

II Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del chile



II Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del chile

Memoria

Índice

Manejo de plagas de importancia económica en el cultivo de chile.....	7
Recomendaciones para el manejo de nematodos en el cultivo de chile.....	27
Uso y manejo de los fertilizantes en fertirriego.....	37
Importancia de la ventana fitosanitaria en Sinaloa.....	49

Manejo de plagas de importancia económica en el cultivo de chile

Roberto Gastélum Luque¹
Tirzo Paúl Godoy Angulo¹
Miguel López Meza¹

MOSCA BLANCA

Durante los últimos años, la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci* Genn.) ha desafiado los esfuerzos del control biológico y químico y se ha convertido en una plaga de gran impacto económico en el mundo.

El alarmante incremento de las poblaciones de mosca blanca debido a su mayor capacidad para reproducirse y adaptarse a nuevas plantas hospederas y a diferentes condiciones climatológicas, la dificultad para controlarse con insecticidas y algunos cambios en su comportamiento han causado diversas discusiones en cuanto a su verdadera identidad, pues mientras que para algunos investigadores se trata de una nueva especie, para otros es el nuevo biotipo² B, conocido como mosca de la hoja plateada de la calabaza. Independientemente de que se trate de una nueva especie o de biotipos, la llegada de éstos a una región desplaza en poco tiempo a las moscas blancas nativas.

Los adultos de mosca blanca son de color blanco amarillento, muy pequeños y miden aproximadamente 1.5 milímetros de longitud, sus dos pares de alas son angostas y descansan sobre el cuerpo en forma de tejado. Los huevos al principio son de color verde pálido y después café oscuro. La ninfa recién emergida tiene forma de escama, aplanada, semitransparente y de color verde pálido.

En Sinaloa, durante los últimos cinco años se ha observado un nota-

¹ Profesores investigadores de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

² Forma típica de animal o planta que puede considerarse modelo de su especie, variedad o raza.

ble incremento en las poblaciones de mosca blanca de alas bandeadas durante el verano, que posiblemente se relacione con la transmisión y diseminación de algunas enfermedades virales en chile y tomate, al inicio de la temporada de hortalizas en campo e invernaderos.

El adulto es de color amarillo pálido, con un matiz verde en el tórax, se reconoce porque en las alas anteriores tiene dos bandas irregulares transversales de color gris; la reproducción se ha observado principalmente en tabacón o mariguana silvestre, maleza abundante durante todo el año en las riberas de ríos y arroyos de Sinaloa.

Daños. Los daños son ocasionados por adultos y ninfas. Al alimentarse chupan el jugo de las plantas y provocan amarillamiento, su excremento es una sustancia parecida a la mielecilla, donde se desarrolla un polvillo negro. Este insecto es vector de más de 30 enfermedades virales, de las que destacan el virus del mosaico dorado del frijol, virus chino del tomate, virus del enrollamiento de la hoja de calabaza, virus huasteco del chile, virus del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate, virus rizado amarillo del chile y virus del amarillamiento del tomate.

TRIPS AMARILLO

Los adultos del trips (*Frankliniella* spp.) son de color amarillo en diferentes tonos y miden e 0.9 a 1.2 milímetros de largo; el macho es más pequeño, delgado y con coloración más clara que la hembra, tiene alas angostas y se encuentran rodeados por finos pelillos.

La ninfa es blanca y cristalina, cuando están pequeñas no tienen alas y se les llama larvas o gusanos. Son de color blanco claro o amarillento.

Daños. Cuando no hay cultivos de chile o tomate los trips sobreviven como adultos en bleado, girasol y zacates, y de ahí pasan a las hortalizas recién plantadas en el campo, causando daños durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo.

La afectación de trips en hortalizas es provocada por las larvas y adultos, que se alimentan de las hojas más tiernas del cultivo de chile: pican los tejidos y chupan los jugos que brotan de las heridas. Cuando las hojas se desarrollan se observan rasgadas y deformes; las orillas de las hojas afectadas generalmente se enroscan hacia arriba y adentro. Si el ataque es fuerte y continuo, las hojas tiernas dejan de crecer y quedan chicas, lo que ocasiona que los frutos se quemem.

Muestreo de mosca blanca y trips amarillo

El muestreo de trips amarillo se puede realizar mediante la inspección individual de plantas, considerando que éste debe realizarse en las partes donde se puede encontrar un estado biológico específico de la plaga. También es posible emplear trampas pegajosas de color amarillo o azul, dependiendo del insecto-plaga que se desee monitorear.

El muestreo se debe llevar a cabo cuando menos una vez a la se-

mana, pero si la plaga es detectada se intensificará. Esta actividad es muy importante ya que de los resultados que se obtengan serán las medidas de control que se implementen. Además, mostrará la eficacia de alguna medida de control aplicada.

Para la detección de los diversos estados biológicos de la plaga presente en el cultivo se requiere de una lupa, para observar mejor a los insectos pegados a la trampa o dispuestos en la planta.

Inspección directa en plantas

Este muestreo consiste en revisar cuidadosamente la planta completa o parte de ella donde predomine el estado biológico del insecto que se desea muestrear.

Los adultos de mosca blanca se buscan abajo de las hojas superiores del cultivo, este muestreo debe efectuarse en las primeras horas de la mañana (de 6 a 10 a. m.), que es cuando el insecto está más inactivo. El muestreo de ninfas se realiza también debajo de las hojas inferiores de las plantas con ayuda de una lupa.

En el cultivo de chile, el trips amarillo se debe muestrear dentro de las flores nuevas y en las hojas más tiernas de la planta.

Trampas de color

Para el monitoreo de adultos existe una gran diversidad de trampas de diferentes formas y tamaños. Las trampas son láminas de cartón cubiertas de plástico amarillo o azul, impregnadas de aceite; se consideran como una herramienta útil en el monitoreo de mosca blanca, pulgones, trips y paratrioza. También se pueden utilizar botes o recipientes pintados de amarillo, divididos en cuadrículas cubiertas con bolsas de plástico transparente impregnadas de pegamento; las bolsas son remplazadas al momento de conteo.

Las trampas cilíndricas cuadrículadas ofrecen una superficie pegajosa en todas direcciones, y si se colocan a nivel del suelo (a 20 centímetros de altura) capturan más mosquitas blancas; en este caso el índice se mide en número de adultos capturados por pulgada cuadrada por día o por trampa.

En trabajos realizados en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa se encontraron más adultos de trips trampas de color azul cielo, aunque no hubo diferencias en el número de adultos capturados en trampas de color blanco y amarillo, por lo que se puede usar cualquiera de estos colores.

Estrategias para el manejo

Para el manejo de mosca blanca, trips y otros insectos vectores de virus en chile se deben seleccionar, integrar e implementar estrategias compatibles, a nivel de región, tomando como base las consecuencias socioeconómicas y ecológicas. Además, un buen programa de mane-

jo debe incluir la correcta identificación de las plagas, en este caso el insecto vector y los virus que transmite, y acciones eficaces de monitoreo para que la toma de decisiones sea la mejor.

En primer lugar, se requiere de la correcta identificación del insecto y del virus que transporta y de la enfermedad que provoca este último, ya que no se puede luchar con los enemigos si éstos no se conocen perfectamente.

Las moscas blancas, pulgones, trips amarillos y paratrioza son el grupo de insectos vectores de virus más importantes en chiles, por lo que su oportuna identificación juega un papel importante al momento de diseñar las estrategias de manejo de virus.

Del insecto se requiere conocer la biología, los hábitos y algunos aspectos ecológicos (como hospederos y condiciones climatológicas). Del virus, además de la correcta identificación, también es necesario conocer el rango de hospederos, enfermedad que transmite, tiempos de adquisición y diseminación).

Existe una relación muy estrecha entre el vector y la forma de transmisión del virus; por ejemplo, los pulgones transmiten virus no persistentes en forma rápida (en cuestión de segundos) que se localizan en el estilete del insecto.

Por otro lado, se encuentran los virus denominados semipersistentes y persistentes o circulativos, transmitidos por algunas especies de trips y mosca blanca, que son llevados dentro del cuerpo del vector. Los virus semipersistentes tardan minutos en ser transmitidos por los insectos, mientras que los persistentes, horas.

Para la correcta identificación de los virus, las plantas enfermas se pueden enviar a los laboratorios de biotecnología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Culiacán, y/o al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional, en Guasave, Sinaloa.

En segundo lugar, es necesario la implementación de un programa constante de monitoreo de insectos vectores y de plantas enfermas que permita evaluar la eficacia de las estrategias de control del insecto vector en la reducción de la enfermedad; para esto se requiere de la capacitación del personal encargado de estas actividades.

Control legal. Ésta es una de las medidas más importantes que pueden ayudar a reducir la incidencia de plagas en las hortalizas, ya que las labores culturales de poscosecha son obligatorias para todos los agricultores, pues están estipuladas en el capítulo IV, artículo 48, inciso 7 del reglamento de la Ley de Sanidad Fitopecuaria.

En la hortifloricultura nacional, y con fundamento en los Artículos 9, 12 y 28 de la Ley Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos, la Dirección de Sanidad Vegetal de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, con el fin de evitar el ingreso y la distribución de mosquita blanca (*B.*

argentifolii) a otras regiones del país, así como para su control en áreas infectadas, establece acciones a seguir en la campaña y Norma Oficial Mexicana NOMM-027-Fito. 1995. Al seguir esta norma, en el valle de Culiacán se deben evitar planteos antes del 1 de septiembre y después del 15 de diciembre.

Sin duda alguna, la regulación de las fechas de siembra y la destrucción oportuna de socas es el soporte más importante para que un programa de manejo integrado de plagas sea eficiente. En cada región agroecológica se deben hacer estudios que permitan determinar la mejor época de siembra de los cultivos a establecer y evitar, de esta manera, que las poblaciones de los vectores y la incidencia de las enfermedades alcancen niveles exponenciales, como ocurrió en Sinaloa durante la temporada 2005-2006.

Una fecha óptima de siembra favorece un periodo libre de hospedantes, pero un desfase de ésta puede provocar el desarrollo de una epidemia viral y el daño que ocasionaría ésta dependería de la sincronización del establecimiento del cultivo y la disponibilidad de la fuente del inóculo³, vector y las condiciones ambientales propicias para su desarrollo.

El objeto de regular épocas de siembra y destruir oportunamente las socas de los cultivos y otros hospederos (ventana fitosanitaria) es el de permitir un periodo de dos a tres meses en donde los insectos vectores y los virus que éstos transmiten tengan menor oportunidad de multiplicarse, para que la siguiente temporada hortícola inicie con bajas densidades.

Manejo cultural. La base para cualquier manejo de plagas la constituye una adecuada atención técnica y una planeación del cultivo. Las medidas culturales son la clave para controlar las plagas en el invernadero. El sentido de esto es básicamente preventivo, es decir, eliminar la plaga antes que se convierta en problema.

Es recomendable manejar varias prácticas culturales para minimizar los daños causados por los insectos vectores y los virus que transmiten éstos, como la producción de plántulas sanas en invernadero; eliminación de malezas hospederas en canales, drenes y lotes infestados adyacentes a las instalaciones de los invernaderos; establecimiento de barreras biológicas, incrementación de la densidad de plantas por hectárea y eliminación de plantas enfermas, manejo del cultivo y la fertilización.

Para producir plántulas libres de virus, primeramente se debe garantizar que la semilla esté sana, para esto se recomienda mandarla a analizar a laboratorios certificados.

Por otro lado, los invernaderos deben permanecer cerrados herméticamente con malla y mantenerlos limpios de malezas dentro y en la

³ De inocular: introducir en un organismo una sustancia que contiene los gérmenes de una enfermedad.

su periferia.

Las plantas silvestres hospederas de insectos vectores deben ser eliminadas, en primer lugar las que se reportan como hospederas de insectos portadores de virus transmisores de enfermedades virales. En Sonora y Sinaloa se han encontrado geminivirus transmitidos por mosca blanca en tabaquillo o mariguana silvestre, correhuella, bledo, zacate pinto, estafiate, girasol, morraja, trebolillo, toloache, berenjena, campanilla o manto, golondrina, colotahue, chual, meloncillo, malva peluda, frijolillo, tomatillo, malvita, tumbabardas y cadillo o huachapone.

Por otro lado, se reporta que en malva, lechuga romana y el toloache se multiplica el virus que causa la marchitez manchada del tomate y su insecto vector, el trips amarillo. En el valle de Culiacán se encontró la presencia del virus de la marchitez manchada del tomate en tomatillo silvestre, malva y tomate de cáscara; en tomatillo silvestre se observaron varias especies de trips amarillo, y altas infestaciones de adultos y ninfas de esta plaga en bledo o quelite, estafiate e higuera.

La mayoría de estas malezas se encuentra presente en la periferia y dentro de las instalaciones de los invernaderos. La eliminación de todas las hospederas silvestres debe realizarse antes de iniciar con la destrucción de socas de la temporada anterior y continuar durante la ventana fitosanitaria, para evitar que los insectos y los virus queden cerca de los terrenos que se van a cultivar con chile.

Los invernaderos para la producción de plántula se deben tener completamente limpios y vacíos, por lo menos 15 días antes de iniciar la siembra del siguiente ciclo del cultivo; una vez limpios se debe cerrar. Todo esto, con la finalidad de eliminar refugios y alimento para las plagas.

Otra medida preventiva es colocar cortinas de malla mosquitera para evitar la entrada de los pequeños insectos voladores (como pulgones, moscas blancas y trips) al invernadero. Se debe evitar rasgaduras en las mallas y plásticos, en caso de que esto suceda será urgente repararlo inmediatamente y no esperar a que los insectos entren.

Las barreras biológicas y cultivos trampa se deben establecer cuando menos tres semanas antes de la siembra del cultivo, por las orillas del terreno. Las plantas más comunes para este fin son sorgo forrajero, maíz y berenjena. El funcionamiento de las barreras es el siguiente: estas plantas primeramente atraen a los insectos vectores, y cuando llegan a realizar las pruebas de alimentación, éstos se deben matar aplicando al follaje de las barreras o al suelo insecticidas sistémicos, con esto se evita que los insectos lleguen al cultivo.

Si los terrenos plantados con chile son de alto riesgo por la infección de virus y si las variedades a cultivar son susceptibles a éstos, se recomienda incrementar entre 5 y 10% la densidad de plantas, con el propósito de que se eliminen las plántulas que se enfermen durante los primeros 50 días de establecido el cultivo, y de esta manera garan-

tizar que finalmente quede una óptima densidad de plantas. Previo a la eliminación de plantas enfermas se debe realizar una aplicación de insecticidas para reducir la incidencia de los insectos vectores presentes en las plantas.

Manejo químico. El control químico como alternativa contra mosca blanca, trips y otros insectos vectores de virus se fundamenta en el uso de insecticidas selectivos que respetan en gran medida a los enemigos naturales presentes en el cultivo y que son efectivos contra la plaga que se desea controlar. En este grupo de productos se encuentran diversos insecticidas de reciente introducción al mercado, cuyo registro de uso se ha enfocado principalmente en plagas de hortalizas en campo; dentro de éstos se pueden mencionar insecticidas biorracionales, donde destacan diversos productos disponibles en el mercado nacional, como Knack, Applaud y Nim, que actúan contra ninfas de mosca blanca y paratrioza. También existen los extractos vegetales, jabones, aceites, derivados de microorganismos y moléculas con nuevos mecanismos de acción.

Manejo de insecticidas. El manejo de insecticidas tiene como finalidad prevenir o retrasar la evolución de la resistencia de los insectos a los insecticidas o ayudar a regenerar la susceptibilidad en poblaciones de plagas en las que la resistencia ya se ha presentado. Un manejo de resistencia a insecticidas efectivo permite mantener la eficacia de los productos y que éstos sigan siendo valiosas herramientas dentro un programa unificado de control.

Antes de retirar la planta del invernadero para establecerla en el campo (de tres a cinco días) se recomienda aplicar Confidor 350 SC, a dosis de 2 mililitros por mil plantas (en tomate) y 1 mililitro por mil plantas (en chile); después de cinco a siete días del trasplante se sugiere usar (del mismo producto, aplicado al cuello de la planta o por el sistema de riego por goteo) de 0.75 a 1 litro por hectárea.

Otros insecticidas del mismo grupo son Actara y Venom 200, que se recomiendan emplear al cuello de la planta y al follaje, a razón de 400 a 600 gramos por hectárea. Después, en la fase de crecimiento inicial del cultivo se pueden aplicar el jabón (Vel Rosita), seguido de aceites (Safe T Side) y extractos vegetales (nim y ajo), que se deben asperjar de abajo hacia arriba de la planta, para poner en contacto los productos con los insectos que se encuentran abajo de las hojas.

Posteriormente, para evitar la colonización de mosca blanca y paratrioza se sugiere aplicar al follaje (contra ninfas) Applaud 40 SC (a 0.50 litros por hectárea), Knack (de 0.3 a 0.5 litros por hectárea) u Oberon (de 0.4 a 0.6 litros por hectárea). El Thiodan 35 (de 1.5 a 2 litros por hectárea) y Vydate L (de 1 a 1.5 litros por hectárea), aplicados correctamente al follaje del cultivo, son efectivos contra ninfas y adultos de mosca blanca.

En el caso de trips, se sugiere la rotación de Sunfire (de 300 a 500

mililitros por hectárea), Rogor 40 (de 1 a 1.5 litros por hectárea), Spintor (de 300 a 400 mililitros por hectárea) y de extractos a base de ajo y nim.

El éxito del control de mosca blanca y otros insectos transmisores de virus con extractos vegetales, aceites y jabones depende de su aplicación. En este caso, estos productos deben cubrir completamente el follaje y dar prioridad al envés de las hojas, lo que se logra con equipo de alta presión que proporcione mayor penetración y cobertura de la aspersión, y orientando las boquillas para que ésta se dirija de abajo hacia arriba. Debido a que los aceites y jabones son menos peligrosos para los humanos, más seguros para el medio ambiente y a que los microorganismos presentes en el suelo los pueden degradar, se pueden usar como una alternativa más dentro del control integrado.

Antes de recomendar emplear extensivamente extractos vegetales, aceites y jabones, es necesario hacer pruebas de efectividad biológica para comprobar su eficacia contra las plagas y en los cultivos donde se utilizarán, bajo las condiciones de cada región agroecológica.

MINADOR DE LA HOJA

El adulto del minador de la hoja (*Liriomyza* spp.) es una mosca muy pequeña, que mide aproximadamente de 2 a 3 milímetros de largo; de color negro brillante, con una pequeña mancha amarilla en la parte delantera del dorso. Debajo del cuerpo presenta color amarillo.

El huevo de este insecto es muy pequeño, mide alrededor de 0.25 milímetros de longitud. La larva no tiene patas, recién nacida es blanca transparente, y después adquiere un tono amarillento; cuando está completamente desarrollada mide de 3 a 4 milímetros y tiene mandíbulas negras.

La hembra deposita los huevos individualmente, introduciéndolos en las hojas; cuando se presentan temperaturas altas los huevecillos son insertados abajo de las hojas, para protegerlos de los rayos del sol. La larva nace a los cuatro días después de que es depositado el huevo, ésta pasa todo su desarrollo en el interior de la hoja, donde forma una galería⁴ alargada. Es muy fácil observar a las larvas a simple vista si se colocan las hojas frente al sol. Las larvas completan su desarrollo en 10 días.

Generalmente, el ataque de minador de la hoja empieza desde que la planta es chica, y se prolonga durante todo el desarrollo de ésta. La infestación es inicialmente más notoria en las hojas bajas y medias del vegetal; si el número de galerías es elevado, las hojas se secan y como consecuencia la planta se debilita y produce frutos pequeños; además de lo anterior, la destrucción del follaje que causa esta plaga permite la entrada de los rayos solares hasta el fruto, ocasionándole fuertes quemaduras (mancha de sol).

⁴ Camino subterráneo.

Daños. Los daños de minador de la hoja son causados principalmente por la larva, al alimentarse del follaje, para lo que hace un túnel o mina, que va aumentando de espesor a medida que se aleja del punto de partida.

La forma adulta de este insecto también provoca daños, exclusivamente la hembra; estos consisten en lesiones que hacen en las hojas con la punta del abdomen. Estas afectaciones son tanto para alimentarse como para poner huevos; en el primer caso, la hembra introduce la punta del abdomen en la hoja y al sacarlo deja un pequeño agujero, del que salen líquidos que les sirven de alimento, estas picaduras normalmente son circulares y se diferencian de los agujeros que realiza para ovipositar porque estos últimos tienen forma alargada. Las hojas atacadas por los adultos presentan muchos puntos decolorados principalmente en las orillas.

Muestreos. El adulto prefiere las hojas más nuevas para poner los huevos; las larvas se encuentran en las hojas del medio. Se recomienda utilizar trampas amarillas con pegamento para el muestreo de adultos. Las trampas se pueden colocar a 30 centímetros del suelo o en la altura media de la planta.

Estrategias para el manejo

Manejo biológico. El minador de la hoja tiene muchos parasitoides que atacan a las larvas en forma natural, sin embargo el uso intensivo de insecticidas convencionales reduce notablemente la presencia de estos enemigos naturales.

Manejo químico. La disponibilidad actual en el mercado de insecticidas selectivos para el minador de la hoja y de poca agresividad para la fauna benéfica permite la incorporación de estos productos a programas de manejo integrado de la plaga.

Dentro de los insecticidas biorracionales efectivos se encuentran Trigard 75 PH, a dosis de 100 gramos por hectárea; Agrimec 1.8 CE, de 500 a 750 centímetros cúbicos por hectárea; Spintor, de 300 a 400 centímetros cúbicos por hectárea; y Azadirachtina, de 500 a 750 centímetros cúbicos por hectárea.

Un producto de reciente aparición y con buenas perspectivas para el control de larvas de minador es el Coragen.

La rotación de estos productos maximiza el impacto de los agentes de control biológico naturales, al mismo tiempo que minimiza el desarrollo de la resistencia en minador de la hoja.

PICUDO DEL CHILE

El picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) es originario de México. Este insecto se dispersó de México a Texas, Nuevo México, Arizona, California, Florida y Georgia (Estados Unidos). Mientras que en América Central se reporta en Guatemala, Nicaragua, El Salvador, Honduras

y Puerto Rico.

En México se encuentra presente en casi todas las regiones productoras de cualquier tipo de chile y los mayores daños se registran en Guanajuato, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Durango, Nayarit, Oaxaca, Chihuahua, Veracruz, Sonora y Sinaloa.

El adulto del picudo del chile es un pequeño insecto con apariencia de gorgojo que mide entre 2.5 y 3 milímetros de largo y de 1.3 a 2 milímetros de ancho. Recién emergido es de color café rojizo y después (de dos a tres días) cambia a color negro o gris. La cabeza del insecto se prolonga hacia adelante, a manera de un pico largo y curvo, y en su extremo se encuentran las mandíbulas.

El huevo de este insecto es ovalado y mide 0.53 milímetros de longitud y 0.39 milímetros de ancho; recién puesto es blanco aperlado y posteriormente cambia a amarillo.

La larva no tiene patas; recién emergida es de color blanco; completamente desarrollada es cilíndrica, ligeramente curvada.

El apareamiento del picudo del chile y la puesta de huevos empiezan a los dos o tres días después de que es adulto; en una temporada es posible que se presenten de tres a seis generaciones, y si en la primavera y otoño se traslapan cultivos de esta hortaliza el número de éstas se incrementa. El picudo tiene un intervalo de acción limitado a áreas donde pueda encontrar hospederas alternas en ausencia del cultivo de chile.

Las hembras de esta plaga posiblemente depositan la mayoría de los huevecillos durante el día y no lo hacen en botones florales donde antes han puesto los huevos otras hembras, para evitar la competencia entre larvas. Cuando los huevos se depositan en frutos, dos o más adultos pueden utilizar el mismo fruto, lo que explica la constante emergencia de adultos en frutos infestados. Prefieren frutos de 1.3 a 5 centímetros de diámetro. Las hembras depositan seis huevecillos por día y colocan un promedio de 340 huevos durante su vida, el periodo de posturas de huevos es de más de 30 días en promedio.

Los huevos se encuentran dentro de botones florales y frutos, las larvas tardan en salir de tres a cinco días; recién nacidas se alimentan del polen tierno en el botón floral y de la placenta y semillas del fruto, hasta completar su desarrollo. La pupa se encuentra dentro del botón floral o del fruto y requiere de tres a seis días para transformarse en adulto, el cual tarda cuatro días para emerger.

Esta especie tiene un ciclo de vida de 21 a 25 días desde que se pone el huevo hasta la emergencia del adulto, dependiendo de la temperatura y de la humedad relativa. Es favorecida por las temperaturas cálidas y alta humedad; en clima caluroso una generación puede completar su ciclo en 13 días. Bajo condiciones normales de clima y con alimento disponible el adulto vive tres meses, mientras que en ausencia de alimento, una o tres semanas.

Impacto económico. La importancia del picudo se debe al impacto económico que causa, tanto en chile dulce como picante. En Sinaloa, durante los últimos cinco años, el picudo del chile ha causado cuantiosas pérdidas en la producción de chile dulce (en el valle de La Cruz, Elota) y picoso (en la zona de Rosario, Escuinapa y en los valles de Culiacán, Guasave y El Fuerte).

En trabajos experimentales realizados en el valle de Culiacán durante 2007 y 2008 se encontraron 100% de pérdidas de frutos de chile serrano en parcelas que no se trataron con insecticidas en abril y mayo; la ausencia de frutos ocurrió porque durante este periodo hubo poblaciones muy altas de adultos de picudo que se alimentaron de los botones florales, con lo que impidieron la floración y el amarre de frutos.

Según datos de la Junta Local de Sanidad Vegetal de La Cruz, Cosalá y San Ignacio en la evaluación efectuada por sus técnicos durante la primera quincena de diciembre de 2008 se encontró que en los campos más afectados por el picudo el total de frutos (entre 1 y 2 pulgadas) dañados fue de 30% en chile bell verde, 22.5% en chile bell rojo, 20.8% en chile ancho y 17.6% en jalapeño, y el promedio de yemas terminales dañadas por la plaga fue de 17.5% en chiles anchos, 15% en bell rojos, 12.5% en bell verdes y 5% en jalapeños.

En este mismo periodo los adultos de picudo por metro que se reportaron en promedio fueron de 0.15 en chiles bell verde, 0.13 en anchos y 0.08 en bell rojos, población que resulta bastante alta dado lo temprano de la temporada hortícola.

Esta información explica la razón por la que la plaga causó pérdidas cuantiosas en la región. También se sabe, según estimaciones de técnicos y productores de chile bell pepper, que durante esta temporada los daños causados en frutos al momento de la cosecha oscilaron alrededor del 15% en algunos cortes, aun con el uso intensivo de insecticidas. A estas cifras hay que agregarles las pérdidas ocasionadas por el desprendimiento de los botones y frutos afectados por la plaga.

En Sinaloa, durante la temporada 2008-2009 se establecieron 11 mil hectáreas de diferentes tipos de chile; de esta superficie, 9 mil se infestaron con picudo, de las que 2 mil tuvieron daños severos, y 160 hectáreas presentaron pérdidas totales.

La voracidad del picudo ha inquietado a los productores de chile, a técnicos, asesores y a las autoridades fitosanitarias estatales, a tal grado que la plaga ya es considerada como una emergencia fitosanitaria, por las pérdidas cuantiosas que ha provocado y por el notable incremento en los costos de producción que involucra su control.

Daños. El adulto comienza a alimentarse inmediatamente después de emerger, lo hace en botones florales, flores y frutos tiernos; en ausencia de éstos, puede comer hojas tiernas (yemas terminales); cuando las densidades de adultos son muy altas no se forman frutos porque los picudos destruyen por completo los botones florales e inclusive

pueden detener el crecimiento vegetativo de la planta al alimentarse de las yemas terminales.

El daño principal es causado por la alimentación de las larvas dentro de botones florales y frutos en desarrollo; en el primer caso se alimentan del polen tierno, y en frutos atacan inicialmente el pericarpio y después la semilla y placenta, según el tipo de chile.

En frutos atacados por larvas se observa externamente un pequeño punto hundido de color oscuro y en el interior de éstos aparece una mancha oscura. Los botones florales y frutos dañados al inicio adquieren un tono amarillo, y después se desprenden de la planta; también los frutos atacados pueden madurar antes de tiempo y quedar deformes. Generalmente, los botones florales y frutos atacados caen al suelo, donde los adultos los perforan para salir, alimentarse y de esta manera continuar con la siguiente generación.

Muestreos. Antes de iniciar el planteo se recomienda que en las áreas adyacentes a la parcela se coloquen trampas amarillas con pegamento, feromonas de agregación y atrayente alimenticio para detectar oportunamente las áreas de mayor incidencia de adultos de picudo del chile y efectuar medidas eficaces de control.

En cultivos establecidos, investigadores señalan que el muestreo debe empezar al inicio de la floración y basarse en conteos visuales de adultos encontrados en las hojas más tiernas de las plantas (extremos de las ramas donde se encuentran las hojas recién emergidas, botones florales, flores o frutos más pequeños).

Los conteos se deben realizar preferentemente durante las primeras cuatro horas de la mañana, dos veces por semana (lunes y jueves) para que se tenga oportunidad de conseguir y aplicar los productos. Si se considera que los primeros adultos de picudo pueden llegar al cultivo de chile recién plantado y alimentarse de las hojas para posteriormente poner los huevos en los primeros botones florales, es conveniente iniciar los muestreos durante la primera semana de establecido el cultivo, y en caso de detectar los primeros adultos tomar las medidas fitosanitarias pertinentes.

El insecto se presenta con mayor frecuencia en los márgenes del cultivo, por lo que se recomienda realizar los muestreos en los alrededores para tener una mejor idea del grado de infestación. Los adultos, por lo general, se encuentran en los mismos lugares muestreados cada semana, es importante localizar estas áreas de mayor incidencia para determinar el tipo de control.

Los métodos para detectar la actividad del picudo incluyen revisión de las hojas más tiernas, utilización de trampas amarillas para adultos, realización de conteos directos de adultos inspeccionando plantas completas y búsqueda de daños por alimentación o posturas de huevos en frutos.

Los estudios de relación entre daño y niveles de infestación del

picudo del chile indican que se pueden usar algunos de los siguientes umbrales de afectación es recomendable iniciar un manejo de control para prevenir daños económicos: 5% de botones florales dañados; cuando se encuentre un picudo por cada 200 plantas muestreadas, revisando dos botones por planta; si se encuentra un picudo o más en un muestreo total de 25 plantas; y si se localiza un picudo en media hora de revisión continua de botones florales terminales. Hay quienes indican que el nivel de daño económico es de 0.01 adulto por planta.

Estrategias para el manejo

Legal. Evitar siembras fuera de fechas recomendadas, ya que las plantaciones tardías son generalmente más afectadas por picudo del chile. Para prevenir focos de infestación en la próxima temporada se deben destruir rastrojos (plantas de chile improductivas comercialmente) mediante desvares y barbecho inmediatamente después de dar el último corte, y aplicar insecticidas antes de iniciar su destrucción.

Es recomendable esperar dos o tres meses después de la eliminación de rastrojos antes de iniciar una nueva plantación de chile, con la finalidad de romper el ciclo de vida del picudo. También se deben evitar siembras escalonadas en una región.

El picudo del chile es una de las plagas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-081- Fito 2001 (2002) que regula el manejo y eliminación de los focos de infestación de plagas mediante el establecimiento y reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de socas.

En Sinaloa, sobre todo en las zonas donde se presentan más problemas con esta plaga, se debe ajustar la fecha de siembra de chile propuesta actualmente en la ventana fitosanitaria; también se deben implementar medidas enérgicas para que las socas de primera etapa se destruyan exclusivamente mediante el desvare y barbecho durante los primeros 15 días de abandonado el cultivo, y no esperar a que se aproxime el inicio de la ventana fitosanitaria para eliminarlas.

Manejo etológico⁵. Esta estrategia de manejo se puede realizar mediante la utilización de trampas amarillas con feromonas de agregación y atrayente alimenticio. Las trampas se usan para el monitoreo y la captura masiva de adultos en las áreas de mayor infestación, sobre todo en las zonas de refugio de la plaga. La altura de las trampas para monitoreo no debe de ser superior a los 70 centímetros.

La finalidad de la captura masiva de insectos es disminuir las poblaciones actuales en perjuicio de las próximas generaciones. Como medida para evitar la presencia del picudo se recomienda que al iniciar la destrucción de la soca se coloquen pancartas de color amarillo y la feromona de agregación en la periferia de la parcela, para capturar la máxima cantidad de adultos que están migrando a las zonas de refugio para, de esta manera, iniciar en la próxima temporada con una menor

cantidad de adultos.

Manejo cultural. Es conveniente recolectar y destruir, lo más frecuentemente posible, los frutos dañados, a fin de eliminar los diferentes estados biológicos del picudo que ahí se encuentra. Asimismo, se considera importante la eliminación de los residuos de la cosecha y de todas las hospederas, con el objeto de eliminar una buena parte de las poblaciones que sobreviven en ausencia del cultivo.

Por otra parte, el desvare y barbecho durante los primeros 15 días de haber dado el último corte es útil para destruir y enterrar los frutos infestados y reducir la emergencia y migración de adultos a las hospederas alternas.

Los frutos dañados se pueden destruir al quemarlos o enterrarlos en el suelo, a una profundidad de 40 centímetros, o al colocarlos dentro de bolsas de plástico transparentes y exponerlos al sol durante un día.

En los empaques se debe instalar un equipo especial para triturar toda la rezaga de chile, para destruir la plaga y evitar que se regrese al campo.

Manejo biológico. En el valle de Culiacán y en el municipio de Elota, Sinaloa, se encontraron cinco especies de himenópteros parasitoides de *A. eugenii* asociados al cultivo de chile; estos fueron *Pteromalus* (= *Catolaccus*) *hunteri* (Pteromalidae), *Eurytoma* sp. 1 y *Eurytoma* sp. 2, *Eupelmus* sp. (Eupelmidae) y *Telonomus* sp.; el mayor porcentaje de parasitismo por fecha de recolección se registró con *P. hunteri* y fue de 8.64 en el valle de Culiacán, en marzo de 2003, y 9.7 en Elota, en junio de 2003; el resto de los parasitoides ejercieron un parasitismo inferior al 1.5% en ambas regiones, excepto *Eurytoma* sp. 1, que presentó 5.5% de acción en Elota.

El uso intensivo de insecticidas de acción amplia afecta seriamente a estos parasitoides. En el valle de Culiacán se encontró que las aspersiones periódicas (dos veces por semana) de Cyflutrin y la rotación con Azinfos metil, Clorpirifos etil, Cyflutrin, Endosulfan y Paratión metílico contra picudo del chile eliminaron a *Catolaccus* spp. durante marzo y abril de 2003, que fue cuando se realizaron las aplicaciones; en mayo de 2003 el parasitismo empezó a incrementarse y éste fue más notable en junio de 2003, con 40.5 y 38.6% de parasitismo, respectivamente; en el testigo absoluto éste fue de 64.4%.

Los resultados obtenidos en Sinaloa muestran que el parasitoide más común y efectivo es *C. hunteri*; sin embargo, en general los porcentajes de parasitismo son bajos; su efecto es más notorio al final de la temporada y cuando los cultivos de chile se abandonan, quizás porque ya no se aplican insecticidas intensivamente o porque éstos dejaron de usarse, o es probable que la temperatura tenga efectos significativos para el establecimiento de los parasitoides, situación que debe investigarse.

5 De etología: estudio del comportamiento de los animales.

A pesar de lo anterior no debe descartarse el uso de parasitoides dentro de un programa de manejo integrado, pero faltan trabajos de investigación que validen la eficacia de éstos para que sean utilizados por los agricultores.

Manejo químico. Cuando las larvas del picudo del chile están dentro del fruto no se pueden controlar, por lo tanto el buen manejo de esta plaga depende del monitoreo cuidadoso de las poblaciones de adultos y de su control mediante insecticidas, antes que las hembras depositen huevos.

Las aplicaciones de insecticidas deben realizarse por la mañana o al atardecer, cuando el insecto se encuentre sobre la superficie de la planta. Al momento de seleccionar el insecticida a usar se deben escoger productos de eficacia comprobada.

En el Cuadro 1 se indican algunos de los insecticidas autorizados para el control de picudo del chile.

Se debe tener cuidado con el uso de estos productos ya que existen reportes de que en Sinaloa el picudo del chile mostró tolerancia a varios de ellos, por lo que se sugiere hacer rotación de éstos.

Como productos biorracionales se encuentran en el mercado repelentes a base de extracto vegetal (ajo y nim) y animal (aceite de pescado), algunos hongos entomopatógenos (*Metahizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*), que son utilizados por algunos productores contra esta plaga. Se recomienda seguir evaluando la eficacia de estos productos y valorar la participación que tienen en los programas de manejo integrado, ya que en los estudios realizados en Sinaloa el nivel de control de éstos contra el insecto es muy limitado e inconsistente.

Cuadro 1. Insecticidas autorizados para el control del picudo del chile en México y Estados Unidos.

Producto	Grupo*	Días a corte	Tolerancia (en partes por millón)	Autorización	
				México	Estados Unidos
Oxamyl	1 A Carbamatos	7	2	Sí	Sí
Carbaryl	1 A Carbamatos	Sin límite	5	Sí	Sí
Malatión	1 B Organofosforados	3	8	Sí	Sí
Clorpirifos	1 B Organofosforados	7	1	Sí	Sí
Azinfosmetil	1 B Organofosforados	21	0.3	Sí	Sí
Permetrina	3 B Piretroides	3	0.5	Sí	Sí
Cyflutrin	3 B Piretroides	7	0.5	Sí	Sí
Z-cypermctrina	3 B Piretroides	1	0.2	Sí	Sí
Tiame-thoxam	4 A Neoticotinoides	0	0.25	Sí	Sí
Cryolite	7 A Cryolita	14 0**	7		Sí
Diflubenzuron	17 A Benzoilureas	7	1	No	Sí

*Clasificación de los insecticidas por su modo de acción, según el Comité de Acción para la Resistencia a los Insecticidas (IRAC, por sus siglas en inglés). 1: inhibidores de la acetilcolinesterasa. 3: moduladores de los canales de sodio. 4: agonistas o antagonistas de los receptores acetilcolina nicotínicos. 7: compuestos con un modo de acción desconocido o no específico (bloqueadores de la alimentación). 17: inhibidores de la síntesis de quitina tipo 0, lepidóptera.

**Si el empaque tiene sistema de lavado de frutos.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo. 2009. Monitoreo del picudo del chile en cultivo. Temporada 2008-2009.

Avendaño, M. F.; R. Gastélum L.; M. López M.; T. P. Godoy A.; M. Yáñez J. y V. Acosta V. 2004. Respuesta a insecticidas en poblaciones de picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera:Curculionidae) procedentes de Culiacán, Sinaloa, en Memoria del VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. UABC-Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. 587-59 pp.

Bautista R. C. and R. F. L. Mau. 1994. Preferences and development of western flowers thrips (Thysanoptera: Thripidae) on plant host of tomato spotted wilt tospovirus in Hawaii, Enviromen. Entomol. 23:1501-1507.

Bellows, Jr. T. S.; T. M. Perring; R. J. Gill and D. H. Headrick. 1994. Description of a species of Bemisia (Homoptera:Aleyrodidae), Ann Entomol. Soc. Am. 87:195-2066.

Brown J. K.; D. R. Frohlich and R. C. Rossell. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of Bemisia tabaci or a species complex?, Annu Rev. Entomol. 40:511-534.

Butler, G.D. Jr.; S.N. Puri and T.J. Heneberry. 1991. Plant derived oil detergents solutions as control agents for *Bemisia tabaci* and *Aphis gossypii* on cotton, Southwestern Entomologist. 16:331-337.

Corrales M., J. L. 2002. Estrategias biorracionales para el control de plagas en chile en la región de la Cruz de Elota, Sinaloa. Tesis de doctorado. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

Cortez-Mondaca, E. y E. Cabanillas-Duran. 2004. Insecticidas biorracionales para el control del picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera:Curculionidae), Entomología Mexicana. 3:527-530.

Coto, D. 1996. El picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano, su reconocimiento y posible manejo, en Manejo integrado de plagas (Costa Rica). 42:4.

Davinson, H. R. y W. F. Lyon. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Limusa Noriega Editores. México.

Garzón, J. A. 2006. Virus que afectan al cultivo de chile en el sur de Sinaloa, en Memoria del curso manejo de insectos vectores de virus en el cultivo de chile. SAGARPA, INIFAP, UAS, Fundación Produce Sinaloa, A. C. 25-29 pp.

Gastélum, L. R. y C. Rodríguez. 1996. Empleo de aceites y jabones como alternativas biorracionales para el control de plagas, en Memoria del curso de control alternativo de insectos plagas. Colegio de Postgraduados y Fundación Mexicana para la Educación Ambiental, A. C. 79-88 pp.

Gastélum-Luque R.; F. Avendaño-Meza; J. F. Rodríguez-Vázquez; M. López-Meza y T. P. Godoy-Angulo. 2004. Tolerancia a insecticidas

en 'picudo del chile' *Anthonomus eugenii* Cano, procedentes de la Cruz de Elota, Sinaloa, en Entomología Mexicana. 3:728-731.

Gómez, O. C. 2000. Control químico del picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera:Curculionidae) en chile jalapeño, híbrido Mitla, para el valle del Fuerte, Sinaloa, Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología. SME. 435-438 pp.

Guerrero R., E.; R. Flores y V. M. Sánchez. 2000. Niveles de susceptibilidad de *Anthonomus eugenii* Cano a insecticidas de cuatro grupos toxicológicos de diferentes estados de México, Memoria del XXXV Congreso Nacional de Entomología. SME. 335-338 pp.

López M., M.; R. Gastélum L.; F. Avendaño M.; T. P. Godoy A. y J. L. Corrales M. 2004. Respuesta de *Catolaccus* spp. parasitoide del picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) a diferentes insecticidas, Memorias del VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. UABC. Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C. 592-595 pp.

Martínez, C. J. L. 1993. Monitoreo de mosquita blanca *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera:Aleyrodidae) con trampas amarillas y distribución vertical de sus estados inmaduros en soya, XXVIII Congreso Nacional de Entomología Universidad de las Américas Cholula. Puebla. SME-SANDOZ-INIFAP. 329 p.

Mejía, L. y D. Dardon. 1994. Virus transmitidos por mosca blanca Situación actual y necesidades de investigación y transferencia. Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis, III Taller Centro americano y del caribe sobre mosca blanca. Antigua Guatemala. 109-120 pp.

Méndez, L. J.; P. Valenzuela G.; J. Saturnino D.; L. Perea A.; E. Quintero Z.; R. D. Ruelas A.; P. Álvarez R. y N. Elena Leyva L. 2007. Virus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*): el caso del virus del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate (TYLCV), en Memoria del curso de alternativas contra vectores y virus en hortalizas. R. Gastélum L. y J. B. Gálvez R. (coeditores). Fundación Produce Sinaloa, A. C., SAGARPA, CAADES, INIFAP y UAS. 19-21 pp.

Méndez, L. J.; P. Valenzuela G.; J. Saturnino D.; L. Perea A.; E. Quintero Z.; R. D. Ruelas A.; P. Álvarez R. y N. Elena Leyva L. 2007. Malezas Como hospederas alternas de vegomovirus en Sinaloa, en Memoria del curso de alternativas contra vectores y virus en hortalizas. R. Gastélum L. y J. B. Gálvez R. (coeditores). Fundación Produce Sinaloa, A. C., SAGARPA, CAADES, INIFAP y UAS. 7-17 pp.

Nom-081- Fito 2001. 2002. Norma Oficial Mexicana, Diario Oficial de la Federación.

Pacheco, M. F. 1994. Plagas de los cultivos oleaginosos en México. SARH. INIFAP, CIANO.

Peña, E. M. A 1985. Biología y control de *Liriomyza trifolii* (Burguess, (Diptera:Agromyzidae). Cuadernos de fitopatología, Revista técnica de fitopatología y terapéutica. Ed. y Prom. L.A.V., S.L NIF: Valencia, España. 91-129 pp.

Pérez, P. P. 2006. Evaluación de parasitoides del picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera:Curculionidae) en el centro de Sinaloa, México. Tesis de doctorado en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

PLM. 2008. Diccionario de especialidades agroquímicas. Esterilizantes, agroquímicos y productos orgánicos. Thomson. Edición 18.

Riley, D. G. 1992. The pepper weevil and its management, Texas Agricultural Extension Service. The Texas A & M. University System. Coll. Stat. Texas.

Riley, D. G. and E. King. 1994. Biology and management of the pepper weevil: a review, Trends in Agricultural Science. 2:109-121.

Riley, D. G.; D. J. Schuster and C. S. Bartfield. 1992. Sampling and dispersion of pepper weevil adults, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera:Curculionidae), Environmental Entomology. 21:1013-1021.

Saunders L., J.; Daniel T. Coto and Andrew B. S. King. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Serie técnica, Manual técnico. Número 22. CATIE. Turrialba Costa R.

Segarra-Carmona, A. E. y A. Pantoja. 1988. Sequential sampling plan, yield lost components and economic threshold for the pepper weevil *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera:Curculionidae), Journal Agriculture. University of Puerto Rico. 72:375-385.

Tamayo, E. L. M. y J. L. Martínez C. 2006. Malas hierbas como hospederas de mosca blanca y virus en el Valle del Yaqui, Sonora, México, en Memorias del IX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California e Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C. 154-157 pp.

Tirado J. y J. M. 2006. Respuesta de híbridos de tomate a trips, tospovirus y comportamiento del vector. Tesis de maestría en ciencias de la producción agrícola, opción protección vegetal. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Tirado-Jara, J. M.; R. Gastélum-Luque; J. A. Garzón-Tiznado; Corrales-Madrid J. L.; J. Osuna-Ortega; F. Avendaño-Meza; T. P. Godoy-Angulo y M. López-Meza. 2008. Identificación y comportamiento de trips asociados al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el valle de Culiacán, Sinaloa, Entomología Mexicana. E. G. Estrada V.; A. Equihua M.; J. R. Padilla R.; A. Mendoza E. (eds.) 7:222-225.

Urías, M. C. 2009. El picudo del chile, Portafolio. El Debate de Culiacán. 18 de mayo de 2009.

Valdés, V. F. 1995. Campaña y Norma Oficial Mexicana. NOM-027-FITO-1995, que se establece contra mosquita blanca, Memoria del curso para la aprobación de profesionales en el Manejo fitosanitario de hortalizas. SAGAR-CESAVESIN-CAADES-UAS. Culiacán, Sinaloa.

Wilson, R. J. 1986. Observations on the behavior and host relations of the pepper weevil *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculio-

nidae) in Florida. M. S. Thesis, University of Florida.

Zehnder, G. W. and J. C. Trumble 1982. Biological characteristic of *Opius pallidipes* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae) parasite of tomato leafminer *Liriomyza brioninae* Kalt, Med. Fac. Landhouw. Rijsuniv. Gent. 43:455-462.

Recomendaciones para el manejo de nematodos en el cultivo de chile

Tirzo Paúl Godoy Angulo¹
Roberto Gastélum Luque¹
Moisés Gilberto Yáñez Juárez¹
Telésforo Joel Almodóvar Pérez¹

INTRODUCCIÓN

El muestreo de nematodos² fitoparásitos³ ha sido la base para el desarrollo de estrategias de control durante muchos años, y es el resultado de trabajos de investigación que han mostraron su factibilidad y confiabilidad.

Los métodos para determinar las poblaciones de nematodos en el suelo son varios, e indican que la cantidad de estos organismos cambia a través del tiempo, determinándose que el mayor número se presenta poco antes de que los cultivos anuales finalicen su ciclo.

Los patrones de distribución espacial de los nematodos en el suelo muestran que se encuentran en forma de agregados⁴, que se tornan evidentes en los cultivos agrícolas por la presencia de manchones de plantas amarillentas y de menor tamaño (ver Figura 1).

La mayoría de los experimentos que se han realizado para determinar las poblaciones de nematodos en el suelo se basan en la recolección de muestras compuestas, que permiten la detección de nematodos aún en bajas poblaciones, cuando se hacen a partir del suelo que está en contacto con el sistema radical.

1 Profesores Investigadores de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

2 Gusano que habita en el suelo puede ser nocivo.

3 Organismo que vive en un vegetal y se alimenta de éste.

4 Conjunto de partículas del suelo que se unen y se comportan mecánicamente como una unidad.



Figura 1. Manchones de plantas de chile bell inducidos por el nematodo agallador.

Objetivos del muestreo

El propósito de los muestreos es estimar poblaciones de nematodos con fines de investigación, programas de predicción, inspecciones generales y diagnóstico.

En programas de manejo integrado de plagas, el objeto fundamental es relacionar el número y la clase de nematodos con los daños al cultivo, así como evaluar y seleccionar las estrategias de manejo. En programas de investigación, el propósito puede ser caracterizar y entender la dinámica de la población de nematodos.

El muestreo de detección (antes de la siembra o el planteo) permite conocer la población inicial de nematodos y su distribución geográfica; aspectos que son determinantes en la prevención de daños en los cultivos y, más aún, cuando los nematodos interactúan con otros patógenos⁵. De igual manera, es muy importante realizar muestreos periódicos durante el desarrollo del cultivo para conocer los nematodos que están presentes y cómo se van reproduciendo a través del tiempo.

Patrones espaciales y temporales

Los patrones de distribución espacial y temporal de los nematodos deben considerarse en forma cuidadosa, independientemente del propósito que se tenga. El patrón espacial horizontal de los nematodos fitoparásitos en el suelo es típicamente en forma de agregados.

Esta forma de distribución induce muchos problemas en la detección y cuantificación de los nematodos cuando no se toma el número de muestras apropiado.

⁵ Organismos que atacan a otro organismo vivo y que son capaces de causarle una enfermedad.

La agregación de los nematodos origina manchones de plantas con menor tamaño y/o amarillentas. El patrón espacial vertical varía, dependiendo del cultivo, tipo de suelo y especies de nematodos involucradas.

La información sobre el patrón espacial vertical de los nematodos es esencial para un muestreo confiable. Los nematodos fitoparásitos generalmente están muy relacionados con la distribución del sistema de raíces de los cultivos, es por ello que en los cultivos anuales la mayor densidad de la población ocurre en la capa arable del suelo.

El género *Meloidogyne* no está exento de la consideración anterior, aunque también se ha encontrado a una profundidad de 120 centímetros. La distribución vertical de *Meloidogyne* y otros nematodos puede cambiar con el tiempo; así, durante la primavera, la población aumenta a una profundidad de 30 a 45 centímetros.

El muestreo de nematodos debe basarse en el conocimiento de la dinámica poblacional estacional de los géneros o especies de interés. La distribución de los nematodos debe estar representada finalmente en mapas, elaborados en forma manual o en programas computarizados.

Importancia de la biología del nematodo y el manejo del cultivo

Los hábitos parasíticos de los nematodos, tipo y número de huevecillos depositados por la hembra son aspectos importantes en el muestreo.

Los huevecillos pueden ser depositados individualmente, en masas; algunas hembras conservan sus huevecillos en quistes⁶. Los huevecillos de la mayoría de los nematodos fitoparásitos son difíciles de identificar, en tanto, los estados juveniles⁷ permiten su identificación a nivel de género.

La decisión de recolectar raíces y suelo durante el muestreo depende de la relación parásito-hospedante del nematodo de interés. En comunidades donde existen endoparásitos⁸ y ectoparásitos⁹ es necesario tomar muestras de suelo y raíces, especialmente cuando se presenta cierto desarrollo del sistema radical.

La fenología¹⁰ del cultivo y el manejo de éste inciden en las poblaciones de nematodos, sus densidades más altas se presentan a la mitad del ciclo del cultivo o poco antes de la cosecha en plantas anuales. Cuando las poblaciones al inicio del cultivo son altas, la mayor densidad de nematodos puede observarse antes de que la planta cumpla la mitad de su ciclo, posteriormente empiezan a declinar, como resultado de severos daños en el hospedante.

⁶ Saco lleno de fluido o semisólido en la piel o debajo de ella.

⁷ Animales jóvenes que todavía no son sexualmente maduros.

⁸ Parásito que vive en el interior de su huésped.

⁹ Parásitos que viven en la parte externa del cuerpo de su huésped.

¹⁰ Fenología o etapa fenológica: cambio de apariencia que sufren las plantas durante las estaciones. Está determinado por los factores físicos del ambiente y por mecanismos de regulación internos de las plantas. Por ejemplo, la producción de hojas jóvenes, la floración, fructificación y la caída de hojas.

Con frecuencia, las prácticas de manejo afectan las poblaciones de nematodos y, por lo tanto, deben ser consideradas en la colección de muestras; la labranza de la tierra (después de la cosecha) dispersa los nematodos, aunque también induce su muerte, cuando esta actividad se hace en los meses más calientes del año y que todavía no llueve (ver Figura 2).



Figura 2. La labranza del terreno contribuye en la disminución de poblaciones de nematodos fitoparásitos.

Recomendaciones prácticas para el muestreo de nematodos

Con base en las consideraciones antes mencionadas, a continuación se indican recomendaciones prácticas para el muestreo de nematodos fitoparásitos.

1. Planeación del muestreo. Antes de empezar a muestrear, debe determinarse qué diseño será utilizado en la colección de las muestras, qué cantidad y su tamaño.

2. Estratificación del campo. Antes de recolectar las muestras, el campo debe ser subdividido de acuerdo a la variación existente en la textura del suelo, patrones de humedad y cultivos previos. A cada subdivisión se le denomina estrato. Las muestras en cada uno de los estratos se toman por separado.

Finalmente, los datos obtenidos quedan representados en el plano de la superficie muestreada, facilitando así la identificación de las zonas problemáticas a consecuencia de nematodos.

3. Número de muestras. Cada estrato debe estar representado al menos por una muestra. La cantidad de muestras a tomar varía considerablemente, en función de la superficie por muestrear, la uniformidad de las características del suelo y los cultivos previos.

Para detectar al género *Meloidogyne* se recomienda recolectar una

muestra compuesta por cada dos hectáreas, aunque en campos muy grandes (donde el suelo y los antecedentes del cultivo son similares) una muestra puede abarcar más superficie. En algunos países, el 1% de los costos de producción del cultivo es utilizado en el muestreo de nematodos para proteger la inversión.

4. Momento en que debe efectuarse el muestreo. Los muestreos de suelo deben hacerse antes de establecer el cultivo. Esto permite la toma de decisiones oportunas en la prevención de daños por nematodos. Desafortunadamente, muchos agricultores no lo hacen y cuando se dan cuenta del problema es por la presencia de los síntomas, momento en que el campo está infectado por la plaga, ya existen daños en el cultivo y las medidas aplicadas nunca se compararán con las efectuadas antes o al inicio del cultivo.

También es recomendable realizar muestreos periódicos durante el cultivo para identificar qué nematodos existen y en qué cantidad. De igual manera, para evaluar el efecto de un producto químico en el suelo, se deben recolectar muestras antes y después de la fumigación; además, debe darse seguimiento a las poblaciones de nematodos durante el desarrollo del cultivo.

Si se pretende observar la respuesta de diferentes variedades es necesario tomar muestras durante el desarrollo del cultivo, y finalmente correlacionar la población de nematodos con las variables de mayor interés en el cultivo.

5. Patrones de muestreo. Existen varios patrones de muestreo. Estos pueden ser al azar o sistemáticos; los últimos son los más recomendados, por su confiabilidad. En las Figuras 3 y 4 se presentan dos esquemas: uno para plantas perennes y otro para cultivos anuales o terrenos preparados.

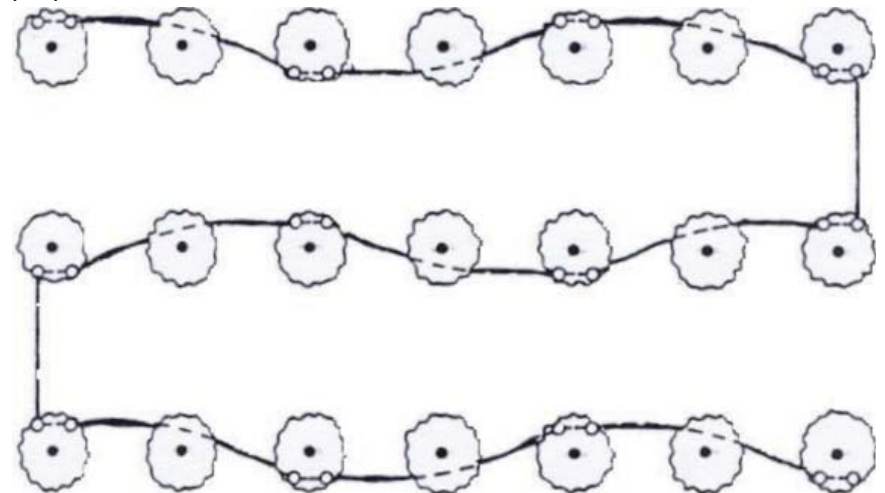


Figura 3. Patrón recomendado para recolectar muestras de suelo en árboles frutales.

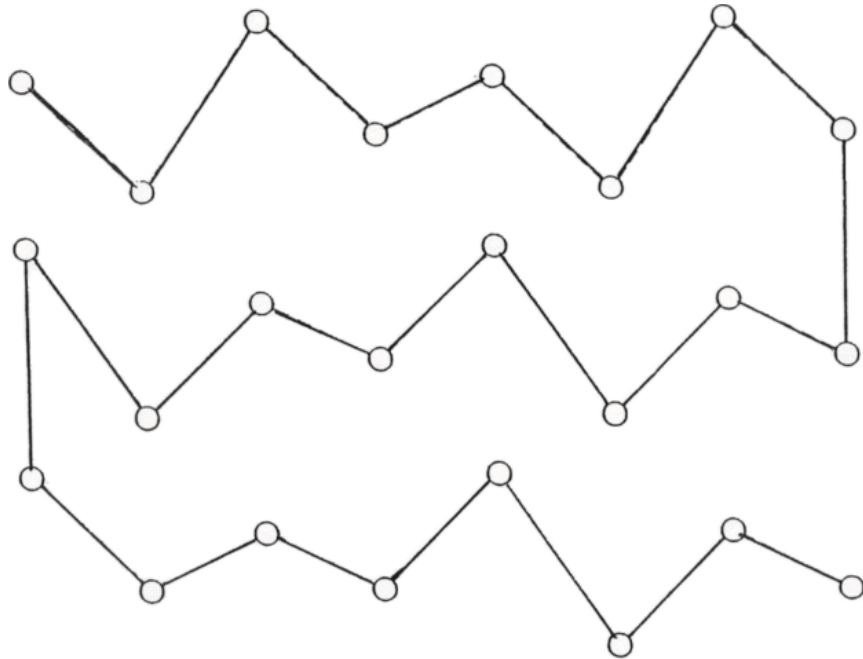


Figura 4. Patrón apropiado para recolectar muestras de suelo en ausencia o presencia de cultivo.

6. Datos que deben poseer las muestras. Las muestras deben etiquetarse con la siguiente información: nombre y dirección del productor, localización de la superficie muestreada, cultivo establecido o cultivo previo, fecha de muestreo, tipo de suelo y nombre del recolector.

7. Procedimiento de muestreo. El procedimiento varía y depende del cultivo. El muestreo en plantas anuales se realiza colectando suelo y raíces en el área adyacente a la zona radical (a una profundidad de 20 a 35 centímetros).

La obtención de las muestras debe efectuarse a mayor profundidad después del barbecho. Algunos investigadores sugieren tomar una muestra por planta (de cinco submuestras) en el área de goteo para plantas perennes, considerando diferentes profundidades y dependiendo del sistema radical que presente el cultivo.

8. Cuidado y manejo de las muestras de suelo y raíces. Las muestras deben manejarse con cuidado, dado que en éstas se encuentran los nematodos vivos y es necesario mantenerlos así para facilitar su extracción. Se sugiere que las muestras no se expongan directamente al sol, ni se compacten, por lo que se recomienda introducirlas en una hielera. En caso de no procesarse inmediatamente, se deben conservar a una temperatura de 10 a 15 °C.

Detección de *Meloidogyne*

El nematodo agallador (*Meloidogyne* spp.) es el más estudiado en el mundo porque infecta una gran cantidad de plantas cultivadas y por los cuantiosos daños que origina en la producción. El síntoma típico que manifiesta el sistema radical de la planta cuando el suelo en que se cultiva presenta nematodos consiste en un engrosamiento y deformación de las raíces, al que se le denomina agallamiento (ver Figura 5). En cambio, la parte aérea de las plantas se observa un menor crecimiento, amarillamiento y menor cantidad y calidad de frutos en las hortalizas (ver Figura 6).

Debido a que los problemas del nematodo agallador se han incrementado a consecuencia de nuevos sistemas de producción, resulta importante señalar las características que permiten su identificación en estado juvenil y adulto.

El nematodo agallador logra sobrevivir en el suelo como huevecillo o en su segundo estado juvenil, este último permite su detección en el suelo cuando hay ausencia de plantas hospedantes. Sin embargo, frecuentemente lo confunden con otros o simplemente no lo detectan, por lo tanto, es importante precisar sus características para que haya un diagnóstico confiable.

La larva es vermiforme (de forma de gusano) con una longitud de 280 a 500 micras, su cutícula¹¹ es anillada, la región cefálica no se presenta separada del resto del cuerpo (ver Figura 6), el tamaño del estilete¹²



Figura 5. Agallamiento radical inducido por el nematodo del género *Meloidogyne*.

¹¹ Capa superficial de la piel.

¹² Pieza filuda en un insecto, utilizada para penetrar y succionar.

varía de 10 a 20 micras de longitud, es delgado y con nódulos basales bien definidos; la glándula esofágica está sobrepuesta ventralmente y la cola tiene forma de cono (ver Figura 7).



Figura 6. Síntomas típicos que induce el nematodo agallador en plantas de chile bell.



Figura 7. Imagen completa del segundo estado juvenil del nematodo agallador.

El género *Meloidogyne* se caracteriza por tener un marcado dimorfismo¹³ sexual, dado que los machos adultos son filiformes¹⁴ y las hembras adultas poseen forma de pera. Indudablemente, las características de estos últimos estados permiten su identificación con mayor precisión. Las hembras tienen un tamaño que oscila entre 440 y mil 300 micras, su color a simple vista es blanco y no presentan cola; en la parte posterior del cuerpo la cutícula presenta estriaciones¹⁵ ligeras que junto con la vulva y el ano forman patrones característicos que permiten diferenciar a las especies (ver Figura 9).

Por su parte, los machos son alargados y presentan una longitud de mil a mil 500 micras y su cola es redonda y corta.

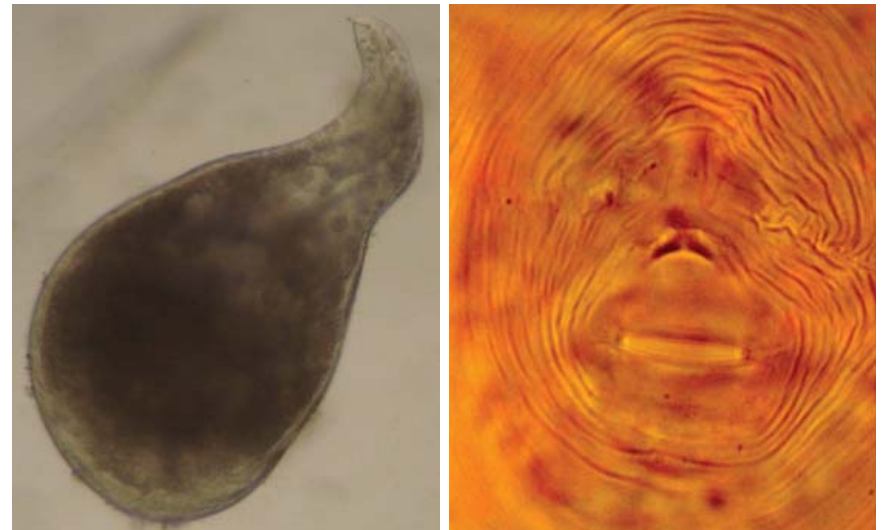


Figura 8. La imagen de la izquierda es una hembra del género *Meloidogyne*, la de la derecha corresponde al modelo perineal.

13 Existencia de dos formas o dos aspectos anatómicos diferentes en una misma especie animal o vegetal.

14 Con forma de fibra delgada y alargada.

15 Conjunto de rayas o estrías.

BIBLIOGRAFÍA

Barker, K.R. 1985. Sampling nematode communities, en An advanced treatise on *Meloidogyne*. Volume 2. Barker, K. R.; C. C. Carter y J. N. Sasser (eds.). A Cooperative Publication of the Department of Plant Pathology and the United States Agency for International Development.

Barker, K. R. and C. L. Cambell. 1981. Sampling nematode populations, en Plant parasitic nematodes. Zuckerman, B. M. y R. A. Rohde. Academic Press. New York. 3:451-473.

Barker, K. R.; P. B. Shoemaker y L. A. Nelson. 1976. "Relationships of initial densities of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* to yield of tomato", J. Nematol. 8:232-239.

Brodie, B. B. 1976. Vertical distribution of tree nematode species in relation to certain soil properties, J. Nematol. 8:243-247.

Eisenback, J. D.; H. Hirschman; J. N. Sasser y A. C. Triantaphillou. 1983. Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* especies) con una clave pictórica. Traducida al español por Carlos Sosa Moss. Depts. of Plant Path. and Gen. North Carol. State Univ., Dpto. de Fitopatología del Colegio de Postgraduados Chapingo y Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos.

Ferris, H. 1969. The vertical distribution of the root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in a Rhodesian sandy soil, Rhod. J. Agric. 7:15-24.

Godell, P. y H. Ferris. 1980. Plant parasitic nematodes distributions in alfalfa field, J. Nematol. 12:136-141.

Godell, P.B. y H. Ferris. 1981. Sample optimization for five plant parasitic nematodes in an alfalfa field, J. Nematol. 13:304-313.

McSorley, R. y J. L. Parro. 1983. A bioassay sampling plan for *Meloidogyne incognita*, en Plant Dis. 67:182-184.

Southey, J.F. 1970. Principles of sampling for nematodes, en Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Edición 5. Southey, J. F. (ed.) Minist. Agric., Fish. And Food Tech. Bull. 2. Her Majesty's Stationery Office, London.

Taylor, A. L. y J. N. Sasser. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Departamento de Fitopatología de la Universidad del Estado de Carolina del Norte y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

Uso y manejo de los fertilizantes en fertirriego

Marino Valenzuela López¹
Tomás Díaz Valdés¹

INTRODUCCIÓN

La mayor ventaja de la fertirrigación² no sólo está en el ahorro de agua ni en la utilización de ésta y suelos salinos, sino en la posibilidad de incorporar los fertilizantes al agua de riego y llevarlos a la raíz de la planta, atendiendo sus necesidades hídricas y nutricionales en las distintas etapas de su desarrollo o fases fenológicas³.

Esta posibilidad de localizar los nutrientes en la zona radical permite que haya una mayor eficacia en el aprovechamiento de los fertilizantes, lo que se traduce en un ahorro considerable de acuerdo a los diferentes criterios de fertilización.

Por tanto, se entiende por fertirrigación la aplicación de los fertilizantes y, más concretamente, de los elementos nutritivos que precisan los cultivos, junto con el agua de riego. Se trata, entonces, de aprovechar los sistemas de riego como medio para la distribución de elementos nutritivos.

Los riegos de alta frecuencia y bajo caudal ofrecen numerosas ventajas, como son aprovechar el flujo de agua para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta, como complemento a los que le puede proporcionar el suelo, hasta la zona donde proliferan las raíces.

¹ Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

² Aporte controlado de nutrientes con el agua de riego.

³ Cambio de apariencia que sufren las plantas durante las estaciones. Está determinado por los factores físicos del ambiente y por mecanismos de regulación internos de las plantas. Por ejemplo, la producción de hojas jóvenes, la floración, fructificación y la caída de hojas.

Las ventajas más destacables del riego localizado se mencionan a continuación.

1. Interacción positiva entre el agua y los elementos nutritivos.
2. Facilidad de aplicación de los fertilizantes con el consiguiente ahorro de mano de obra.
3. Oportunidad en la aplicación de los fertilizantes, adecuando la aplicación a las necesidades de los cultivos.
4. Control de la dosificación y de uniformidad de la distribución.
5. Mejora la localización de los iones nutritivos a la máxima actividad radical.
6. Posibilidad de aplicar otros productos (mejoradores de suelo, aminoácidos, insecticidas y fungicidas).

Esta posibilidad ofrece al mismo tiempo la oportunidad de optimizar los dos factores de mayor incidencia en la explotación agrícola: el agua y los nutrimentos. Con lo anterior, se consigue mayor eficacia de la fertirrigación, asegurándose a la vez la conservación del medio ambiente.

Uso de fertilizantes en fertirriego

En fertirriego se usan diferentes fuentes de fertilizantes, por eso es importante considerar cómo y cuándo se van a aplicar o distribuir en el tiempo.

Consideraciones en el uso de los fertilizantes

Los fertilizantes usados en fertirrigación deben ser sólidos o líquidos, y deben contener uno, dos o tres elementos (simples o compuestos).

La distribución de los fertilizantes en fertirriego depende de la modalidad del método de aplicación, tipo de fertilizante, suelo y la uniformidad de la aplicación del agua en el campo.

Características de los fertilizantes

Solubilidad. La característica principal de los fertilizantes o productos para fertirrigación es la solubilidad⁴, esto para evitar problemas de obstrucciones por la presencia de impurezas (partículas sin disolver).

La solubilidad es una propiedad importante para seleccionar los fertilizantes a emplear, ya que indicaría la cantidad máxima que se puede mezclar en un volumen determinado de agua.

Para incorporar un fertilizante a un sistema de fertirrigación se debe preparar previamente una disolución concentrada, que es la que se inyecta al sistema. Es necesario conocer el grado de solubilidad del fertilizante, con el fin de saber la cantidad máxima que se puede añadir de éste a una determinada cantidad de agua.

Esta solución depende sobre todo de la temperatura del agua: a

⁴Medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra.

mayor temperatura corresponde mayor solubilidad.

Por otra parte, debe tomarse en cuenta que al disolver un sólido en agua se puede producir una reacción "endotérmica" ('dicho de un proceso que va acompañado de absorción de calor'). Esto produce un descenso de la temperatura de la solución y reduce la solubilidad del fertilizante, esto ocurre principalmente con nitrato de amonio y urea.

Por otro lado, también hay reacciones donde la temperatura se eleva, como ocurre con el cloruro de calcio.

En principio, quedan descartados aquellos fertilizantes que contienen aditivos para mejorar su conservación o hacer más lenta su liberación, siendo preferible los fertilizantes obtenidos por cristalización.

Pureza. Las impurezas en la solución fertilizante (ya sean del agua de riego [canal, pozo, arroyo o dren] o de los productos químicos aportados o por reacción entre ellos) pueden provocar taponamiento en los sistemas de riego, principalmente en emisores o goteros, en reguladores de presión, por lo que pueden reducir significativamente la eficacia del riego causando reducción en la producción de los cultivos. Por lo tanto, todos los fertilizantes usados en fertirriego deben tener un alto grado de pureza, como otra exigencia adicional.

Compatibilidad. La compatibilidad entre los fertilizantes y entre éstos y los iones⁵ en el agua de riego es un factor de suma importancia. Como norma general, por ejemplo, el ion sulfato y el ion fosfato son incompatibles con el calcio.

Salinidad. Otro aspecto es la concentración de sales, como uno de los criterios más importantes para juzgar la calidad del agua de riego.

Al disolver un fertilizante en el agua de riego se modifican algunas características químicas de ésta, aumenta su contenido salino y, por tanto, su conductividad eléctrica; por lo que en cada fertilizante se debe determinar la dosis óptima (gramos por litro) de fertilizante que se puede incorporar en el agua de riego.

Es importante mencionar que el uso de los fertilizantes será en función de las características químicas del agua y de la presencia de sales solubles en la solución del suelo, sin dejar de ser menos importante la tolerancia o sensibilidad de los cultivos. Por ejemplo, el cultivo de tomate es más tolerante a la presencia de alta concentración de cloruros (menor de 350 partes por millón), cuando es mayor a esta concentración se opta por otra fuente, como nitrato o sulfato de potasio.

Comportamiento de los fertilizantes en el suelo

Los fertilizantes nitrogenados contienen el nitrógeno bajo tres formas: nítrica, amoniacal, ureica o amidica⁶. La mayor forma de absorción de nitrógeno es la nítrica, ésta posee la desventaja de que no queda retenida en el complejo coloidal (por lo que se presenta dispersión de

⁵Partículas con carga eléctrica positiva (cationes) o negativa (aniones).

⁶De amida: compuesto orgánico.

partículas o macromoléculas en un medio continuo), en comparación con la forma amoniacal, que queda retenida eventualmente, para después transformarse a forma nítrica, ésta es la forma que mayormente se pierde a través de la lixiviación⁷.

Cuadro 1. Compatibilidad de los fertilizantes más usados en fertirrigación.

Fertilizantes	UAN-32	Urea	(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ NO ₃	KNO ₃	CaNO ₃	MgSO ₄	NH ₄ H ₂ PO ₄	KH ₂ PO ₄	H ₃ PO ₄	K ₂ SO ₄	KCl
UAN-32		+	+	+	+	+		+	+	+	C	C
Urea	+		+	+	+	+	+	+	+	+	C	C
Sulfato de amonio (NH ₄) ₂ SO ₄	C	+		C	C	+	+	+	+	+	C	C
Nitrato de amonio (NH ₄ NO ₃)	+	+	C		+	+	+	+	+	+	C	C
Nitrato de potasio (KNO ₃)	C	+	C	C		C		C	C	C	C	C
Nitrato de calcio (CaNO ₃)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Sulfato de magnesio (MgSO ₄)	C	C	C	C		C		+	+	+	C	+
Fosfato monoamónico (NH ₄ H ₂ PO ₄)	+	+	+	+	C	+	+		C	C	C	C
Fosfato monopotásico (KH ₂ PO ₄)	+	+	+	+	C	+	+		C	C	C	C
Acido fosfórico (H ₃ PO ₄)	+	+	+	+	C	+	+		C	C	C	C
Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)	C	C	C	C	C	+	C	C	C	C	C	C
Cloruro de potasio (KCl)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Donde + : se puede mezclar en el momento de su empleo. I: incompatible, no se puede mezclar. C: se puede mezclar.

⁷Proceso por el que los nutrientes y minerales son arrastrados del suelo por el paso del agua.

El fósforo y el potasio son retenidos por el complejo de cambio; sin embargo, al aplicarlos en fertirriego se saturan los sitios de intercambio (zona de mayor influencia del emisor) y se logra mayor movilidad y disponibilidad para los cultivos.

Dependiendo del tipo de suelo, los aportes de los elementos nutritivos se tienen que considerar; es decir, las dosis y frecuencia de fertilización serán determinadas por las características del suelo, ya que por ejemplo en suelos arenosos las pérdidas son mayores comparadas con una textura más fina.

Aspectos a considerar en la selección del fertilizante

Son varios los factores importantes que se deben considerar en la selección del fertilizante. Entre ellos están los aspectos agronómicos respuesta del cultivo, fuente del nutrimento, interacción con el agua, aspectos relacionados con el almacenamiento y los costos.

Fuentes de fertilizantes nitrogenadas

Nitrato de amonio. Esta fuente es la de mayor concentración (de 33.5 a 34%), de mayor solubilidad (mil 920 gramos por litro) y está libre de productos insolubles. Este fertilizante reduce la temperatura de la solución.

El nitrato de amonio contiene el 50% en forma nítrica y 50% en forma amoniacal, por su alto contenido de nitrógeno es uno de los productos más apropiados para fertirrigación. Tiene un efecto acidificante, por lo que baja el pH del agua.

Las soluciones madres de este producto se preparan en la proporción de una parte de fertilizante por dos de agua, por ejemplo, 50 kilogramos en 100 litros de agua.

Por la presencia del ion amonio, este fertilizante puede ser retenido por los coloides del suelo (minimizando las pérdidas por lavado del perfil del suelo) y es absorbido por la planta a medida que se transforma en ion nitrato mediante el proceso de la nitrificación realizado por las bacterias nitrificantes.

Sulfato de amonio. No presenta mucha solubilidad (720 gramos por litro a 20 OC), en comparación con el nitrato de amonio. Este fertilizante aporta nitrógeno en forma amoniacal, con 20.5%, y azufre, con 23%. Su uso en fertirriego es poco común.

Presenta efecto acidificante por la presencia de azufre, aprovechándose en situaciones de carencia de azufre.

Las soluciones madres se preparan con una proporción de 1 a 4, es decir, 25 kilogramos por cada 100 litros de agua.

Este fertilizante provoca aumentos de conductividad eléctrica extremadamente altos (además de mostrar una riqueza de nitrógeno no muy elevada), por lo que su empleo con aguas de riego salinas es poco aconsejable, sobre todo si son ricas en sulfatos.

Urea. Es un producto orgánico que tiene un contenido de nitrógeno de 46%, todo en forma ureica o amidica, misma que debe pasar a iones amonio y después a nitrato para ser absorbido por los cultivos. La solubilidad es de mil 33 gramos por litro a 20 °C, y reduce la temperatura de manera importante, igual que el nitrato de amonio.

La ventaja de este fertilizante es que no provoca aumento de salinidad en el agua, por lo que resulta apropiado su uso en aguas o suelos salinos.

Otra característica es que no acidifica el agua. Su empleo depende de condiciones de humedad, temperatura y tipo de suelo para que se produzcan las transformaciones a formas de absorción de nitrógeno, lo que ocurre de uno a tres días. La solución madre se prepara en una relación de 1 a 2, es decir, 50 kilogramos en 100 litros de agua.

La eficacia de este fertilizante depende muy estrechamente de las condiciones de aplicación, debido a su extremada solubilidad (riesgo de lavado) y a la posibilidad de volatilización de amoniaco cuando se aplica en superficie en suelos alcalinos.

Solución nitrogenada UAN-32. Esta solución está preparada con una mezcla de nitrato de amonio y de urea, aproximadamente al 50%. Tiene una densidad de 1.32 gramos por litro, así como una baja incidencia salinizante y su reacción es neutra o ligeramente alcalina.

Este fertilizante presenta el 25% de nitrógeno amoniacal, 25% nítrico y 50% ureico lo que da una gran flexibilidad de uso. La combinación de las tres formas de nitrógeno en la misma solución presenta ventajas indudables en determinados tipos de fertirrigación y suelos, pero resulta problemático el elevado contenido de nitrógeno ureico, cuya transformación en la forma nítrica puede ser algo lenta en el caso de riegos localizados. Esto es por las bajas temperaturas que limitan los cambios de las formas de nitrógeno a formas aprovechables.

Cuadro 2. Valores de pH y conductividad eléctrica (CE) al diluir diferentes concentraciones nitrogenadas de fertilizantes.

Concentración (g L-1*)	Nitrato de amonio		Urea		UAN-32	
	pH	CE	pH	CE	pH	CE
0.25	5.87	0.49	5.63	0.004	6.11	0.32
0.50	5.59	0.78	5.70	0.006	6.62	0.58
1.00	5.56	0.94	5.84	0.006	7.12	1.10
2.00	5.38	2.78	6.10	0.007	7.23	2.29

*Gramos por litro.

Fuentes de fertilizantes fosfóricos

Ácido fosfórico. Este producto se usa para la producción de la mayoría de los fertilizantes fosfatados, además, es el fertilizante líquido más usado en fertirriego.

Su concentración va de 58 a 65% de pentóxido de fósforo y una densidad de 1.65 gramos por centímetro cúbico. A parte de ser utilizado para aplicar fósforo también se utiliza como acidulante de la solución.

El inconveniente de este ácido es su difícil manejo, por lo que se deben tener grandes precauciones en su uso, tanto por el ácido y/o por la incompatibilidad del fósforo con otros fertilizantes que contengan calcio y magnesio, principalmente.

Fosfato monoamónico. El fosfato monoamónico soluble tiene una elevada riqueza de nutrimentos (12% de nitrógeno y 61% de pentóxido de fósforo), aunque un discreto grado de solubilidad (661 gramos por litro a 20 °C).

Es el fertilizante fosforado sólido más empleado en fertirrigación. Una solución de 0.5 gramos por litro en agua pura muestra una conductividad eléctrica (CE) de 0.45 decisiemens por metro, es decir, provoca incrementos bajos de CE.

Fosfato monopotásico. Su concentración es 52% pentóxido de fósforo y 34% de óxido de potasio; es un fertilizante con excelentes cualidades físico-químicas y nutrimentales, pero con un precio muy elevado.

Una solución de 0.5 gramos por litro presenta una conductividad eléctrica de 0.37 decisiemens por metro. Es un fertilizante que provoca incrementos bajos de conductividad eléctrica.

Polifosfato de amonio. Es un fertilizante líquido que se obtiene al reaccionar ácido fosfórico con amoniaco, cuyo producto contiene 10% de nitrógeno y 34% de pentóxido de fósforo. Es muy soluble y tiene capacidad de secuestrar micronutrimentos.

Fuentes de fertilizantes potásicos

Nitrato de potasio. Constituye la fuente más utilizada en fertirrigación, ya que, aporta 12% de nitrógeno y 45% de óxido de potasio, frecuentemente se cubren las necesidades de potasio con el uso exclusivo de este fertilizante.

Al preparar una solución de 0.5 gramos por litro en agua pura presenta una conductividad eléctrica de 0.69 decisiemens por metro, es decir, muestra incrementos de conductividad eléctrica relativamente elevados.

Aunque es totalmente soluble, el grado de solubilidad de este fertilizante es mucho más bajo (316 gramos por litro a 20 °C) que los observados en las fuentes anteriores.

Este fertilizante tiene reacción neutra e incorpora en forma de nitrógeno nítrico aproximadamente 1/3 del contenido de potasio, lo que es una proporción ideal para la absorción de este último nutriente.

Sulfato de potasio. Es la segunda fuente de nutrientes más utilizada, su concentración es 50% de óxido de potasio y 17% de azufre. La solubilidad es bastante baja, con 110 gramos por litro a 20 °C. Su empleo está dado principalmente por situaciones de carencia de azufre o por necesidades de potasio en el suelo, sin incrementos en el aporte de nitrógeno.

Para preparar una solución madre se usan 10 kilogramos de fertilizante en 100 litros de agua. Una solución de 0.5 gramos por litro muestra una conductividad de 0.88 decisiemens por metro, por lo que provoca aumentos de conductividad eléctrica altos, limitando su empleo en aguas de alta salinidad, sobre todo si en ellas predomina el ion sulfato.

Cloruro de potasio. Es un fertilizante barato y con una concentración mayor de óxido de potasio, con 60%, pero con el inconveniente de que aporta 47% de cloro.

Por la presencia de cloruros, el uso de este fertilizante queda restringido a aguas de buena calidad, con niveles de cloruros nulos o muy bajos. No se debe emplear en suelos con altas concentraciones de sales, principalmente cloruros, ya que puede ser tóxico para cultivos sensibles, como cítricos, uva y fresa.

Este fertilizante presenta un efecto más salino que nitrato de potasio y sulfato de potasio, ya que al preparar una solución de 0.5 gramos por litro muestra una conductividad eléctrica de 0.95 decisiemens por metro.

Cuadro 3. Valores de pH y conductividad eléctrica (CE) al diluir en diferentes concentraciones de fertilizantes fosforados y potásicos.

Concentración (g L-1)	H3PO4*		NH4H2PO4**		KNO3***		K2SO4****	
	pH	CE	pH	CE	pH	CE	pH	CE
0.25	3.22	0.48	5.34	0.21	6.55	0.32	3.00	0.50
0.50	2.92	0.84	5.04	0.42	6.63	0.76	2.81	0.95
1.00	2.70	1.47	4.94	0.80	7.14	1.41	2.62	1.67
2.00	2.51	2.43	4.72	1.57	7.47	2.58	2.44	2.74

*Ácido fosfórico. **Fosfato monoamónico. ***Nitrato de potasio. ****Sulfato de potasio.

Fuentes de fertilizantes que aportan calcio

Nitrato de calcio. Es un fertilizante muy empleado en fertirrigación. Al aplicar esta fuente se aporta 15% de nitrógeno y 19% de calcio. Al usarse en aguas que aportan calcio, en ocasiones resulta beneficioso ante excesos relativos de sodio, siendo una ventaja para prevenir la degradación de la estructura del suelo.

Este fertilizante contrarresta los efectos antagónicos de magnesio; también se utiliza para prevenir fisiopatías ocasionadas por deficiencia cálcica, como el "*blossom end root*" ('podrición apical') de tomates, pimientos y melones. Una pequeña parte de nitrógeno (1%) está en forma amoniacal, y 14% en forma nítrica. Al pesar 0.5 gramos por litro presenta una conductividad eléctrica de 0.60 decisiemens por metro.

Sulfato de calcio (yeso agrícola). Esta fuente de calcio proporciona 21% de calcio y 16% de azufre; es una opción en un momento del ciclo del cultivo que no se requiera de la aportación de nitrógeno; además, es importante su aplicación en suelos donde predominen las concentraciones de sodio. Para el empleo de este fertilizante se deben considerar aguas que contengan sulfatos.

El yeso agrícola es una fuente barata de calcio, su solubilidad depende del tamaño de las partículas; para su aplicación se requiere de equipo especial.

Fuentes de fertilizantes que aportan magnesio

Sulfato de magnesio. Este fertilizante contiene 9% de magnesio y 13% de azufre. Esta fuente es la más usada en fertirriego ante situaciones de carencia de magnesio. Su solubilidad es de 700 gramos por litro de agua a 20 °C. Su empleo queda condicionado a aguas que contengan sulfatos, por lo que se tiene que optar por nitrato de magnesio.

Nitrato de magnesio. Fertilizante que contiene 11% de nitrógeno en forma nítrica y 9.5% de magnesio. Se emplea en suelos con carencia de magnesio; por la presencia de nitratos es de rápida absorción. Una solución de 0.5 gramos por litro presenta una conductividad eléctrica de 0.44 decisiemens por metro.

El Nitrato de magnesio muestra incrementos de conductividad eléctrica bajos. Se recomienda su empleo cuando el agua de riego presente altos contenidos de sulfatos.

Época o distribución en el tiempo de la fertilización

La distribución de los nutrimentos a lo largo del desarrollo del cultivo es fundamental, tanto para satisfacer las necesidades en los periodos de mayor exigencia (mayor demanda nutrimental) como para la eficacia de la fertilización y, lo que es más importante, para reducir el lavado de los nutrimentos, especialmente nitrógeno en forma de nitratos (lixiviación), lo que llega a contaminar los mantos acuíferos.

Las extracciones del cultivo son muy variables, lo que depende de

las condiciones del cultivo (clima, suelo y temperatura) y de las variedades que se utilicen.

Por lo anterior, es importante considerar la variedad, hábito de crecimiento (determinado e indeterminado), el suministro oportuno y las dosis adecuadas en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Herramientas para ajustar o modificar los programas de fertirrigación

Apoyo de análisis de suelo. Conocer la capacidad de suministro (nivel de los elementos nutritivos) en el suelo es de vital importancia para realizar un plan de manejo y uso de los fertilizantes solubles. Antes del establecimiento del cultivo en campo es necesario conocer las características físicas (textura del suelo) y químicas (pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de materia orgánica).

Extracto saturado del suelo (solución del suelo). El extracto de saturación del suelo (solución del suelo) proporciona información de la disponibilidad real de los nutrientes en la solución del suelo para la planta.

Después de establecido el cultivo es necesario realizar muestreos periódicos durante las etapas del cultivo para conocer las concentraciones de sales solubles.

En la solución del suelo se encuentran tanto iones nutritivos como nocivos para los cultivos, que en un momento determinado pueden perjudicar el crecimiento normal de las plantas, por lo que resulta sumamente importante monitorear la concentración de los iones y reponer y/o ajustar el programa de fertirriego para reponer los elementos nutritivos que faltaran.

Extractores de la solución del suelo. La instalación y el uso de extractores de la solución del suelo en campo después de establecido el cultivo permite conocer de manera inmediata parámetros como pH, conductividad eléctrica, sodio, potasio y nitratos medidos en campo, para poder modificar y/o ajustar el programa de fertilización. Ver Figuras 1 y 2.

Análisis de tejido vegetal. La fertirrigación, en combinación con el análisis periódico de la solución del suelo y tejido vegetal, permite tener un control de las cantidades y momentos oportunos de la aplicación de fertilizantes, dependiendo de las necesidades de nutrientes del cultivo, a través de sus diferentes etapas fenológicas.



Figura 1. Extractor de la solución del suelo.



Figura 2. Equipos para determinar pH, conductividad eléctrica, potasio y nitratos en la solución del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arciniega, R. J. 1999. Fertilizantes usados en fertirrigación. II Curso Nacional de Fertirrigación. Culiacán, Sinaloa, México.
- Domínguez, V. A. 1993. Fertirrigación. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Pizarro, F. 1990. Riego localizados de alta frecuencia. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España.
- García, S. J. A. 2001. Fertirrigación nitrogenada por etapas de desarrollo del tomate y su efecto de absorción nutricional, producción y calidad de fruto. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Cadahía, L. C. 1998. Fertirrigación en cultivos Hortícola y Ornamentales. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España.

Importancia de la ventana fitosanitaria en Sinaloa

José Antonio Garzón Tizado¹

INTRODUCCIÓN

El término ventana fitosanitaria es el nombre común que se le da a una estrategia integral para el manejo y control de enfermedades causadas por virus u otro tipo de organismos que sean diseminados por insectos.

Esta tecnología tiene por objeto reducir la cantidad del patógeno², así como las poblaciones de su vector³ al mínimo posible en la zona donde se aplique.

Para que lo anterior sea posible, la ventana fitosanitaria debe ser acompañada por el uso de semilla y plántula libres de patógenos antes de salir al campo, un monitoreo de las poblaciones de insectos vectores y de la incidencia de enfermedades en la planta, para concluir con una aplicación adecuada de insecticidas en el momento y lugar adecuados de la planta, y con el empleo de un equipo de aplicación en buenas condiciones. Ver Figura 1.

En Sinaloa, durante el ciclo agrícola 2005-2006 se presentó una “epifitía” (‘epidemia’) causada por el Virus del Chino Amarillo del Tomate (TYLCV, por sus siglas en inglés), transmitido por la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), con daños al cultivo del 30% en la producción

¹ Facultad de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

² Organismo que ataca a otro organismo vivo y es capaz de causarle una enfermedad.

³ Agente, que puede ser un insecto, capaz de transferir un patógeno de un organismo a otro.

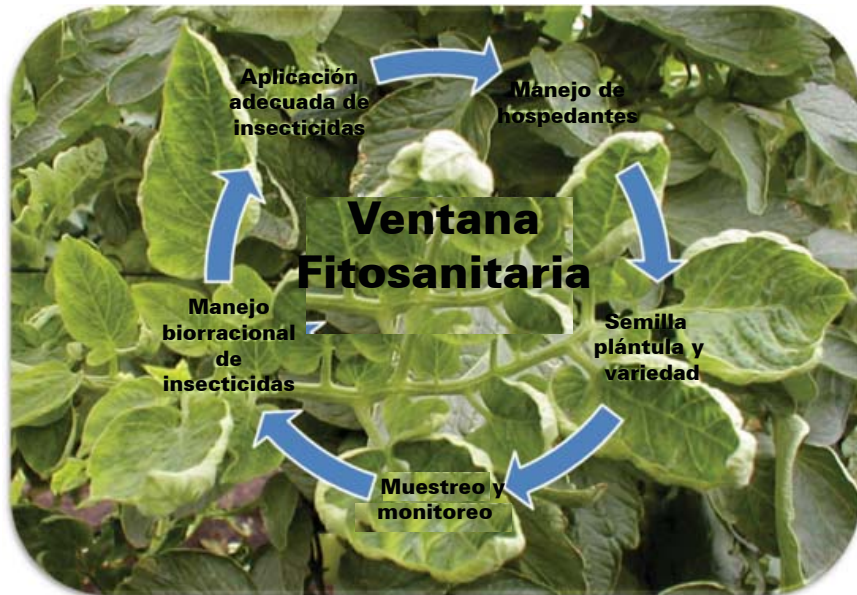


Figura 1. Actividades que deben acompañar a la ventana fitosanitaria para una reducción de la cantidad de patógenos en cultivos.

general de ese ciclo, y pérdidas cercanas a los 300 millones de dólares. Esto no sólo repercutió a nivel estatal sino que impactó los índices inflacionarios de la economía nacional, ya que el tomate se encuentra dentro de la canasta básica y al dispararse los precios de esta hortaliza por la escasez del producto se presentó un incremento de la inflación durante el invierno de ese ciclo agrícola.

Lo anterior generó una preocupación regional y nacional que culminó con el establecimiento de una estrategia denominada ventana fitosanitaria, que permitió que en los últimos tres ciclos agrícolas los daños al cultivo del tomate sean menores al 2% cada año, lo que es un indicador de la eficacia de esta tecnología cuando se realiza en forma responsable.

A continuación se describen algunos elementos fundamentales de la ventana fitosanitaria.

Factores de impacto en el desarrollo de epidemias

En un país tropical como México se ha discutido la importancia de tres factores que al presentarse juntos provocan resultados desastrosos para la horticultura nacional: uso de híbridos o variedades susceptibles, desplazamiento de fechas de siembra e incremento de la temperatura en la tierra.

Esto ha propiciado un incremento explosivo en la población de vectores de patógenos y su disponibilidad de inóculo⁴ durante el desarro-

⁴Sustancia, generalmente un patógeno, que se introduce a un organismo.

llo del cultivo, así como ciertos cambios rápidos en el comportamiento de los vectores y de los patógenos a través de los últimos años, lo que se pone de manifiesto por la aparición de nuevos biotipos⁵ de insectos (como *Bemisia tabaci* biotipos B o Q), la adaptación de *Bactericera cockerelli* (vector de fitoplasmas⁶ en tomate y papa en México) a climas más calientes que los reportados inicialmente para su desarrollo, o por la presencia de nuevos virus o variantes de éstos, como es el caso de geminivirus⁷ o tospovirus⁸ y de fitoplasmas en cultivos como tomate, chile y tomatillo.

Varietades o híbridos. En México, el inicio del estudio de los patógenos mencionados arriba coincide con la tecnificación de la horticultura nacional, empezando por el uso de variedades mejoradas hasta la llegada de híbridos al mercado de las semillas, que se caracterizan por ser precoces, de altos rendimientos y de excelente apariencia de anaquel, propiedades necesarias para satisfacer las exigencias de los mercados de exportación; aunque generalmente son susceptibles a enfermedades causadas por estos patógenos, sobre todo en nuestro país, debido a que hasta la fecha los nuevos materiales son generados fuera de México, aunque ya se han notado esfuerzos de las empresas semilleras por satisfacer las necesidades específicas de la nación en este aspecto.

Alimento (plantas hospedantes). La oportunidad comercial de las hortalizas hacia algunos mercados internacionales (como Estados Unidos) y el incremento del consumo de éstas en México ha ocasionado, primero, el aumento de la superficie sembrada en cultivos como chile, que casi se ha triplicado en los últimos 20 años y, segundo, el desfaseamiento indiscriminado de las fechas de siembra y cosecha, por la búsqueda de mejores precios en los productos (ventanas de mercado).

También habrá que agregar lo relacionado con aquellos cultivos infectados por patógenos (e infestados de vectores de éstos) que dejan de ser manejados por el productor, que se les conoce como socas, y que representan el foco de infección más importante en la diseminación de enfermedades.

Estas socas han mejorado sustancialmente la disponibilidad de alimento para los insectos vectores y el potencial de inóculo para las etapas siguientes de siembra, en fechas que normalmente coinciden con las mejores condiciones climáticas para el incremento de las poblaciones del vector. En este caso, el valor de las plantas arvenses como hospedantes del patógeno o del vector sólo son importantes cuando crecen intensivamente en una región, como es el caso de la correhuela

⁵Forma típica de animal o planta que puede considerarse modelo de su especie, variedad o raza.

⁶Parásitos de las plantas que sobreviven al interior de éstas.

⁷Virus que causan daño a los vegetales.

⁸Organismo que provoca la enfermedad del virus de la marchitez manchada del tomate.

(*Convolvulus* spp.) en el sur de Sonora y norte de Sinaloa, o la mostacilla en San Quintín, Baja California. Cuando estas plantas arvenses crecen intercaladas con otras especies en montes sólo son importantes como reservorios de virus o fitoplasmas y su papel se limita a ser fuentes de inóculo primario para el inicio de la enfermedad, que puede ser desde la generación de las plántulas en invernadero.

Clima. Indudablemente, éste es el factor más importante en el desarrollo de las enfermedades de tipo viral o asociadas a fitoplasmas. Hay que considerar que tanto el insecto como la planta obtienen de la temperatura la mayor parte de la energía para su desarrollo, y la lluvia es un elemento que afecta negativamente a las poblaciones del insecto.

En los últimos años se ha mencionado que la temperatura en forma general se ha incrementado entre 2 °C y 3 °C, lo que implica que los insectos se desarrollan a mayor velocidad, lo que trae como consecuencia que se incrementen de dos a tres generaciones por año; sin embargo, el crecimiento poblacional (por ser exponencial) manifiesta un incremento más acelerado, a niveles que quedan fuera del alcance de cualquier tipo de control, sobre todo del químico, que es el más usado por la tecnología actual.

Micro-coevolución de vectores y patógenos. Este término, que quizás no sea el más adecuado, se empleará para explicar la forma en que tanto el insecto vector como los patógenos son capaces de adaptarse al medio en pocos años, modificando su comportamiento hacia una mayor capacidad de sobrevivencia. Como ejemplo, se mencionará el caso de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

La mosquita blanca, a partir de su forma silvestre en la década de 1980 cambió en su forma de comportamiento alimenticio, lo que dio lugar al biotipo B o *B. argentifolii*, que tiene una mayor capacidad de succión de savia de las plantas, con lo que induce un color plateado en hojas de calabacita (*Cucurbita* spp.).

Sobre este mismo insecto se tiene el caso del recientemente descrito biotipo Q, que presenta mayor prevalencia en países del Mediterráneo, como España e Israel, en donde el biotipo B ha coevolucionado en pocos años hacia una mayor capacidad para resistir a insecticidas como el Piriproxifen y aquéllos que pertenecen al grupo de los "Neonicotinoides" ('clase de insecticidas que tenían su origen en la molécula de la nicotina'), dando lugar al biotipo Q, detectado en América (Arizona, Estados Unidos) en diciembre de 2004. Para el 12 de diciembre de 2005 este biotipo se había reportado en 17 estados estadounidenses. En México aún no se ha ubicado.

En lo que se refiere a los patógenos, desde hace más de 30 años se mencionó en México la presencia de la enfermedad punta morada de la papa, asociada a la presencia de dos diferentes fitoplasmas y de organismos de tipo bacteria en este cultivo. En 1984 se reportó la enfermedad permanente del tomate en Guanajuato y, recientemente,

este grupo de patógenos ya se ha detectado en cultivos de tomatillo y chile en diferentes entidades del país.

Estudios moleculares indican que estos patógenos están relacionados entre sí y que posiblemente tengan su origen en un tronco común, modificando algunos elementos genéticos para contar con un mayor número de plantas hospedantes, ya que se ha confirmado que algunos de estos fitoplasmas u organismos tipo bacteria se transmiten a cultivos de papa y tomate por *B. cockerelli*.

La forma tan acelerada de estos organismos de adaptarse al medio, muy posiblemente está relacionada con los factores clima, planta y manejo del cultivo.

Diseminación de vectores y patógenos. Éste es uno de los aspectos que definen los límites de cada región. En el manejo de una enfermedad existen tres puntos importantes: el manejo del inóculo del patógeno, las poblaciones del vector y el manejo del vector.

Se ha mencionado que algunos insectos como la mosquita blanca puede volar hasta dos horas por día, si éste es el caso, la velocidad y orientación de los vientos proporcionan una idea de la distancia que pueden recorrer los vectores; esto quiere decir que si se tienen vientos de 20 kilómetros por hora el insecto podrá recorrer (por acarreo del viento) hasta 40 kilómetros diarios, de ahí la importancia de tener un conocimiento preciso de los vientos por región.

Sin embargo, existen insectos vectores de patógenos, como *B. cockerelli*, que tiene la capacidad de recorrer distancias mayores, de tal manera que le permiten situarse en diferentes regiones de un ciclo a otro, según las condiciones climáticas.

Propuesta de manejo. Como ya se ha mencionado, en México las epidemias causadas por virus o fitoplasmas han estado relacionadas con poblaciones explosivas de insectos vectores y con altos potenciales de inóculo de los patógenos, generalmente derivados de la permanencia de socas en campo, siembras fuera de época (ya sea del mismo cultivo o de otros igualmente susceptibles) y por la susceptibilidad de las variedades, así como por el inadecuado manejo de vectores.

Esto ha generado la implementación de la ventana fitosanitaria, que es un sinónimo de manejo integrado (tema principal de este documento) sobre el que se describen los 10 puntos más importantes.

En realidad, son más de 10 los factores que se deben atender para diseñar un manejo integrado de una enfermedad, sin embargo, en 25 años de análisis de investigaciones a diferentes niveles se ha considerado que 10 son los que se deben atender para aspirar a un buen manejo regional.

En estos 10 puntos existen tres niveles importantes en la toma de decisiones para el buen manejo de enfermedades: el manejo del cultivo, que es responsabilidad del agricultor; la presencia de socas o cultivos fuera de épocas, que es responsabilidad de las instancias sanitarias

locales; y la programación de cultivos durante el año, responsabilidad de los gobiernos estatales o instituciones federales.

A continuación se describe cada uno de los 10 puntos.

1. Organización de productores. El manejo de las enfermedades requiere de la integración y la participación de los tres niveles (manejo del cultivo, presencia de socas o cultivos fuera de épocas y programación de cultivos durante el año) para poder diseñar programas específicos para el manejo de una determinada enfermedad viral o fitoplásmica en cierto(s) cultivo(s) e impactar en la prevención de poblaciones de insectos vectores y reducción del potencial de inóculo, así como en el manejo adecuado del cultivo.

Hay estados como Sinaloa en donde existen organizaciones ejemplares de productores de hortalizas en muchos aspectos, pero carentes de programas específicos para el manejo de estas enfermedades, que en diferentes ciclos hortícolas (como el actual) han puesto en riesgo la producción hortícola, dando entrada a que con facilidad se implementen programas estatales sin prever el impacto que esto tendría en el siguiente ciclo hortícola, sin que exista algún control de inconcientes productores que en forma reiterativa violan fechas de trasplante o dejan cultivos sin el manejo de vectores, provocado epidemias virales, como la del ciclo 2005-2006, una de las peores de que se tenga memoria para Sinaloa en el cultivo del tomate.

Existen otros estados, como Sonora, donde se autorizó la siembra de algodón en forma simultánea a la de soya pero que a diferencia de nuestro estado implementaron estrategias como la de retrasar el inicio de siembras de hortalizas, lo que marcó un precedente de la integración regional de los diferentes niveles de toma de decisiones en esa entidad.

Por lo anterior, se ha definido que en la actualidad, en un país tropical como México, donde no se tienen cambios drásticos de clima y prácticamente se pueden cultivar plantas durante todo el año, el inicio del manejo de una enfermedad donde interviene un insecto vector empieza por la organización de los productores.

2. Programación de cultivos y eliminación de hospedantes. La programación de cultivos durante el año generalmente está en función del tiempo fisiológico de desarrollo del insecto y/o de las condiciones que favorecen su desarrollo y/o de las migraciones de región a región del vector.

Por ejemplo, en Sinaloa es importante contar con al menos una ventana fitosanitaria de 90 días entre junio y agosto libre de cultivos hospedantes de mosquita blanca y de geminivirus, ya que de mayo a junio de cada año se ha observado (por estudios de dinámica poblacional) que se presentan las mejores condiciones climáticas (temperatura y humedad) para el mejor desarrollo de este vector de virus.

En el caso de Coahuila y Nuevo León, las migraciones de

Bactericera cockerelli en abril y mayo (procedentes de la región hortícola de Linares y Montemorelos, Nuevo León) son determinantes para el inicio de la enfermedad punta morada de la papa.

En otro caso, en Sayula, Jalisco, las siembras tempranas de chile en febrero de 2003 incrementaron el potencial de inóculo del virus huasteco del chile, con pérdidas del 60% de la producción en cultivos de tomate, y casi del 80% en chiles.

Finalmente, otro ejemplo se tiene en San Quintín, Baja California, en donde la eliminación de la planta arvense mostacilla, al menos en áreas aledañas al cultivo del tomate, redujo en 85% el daño por el virus de la marchitez manchada del tomate.

3. Fechas de siembra. De acuerdo a la información anterior, ha sido posible definir fechas de siembra con base al problema que han ocasionado patógenos en determinados periodos; así, en Sinaloa se recomienda iniciar las fechas de trasplante a partir del 20 de agosto; en Coahuila y Nuevo León, las siembras de papa se sugieren a partir de finales de abril. Al seguir estas indicaciones se garantiza que el problema de enfermedades se reducirá, desde luego en combinación con otros elementos que se analizan a continuación.

4. Variedades resistentes. En el ciclo agrícola 2002-2003 en La Cruz, Elota, Sinaloa, se tuvo otra epidemia por un virus al que tentativamente se le denominó mosaico clorótico del chile dulce. En esa temporada, los productores perdieron el 30% de la producción en la primera etapa de trasplante, por lo que en forma inmediata se tomaron medidas para detener el problema, que como información adicional, se había originado por una soca de chile ancho que se dejó de un ciclo para otro.

Para el ciclo 2003-2004 ya se habían detectado algunos pocos híbridos de chile bell con resistencia a este virus dentro de los híbridos experimentales y comerciales de las diferentes empresas semilleras. Estos híbridos fueron adoptados inmediatamente por los productores y en conjunto con algunos aspectos de los aquí descritos, se implementaron estrategias de manejo en base a la resistencia genética, reduciendo hasta la fecha la incidencia y el daño causado por el mosaico clorótico del chile dulce.

5. Diagnóstico de enfermedades. El diagnóstico preciso y oportuno de este tipo de patógenos da mayores opciones al productor para resolver problemas de enfermedades.

Recientemente, en el ciclo 2005-2006 en Santiago Ixcuintla, Nayarit, se diagnosticó la presencia de *B. Cockerelli* en tomate, así como de la enfermedad permanente del tomate, asociada a un fitoplasma; los productores iniciaron las aplicaciones masivas de abamectina sin que lograran detener el problema, posteriormente se realizó un diagnóstico preciso en un laboratorio de reconocida experiencia y se diagnosticó un problema de geminivirus causado por el virus huasteco del chile, que es transmitido por *Bemisia* spp. y que, por el contrario, requiere

un insecticida diferente al que se aplicó. En el tiempo que perdieron los productores para realizar el diagnóstico real se dañaron más de 250 hectáreas de tomate, que fueron trasplantadas en fechas tempranas a las acostumbradas en esa región.

6. Manejo del cultivo

a) Semilla. En cualquier tipo de hortaliza de que se trate, ya sea papa con semilla vegetativa, chile o tomate con semilla botánica, se debe asegurar su excelente sanidad, sobre todo que esté libre de contaminación con patógenos.

Algunos virus de los que se ha demostrado su transmisión por semilla son el Virus Jaspeado del Tabaco (TEV, por sus siglas en inglés), Virus Mosaico del Pepino (CMV, por sus siglas en inglés) y el Virus Mosaico del Tabaco (TMV, por sus siglas en inglés).

En algunos laboratorios donde se realizan análisis de la semilla para detectar virus se ha detectado que aún en semillas obtenidas por los propios productores (cosechadas de los híbridos originales) niveles de contaminación de hasta 50%, lo que no significa que en esa proporción el virus se transmita a la planta, pero el riesgo de contar con la fuente de inóculo primario en el campo es muy elevado.

b) Invernadero (plántula). De poco sirve cuidar la sanidad de la semilla o prohibir fumar dentro de los invernaderos si éstos no están protegidos herméticamente con mallas antiáfidos de calibre adecuado (40 X 20 ó 40 X 40), además del cuidado de las puertas y el control de vectores durante el desarrollo de la plántula.

Generalmente, las plántulas infectadas en invernadero se detectan en campo con síntomas en las primeras hojas, antes de la sexta en tomates, y en la novena en chiles, en ambos cultivos los problemas se localizan en la parte inferior de la primera bifurcación u horqueta.

c) Saneamiento en campo. En cultivos como la papa, una práctica que debe de ser común es la eliminación de plantas con síntomas de virus o fitoplasmas antes de los 30 días de brotado el tubérculo en el campo, ya que la diseminación de estos patógenos por vectores se manifiesta a partir de los 45 días de haber brotado, que coincide con la tuberización de la planta.

En el caso de cultivos como chile o tomate el mejor parámetro es la eliminación de plantas con síntomas evidentes de virus hasta antes de la cuarta flor, considerando que cada bifurcación es un estrato floral.

7. Muestreo y monitoreo (vectores-enfermedad). Ésta es la fase obligada que antecede al control del vector. Se recomiendan tres tipos de muestreo y monitoreo:

a) Monitoreo de migraciones. Se realiza al colocar trampas de color amarillo (generalmente pegajosas) en la orilla del lote de siembra, una por cada punto cardinal o preferentemente por donde dominan los vientos, y dos más en el centro.

b) Monitoreo de la colonización de vectores, si es que el vector se

hospeda en el cultivo. Éste se deberá realizar directamente sobre las hojas de la planta, generalmente por donde se detecta la mayor presencia del vector, en las trampas amarillas.

c) Muestreo con la red entomológica⁹. Se recomienda realizar 15 redazos por cada sitio muestreado, que coincidirán con la colocación de las trampas. Se efectuarán dos veces por semana.

En cuanto a la enfermedad, se deberá estimar la incidencia de ésta una vez por semana, haciendo la estimación en cuatro sitios en el sentido del viento, analizando la enfermedad en 100 plantas por cada sitio muestreado. Un parámetro para estimar el daño es considerar una incidencia hasta del 5% hasta la primera flor, 10% acumulado en la segunda flor, y así sucesivamente.

8. Control del vector. Éste puede realizarse por medio del control biológico, químico, botánico o biorracional y la especie del vector, así como su población, previo monitoreo del vector es la base para tomar la decisión de qué producto, dosis y sitio exacto de aplicación.

a) Control biológico. Generalmente se recomienda como apoyo al control natural y está dirigido a sitios naturales, como montes o canales, en donde crecen diferentes especies de plantas y no se realiza control. Sólo se sugiere en cultivos donde se usen insecticidas o fungicidas, ya que dentro del control biológico se tienen depredadores (*Hippodamia convergen*, *Chrysoperla* spp., *Geocoris* sp.), parasitoides (*Tamarixia triozae*) y entomopatógenos¹⁰ (*Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* o *Verticillium lecanii*).

b) Productos biorracionales. Se sugiere el uso de detergentes.

c) Reguladores de crecimiento. Se recomiendan los productos Snack y Oberon.

d) Productos botánicos. Se aconseja usar azadiractina, contenida en nim, y extracto de ajo.

e) Aceites. Aceites minerales para uso agrícola.

f) Control químico. Por ser el método más empleado y por inducir la generación de resistencia en los insectos deberá de manejarse bajo el esquema de grupos toxicológicos y tecnología de aplicación, dirigido hacia el control de migraciones y colonización, lo que deberá de quedar establecido en el siguiente punto, que es la capacitación técnica de la forma de manejarse.

9. Capacitación. Ésta deberá ser dinámica y estará enfocada hacia la capacitación técnica del esquema que aquí se describe, con énfasis en lo que se refiere al muestreo, monitoreo, manejo de insecticidas y tecnología de aplicación de éstos. Cada año deberá de realizarse una evaluación de los técnicos, con la finalidad de conocer sus deficiencias, y sobre éstas enfocar la capacitación del siguiente año, además de incluir aspectos relevantes, como un resultado de la investigación.

⁹Relativo a los insectos.

¹⁰Organismos causantes de enfermedades en los insectos.

10. Reglamentación regional. Finalmente, esta fase incluye principalmente los elementos que están fuera del control del productor, como son fechas de siembra, eliminación de socas, control biológico en montes o canales de riego, monitoreo regional de insectos vectores y patógenos, y la programación regional de cultivos.

Como comentario final es importante mencionar que en cada región se deberá de ajustar el esquema de manejo de acuerdo a sus características; por ejemplo, en cultivos de temporal, como en el caso de la papa en algunas regiones del país, las fechas de siembra están definidas por el inicio de las lluvias, por lo que en este caso este punto no aplica.

Por otro lado, los argumentos de la implementación de esta tecnología deberán de estar basados en resultados de la investigación, de los que algunos son universales, como es el caso del virus o fitoplasma y su vector, pero otros se tendrán que estudiar en la región, de ahí la importancia de mantener proyectos de investigación que despejen dudas y que se anticipen a los cambios que los organismos involucrados experimentan en forma dinámica.

