

Caso 5. Programa-MIP de Espárrago en Chavimochic, Perú

Identificación y Caracterización del problema.

En la Costa de La Libertad, al norte del Perú, se encuentra la irrigación Chavimochic. Se trata de un desierto transformado en zona agrícola de alta tecnología de producción, donde se practica el riego presurizado, principalmente por goteo. Es un agroecosistema que está en proceso de formación, donde no existe un desarrollo histórico de estabilidad biológica; por lo que es relativamente común la aparición de nuevas plagas como resultado de la migración de otros lugares. Muchos de los agentes de control biológico que se encuentran también son el resultado de migraciones naturales. Todos los cultivos son de exportación, destacándose el espárrago, los paltos, pimientos, y otros cultivos en menor escala o en proceso de desarrollo. Son propiedades de mediana (cientos de ha) a grandes extensiones (miles de ha), cuyos propietarios están organizados en la Asociación de Agricultores Agroexportadores Propietarios de Terrenos de Chavimochic (APTCH). Entre los años 1999 y 2000, los productores de espárrago afrontaban una crisis económica derivada de dos factores, los altos costos de protección del cultivo (alrededor de USA\$ 1,200/ha/año) contra plagas y la reducción de los precios del espárrago para los productores (de USA\$ 1.20 a 0.60/kg), por la incursión de China en el mercado internacional. La mayoría de las empresas contaban con personal propio para las labores de control de plagas y enfermedades. Dada la crisis, la APTCH decidió afrontar el problema de control de plagas y los altos costos sanitarios en forma corporativa. Para ello, constituyó un Comité de Sanidad, integrado por los gerentes de producción de los fundos, que decidieron desarrollar un programa MIP para el espárrago. Se contrató un pequeño grupo de profesionales, que formaron un Comité Técnico de Sanidad, encargado de facilitar la ejecución del programa MIP y un asesor para analizar la situación, diseñar la estrategia y supervisar la ejecución del programa MIP.

La situación fitosanitaria en el verano del 2001, era realmente crítica. Las poblaciones de las plagas y sus daños eran abrumadores; entre las plagas principales estaban la mosquilla de los brotes, *Prodiplosis longifila* y la mosca blanca, *Bemisia argentifolii*; los gusano del follaje, *Spodoptera ochrea* y *Pseudoplusia includens*, y el gusano perforador *Heliothis virescens*. Para controlar estas plagas se hacía uso excesivo de insecticidas. Considerando solamente a la mosquilla del brote, se empleaban dos aplicaciones de metamidofos para proteger el primer brote del espárrago y de dos a cinco aplicaciones adicionales para el segundo brote. Había síntomas claros de desarrollo de resistencia, requiriéndose dosis mayores y aplicaciones más frecuentes de insecticidas. En total, los productores empleaban alrededor de USA\$ 1,200.00/ha/año para combatir las plagas. Con los riesgos de que quedaran residuos de insecticidas, inaceptables por los países por los países importadores.

El Cultivo. A diferencia de otras zonas productoras de espárrago en el mundo, donde hay un solo período de cosecha durante la primavera; en Chavimochic, el espárrago se cosecha dos veces al año y en forma escalonada; de modo que durante todo año hay campos en distintos estados de desarrollo, desde brotamiento hasta cosecha. En cada ciclo, el cultivo pasa por las etapas fenológicas de brotamiento, rameado, apertura, floración, fructificación, y maduración. Luego sigue el agoste y la cosecha. El período entre el brotamiento, rameado y apertura de filóclados/apertura floral, toma 6 semanas en verano y 9 semanas en invierno. En muchos casos, puede darse un segundo ciclo de desarrollo antes del agoste y la cosecha. Al primer ciclo se le llama "primer brote" y al segundo, "segundo brote". En cada uno de los brotes, el follaje maduro produce los fotosintatos que se almacenan en las raíces reservantes y en el rizoma. Este material de reserva es utilizado por la planta para el desarrollo de los turiones, que son objetos de la cosecha. Un desarrollo vigoroso del primer brote, puede hacer innecesario el segundo brote. Esto está relacionado con el manejo del cultivo y la época del año. Todas las etapas del cultivo están sometidas a un seguimiento de su desarrollo; desde el número de yemas que presenta el rizoma antes del brote, la duración del período de cosecha, en función del diámetro de los turiones, o el corte del follaje o "chapodo", una vez que el follaje ha madurado.

Se trata de un monocultivo que abarca alrededor de 11,000 hectáreas. La mayoría dedicada a la producción de “espárrago blanco” (60%), y el resto al “espárrago verde”.

Las plagas claves. Se identificaron tres plagas claves. La mosquilla de los brotes, la mosca blanca y los noctuidos (representados por los gusanos del follaje *Spodoptera ochrea* Hamp. y *Pseudoplusia includens* (Walker), y el barrenador *Heliothis virescens* (Fabricius)). También se presentan otras especies de Noctuidos como *Spodoptera eridania* (Cramer), *S. frugiperda* (J.E. Smith), *S. latifascia* (Walker) y varias especies de gusanos de tierra (*Agrotis subterranea* Fabr., *A. ipsilon* (Hufnagel) *A. bilitura* Walker; *Agrotisia* sp. y *Melipotis* sp.). Entre otras especies está el gusano medidor *Oxydia vesulia* (Cramer) (Geometridae), el minador de tallos, *Marmara* sp. (Gracillariidae), el trips *Thrips tabaci* Lindeman, la cochinilla harinosa *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), la araña roja, *Tetranychus cinnabarinus* (Bois.) y, raramente, pulgones (*Myzodes persicae* (Sulzer), *Aphis gossypii* Glover y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)).

Prodiplosis o “mosquilla del brote”, *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) (foto 13-5: 1 y 2). Es una plaga polífaga de amplia distribución neotropical que se ha adaptado muy bien al cultivo del espárrago en Chavimochic. Allí encuentra condiciones favorables de cultivo y de temperatura. Los adultos tienen las características típicas de las moscas cecidomidas, de aspecto frágil, patas y antenas alargadas, que suelen ocultarse durante el día, a la sombra, protegidos del viento y favorecidos por condiciones de humedad. Las hembras viven 4 a 6 días, no se alimentan, y ovipositan en los brotes, debajo de las brácteas. Las larvas son musciformes, casi transparentes se vuelven blanco cremosas, y se desarrollan ocultas en el brote en un medio relativamente húmedo. El desarrollo de huevo a adulto toma 9 a 11 días en verano y 19 a 21 días en invierno. Las larvas provocan la distorsión de los brotes, incluyendo los turiones del espárrago verde que se deforman y pierden valor comercial. Las larvas maduras, de color amarillento, caen al suelo donde empupan superficialmente, quedando protegidas con gránulos de tierra. Los terrenos arenosos de la irrigación facilitan el empupamiento pero, al mismo tiempo, las altas temperaturas de la arena durante el verano producen una mortalidad que puede llegar hasta el 40%. Esta plaga carece de enemigos naturales eficientes. Existe un parasitoide, *Synopeas* sp. (Platygasteridae) cuyo parasitismo difícilmente sobrepasa el 20 por ciento (foto 13-5: 3). En cuanto a los predadores, se supone que chinches miridos y anthocoridos, así como larvas de *Chrysoperla* spp puedan ejercer alguna acción contra larvas de la mosquilla. En otros cultivos, se atribuye un rol importante a los predadores que viven en el suelo y que pueden preda las larvas que caen al suelo para empupar. Desafortunadamente, en el cultivo del espárrago, las labores de aporque y desaporque movilizan grandes cantidades de tierra que no facilitan el establecimiento de predadores del suelo. En otros cultivos se ha detectado la presencia de carábidos (*Pterostichus* sp. *Tegronoderus* sp); tijeretas (Dermaptera: Labiduridae) y numerosas especies de arañas.

La mosca blanca, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring. (Homoptera: Aleyrodidae) (foto 13-5: 4 y 5). Se le considera un biotipo (B) de *Bemisia tabaci*. En todo caso, se trata de una plaga muy dañina, que ataca muchos cultivos y que tiene importancia económica a nivel mundial. Los adultos son insectos muy pequeños, de 1.3 a 1.5 mm, con cuatro alas de color blanco. Colocan sus huevos sobre la superficie del follaje tierno. Del huevo nacen los migrantes, seguidos de tres estadios ninfales. Luego se forma la pupa y de ella sale el adulto. Todo el ciclo toma de 3 a 4 semanas. Son insectos picadores chupadores que se alimentan del floema. Tienen la capacidad de producir una miel sobre la que se desarrolla el hongo de la fumagina de color negro; de modo que las plantas infestadas, además de ser debilitadas por la pérdida de savia y azúcares, quedan ennegrecidas perdiendo su capacidad de fotosíntesis. Por el año 2001 las poblaciones de mosca blanca en la irrigación Chavimochic eran tan grandes que, por las mañanas, se formaban nubes de moscas blancas migrando a los nuevos campos. Las moscas blancas son tolerantes a las aplicaciones de numerosos insecticidas y fácilmente desarrollan resistencia a aquellos que inicialmente fueron efectivos. Afortunadamente, tienen parasitoides (*Encarsia pergandiella* (foto 13-5: 6) y *Eretmocerus* sp.), predadores (*Chrysoperla* spp.) y patógenos (*Paecilomyces fumosoroseus*) (foto 13-5: 7) eficientes que pueden regular sus

poblaciones, si no son destruidos por los insecticidas y fungicidas. En algunos lugares se ha observado una eficiente predación de la mosca blanca por pequeñas arañas (foto 13-5: 8). En las zonas llamadas “lomas” de los contrafuertes andinos cerca de Chavimochic se identificó una planta, *Datura innoxia*, (foto 13-5: 9) que posee trichomas glandulares y que resultó atractiva a la mosca blanca. Los insectos atraídos por la planta quedaban atrapados por los trichomas glandulares. En algunos fundos se sembró esta planta trampa en los bordes del campo.

Los gusanos del follaje *Spodoptera ochrea* Hamp. (fotos 13-5: 10 y 11) y *Pseudoplusia includens* (Walker) (foto 13-5: 12) (Lep.: Noctuidae). Son especies polífagas cuyas larvas comen vorazmente la parte verde de la planta del espárrago descortezándola y dejando la parte leñosa blanquecina. Los adultos de *S. ochrea* son polillas de color pajizo, con algunas tonalidades ligeramente más oscuras en las alas anteriores; las alas posteriores son blancas. Las hembras ponen sus huevos en masas. Las larvas son grisáceas con franjas longitudinales y triángulos oscuros dispuestos a ambos lados del dorso, de manera característica. El ciclo de desarrollo (huevo-larva-pupa) toma de 5 a 6 semanas en verano y 10 semanas en invierno. La longevidad del adulto es de 2 a 3 semanas. *S. ochrea* tiene varios enemigos naturales. Los huevos son parasitados por *Trichogramma pintoii* y *T. praetiosum*; *Chelonus* sp. es un parasitoide huevo-larval. *Euplectrus platyphenae* (foto 13-5: 13) es un ectoparásito gregario de larvas y la mosca *Winthemia* sp. (foto 13-5: 14) es un endoparásito frecuente. Pero el agente biológico más efectivo es un virus de poliedrosis nuclear (VPN) (foto 13-5: 15), que fue introducido durante la implementación del programa MIP.

Las larvas de *P. includens*, son de color verde con algunas rayas longitudinales blancas; y por tener el hábito de gibarse al caminar se les llama “falsos medidores”, para distinguirlos de los Geométridos, como *Oxydia* spp., que son los “verdaderos medidores”. Los adultos tienen las alas anteriores de color marrón a gris, con una mancha plateada similar a un punto y coma. Las alas posteriores tienen una tonalidad marrón que se acentúa hacia el borde exterior. Las hembras ponen sus huevos aisladamente. El ciclo de desarrollo toma 5 semanas en verano. El falso medidor es parasitado por moscas del género *Eucelatoria* y por una avispa pliebriónica del género *Copidosoma* (foto 13-5: 16) cuyas pupas ocupan todo el cuerpo de la larva de *Pseudoplusia*. Las larvas de *S. ochrea* y de *Pseudoplusia* son presas de muchos predadores, entre ellos, larvas de *Chrysoperla*, (foto 13-5: 17) y los chinches *Podisus*, *Zelus* y *Nabis*, (foto 13-5: 18) Chinches más pequeños como *Metacanthus* y *Orius* predatan huevos y larvas neonatas. También hay aves predatoras como el “huerequeque”, *Burhinus superciliares*, el “chucluy” o “guadacaballo”, *Crotophaga sulcirostris*, y la “putilla” *Pyrocephalus rubinus*, entre otras.

El perforador *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lep.: Noctuidae) (foto 13-5: 19). Es una especie distribuida ampliamente en América que ataca diversos cultivos perforando tallos y frutos. En espárrago, perfora tallos y come frutos, pero también roe la corteza de la planta como otros noctuidos del follaje. Los tallos perforados, o con la corteza roída, terminan por secarse. Los adultos son polillas de color pajizo con tres franjas transversales paralelas en las alas anteriores. Las larvas varían de color desde verde claro hasta casi negro con franjas dorsales y laterales, más claras o más oscuras. Sobre el dorso presenta tubérculos setíferos oscuros característicos. Empupa en el suelo. El ciclo de desarrollo (huevo, larva, pupa, emergencia de adulto), en las condiciones de Chavimochic, toma un mes en el verano. Las altas temperaturas y presencia de flores favorecen el incremento del *Heliothis*. Las hembras ponen sus huevos en forma aislada de preferencia en flores y tejido tierno. Tiene numerosos enemigos naturales. Los huevos son parasitados por especies de *Trichogramma*. Las larvas son parasitadas por avispas de las familias Ichneumonidae y Braconidae. Las que ocurren más frecuentemente son *Campoletis* sp. (foto 13-5: 20) (endoparasitoide) y *Netelia* sp., (ectoparasitoide), ambas ichneumonidos. Los huevos son predatados por chinches pequeños como *Orius* y *Metacanthus*. Entre los predadores que se alimentan de larvas de *Heliothis*, están las larvas de *Chrysoperla* y los chinches de mayor tamaño como *Podisus* y *Zellus*. En otros lugares y otros cultivos, los predadores de suelo son importantes. Ese no es el caso del espárrago en Chavimochic, por la frecuencia con que se rotura el suelo.

Elementos de la Estrategia del Programa-MIP Espárrago-Chavimochic

Caracterización económico-social. Los agricultores de la irrigación Chavimochic poseen propiedades medianas a grandes, con fuertes inversiones en los sistemas de riego presurizado, que ha permitido transformar un desierto en campos agrícolas altamente productivos. Disponen de la tecnología más especializada para las condiciones de la agricultura que conducen y cuentan con profesionales encargados de la producción y de la sanidad. En algunos casos la producción es complementada con sus propias plantas de procesamiento. La producción está orientada hacia la exportación. En el caso específico del programa-MIP espárrago, fue iniciativa de los productores re-orientar sus sistemas de sanidad, que se basaba en el control químico intensivo, por el de manejo integrado de plagas. De esa manera trataban de salir de la crisis sanitaria derivada de las incontrolables poblaciones de la mosquilla de los brotes, la mosca blanca y gusanos del follaje; de reducir los costos de protección de los cultivos y de poder conciliar la calidad de sus productos con las nuevas exigencias de inocuidad (sin residuos) establecidas por los mercados internacionales, particularmente la Unión Europea. Con tal fin, los propietarios de las empresas decidieron aportar cuotas, de acuerdo al área de sus fundos, para financiar el programa MIP. Los gerentes de Producción de las empresas constituyeron el Comité de Sanidad que se encargó de llevar al cabo el programa. Se contrataron profesionales para formar un Comité técnico, que estaría a cargo de la ejecución del programa MIP, y un consultor, con experiencia en programas MIP, para diseñar y orientar el programa.

Aspectos Técnicos de la Estrategia

Si bien las tres plagas claves tenían poblaciones muy altas que concentraban, en conjunto, un intenso control químico, las condiciones de cada una de ellas y sus perspectivas de manejo dentro de un programa MIP eran diferentes. La mosca blanca tenía una potencialidad de control biológico muy bueno, pero había necesidad de encontrar los agentes específicos de control, de preferencia en las condiciones locales, para que pudieran usarse rápidamente sin problemas de adaptación. Los noctuidos también tenían un complejo de enemigos naturales potencialmente importante, y, además, existían alternativas de control amigables a base del uso de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) y de productos selectivos (reguladores de crecimiento). En cambio, la mosquilla de los brotes carecía de enemigos naturales eficientes; los porcentajes más altos de parasitismo por *Synopeas* sp., registrados en otras partes del país, estaban alrededor de 20%, y la predación, en las condiciones de Chavimochic, era escasa. Si el manejo de esta plaga continuaba basándose solo en el control químico sería imposible la recuperación biológica, necesaria para bajar los niveles poblacionales de mosca blanca y noctuidos. Era esencial, buscar alternativas más amigables para el control de la mosquilla del brote, con énfasis en prácticas agronómicas y métodos etológicos que permitieran la reducción de la aplicación de insecticidas.

Componentes de Manejo del Programa-MIP Espárrago-Chavimochic

Desarrollo de componentes de manejo

Se llevaron a cabo, en forma Intensiva, trabajos de investigación práctica para desarrollar componentes de manejo. En este esfuerzo participaron los miembros del Comité Técnico de Sanidad y muchos de los profesionales de sanidad de las empresas de la APTCH. Muchos de los trabajos incluyeron cambios en prácticas agronómicas, como el ajuste de los

niveles de Nitrógeno, para controlar el excesivo desarrollo foliar y hacer las plantas menos atractivas a las plagas, el estudio de los factores que determinaban el requerimiento del segundo brote, y la influencia del riego inicial (después del desaporque) en la proliferación temprana de la mosquilla. Otras investigaciones condujeron al diseño de las trampas de luz para la captura de Prodiplosis y otras plagas, y a la detección, recolección y crianza de enemigos naturales contra la mosca blanca y noctuidos.

1. Reducción de los niveles de fertilización por Nitrógeno. La fertilización nitrogenada excesiva del espárrago produce plantas de follaje tierno y abundante que favorecen el desarrollo de muchas plagas, especialmente gusanos del follaje. Pero también la mosca blanca y la prodiplosis encuentran mejores condiciones para su desarrollo. Desde el punto de vista agronómico un follaje excesivo no significa cosechas más abundantes de turiones. Hasta puede ocurrir lo contrario, por el excesivo desarrollo foliar hay poco transporte de fotosintatos como reservas de la corona del espárrago donde se forma la cosecha. De modo que se propició la experimentación con dosis menores de nitrógeno hasta encontrar las dosis más adecuadas.

2. Evitar el segundo brote cuando sea factible. Normalmente en Chavimochic las plantas de espárrago desarrollan dos brotamientos sucesivos (primer y segundo brote) antes del agoste y la cosecha respectiva. El primer brote normalmente es menos atacado por prodiplosis y otras plagas; pero el segundo brote, que adiciona un nuevo desarrollo foliar al primer brote, es presa fácil de prodiplosis y otras plagas. En el desarrollo del segundo brote hay un período de desarrollo suculento en condiciones de mayor humedad y sombra que favorece el desarrollo de prodiplosis. Durante el segundo brote se crea la necesidad de mayores aplicaciones de insecticidas. En forma experimental se ha demostrado que, bajo ciertas condiciones (más de 30 tallos por metro lineal con un diámetro mayor a 8mm), basta el primer brote para lograr buenos rendimientos. Esto se da con plantas robustas y generalmente en los meses de invierno y primavera.

3. Siembra de maíz intercalado o en los bordes del campo (foto 13-5: 21). Las plantas de maíz favorecen el desarrollo de insectos benéficos, particularmente predadores como chinches *Zelus*, *Nabis*, y chinches más pequeños de las familias Miridae y Anthocoridaeoto y parasitoides de áfidos (13-5: 22). También se favorece el incremento masivo de *Chrysoperla* spp. .Además de estos efectos, las plantas de maíz, cuando están tiernas y las hojas forman el cartucho terminal, pueden servir como plantas trampas contra los noctuidos adultos. Los noctuidos adultos se refugian en el cogollo durante el día, y basta apretar manualmente el cogollo para matarlos. Esta práctica debe realizarse diariamente de preferencia durante las mañanas. También se usan otras plantas como refugios biológicos

4. Siembra de *Datura innoxia* en los bordes del campo. *Datura innoxia* es un aplanata nativa de la zona que posee trichomas glandulares. Los adultos de mosca blanca son atraídos por esta planta pero, al ponerse en contacto con ella, quedan atrapados por los trichomas glandulares (foto 13-5: 9).

5. Retrasar el riego después del desaporque. Terminada la cosecha del espárrago blanco, se procede al desaporque, y el campo queda listo para reiniciar los riegos. Existe una relación inversa entre el tiempo que se demora el primer riego y la recolonización del campo por prodiplosis. Campos que se riegan a los dos días son infestados más rápidamente que campos que se riegan a los cinco o diez días.

6. Trampas pegantes de luz contra prodiplosis. La luz es fuente de atracción nocturna para prodiplosis, noctuidos, escarabidos y otros insectos. Con esta información básica se ensayaron diversas fuentes de luz y métodos de captura que permitieran construir trampas de utilidad práctica en la reducción de poblaciones de insectos, especialmente de prodiplosis. Víctor Soto, entomólogo de una empresa de Chavimochic, logró el diseño de una trampa de uso múltiple,

consistente en dos paneles de plástico sostenidos por marcos de madera o caña. El panel mas grande medía 3.60 m de largo y 2.70 m de alto. El segundo panel (1.80 x 2.70m) se colocaba en la parte media del panel mayor en forma perpendicular. La fuente de luz (generalmente un tubo fluorescente) se colocaba en la parte alta y media del panel mayor. Para la captura de adultos de prodiplosis, los paneles eran untados con aceite agrícola cada tres días (foto 13-5: 23). Se colocó una trampa cada 4 hectáreas. Se lograron capturas de más de un millón de adultos de prodiplosis/trampa/noche. Para incluir capturas de noctuidos y escarabidos, debajo de la fuente de luz, se colocaron recipientes de plástico con agua y detergente.

7. Trampas móviles contra prodiplosis y mosca blanca. Una modificación del uso de las trampas pegantes fijas son las “trampas móviles” o “pasadas de mantas” o “manteadas”. Éstas consisten en mantas de plástico, generalmente de color amarillo, untadas con aceite vegetal, que se pasan sobre el cultivo, capturando adultos de moscas blancas y prodiplosis, que revolotean al paso de la manta. Algunas empresas montan este sistema sobre un caballo que camina a lo largo de un surco, cubriendo con el dispositivo tres o más surcos. Cuando la manta se satura se limpia al mismo tiempo que se unta una nueva cobertura de aceite.

8. Trampas de melaza para noctuidos. Los adultos de noctuidos y algunos otros lepidópteros son atraídos por la melaza. Para preparar una trampa de melaza, se diluye la melaza con agua en recipientes que se distribuyen en el campo (foto 13-5: 24). Se han probado diferentes proporciones de melaza:agua que van de 1:3 a 2:1. Todas ellas son consideradas satisfactorias. Para evitar la fermentación de la mezcla se añade 10 ml de lejía/litro de la solución. El cebo debe tener una consistencia un tanto acuosa para que las polillas adultas que llegan a la trampa se hundan y queden atrapadas. Si el cebo tiende a secarse hay que agregar un poco de agua (V. Soto, comunicación personal).

9. Trampas de oviposición para noctuidos del género *Spodoptera*. Los adultos de las especies de *Spodoptera* tienden a poner sus masas de huevos entre los pliegues de trampas de oviposición que construyen de la siguiente manera: Se usan bolsas de propileno de color negro al que se le forma pliegues utilizando puntadas de hilo (foto 13-5: 24). Las bolsas de propileno se mantienen extendidas verticalmente, sostenidas por un par de cañas. La trampa debe estar sobre el nivel del follaje (Castillo y Castillo, 2004). Las masas de huevos, adheridas en las trampas, son destruidas antes de que nazcan las larvitas, a intervalos de 5 a 7 días.

10. Lavados a presión contra prodiplosis. Algunas empresas han adoptado la práctica de lavados (pulverizaciones) a alta presión y alto volumen (con agua sola o con detergente). En condiciones de desierto, como las de Chavimochic, los lavados tienen varios efectos benéficos. Mantienen las plantas libres de polvo y limpia los depósitos del hongo negro de la fumagina, mejorando las condiciones de fotosíntesis de las plantas. Destruye los adultos de insectos frágiles, como la prodiplosis y las moscas blancas, y hace caer una gran proporción de migrantes de moscas blancas antes de que se fijen en la planta.

11. Aplicaciones de espolvoreos de azufre contra prodiplosis y arañita roja. Espolvoreos de azufre a las dosis de 20 – 80 kg/ha contribuyen a reducir poblaciones de prodiplosis y arañita roja, sin causar mayores daños a los enemigos naturales.

12. Aplicaciones de repelentes contra prodiplosis. Durante la cosecha del espárrago verde, poblaciones muy bajas de prodiplosis pueden causar daños severos, provocando la deformación de los turiones. Esto ocurre en unos pocos días. Para evitar este daño, se aplican repelentes como la capsicina y extractos de ajo, que no dejan residuos tóxicos sobre los turiones.

13. Aplicaciones de *Paecilomyces fumosoroseus* contra mosca blanca. El descubrimiento del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* atacando moscas blancas y cigarritas, en campos de camote de Chavimochic, fue un aporte muy valioso en el manejo de la mosca blanca. Este hongo ataca ninfas y adultos con mucha efectividad, y se constituyó en un factor muy importante en el manejo de la mosca blanca. Se aisló el hongo, y se procedió a su multiplicación en el laboratorio

de entomopatógenos de la APTCH. Se utilizó arroz como sustrato de multiplicación y se llegó a la producción de 1,000kg semanales. Los agricultores programaban de antemano sus necesidades y comprometían su compra. Se daban las instrucciones pertinentes para su buena utilización, sobre todo en relación con la calidad del agua, y la ausencia de residuos de azufre y de otros fungicidas. Las aplicaciones se realizaban de preferencia por las tardes, para evitar las radiaciones directas del sol durante el día.

14. Liberaciones de *Encarsia pergandiella* Howard contra mosca blanca. De las dos especies de parasitoides de mosca blanca encontrados en Chavimochic (*Encarsia pergandiella* y *Eretmocerus* Sp.), *Encarsia* era más frecuente y se propagaba con más facilidad, por lo que se optó por multiplicarla en el insectario de la APTCH. Con tal fin, los fundos registraban sus necesidades previamente, para proceder a la multiplicación de los núcleos y asegurar su venta. La *Encarsia* resultó ser una especie bien adaptada que se podía encontrar con facilidad en los campos donde se efectuaban las liberaciones.

15. Aplicaciones del virus de poliedrosis nuclear contra *Spodoptera ochrea*. La aplicación del virus de la poliedrosis nuclear contra *S. ochrea* tuvo efectos espectaculares. El virus fue recolectado originalmente en larvas de *Spodoptera* en el valle de Cañete, al sur de Lima, Perú. Unas pocas larvas enfermas por el virus fueron llevadas a la irrigación chavimochic, donde se les utilizó como fuente de inóculo para infectar larvas recogidas del campo. Estas larvas fueron trituradas y diluidas para ser aplicadas en el campo con pulverizadoras de mochila. A los 7-10 días de la aplicación prácticamente todas las larvas estaban enfermas, adoptando la característica posición de larvas infectadas con virus, quedando colgadas de las pro-patas con la cabeza hacia abajo. Personal de las diversas empresas procedieron a recolectar las larvas enfermas para repetir la misma operación en sus respectivos fundos: trituración de larvas, dilución del material triturado y aplicación en los campos infestados. Los resultados se repitieron con la misma efectividad. A los pocos meses, *Spodoptera ochrea*, que era el gusano defoliador más importante del espárrago en Chavimochic, había dejado de ser problema. Como precaución, para combatir un eventual resurgimiento del problema, las empresas mantienen larvas enfermas congeladas.

16. Aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* (Bt) contra noctuidos. Las aplicaciones de *Bt* se consideran selectivas contra las larvas de noctuidos. Se probaron diversas formulaciones comerciales de *Bt*; la mayoría de la variedad *kurstaki* y otras de la variedad *aizawai*, o la mezcla de las dos. Los ensayos demostraron que estas formulaciones son particularmente efectivas contra *Heliothis* y *Pseudoplusia* pero no contra *Spodoptera ochrea* ni *S. frugiperda*. Las aplicaciones deben hacerse cuando las larvas están pequeñas a medianas y tener en cuenta que la muerte ocurre varios días después de la aplicación. Las aplicaciones deben hacerse de preferencia por las tardes y, para mejorar el efecto, se recomienda encapsular las partículas de *Bt* con aceite agrícola vegetal o mineral. Las empresas establecieron sus límites de acción expresadas en número de larvas por metro lineal de surco.

17. Aplicaciones de Reguladores de Crecimiento contra noctuidos. Los reguladores de crecimiento de los insectos son productos relativamente selectivos que se utilizan contra larvas de noctuidos y de algunos otros pocos insectos. Estos productos alteran el proceso de muda provocando la muerte de la larva. En Chavimochic, se probaron varios productos con resultados satisfactorios contra *Heliothis* y *Spodoptera ochrea*. No resultaron tan efectivos contra *Pseudoplusia*. Entre los productos probados que mostraron efectividad están los inhibidores de la biosíntesis de quitina lufenuron, novaluron, teflubenzuron, triflumuron, chlorfluazuron, flufenoxuron y un competidor de la ecdisona / perturbador de la muda: tebufenozide. Para lograr mejores resultados las aplicaciones deben hacerse cuando las larvas son pequeñas a medianas.

18. Cebos tóxicos contra gusanos de tierra y noctuidos adultos. Las larvas de noctuidos que actúan como gusanos de tierra o gusanos cortadores se ocultan durante el día, enterrándose al pie de la planta, y salen por las noches para cortar las plantas tiernas. Una manera selectiva de controlarlas es aplicando cebos tóxicos sólidos. Los cebos, utilizados con éxito en Chavimochic,

se hacen mezclando clorpirifos (0.5 a 1.0 lt) con un atrayente (melaza, de 10 a 20 kg) y material portador (afrecho, estiércol de gallina o coronta molida; de 50 a 200 kg) y agua (de 10 a 40 lt). El cebo se esparce a lo largo del surco, en cantidades que van de 90 a 300 kg/ha. También se ha usado cebos líquidos, que se preparan mezclando un insecticida (clorpirifos o metamidofos; 0.7 lt), melaza (5 kg) y agua (200 lt). Se aplica al pie de planta utilizando un volumen de 200 l/ha. También se ha probado con éxito cebos tóxicos contra adultos mezclando metomilo, melaza y agua y aplicando un surco cada 5, 10, 15 o 20 surcos según el grado de infestación.

19. Aplicaciones restringidas de insecticidas contra prodiplosis. El programa MIP está orientado a evitar la utilización de insecticidas no selectivos en grandes áreas. De modo que los tratamientos de insecticidas deben limitarse, en lo posible, a aplicaciones focales o “desmanches”. Estos focos de infestación se detectan con el sistema de evaluación semanal de plagas (o “monitoreo”) que se emplea en todos los fundos. Las empresas han fijado sus propios umbrales de acción para el uso de insecticidas.

Proceso de implementación del programa-MIP Espárrago-Chavimochic

Si bien el programa MIP-espárrago se había creado por iniciativa de los mismos productores, era evidente que un factor decisivo en esta medida era la situación de crisis sanitaria y económica por la que atravesaban. Una de las primeras medidas fue auspiciar una verdadera integración entre las empresas a fin de lograr la cooperación de todos los técnicos que laboraban en la irrigación. Esta colaboración era necesaria para facilitar la integración y aplicación de los componentes MIP en los respectivos fundos, para lograr su contribución en el desarrollo de nuevos componentes, y realizar una evaluación práctica de su efectividad y aceptación entre los técnicos. En efecto, la respuesta fue positiva; cada empresa dejó de considerar al vecino como la responsable de sus problemas particulares y los técnicos contribuyeron a buscar soluciones para los problemas comunes. Los empresarios aportaron los recursos para sostener un equipo técnico de MIP y financiaron la instalación de un laboratorio para multiplicar hongos entomopatógenos y un insectario para la crianza de parasitoides (foto 13-5: 25).

Por primera vez, se logró que las empresas se constituyeran en centros de reunión (días de campo) con la participación de los técnicos de las otras empresas; una actitud que se hizo rotativa entre los fundos (foto 13-5: 26). Para entonces, se había establecido una serie de ensayos para desarrollar, ajustar o confirmar la eficiencia de posibles componentes MIP. Varias empresas participaron en la ejecución de los trabajos en forma voluntaria. Al finalizar, los trabajos eran expuestos durante los días de campo, por los técnicos que los ejecutaron. Esta experiencia fue muy positiva y generó un espíritu de colaboración que ayudó mucho en el éxito del programa MIP. Cuando se introdujo en un fundo un virus de poliedrosis nuclear contra *Spodoptera ochrea*, por ejemplo, el personal de las otras empresas recolectaron larvas enfermas para expandir el área de tratamiento, hasta cubrir todos los cultivos de espárrago. Los días de campo condujeron otras actividades complementarias, como la organización de cursillos para discutir temas fitosanitarios específicos. El éxito de estos cursillos llevó a la organización de cursos que tratan de temas más amplios, como el manejo integrado de los cultivos (MIC), actuales y potenciales, de la irrigación (foto 13-5: 27). Han transcurrido casi diez años de su inicio, y los cursos han crecido en importancia; se han constituido en actividades anuales, organizadas por la APTCH, pero con una audiencia que incluye técnicos de todo el país.

Para documentar las experiencias se publicaron hojas divulgativas ilustradas a color, informando sobre el ciclo biológico de las principales plagas y dando cuenta de los resultados y recomendaciones de las nuevas tecnologías desarrolladas en los fundos de la irrigación. Se publicó un manual sobre el manejo de los noctuidos. Con el tiempo, las publicaciones han

mejorado su presentación y contenido. A partir del año 2005, la APTCH publica una revista técnica, seriada cuatrimestral, llamada Arenagro (foto 13-5: 28).

Desde el punto de vista técnico, el personal del Comité Técnico de Sanidad se abocó a tres tareas; las visitas de campo y coordinación de actividades con los técnicos de sanidad de las empresas, la multiplicación de hongos entomopatógenos y la multiplicación de parasitoides. Se estableció un rol de visitas semanales a los fundos, ocasión en que analizaba la situación de las plagas, las medidas a tomar, y, en general, la evolución del programa. También se coordinaban las actividades destinadas al desarrollo de nuevos componentes y a la validación de su efectividad. Los técnicos de sanidad de las empresas que eran responsables de las operaciones de sanidad en sus fundos, contribuyeron a desarrollar componentes de manejo, realizaron experimentos y fueron responsables de los días de campo en sus respectivas empresas. Considerando la amplitud del área cubierta por el programa y el deseo de incluir otros cultivos bajo el mismo sistema del MIP, se formaron subcomités en consideración a la ubicación geográfica y a los cultivos. Con esta colaboración se logró perfeccionar las trampas pegantes de luz para la captura de prodiplosis, el descubrimiento del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* en campos de camote y las avispidas *Encarsia* y *Eretmocerus* en malezas, patógeno y parasitoides de mosca blanca, respectivamente.

En el proceso de implementación se tuvo en cuenta que las aplicaciones de insecticidas contra prodiplosis desencadenaban el incremento de mosca blanca y noctuidos al destruir a sus enemigos naturales. Se enfatizaron los componentes no-químicos para reducir las aplicaciones de insecticidas contra esta plaga; tales medidas incluyeron el uso masivo de las trampas pegantes y la ejecución de prácticas culturales previamente probadas. Al mismo tiempo, se multiplicó y aplicó el hongo *Paecilomyces fumosoroseus* contra la mosca blanca. Igualmente se multiplicó y liberaron núcleos de *Encarsia* contra la misma plaga. Para controlar *Spodoptera ochrea* se aplicó un virus de poliedrosis nuclear que arrasó con la plaga llevándola a niveles sin importancia. Si se daba el caso de tener que aplicar insecticidas contra prodiplosis se prefirieron las aplicaciones focales. Para controlar *Heliothis* y *Pseudoplusia* se priorizaron las aplicaciones de *Bt* y reguladores de crecimiento. Para el caso de las aplicaciones, los fundos establecieron niveles de acción para cada plaga. Con tal fin se establecieron sistemas de evaluación periódica o "monitoreo" de las plagas.

Evaluación de los Resultados

El Programa-MIP Espárrago-Chavimochic mostró resultados positivos desde el primer año de su aplicación. La celeridad en el logro de estos resultados es algo inusual en este tipo de programas; más notable aún, considerando que se inició con una situación de crisis. El primer cambio se dio en la notable mejora de las relaciones entre las empresas; así como en la actitud de cooperación entre el personal de sanidad de la irrigación. Esta es una condición básica para asegurar el éxito técnico de la aplicación del programa en un área de más de 4,000 ha. La Asociación de Propietarios (APTCH) financió el sueldo de los profesionales del Comité Técnico de Sanidad el laboratorio, el laboratorio de producción de hongos entomopatógenos, y el insectario para la crianza de *Encarsia pergandiella*.

Desde el punto de vista técnico, los logros pueden resumirse de la siguiente manera. Para el caso de Prodiplosis, en que se hacían dos aspersiones generales de metamidofos, para proteger el primer brote, y de 2 a 5 aspersiones, para el segundo brote; las aplicaciones se redujeron a ninguna aplicación general para el primer brote (excepcionalmente algún desmanche); y para el segundo brote, en la mayoría de los casos ninguna aplicación general, salvo algunas excepciones, y solo aplicaciones de desmanche. Las aplicaciones de imidacloprid que se usaban para el control de mosca blanca fueron reemplazadas por las aplicaciones de *Paecilomyces fumosoroseus* y la liberación de *Encarsia*; excepcionalmente, podía requerirse la aplicación de un regulador de crecimiento. *Spodoptera ochrea* dejó de ser problema después de la aplicación del virus de poliedrosis nuclear. Y las aplicaciones de metomil y clorpirifos contra

gusanos del follaje dejaron de ser usadas; y solo en casos excepcionales se aplicó Bt o reguladores de crecimiento. En términos económicos, los gastos de protección sanitaria que estaban alrededor de 1,200 dólares/ha/año se redujeron a menos de 300 dólares/ha/año.



Foto 13-5: 1. Adulto de la mosquilla de los brotes, *Prodiplosis longifila*, una de las plagas clave en Chavimochic, La Libertad, Perú, y turión de espárrago dañado (deformado) por las larvas



Foto 13-5: 2. Daños de prodiplosis en el primer brotamiento y en el segundo brotamiento del espárrago



Foto 13-5: 3. *Synopeas* sp., parasitoide de la mosquilla del brote, *Prodiplosis longifila*. Foto APTCH



Foto 13-5: 4. La mosca blanca, *Bemisia argentifolii*, plaga clave en el espárrago de la irrigación Chavimochic, La Libertad, Perú.



Foto 13-5: 5. Población y daño causado por la mosca blanca, *Bemisia argentifolii*, en plantas de espárrago.



Foto 13-5: 6. Parasitoides de la mosca blanca en la irrigación Chavimochic, *Eretmocerus* sp. y *Encarsia pergandiella* sp. Fotos APTCH

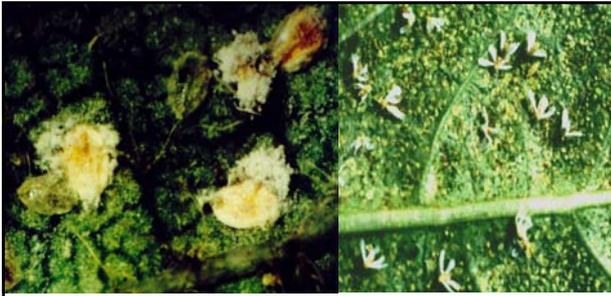


Foto 13-5: 7. Ninfas y adultos de mosca blanca atacados por el hongo *Paecilomyces fumosoroseus* en la irrigación Chavimochic



Foto 13-5: 8. Arañas pequeñas, Microphantidae y otras familias, predatan eficientemente a la mosca blanca



Foto-5: 9. *Datura innoxia*, una planta nativa con trichomas glandulares, usada como planta trampa contra la mosca blanca *Bemisia argentifolii*

AVTCH
F. Cisneros



Foto 13-5: 10. Adulto y huevos del gusano del follaje del espárrago, *Spodoptera ochrea*.

F.
Cisneros



Foto 13-5: 11. Larva del defoliador del espárrago, *Spodoptera ochrea*, y daño causado por una población de 150 larvas por metro lineal de surco



Foto 13-5: 12. Adulto y larva del "falso medidor" comedor de follaje del espárrago, *Pseudoplusia rogationis*



Foto 13-5: 13. Avispa, *Euplectrus* sp., ectoparásita de *Spodoptera ochrea* y de otros noctuidos en la irrigación Chavimochic



Foto 13-5: 14. Larva de *Spodoptera ochrea* parasitada por la mosca *Winthemia* sp. Obsérvese los huevos blancos del parasitoide.



Foto 13-5: 14. Larvas de *Spodoptera ochrea* atacadas por el virus de poliedrosis nuclear



Foto 13-5: 16. Larva de *Pseudoplusia* parasitada por *Copidosoma* sp., parasitoide poliembriónico



Foto 13-5: 17. Varias especies de *Chrysoperla* predatan huevos y larvas pequeñas de diversas plagas



Foto 13-5: 18. Diversas especies de chinches predadores se reproducen en los refugios biológicos de los campos de espárrago. En las fotos *Zelus* sp. y *Nabis* sp.



Foto 13-5: 19. Adulto y larva del perforador y comedor de corteza del espárrago, *Heliothis virescens*.

F. Cisneros



Foto 13-5: 20. Cocón de la avispa *Campoletis* sp., parasitoide de *Heliothis* y otros noctuidos



Foto 13-5: 21. Refugios biológicos (maíz, alfalfa, crotalaria, y otros) en campos de espárrago para favorecer el desarrollo de enemigos naturales de las plagas

F. Cisneros



Foto 13-5: 22. Pulgones del espárrago parasitados por *Aphidius* sp.



Foto 13-5: 23. Trampa de panel luminosa/pegante para la captura de *Prodiplosis*. Los depósitos de agua con detergente capturan noctuidos y coleópteros escarabidos



Foto 13-5: 24. Trampas negras de oviposición para especies de *Spodoptera* y trampa de melaza para noctuidos y otros lepidópteros



Foto 13-5: 25. Laboratorio para la multiplicación del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* y jaulas de multiplicación de *Encarsia pergandiella* de la asociación de propietarios de la Irrigación Chavimochic.



Foto 13-5: 26. Días de campo en las empresas de la asociación de productores de la Irrigación CHavimochic. El especialista en sanidad de la empresa anfitriona expone al personal técnico de las otras empresas los resultados de las investigaciones que ha realizado.



Foto 13-5: 27. Actividades de capacitación. El Comité Técnico MIP organiza reuniones internas para discutir temas de interés común y cursos formales para divulgar las experiencias a nivel local y nacional



Foto 13-5: 28. El Comité Técnico de la APTCH, publica hojas divulgativas, manuales y una Revista cuatrimestral (Arenagro) que mantienen el tema del MIP al día