con estudios técnicos y científicos que avalen la especificidad y eficacia de las cepas que lo componen en una determinada plaga, cultivo y zona, y si la empresa tiene registro sanitario del Instituto Colombiano Agropecuario —ICA.

Otro método usado en este tipo de control lo constituyen los biopreparados, que pueden ser empleados también en el control de enfermedades o como estimulantes de crecimiento, para lo cual se utilizan los extractos de algunas plantas de gran actividad bioquímica como controladores naturales de insectos. Se destacan especies como ruda, albahaca, caléndula, ají, ajo, flor de muerto, diente de león, etc.

5.2.7 Control químico

Es el uso de plaguicidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, etc.). Es un método que, en ocasiones, genera abuso y dependencia por su alta eficacia y facilidad de uso. Para su uso racional, y teniendo en cuenta los parámetros BPM, se recomienda la utilización únicamente de productos químicos de baja toxicidad, categoría III y IV.

Cuando el control químico sea necesario, tener en cuenta:

- Elegir el producto más específico para la plaga que se va a controlar y su forma de aplicación, considerando el modo de acción, la clase toxicológica, el precio y el efecto sobre otras plagas.
- Identificar correctamente la plaga y la fase de su ciclo biológico de mayor daño.
- Las aplicaciones deben ser efectuadas en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde.
- Los insecticidas y acaricidas deben ser utilizados cuando la planta no tenga condiciones de estrés por agua, ya que éstos pueden ocasionar toxicidad.
- Elegir productos compatibles con el control biológico.
- (OJO: ya se dijo arriba) Alternar productos con diferente ingrediente activo y grupo químico.
- Comprobar la compatibilidad cuando se aplican mezclas, para evitar problemas de precipitaciones, pérdida de eficacia y fito-toxicidad.
- Realizar tratamientos localizados.
- Mantener en buen estado el equipo de aplicación, bien calibrados, con buena presión de aspersión y utilizando boquillas adecuadas para la distribución uniforme de gotas finas.
- Seguir las recomendaciones de uso del producto:
 - Cultivo autorizado
 - Dosis
 - Plazo de seguridad
 - Forma de aplicación
 - Toxicología
 - Periodo de carencia (intervalo entre la última aplicación del producto y la cosecha)

El conocimiento de la fenología del cultivo es muy importante para el manejo integrado de plagas, ya que la susceptibilidad del cultivo al daño por plagas varía de acuerdo con su estado de desarrollo y, a su vez, la incidencia de las plagas es función de los factores ambientales y de la condición del cultivo.

El conocimiento de la presencia de las plagas, de acuerdo con el estado de desarrollo del tomate, puede servir al técnico o al agricultor para concentrar sus esfuerzos de detección, monitoreo y control. Se podrá, entonces, evaluar con mayor propiedad la importancia del ataque de una plaga en particular y las posibles medidas de manejo, conociendo la variedad del cultivo, la población de la plaga y sus umbrales de acción, en función de la etapa del desarrollo del tomate (figura 140).

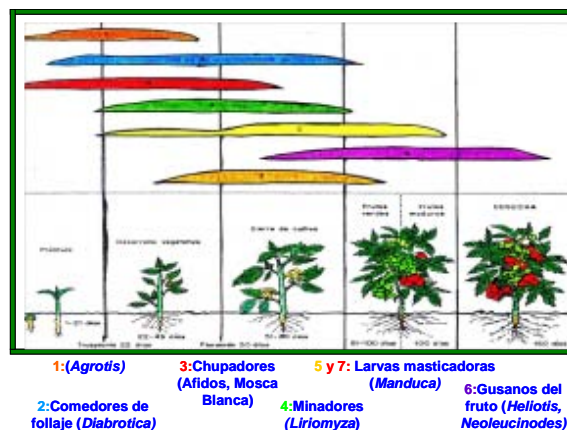


Figura 140. Ataque de plagas de acuerdo con el estado de desarrollo del cultivo

(OJO: la letra pequeña en la figura es ilegible. Bajar mayúscula inicial en 3. **Á**fidos, **M**osca **B**lanca)

Fuente: Adaptado de CATIE (1990), Guía para el manejo integrado de plagas en tomate.

5.2.8 Muestreo y niveles críticos

La base para el uso racional de productos para la protección de cultivos es la vigilancia y el monitoreo (muestreo) constantes de los cultivos. La única manera de saber si vale la pena aplicar un agroquímico es ir al campo, observar y determinar cuál es el nivel de las poblaciones de organismos plaga. Para realizar un buen monitoreo, resulta esencial conocer la fenología de los cultivos, la biología y el comportamiento de los organismos plaga y sus factores de regulación natural, y conocer así la dinámica poblacional de éstos. Con base en el monitoreo se decide el momento oportuno para realizar una aplicación y elegir el principio activo que se va a utilizar.

El monitoreo tiene como finalidad conocer el estado sanitario del cultivo y la evolución de la población de plagas, y verificar la efectividad de las medidas adoptadas. Por otra parte, permite detectar problemas, como la mala calidad de una aplicación o la baja efectividad de un principio activo, y corregirlos a tiempo.

Después de cada monitoreo (muestreo), se cuenta con el criterio para decidir si se puede convivir con los organismos dañinos, o se decide por su manejo o por su supresión, utilizando un agroquímico para proteger los cultivos, lo cual debe realizarse únicamente si la población del organismo es tan abundante que pueda provocar pérdidas económicas (supera un nivel crítico). Esto significa que las pérdidas causadas por la población de organismos plaga deben tener un valor por lo menos igual al costo de comprar y aplicar un agroquímico. Si una población plaga no ha

alcanzado su nivel crítico, probablemente no sería rentable comprar o aplicar un agroquímico.

Los productos para la protección de los cultivos seleccionados (agroquímicos o plaguicidas) deben tener el mínimo impacto ambiental sobre los enemigos naturales y ser utilizados en las dosis recomendadas en la etiqueta. Además del tipo de plaguicida, el método puede determinar la eficacia de la aplicación y su impacto sobre los enemigos naturales. Por lo tanto, es importante considerar el volumen total de mezcla que se va a aplicar por unidad de área, a qué parte de la planta se dirigirá, el momento oportuno (hora), y el uso de adherentes u otros productos que permitan incrementar la eficiencia de la aplicación.

El monitoreo de plagas (muestreo) en los cultivos es la base para tomar decisiones racionales de manejo y control de poblaciones plaga. Los productos para la protección de los cultivos, plaguicidas o agroquímicos deben ser utilizados únicamente cuando el muestreo indique que la densidad poblacional de la plaga ha alcanzado el nivel crítico.

Tres aspectos definen el monitoreo de una determinada plaga:

1. Criterio de muestreo: ¿cuántas plantas mirar? ¿De qué parte del cultivo?
2. El parámetro a determinar: el daño o el número de individuos de un cierto estadio o grupo de estadios de la plaga.
3. Localización de la plaga: ¿qué órgano mirar?, y ¿en qué parte de la planta?

Para el monitoreo no existen recetas, sino pautas en función de experiencias previas.

El número de plantas no debería ser inferior a 20 en 1.000 m², y no menor a 10 en superficies inferiores a los 500 m².

Se deben intensificar las observaciones en las áreas del invernáculo más críticas, como las cercanías a las aberturas y a cultivos más avanzados de la misma especie.

En el caso de plagas que suelen aparecer en focos aislados, como los pulgones, es conveniente poder detectar y marcar estos focos. Esta tarea puede asignárseles a los operarios que recorren frecuentemente el cultivo en las tareas de tutorado, desbrote o cosecha.

Para elegir el parámetro que se va a utilizar, se debe tener en cuenta la facilidad de conteo. En este sentido, son preferibles el daño, siempre y cuando pueda distinguirse el nuevo del viejo, y los estados de desarrollo inmóviles o poco móviles y visibles sin lupa.

La parte de la planta (basal, media o inferior) y el órgano o conjuntos de órganos a observar están definido por la preferencia de la plaga.

En el caso de trips en tomate, por ejemplo, se observa el daño de adultos y la presencia de los mismos en el haz de los folíolos de las hojas de la mitad superior y ninfas, en el envés de folíolos con daño de adultos.

El muestreo no sólo cuantifica el daño económico, además permite evaluar los factores de mortalidad natural dentro de los cultivos y nos da la oportunidad de adoptar otras alternativas de manejo de plagas antes de que suceda el daño. Existen varias herramientas que influyen en la toma de muestras y que se estudian a continuación.

5.2.8.1 Herramientas de muestreo

Las herramientas de muestreo varían según la plaga que se quiere muestrear (ecología y biología) y las características del cultivo. Por ejemplo, al monitorear gusanos cogolleros en maíz se utiliza un muestreo visual, lo mismo ocurre para el muestreo de orugas o gusanos en hortalizas, mientras que en arroz, trigo y pastos se utiliza una red entomológica. Hay que tratar de utilizar herramientas que provean información de más de una plaga al momento de tomar la muestra. También es necesario que la herramienta utilizada para el muestreo pueda brindar información confiable, para poder efectuar las estimaciones de la densidad de población en todo el campo y, así, poder elegir las alternativas de control más acertadas.

Muestreo de plagas en el suelo. Para tomar muestras de plagas en el suelo se utiliza un azadón o pala para tomar el suelo de un agujero de 30X30X20 centímetros de profundidad. A continuación, este suelo se tamiza o se deshace sobre un pedazo de polietileno (plástico) de color blanco, con el propósito de descubrir orugas o gusanos (larvas) de polillas y escarabajos. Cuando se registra una densidad de población de 6 larvas grandes o bien 12 pequeñas en 25 agujeros por hectárea, se considera estar en el nivel crítico.

Camilla de muestreo. Consiste en una manta pesada, preferiblemente blanca o amarilla, a la cual se le pueden agregar dos bolas en el extremo más largo para facilitar su extensión. Las medidas de la manta varían según el distanciamiento de siembra del cultivo entre las hileras (surcos), pero por lo general es de un metro de 1 metro de largo X 0,90 metro de ancho. La manta se pone en la calle entre los surcos o hileras de las plantas del cultivo que se van a monitorear, luego se sacuden éstas vigorosamente con las manos para que los insectos caigan de las plantas a la manta y sean contados.

Red entomológica. La red entomológica es una de las herramientas más usadas para monitorear (muestrear) insectos en cultivos como pastos y granos menores. Esta herramienta recoge una gran información de la densidad de población de insectos con mínimo esfuerzo. Al igual que para las otras herramientas de muestreo, es importante

anotar la etapa fenológica del cultivo, la hora, el día y las condiciones climáticas, ya que estos factores afectan la cantidad de insectos y otros artrópodos recolectados.

Al utilizar la red se recomienda estandarizar la forma de uso:

- Emplear un movimiento de 180° (180 grados).
- En presencia de vegetación rastrera, el movimiento de la red tiene que realizarse lo más cerca del suelo sin agarrar parte de la tierra.
- Si la vegetación es más alta, el extremo superior de la abertura de la red debe quedar a nivel de la parte superior del follaje.
- No mantener el aro de la red en forma vertical; la parte superior de la abertura del aro debe quedar un poco detrás de la parte inferior.
- Realizar un golpe de red por uno o dos pasos mientras se camina a una velocidad regular.
- La red entomológica debe tener un diámetro de abertura de 38 centímetros y el mango un largo de 65 centímetros.

Aun siguiendo estas recomendaciones, varias personas pueden obtener diferentes resultados debido al tamaño de pasos, fuerza de golpear, etc. Por lo tanto, si diversas personas son encargadas del muestreo, es recomendable determinar qué tan diferentes son sus resultados. Todas las personas deben muestrear el mismo campo y comparar sus resultados. En este caso también debe existir un registro de datos.

Inspección visual. Quizá la herramienta de monitoreo de plagas más utilizada es la inspección visual, porque es simple de usar e involucra conteos directos de los organismos plaga por unidad de área o hábitat en el lugar o sitio de muestro. El conteo y registro de datos se realiza al observar la planta entera o sus estructuras vegetativas específicas (hojas, tallos, frutos, yemas terminales, etc.).

En ocasiones se necesita una lupa de mano (lente de aumento) para realizar este muestreo, especialmente si los insectos u otros artrópodos monitoreados son muy pequeños. En algunos casos, el método de inspección visual requiere la destrucción de las plantas; por ejemplo, si se trata de barrenadores del tallo o barrenadores de la vaina. Esta destrucción de plantas preocuparía sólo en el caso de que las plantas para muestrear sean de gran valor comercial.

Trampas con atrayentes. Este tipo de herramientas consiste en fabricar trampas con algún tipo de cebo (atrayente alimenticio, sexual o luminoso), el cual atraerá las plagas para luego determinar su densidad poblacional.

5.2.8.2 Número de sitios para muestrear

El número de sitios para llevar a cabo un muestreo en el campo varía según los siguientes factores:

Tamaño del campo. La literatura recomienda para la toma de muestras en cultivos extensivos, elegir 10 sitios por lote uniforme de 10 hectáreas. En el caso de cultivos hortícolas en los cuales los lotes de producción no son mayores de una hectárea, se recomienda tomar cinco sitios por lote.

Disposición espacial de la plaga en el campo.- Para determinar el número de muestras y los sitios dentro del campo para tomarlas, debe conocerse la forma como la plaga se distribuye en el campo, es decir, si se encuentra distribuida al azar, uniforme o agregada. Por ejemplo, si la plaga que se va a monitorear se encuentra distribuida uniformemente, el muestreo requerirá menos muestras que si se encuentra distribuida agregadamente.

Precisión. La precisión en los monitoreos de plagas aumenta con el incremento del número de muestras, pero el número de éstas debe proporcionar datos que sean confiables y obtenidos en forma rápida y económica.

5.2.8.3 Frecuencia de muestreo y etapas fenológicas del cultivo

La susceptibilidad de la planta al daño provocado por las plagas varía de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo. De tal manera que los muestreos deben ser más frecuentes en aquellas etapas fenológicas que son críticas, es decir, cuando son más susceptibles al ataque de plagas o cuando las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de estas últimas.

5.2.8.4 Niveles críticos (umbrales de acción)

La filosofía del MIP tiene como una de sus finalidades racionalizar el uso de los productos para la protección de cultivos (plaguicidas). Por tal motivo, se ha desarrollado la técnica del nivel crítico (umbrales de acción). Esta técnica es una regla de decisión para un control económicamente eficiente de la plaga. La aplicación del control de la plaga se hace cuando la población de ésta sobrepasa el nivel crítico.

El concepto, en general, consiste en soportar la presencia de la plaga hasta el punto que cause suficiente daño para que se justifique el beneficio marginal de su control. El nivel crítico, entonces, será el nivel mínimo de la población en el que el beneficio marginal del control es igual al costo marginal de su control. Esta definición de nivel crítico se aproxima a lo que se llama niveles de daño económico. Los niveles críticos (umbrales de acción) son expresados como:

- Densidades absolutas: por ejemplo, un promedio de 25 crisomélidos por metro lineal.
- Densidad relativa: por ejemplo, 15 (loritos verdes) por golpe de la red.
- Estimados de daño: por ejemplo, porcentaje de frutos dañados.

Es muy importante considerar que los niveles críticos no son estáticos, sino más bien cambiantes, y pueden variar por varios factores, dentro de ellos:

- Diferentes regiones.
- Valor económico de los insumos y productos que se comercializan.
- Etapas fenológicas de los cultivos.
- Variedades.
- Factores ecológicos.

En periodos susceptibles los niveles críticos son bajos, mientras que durante períodos resistentes suben: cultivos saludables, provistos con suficiente agua y nutrientes, soportan más daños que las siembras en condiciones marginales. Otros factores que influyen sobre los niveles críticos son: densidad de plantas, ataque de dos o más plagas simultáneamente, y la presencia de enemigos naturales. Los cultivos atacados simultáneamente por dos o más plagas pueden sostener daño aunque las poblaciones de las plagas no alcancen sus niveles críticos individuales.

Al momento de tomar la decisión de aplicar, es importante considerar la presencia de los enemigos naturales, ya sea porcentaje de parasitismo o depredadores presentes; igualmente, hay que examinar la etapa de desarrollo del insecto plaga.

Para obtener niveles críticos locales, es conveniente consultar con las agencias de extensión agrícola de la zona, personal técnico calificado o productores independientes que tengan experiencia en el cultivo, y así contar con información más precisa. También es necesario recordar que estos niveles críticos son calculados de manera individual para las especies; sin embargo, en muchas ocasiones pueden ocurrir situaciones en las cuales tenemos presencia de muchas especies dañando el mismo cultivo, para lo cual deben considerarse niveles críticos más estrictos.

5.2.9. Plagas del suelo, semillero y sitio de trasplante

Las plagas del suelo hacen daño a las raíces, los tallos y los tejidos tiernos y pueden causar pérdidas en la población de plántulas. Generalmente sus ataques se encuentran localizados o en focos en el semillero o en el campo.

5.2.9.1. Tierreros y trozadores

Lepidoptera: Noctuidae

Agrotis ipsilon (Hufnagel), gusano trozador negro, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), gusano cogollero del maíz:

Son mariposas nocturnas cuyo daño más importante lo hacen las larvas (figura 141), que generalmente atacan en focos o parches y se presentan en forma abundante

durante periodos secos, con temperaturas altas y en presencia de malezas y gramíneas, pastos o residuos de cosechas anteriores. Las hembras adultas depositan alrededor de 1.800 huevos en el suelo o sobre las malezas, los cuales tardan de 4 a 14 días en eclosionar; las larvas se alimentan de las plantas en las primeras semanas después del trasplante, atacan sus cuellos y raíces y en ocasiones dañan el follaje, principalmente en las horas de la noche. Las larvas se pueden localizar al escarbar el suelo junto a la base de la planta cortada, pues permanecen inmóviles dentro del suelo durante el día.



Figura 141. Larva de trozador

Cuando las plantas son atacadas por los trozadores o tierreros en las primeras semanas después del trasplante, ocurre marchitamiento y muerte repentina de la planta. El daño se diferencia del causado por hongos, porque en la raíz o tallo se observa la superficie roída o cortada por estos insectos.

La principal práctica para el control de este tipo de gusanos es la recolección manual de larvas y pupas en el momento de preparación del terreno dentro del invernadero; también se recomienda eliminar las malezas dentro y fuera del invernadero, ya que estas especies ponen sus huevos preferentemente en ellas, y ubicar trampas de luz alrededor del invernadero para la captura de los adultos de estos insectos y, así, estimar sus poblaciones relativas. Otra medida de control es el uso de coberturas plásticas sobre las camas, ya que muchas larvas se lanzan al suelo para transformarse en pupas, y al encontrarse con el plástico, no consiguen enterrarse y completar su ciclo.

Si se encuentra la plaga en el interior del invernadero, se recomienda la aplicación de un cebo tóxico, 8 días antes del trasplante, preparado con base en un ingrediente activo como clorpirifos (Lorsban) a razón de 3 a 5 gramos por litro de miel o melaza en 2 kg de cascarilla de arroz, aserrín u otros, y luego se le adiciona agua; todos estos ingredientes se revuelven muy bien hasta que la mezcla tenga una consistencia blanda, y se forman pequeñas bolas las cuales se distribuyen dentro del invernadero. Es importante recordar que la persona encargada de preparar la mezcla debe utilizar guantes y tapabocas para evitar intoxicación.

El control químico sólo se debe aplicar cuando las poblaciones del insecto sean muy altas (tabla 15).

Coleoptera: Melolonthidae

Chiza, mojoyoy o cucarrón marceño

De este tipo de insectos existe una gran diversidad de especies y su importancia varía de una región a otra, dependiendo de la especie incidente.

La emergencia de los adultos está asociada con la llegada de las lluvias durante los meses de marzo, abril y mayo (de allí se deriva su nombre de cucarrón marceño), por lo tanto, en dichos meses se inicia la infestación. Se ha observado que la acumulación de materia orgánica de origen animal atrae a los adultos para la postura.

En su estado de larva (figura 142) ataca las raíces, las corta y consume causando raquitismo y volcadura de plantas, y permanece consumiéndolas durante seis meses. Los adultos perforan las hojas y las dejan esqueletizadas, y causan retrasos en el desarrollo de las plantas.



Figura 142. Larva de chiza o mojoyoy

La estrategia de control es a mediano y a largo plazo. El control biológico se puede realizar con el hongo *Metarrizhium anisopliae*, la bacteria *Bacillus popillae* o con el nematodo *Steinernema carpocapsae*. Estos organismos se encuentran en forma natural en los suelos donde se presentan los daños. También existen formulaciones comerciales de algunos de estos organismos que se pueden aplicar al suelo, para que, con el tiempo, se establezcan en el lote y vayan reduciendo las poblaciones de la plaga.

Para el manejo del adulto (cucarrón marceño) se recomienda utilizar de manera preventiva la trampa de luz ultravioleta (BLb), y promover campañas comunitarias para la captura de los escarabajos. Esta práctica elimina un gran número de insectos, de tal forma que las posturas disminuyen y por lo tanto el número de larvas en el suelo será menor.

La preparación de suelos previa a la siembra ha demostrado ser de gran utilidad en el manejo de tierreros y trozadores en el cultivo de tomate. Esta práctica expone las

larvas a la acción del aire y del sol, factores del clima que les causan deshidratación y muerte.

5.2.9.2. Chupadores o minadores del follaje

Estas plagas generalmente se ven favorecidas por las épocas secas y son limitantes en las plantas en sus primeros estados de desarrollo.

Homoptera: Aphididae

Áfidos o pulgones: *Aphis gossypii* (Sulzer), pulgón del algodón. *Myzus persicae* (Glover), pulgón verde de la papa. *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), pulgón mayor del algodón.

Los pulgones (figura 143) pueden ocurrir durante todo el ciclo de cultivo, pero el periodo más crítico está entre la siembra en semillero y los primeros 30 días después del trasplante.



Figura 143. Pulgones chupadores de follaje

Este tipo de insectos se alimenta de los tejidos vegetales de las plantas; tanto los adultos como las ninfas viven en colonias, en el envés de las hojas terminales y en los brotes, y en altas infestaciones invaden las hojas más maduras. Al alimentarse, succionan savia e inyectan una saliva tóxica que provoca encarrujamiento de las hojas, disminuyendo el vigor de la planta y ocasionando deformaciones y amarillamientos. Su importancia radica en la transmisión de virus a las plantas, lo que puede causar cuantiosas pérdidas a los cultivos; entre los virus transmitidos por los áfidos al tomate están: el VYP (virus Y de la papa), el VMP (virus del mosaico del pepino) y el VGT (virus del grabado del tabaco), y cada uno de ellos puede ser transmitido por más de una especie de áfido; también, la transmisión de enfermedades como la fumagina en las excreciones azucaradas, hongo negro que cubre totalmente las hojas e impide todos sus procesos fotosintéticos.

Existen diversos métodos para estimar las infestaciones por áfidos, pero los más utilizados son: el promedio de áfidos por hoja, la incidencia de áfidos en el cultivo, expresada porcentualmente, y el número de áfidos capturados en trampas amarillas.

Estos métodos permiten detectar la llegada de los áfidos alados y tomar medidas oportunas para prevenir la transmisión de ciertas virosis.

Para el control de áfidos se han empleado tácticas diversas, entre ellas el control biológico. Varias especies de enemigos naturales (depredadores, parásitos y entomopatógenos) se encargan de regular sus poblaciones: larvas y adultos de *Chrysoperla carnae* y *Chrysopa formosa*, con liberaciones de 2.000 Chrysopas por 1.000 m², y coleópteros coccinélidos (*Coccinella septempunctata*). Los más utilizados son productos comerciales con base en los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* o *Verticillium lecani*. La utilización de trampas pegajosas de color amarillo atrae las formas aladas, lo que ayuda a detectar las primeras infestaciones de la plaga. El control químico de los áfidos por medio de insecticidas ha sido el más usado. En la actualidad existen productos específicos, que usados en dosis bajas y con suficiente agua no afectan la fauna benéfica (tabla 15). Sin embargo, *Myzus persicae* es una de las especies que más ha desarrollado resistencias a los plaguicidas.

Las poblaciones también pueden reducirse con el uso de aplicaciones jabonosas al 2%, aceites vegetales como triona al 5%, y extractos de plantas como biomel en dosis de 2,5 cc/l.

Siempre es favorable promover un rápido crecimiento inicial del cultivo, como también eliminar malezas hospederas que sirven de sitio de supervivencia y como fuente de infestación, aunque en ellas también se encuentran sus enemigos naturales. Ocasionalmente se pueden emplear cultivos trampa para atraer a los áfidos; el uso de láminas de polietileno para cubrir el suelo repele a *Myzus persicae*.

Diptera: Agromyzidae

Minadores de la hoja: *Liriomyza sativae* (Blanchard). *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Liriomyza bryoniae*. *Liriomyza strigata*. *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard).

El daño económico es consecuencia de la actividad de las larvas de estos insectos que, al construir minas y galerías en las hojas, desarrollan necrosis (figura 144). Las minas interfieren con la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes se atrasa su desarrollo. En ataques fuertes, las hojas se secan por completo. Si el daño es severo en la época de fructificación, la planta se defolia, los frutos expuestos al sol pueden aparecer lesionados, y ocurrir pérdidas económicas considerables.



Figura 144. Daño por minador en hojas

L. sativae es difícil de controlar una vez que está presente en altas poblaciones, tanto por su resistencia como por su hábito de minador que lo protege de las aspersiones foliares; para prevenir los ataques iniciales se pueden utilizar productos translaminares (tabla 15). Se recomienda también usar cintas pegajosas de color azul, las cuales atraen los estados adultos del minador.

Homoptera: Aleyrodidae

Trialeurodes vaporariorum (Westwood), mosca blanca. *Bemisia tabaci* (Genn), mosca blanca del tabaco.

Su importancia como plaga radica en el daño causado por adultos y estados inmaduros al succionar la savia de la planta (figura 145). Para ocasionar un efecto significativo sobre la cosecha, las poblaciones de la mosca blanca deben ser altas, y el cultivo presentar fumagina. La fumagina se forma al crecer el hongo *Cladosporium sp.* sobre la excreción azucarada de adultos y ninfas de la mosca blanca. Cuando la infestación es fuerte, la fumagina cubre las hojas (figura 146) y reduce la fotosíntesis, además puede cubrir los frutos, los cuales se deben limpiar antes de su comercialización. El daño causado por la fumagina es mucho mayor que el causado por los adultos e inmaduros de la mosca blanca al succionar la savia. Otro daño importante es la transmisión de virus, lo que ocasiona un mosaico amarillo y encrespamiento de las hojas nuevas.



Figura 145. Mosca blanca succionando savia en hojas



Figura 146. Producción de fumagina por daño de mosca blanca

Los recuentos de mosca blanca se hacen empleando trampas pegajosas o redes entomológicas, y con recuentos directos de adultos en el follaje. Como umbral económico en tomates, se ha sugerido 10 adultos por hoja. Los huevos se pueden contar en hojas nuevas, las ninfas en hojas de mediana edad, y las pupas en hojas desarrolladas.

El control biológico se presenta como la mejor alternativa dentro de un programa de manejo integrado de plagas, con el parasitoide *Encarsia formosa*, una avispa que parasita al menos quince especies de mosca blanca de ocho géneros, siendo la especie más utilizada para el control de la mosca blanca en invernaderos. Se recomienda liberar cinco pupas/m²/semana, durante cinco semanas. Las liberaciones se deben iniciar cuando la población de mosca blanca aún sea baja, pues de otra forma este enemigo natural no podrá mantener su ritmo de programación a la par del de la plaga, y no podrá defender adecuadamente el cultivo; las tarjetas donde vienen las ninfas parasitadas se deben poner debajo de hojas con ninfas para que, al emerger, los adultos encuentren fácilmente sus hospederos.

Normalmente, la avispa se introduce cuando se notan las primeras indicaciones de que la plaga está presente, y después se deben hacer introducciones suplementarias cada diez días como medida de seguridad. La clave del éxito de la avispa se debe a que las temperaturas elevadas del invernadero incrementan su actividad y reproducción más que las de la plaga. Los adultos de la avispa necesitan mucha luz y una fuente de azúcar para estimular su vuelo y buscar su hospedero. Bajo estas condiciones favorables, son sumamente eficientes en encontrar y parasitar las pocas larvas de la mosca blanca que estén distribuidas por una gran superficie del follaje denso de los tomates.

El productor puede verificar el progreso en la labor de la avispa, comparando el número de pupas de mosca blanca que se han tornado negras con el número de larvas parasitadas, las cuales conservan su color normal blanco verdoso. Si el

productor encuentra que más del 50% de las larvas están parasitadas, puede sentirse seguro de que el programa está funcionando bien.

La avispa *Encarsia formosa* reduce las poblaciones de mosca blanca de dos formas: chupando los fluidos de las ninfas de primer estadio (estado inmaduro) y depositando sus huevecillos en las ninfas inmóviles de tercer estadio. Las avispidas también encuentran alimento en la mielecilla excretada por los adultos de la mosca blanca cuando se alimentan de la savia del cultivo.

Otro controlador biológico que se puede utilizar para manejar focos es el parasitoide *Amitus fuscipennis*, con liberaciones de 10 a 50 pupas/m² en 2 o 3 oportunidades.

Entre las prácticas culturales, se recomienda eliminar las malezas hospedantes dentro y fuera del invernadero, compostar adecuadamente los restos de cultivo, usar cintas pegajosas de color amarillo (ya que la mosca blanca es atraída por este color), utilizar coberturas plásticas especialmente plateadas sobre la cama, usar barreras vivas alrededor del invernadero para evitar la entrada de la plaga, rotar el tomate con otros cultivos que no sean hospederos de la mosca blanca (lechuga, cilantro, maíz dulce, cebolla de rama y de bulbo), utilizar mallas antiinsectos alrededor del invernadero, y no abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen los adultos de mosca blanca.

La utilización de aspiradoras (figuras 147 y 148) se ha convertido en una buena alternativa en invernadero para el control de la mosca blanca, la cual permite capturar las formas adultas de este insecto. (OJO: no se explica cómo es su empleo)



Figuras 147 y 148. Uso de aspiradora para el monitoreo y control de mosca blanca

En el control químico se debe tener en cuenta que hay que romper el ciclo biológico del insecto, de tal forma que se debe utilizar un químico para el control de la fase adulta y otro para el control de los estados ninfales, además de ejercer una adecuada rotación de productos para evitar que la plaga adquiera resistencia (tabla 15). Las

aplicaciones de productos químicos deben realizarse con equipos de ultra bajo volumen o alta presión, para una distribución uniforme de las gotas finas que permitan un buen cubrimiento del follaje.

Thysanoptera: Thripidae

Trips: *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Thrips palmi* (Karny).

Los trips son insectos muy pequeños, los adultos (figura 149) miden de 1 a 2 mm, son de color amarillo y de gran movilidad. Viven principalmente en el envés de las hojas pero también se localizan en el haz. Los adultos y las ninfas causan punteados o pequeñas manchas cloróticas o plateadas en los tejidos y deformación de las hojas. Si las poblaciones son altas, las hojas se secan parcial o completamente. *F. occidentalis* prefiere las flores y brotes jóvenes, donde causa deformaciones; *Thrips palmi* prefiere el follaje y las frutas jóvenes, en los cuales se producen deformaciones y disminuyen sus calidades para el mercado; *F. occidentales*, además, puede transmitir el virus del bronceado del tomate (TSWV), por lo cual es importante su control.



Figura 149. Adulto de un trips

El control biológico ha dado buenos resultados con el uso de *Chrysoperla externa*, que ataca los diferentes estados de desarrollo de *T. Palmi*, *Orius spp* y *Amblyseius spp*. Es importante tomar medidas de control cultural y físicas, tales como la destrucción de malezas hospederas, la rotación de cultivos y el uso de trampas atrayentes (azules). En cuanto al control químico, puede hacerse teniendo en cuenta el nivel poblacional de la plaga, la biología y los hábitos de desarrollo.

5.2.9.3. Ácaros o arañuelas

(Acarina: **Tetranychidae**).Ácaro rojo: *Tetranychus urticae* (koch), arañita roja. *Tetranychus turkestanii* (Ugarov & Nikolski). *Tetranychus ludeni* (Tacher), arañita roja

Todos los estados móviles de estas arañitas (figura 150) se alimentan del jugo celular de los tejidos vegetales, generalmente por el envés de la hoja, y producen puntos necróticos de aspecto amarillo o blanco en el haz. Al aumentar la población de arañitas, toda la hoja presenta una coloración amarilla difusa, se seca y puede caerse.

Cuando la población es alta, los ácaros comienzan a formar una telaraña que puede cubrir el haz de las hojas, tallos y frutos, y migran hacia las partes altas de la planta, donde se pueden formar grupos de arañas. De allí las hembras se dispersan a otras plantas con la ayuda del viento e hilos de telaraña. En ataques muy severos puede producir el marchitamiento total de la planta.



Figura 150. Ácaros

Acarina: Tarsonemidae *Polyphagotarsonemus latus* (Banka), ácaro blanco tropical

Es un ácaro pequeño de color blanco perlado. Los síntomas del daño temprano se presentan en el haz y en el envés de las hojas jóvenes. La parte más afectada es la nervadura central, sitio donde son depositados los huevos. La nervadura sufre un resquebrajamiento con el cual se interrumpe el desarrollo de la hoja; las plántulas presentan deformaciones en sus hojas. La floración es incipiente y hay aborto de gran número de botones florales, en los que a veces se pueden alimentar los ácaros. Si el daño es severo, la planta no se desarrolla, queda enana y con apariencia raquítica. La floración se inhibe totalmente. Las hojas quedan completamente deformadas, sin láminas y enrolladas, aunque no se produce clorosis.

Acarina: Eryophiidae

Aculops lycopersici (Masse):

El daño en la planta lo causan los estados inmaduros y los adultos del insecto, que rompen las células superficiales en el envés de las hojas y chupan su contenido, lo cual causa puntos blancos y amarillos, seguido de una necrosis seca de las hojas más afectadas y fuerte caída de hojas. Bajo las condiciones de veranos prolongados, las poblaciones de estos ácaros crecen notoriamente.

Para su control se recomienda la desinfección de estructuras y suelos previa a la plantación en parcelas con historial de ácaros. Igualmente, se recomienda la eliminación de malezas hospedantes y restos de cultivo, evitar los excesos de nitrógeno y vigilar los cultivos en las primeras fases de desarrollo.

Además, se reconocen un gran número de especies predadoras ácaros bajo invernadero, tales como *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* y *Metaseiulus occidentalis*. El control químico puede ser necesario en algunas ocasiones (tabla 15).

5.2.9.4. Plagas masticadoras del follaje

Aunque estas plagas no revisten importancia económica, esporádicamente pueden presentar ataques severos que obligan al agricultor a tomar medidas inmediatas de control.

Coleoptera: Chrysomelidae

Cucarroncitos del follaje y cucarrones perforadores de las hojas: *Diabrotica balteata* Le Conte. *Systema spp.* *Epitrix sp.*, pulguilla de las hojas. *Cerotoma sp.* *Colaspis sp.*

El daño de importancia económica lo hacen los adultos (figura 151), que perforan las hojas, los brotes tiernos e incluso las flores, hacen huecos redondos e irregulares en plantas pequeñas, y pueden llegar a causar fuertes defoliaciones que afectan seriamente el crecimiento de la planta y el desarrollo del cultivo.



Figura 151. Cucarroncitos del follaje

Los recuentos se basan en revisiones semanales, o más frecuentes, desde la emergencia de las plántulas hasta su establecimiento definitivo. Cuando el tomate alcanza el estado de cinco hojas verdaderas puede tolerar un promedio de cuatro adultos por planta.

Como medida de control se recomienda la remoción de las plantas hospederas, malezas como el bledo, la batatilla y gramíneas, las cuales albergan las formas adultas de estos crisomélidos como también sus estados inmaduros en la zona de las raíces. Las hospederas se deben eliminar antes de establecer el cultivo en el invernadero, si no estos insectos emigrarán a las plantas de tomate.

Las recomendaciones de control químico van dirigidas a los adultos cuando se alcanzan ciertos niveles de población o de daño que, en este caso, son de dos o tres

pulguillas por planta, especialmente en las primeras etapas del cultivo, en estado de plántulas o plantas con poco follaje.

Lepidoptera: Noctuidae

Gusanos masticadores del follaje: *Trichoplusia ni* (Hubner), falso medidor del ajonjolí. *Pseudoplusia includens* (Walter), falso medidor del algodón. *Spodoptera frugiperda* (UE. Smith). gusano ejército.

Son plagas de gran importancia económica porque causan grandes pérdidas en la producción. El falso medidor es un gusano de color verde que posee una línea blanca a cada lado del cuerpo. Al caminar sobre las hojas o tallos dobla la parte media del cuerpo, con lo cual se asemeja estar midiendo el trayecto con su cuerpo, de allí se deriva su nombre común como gusano medidor.

El daño lo hacen las larvas o gusanos al consumir el tejido de las hojas (figura 152), pues dejan únicamente las nervaduras; en algunos casos consumen el fruto o hacen agujeros en ellos y provocan su pudrición. Frecuentemente provocan defoliación intensa que puede causar la muerte de las plantas jóvenes o afectar su crecimiento y vigor en forma significativa.



Figura 152. Larva de gusano masticador del follaje

Los métodos de recuentos se basan en, primero, determinar el número de larvas por planta, para lo cual se sacude el follaje sobre un paño o manta plástica; en el caso de *Spodoptera*, se ha recomendado un umbral económico de cuatro larvas por cada 10 plantas. El segundo método consiste en la detección de masas de huevos sobre el follaje, lo cual es indicativo de un pronto ataque y, dependiendo de la abundancia, se puede inferir la magnitud de la próxima infestación. El tercero consiste en identificar la frecuencia de mordeduras frescas de frutos, expresadas porcentualmente. Y el cuarto, es la incidencia de plántulas cortadas, se recomienda como umbral económico incidencias del 1 al 5%.

Lepidoptera: Sphingidae

Manduca sexta (Johanson), gusano cachón.

Las larvas consumen el follaje de las plantas, incluidas inflorescencias y frutos de diferentes tamaños; las de mayor desarrollo son voraces, y en infestaciones severas pueden defoliar completamente grandes áreas del cultivo. Pueden alcanzar hasta 80-90 mm de largo cuando maduran. Su color es verde o verde gris, con siete rayas blancas oblicuas laterales y un cuerno de color púrpura en el penúltimo segmento abdominal (figura 153).



Figura 153. Larva de gusano cachón

Los recuentos se realizan por inspección visual del cultivo, golpeando la planta sobre una bandeja para recolectar las larvas.

Como control cultural para el manejo de estos defoliadores se recomienda, en superficies pequeñas, la recolección y destrucción manual de las larvas, lo que permite mantenerlos bajo control. Es conveniente, además, eliminar los residuos de las cosechas incorporándolos y picándolos inmediatamente, lo que permite destruir pupas invernantes.

Estas especies defoliadoras presentan enemigos naturales muy abundantes y parásitos como *Copidosoma truncatellum* y *Meteorus leviventris*, que regulan las poblaciones de *Trichoplusia ni* y *Pseudaletia includens*. *Manduca sexta* sufre además un alto parasitismo en huevos por las avispa *Trichogramma* y *Telenomus*, y sus larvas son parasitadas frecuentemente por *Apanteles sp.* Las aplicaciones a base de *Bacillus thuringiensis* pueden ser efectivas para el control de *Trichoplusia ni*.

Antes de usar el control químico para reducir la población de una plaga, es necesario asegurarse de que el nivel de infestación justifica la aplicación del insecticida y seleccionar un insecticida específico para ella (tabla 15).

5.2.9.5. Perforadores del fruto

Lepidoptera: Noctuidae

Heliothis virescens (Fabricius)

Las larvas (figura 154) perforan, taladran y destruyen los frutos, cuando no los hay, perforan las flores y botones florales. En ocasiones también taladran el tallo, que se pudre por la entrada de patógenos. El peor daño son las cavidades en los frutos, donde dejan abundantes fecas y restos de mudas, y favorecen el desarrollo de pudriciones. Los frutos dañados generalmente se caen de la planta en menos de cuatro semanas. Las larvas prefieren frutos verdes y generalmente completan el ciclo larval en uno solo, aunque las larvas pequeñas son capaces de afectar varios de ellos.



Figura 154 *Heliothis virescens*

Cuando la larva está madura, la larva baja al suelo donde se transforma en pupa. La actividad del adulto (vuelo, alimentación con néctar, acoplamiento y oviposición) se concentra a la hora de oscurecer y en la noche.

Los recuentos de esta plaga se basan en determinar el número de huevos y larvas de los primeros estadios. En tomate, el umbral económico de *Heliothis virescens* es una larva por cada cinco plantas examinadas. Es importante, además, estimar la población de adultos empleando trampas de feromonas.

Lepidoptera: Pyralidae

Neoleucinodes elegantalis (Guenée), pasador del fruto.

Las hembras ponen los huevos debajo de los sépalos en frutos recién formados. Las larvas recién nacidas penetran rápidamente en el fruto, y dejan una cicatriz suberizada denominada espinilla (figura 155), la cual sirve para reconocer el fruto afectado por la plaga. El insecto durante todo su estado larval se alimenta de la pulpa del fruto hasta completar su desarrollo, y sólo sale cuando está listo para pupar en el suelo, dejando un orificio redondo en el fruto.



Figura 155 Daño por pasador del fruto

Para el control de estos insectos perforadores de fruto (*Heliothis virescens*, *Neoleucinodes elegantalis*) generalmente se hacen aplicaciones químicas, las cuales resultan ineficientes por el hábito de vida de la plaga, ya que permanecen dentro del fruto en su estado inmaduro. El fruto protege a la larva contra la acción de los insecticidas.

Como control cultural para el manejo de las poblaciones se recomienda la práctica de recolección de frutos que presentan orificios de entrada y salida, enterrarlos o incinerarlos; es conveniente la eliminación de hojas maduras y secas y la destrucción oportuna de socas para la reducción del número de pupas.

La adecuada fertilización, la rotación de cultivos, y las siembras y trasplantes tempranos pueden ayudar a reducir la incidencia de estas plagas. Se ha recomendado destruir las malezas hospederas o los restos de las cosechas. Las siembras intercaladas de alfalfa favorecen la multiplicación de los enemigos naturales, y las condiciones húmedas propician el desarrollo de enfermedades que afectan las larvas y las pupas de *Heliothis*. Así mismo, la instalación de trampas de luz en la parte externa del invernadero se convierte en una herramienta eficaz para el monitoreo y captura de los estados adultos de estos perforadores.

El uso de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* ha demostrado ser efectivo para el control de estos insectos; además, se evitan brotes de plagas secundarias, ya que *Bacillus thuringiensis* no causa mortalidad a la fauna benéfica. Las aplicaciones deben realizarse inmediatamente después de que se inicia la floración.

Otro método de control es el uso de feromonas sexuales que permiten la detección temprana de la plaga. Las feromonas sexuales atraen solamente machos; además, el insecto no desarrolla ninguna resistencia a causa de las feromonas las cuales pueden alterar o modificar el comportamiento normal de las plagas y son una herramienta eficaz para monitorear sus poblaciones.

La liberación de parasitoides, especialmente la especie *Trichogramma exigum*, ha dado buenos resultados liberados en dosis de 16 a 17 pulgadas/1.000 m²/cada 4 días, con la aparición de las primeras posturas de la plaga.

Lepidoptera: Gelechiidae

Cogollero del tomate: *Scrobipalpa (Tuta) absoluta* (Mayrick).

El daño es causado por las larvas que atacan el follaje y forman minas, pegan las hojas del cogollo formando una telaraña (figuras 156 y 157), y barrenan las nervaduras, las ramas y los tallos, e incluso producen la caída de flores y frutos. Esta plaga es de gran importancia económica ya que afecta directamente la producción del cultivo.



Figura 156 y 157 Daño causado por cogollero al cultivo de tomate

El ataque se descubre por la presencia de hojas moteadas o parcialmente secas. Los adultos se pueden detectar con trampas de luz o trampas con hembras vírgenes, las que atraen a los machos. Sin embargo, lo más fácil es vigilar permanentemente el follaje y determinar la existencia de larvas vivas en hojas dañadas. El control generalmente se inicia al constatar la presencia de larvas activas.

Para el manejo de esta plaga se debe hacer seguimiento y control de la población mediante el uso de trampas con feromonas sexuales para captura de machos. Entre los controladores biológicos, el más utilizado comercialmente es el parasitoide de huevos *Trichogramma pretiosum* y *Trichogramma exiguum*, se liberan de 6 a 8 pulgadas por 1.000 m² acompañadas de aplicaciones foliares, especialmente dirigidas a los cogollos, de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis*, a razón de 1 g/l de agua, más un adherente humectante como Inex-A a razón de 1 cc/l de agua. Estas aplicaciones deben realizarse al momento de iniciarse la floración, especialmente en las horas tempranas de la mañana para evitar el efecto negativo de la radiación sobre la bacteria. Probablemente será necesario repetir la aplicación a los tres o cuatro días.

El cultivo se debe monitorear permanentemente para detectar la presencia de la plaga porque, una vez establecida, el control químico no es eficiente, ya que el insecto permanece dentro del fruto o el cogollo durante su estado larval, allí se encuentra protegido sin que logren penetrar los insecticidas.

En el caso de la aplicación de insecticidas químicos, se recomienda seleccionar el más específico y selectivo posible, utilizando las dosis más bajas recomendadas de productos categoría III y IV (tabla 15).

Diptera: Cecidomyiidae

Prodiplosis: *Prodiplosis longifila* Gagné

El adulto es una mosquita diminuta, de aspecto delicado y frágil; la hembra puede ovipositar entre 40 y 60 huevos, que pone en los brotes, botones florales y cáliz del fruto, en forma individual o en grupos de 2 a 7 huevos. El daño es producido por las larvas, las cuales se localizan entre las pequeñas hojitas de los brotes que aún no han desplegado (tejidos tiernos), en la parte interna de los botones florales, y bajo los sépalos que cubren el fruto. Cuando se alimenta de los brotes, las hojas al extenderse aparecen con manchas oscuras y tienden a deformarse. Cuando se alimenta del ovario de las flores y de los tejidos superficiales de los frutos recién formados, se observan costras superficiales, que aumentan de tamaño conforme el fruto se desarrolla, y en muchos casos el fruto se deforma. Cuando se alimenta bajo el cáliz del fruto produce, como en el caso anterior, el daño conocido como “caracha”, el cual determina pérdida del valor comercial del tomate (figura 158).



Figura 158. Daño causado al fruto por Prodiplosis

Al completar su desarrollo, generalmente abandonan estos órganos y caen al suelo o se localizan en el tallo donde se transforman en pupas.

La prodiplosis causa grandes pérdidas en el cultivo de tomate por tener un ciclo de vida muy corto, que a su vez aumenta su población.

Actualmente las estrategias de manejo integrado de prodiplosis incluyen: manejo adecuado de la humedad superficial, eliminación de hospederos (pasto kingrass),

trampas de luz con paneles pegantes, fertilización para fortalecer el primer brote, periodo de cosecha adecuado, aplicación de productos químicos con base en imidacloprid o clorpirifos bajo condiciones especiales (tabla 15). No se conocen controladores biológicos eficientes, pero se observa parasitismo por *Synopeas* y predación por *Chrysoperla asoralis*. Aún hay mucho por investigar y validar tanto en las estrategias disponibles actualmente como en nuevas propuestas, que van desde nuevas herramientas de monitoreo poblacional hasta nuevos productos para el control químico y biológico, pasando por la posibilidad de agentes de control biológico eficientes (entomopatógenos, parasitoides y predadores).

Tabla 15. Listado de insecticidas para el control de plagas en tomate (OJO: los resaltados hay que sacarlos)

Nombre comercial	Ingrediente activo	Categoría	Modo de acción	Dosis	Plagas que controla	Periodo de carencia*	Distribuidor
Ecomix	Extractos vegetales	III	Actúa como repelente de insectos	3,5cc/l	Minador, mosca blanca, prodiplosis	2 días	Ecoflora
Avaunt 150 sc	Indocacarb	III	Actúa en el sistema nervioso y por ingestión oral	0,5cc/l	Perforadores de fruto, cogollero	15 días	Du pont
Bulldock	B-Cyfluthin	III	Actúa en el sistema nervioso y por ingestión oral	1 cc/l	Minador	3 días	Bayer
Lorsban	Clorpirifos	III	Actúa por contacto, ingestión e inhalación (vapor). Inhibe la acción de la enzima acetilcolinesterasa, ocasionando disturbios en el sistema nervioso de los insectos y su muerte.	2 cc/l	Minador, cogollero, trozadores	21 días	Dow
Dart	Teflubenzuron	IV	Inhibidor de síntesis de quitina	0,2 cc/l	Cogollero, gusanos masticadores del follaje	7 días	Basf
Match 50 EC	Lufenorum	III	Inhibidor de quitina	0,5 cc/L	Cogollero, minador, perforadores de fruto	7 días	Syngenta
Trigard	Cyromazina	III	Si es sistémico foliar, como también por raíces. Su acción es netamente sobre estados larvales	1,5 cc/l	Minador, mosca blanca	14 días	Ciba
Chlorpyrifos Agrogen	Chlorpyrifos	III	Contacto, ingestión e inhalación. Inhibiendo la acción de la acetilcolinesterasa, ocasiona disturbios en el sistema nervioso y su muerte	1,5 l/ha	Minador	21 días	Agrogen

Decis	Deltametrina	III	Contacto e ingestión. Produce inapetencia, afecta el sistema nervioso y paraliza los insectos	1 cc/l	Minador, cucarroncitos del follaje, gusanos masticadores del follaje	20 días	Bayer
Padan	Cartap	III	Contacto e ingestión. Se paralizan los insectos rápidamente. Sistémico	0,4-0,6 kg/ha	Minador, cogollero	14 días	Bayer
Alsystin	Triflumuron	IV	Inhibidor de la síntesis de quitina	260-500 cc/ha	Cogollero	10 días	Bayer
Dimilin	Diflubenzuran	IV	Inhibidor de la síntesis de quitina	0,5-1 g/l	Cogollero, perforadores de fruto		Proficol
Pirestar	Permetrina	III	Actúa en el sistema nervioso y por ingestión oral		Cogollero	20 días	Du pont
Clorpiricol	Clorpirifos	III	Contacto, inhalación e ingestión. Inhibidor de colinesterasa	1-2 l/ha	Minador, mosca blanca, prodiplosis	21 días	Coljap
Hyperkill	Cipermetrina	III	Contacto e ingestión, con buen efecto residual. Acción repelente de adultos, efecto inhibidor de la alimentación de las larvas	150-250 cc/ha	Minador	7 días	Agroser
Ninja	Lambdacihalotrina	III	Actúa en el sistema nervioso y por ingestión oral		Minador, trips	35 días	Syngenta
Tracer	Spinosad	III	Ingestión y contacto. Acción en el sistema nervioso		Minador, cogollero, trips		Dow Agrosiences
Harper	Clorpirifos	III	Contacto, inhalación e ingestión	1-3 l/ha	Minador, Mosca blanca, cogollero, trips	21 días	Bayer
Turilav	<i>Bacillus thuringiensis</i>	IV	Ingestión, produce parálisis intestinal. Insecticida hormonal biológico	500-800 g/ha	Cogollero	Sin restricciones	Laverlam
Dipel	<i>Bacillus thuringiensis</i>	IV	Ingestión, produce parálisis intestinal. Insecticida hormonal biológico	1 g/l	Cogollero	Sin restricciones	Bayer

Biomel	Aceites vegetales de cocina. Saponificados y homogenizados	IV	Impide el intercambio de oxígeno del insecto con su medio al taponar los espiráculos. Altera la composición cerosa de la cutícula haciendo al insecto más susceptible a la acción de agentes ambientales y produciendo disecación.		Minador, Mosca blanca, trips		Bioma
Ofunack	Piridaphention	III			Mosca blanca	14 días	Proficol
Cochibiol	Oleatos vegetales	IV	Por contacto en homópteros. Desactiva la capa cerosa que los protege, en ácaros y áfidos los elimina por asfixia.		Minador, Mosca blanca, trips		
Vertisol	<i>Verticillium lecanii</i>	IV		0,5-1 l/ha	Mosca blanca		Laverlam
Confidor	Imidacloprid	III		0,2-0,3 l/ha	Mosca blanca, áfidos, minador, trips, ácaros, cogollero, prodiplosis	21 días	Bayer
Evisects	Thiocyclam hidrogenoxalato	III	Actúa principalmente por ingestión. Posee una buena acción de contacto y tiene propiedades sistémicas.	0,5-1,0 g/l	Minador, mosca blanca, cogollero, perforadores de fruto	3 días	Coljap
Capsialil	Ají-ajo	III	Repelente	0,3-0,7 cc/l	Trips, áfidos, mosca blanca	2 días	Ecoflora
Karate EC	Lambdacialotsina	III	Contacto e ingestión	0,6 l/ha	Arañita roja, áfidos, gusanos masticadores del follaje	30 días	Basf
Polo	Diafentiuron	III	Paraliza los insectos al afectar el proceso energético en las mitocondrias.	1 cc/l	ácaros, áfidos, mosca blanca	7 días	Syngenta
Omite	Porpargite	III	Contacto, ingestión y gasificación	0,5-0,6 cc/l	Ácaros		Proficol

Biocanii	<i>Verticillium lecanii</i>	IV		1,5 g/l	Mosca blanca		
Oportune	buprofezin	III	Ingestión y contacto	0,3 cc/l	Mosca blanca	4 días	Bayer
Bioveria	<i>Beauveria bassiana</i>	IV		1 g/l	Trips		Biotropical

*Periodo de carencia (días) desde la aplicación hasta la cosecha