

7

CONTROL CULTURAL

El control cultural consiste en la utilización de las prácticas agrícolas ordinarias, o algunas modificaciones de ellas, con el propósito de contribuir a prevenir los ataques de los insectos, hacer el ambiente menos favorable para su desarrollo, destruirlos, o disminuir sus daños. En general no se trata de medidas tomadas de improviso, ante la presencia de la plaga, sino que, por el contrario, normalmente responden a una planificación previa dentro del proceso normal de la producción agrícola e incluye medidas como: labores de preparación de tierras, métodos de siembra, selección de variedades, ejecución de cultivos y aporques, manejo del agua, y de los fertilizantes, oportunidades de cosecha, períodos de campo limpio, etc. La adecuada aplicación de las prácticas agrícolas con estos fines, requiere de conocimientos apropiados sobre la fisiología y fenología de las plantas cultivadas y de sus características agronómicas; de las modalidades de las prácticas agrícolas propiamente dichas; y naturalmente, un buen conocimiento de la biología de las plagas locales, su comportamiento y su ocurrencia estacional.

La aplicación de prácticas culturales inadecuadas, derivadas del desconocimiento de los factores antes mencionados, puede conducir al agravamiento de los problemas fitosanitarios. Así, por ejemplo, en la costa del Perú se sabe que el algodón sometido a riegos intensos y prolongados desarrolla vegetativamente en forma exagerada, se dilata el ciclo de vida y se vuelve más atractivo y susceptible a los ataques del perforador de la bellota *Heliiothis virescens*, del picudo peruano *Anthonomus vestitus* y del pulgón *Aphis gossypii*. Por el contrario, campos demasiado agostados o faltos de agua favorecen el desarrollo del perforador pequeño *Mescinia peruella* y del esqueletizador de la hoja *Bucculatrix thurberiella*. La sabiduría popular ha sintetizado la importancia de estas relaciones con la frase "el que sabe regar sabe cultivar algodón".

La introducción de una nueva práctica cultural, o la modificación a una práctica antigua, puede no tener un impacto inmediato en el complejo de plagas sino después de períodos relativamente prolongados, tiempo en el que se produce el ajuste de las poblaciones de los insectos y otros elementos del medio agrícola a las nuevas condiciones (Smith y Reynolds 1968). Cualquier cambio que se proponga debe hacerse con cautela y solamente después de analizar las razones por las que los agricultores locales han adoptado ciertas prácticas, ya que ellas normalmente se derivan de una larga experiencia con éxitos y fracasos.

Las labores culturales pueden orientarse fundamentalmente a la destrucción de las fuentes de infestación de las plagas; a la interrupción de sus ciclos de desarrollo; a la vigorización de las plantas para conferirles mayor tolerancia a los

ataques; a formar condiciones microclimáticas desfavorables para el desarrollo de las plagas; a eludir las estaciones del año que resultan favorables para los insectos; y al empleo de plantas-trampa. También se suele considerar dentro del control cultural, la utilización de plantas resistentes o tolerantes a las plagas.

DESTRUCCIÓN DE LAS FUENTES DE INFESTACIÓN

Puede distinguirse dos tipos de fuentes de infestación o reservorios de donde las plagas pasan a los cultivos: (a) aquellas que permiten la sobrevivencia de las plagas de una campaña a otra y (b) aquellas que favorecen el incremento de las poblaciones de insectos en el transcurso de la campaña agrícola.

Con frecuencia, una plaga pasa de una campaña a otra entre los residuos de la cosecha anterior o en el suelo; sea en formas invernantes especiales o simplemente en forma pupales no invernales. En otros casos las plagas permanecen en plantas hospederas intermedias o alternantes incluyendo plantas voluntarias o "huachas".

Dentro de la misma campaña, el incremento de los insectos dañinos puede favorecerse con la presencia de malezas hospederas y la persistencia de frutos y otros órganos infestados que caen al suelo. En el caso de plagas migrantes, como las langostas, en las áreas de reservorio se producen las multiplicaciones intensas antes de que ocurran las migraciones masivas a los campos cultivados.

Para eliminar las fuentes de infestación se recomiendan las siguientes medidas; destrucción de los residuos de cosecha, eliminación de malezas y limpieza de los bordes del campo, podas y quema de órganos infestados, y destrucción de pupas en el suelo mediante araduras.

DESTRUCCIÓN DE RESIDUOS DE COSECHA

La destrucción de los residuos de cosecha, recogéndolos y quemándolos, o incorporándolos dentro del suelo por medio de araduras, acaba con las poblaciones de insectos que se albergan en el rastrojo. De esta manera se reducen las poblaciones iniciales de ciertas plagas para la siguiente campaña agrícola. En la aplicación de estas medidas debe tenerse en cuenta los riesgos de erosión que puedan presentarse bajo ciertas circunstancias. En la costa del Perú, donde no existen vientos fuertes, pendientes pronunciadas, ni lluvias intensas no hay mayores riesgos de erosión; en cambio en la sierra y en la ceja de la selva deben tenerse en cuenta estas consideraciones.

La destrucción de los residuos del cultivo de algodón incluye la extracción, amontonamiento, y quema de los tocones de las plantas que quedan en el

suelo ("destacaonado" o "despalote") Esta práctica reduce sustancialmente plagas importantes como el gorgojo de la chupadera (*Eutinobothrus gossypii* Pierce); pulgones harinosos (*Phenacoccus gossypii* T. & C., *Pseudococcus neomaritimus* Bearley, *Ferrisiana virgata* Cockrell); piojo blanco (*Pinnaspis strachani* Cooley) y disminuye el inoculo de serias enfermedades como la "marchitez" (*Fusarium oxysporum* y *F. vasinfectum* en el norte y *Verticillium. alboatrum* en la costa central) y la pobredumbre radicular (*Thielaviopsis basteóla*) (Herrera 1978). Cuando se trata del algodón de rebrote o "soca" en el que los tocones quedan para rebrotar en la siguiente campaña, se procede a limpiar de tierra y rastrojos la base de los tallos ("descaíate"), con lo que se destruyen todos aquellos insectos que se protegen en estos lugares especialmente en forma de pupas. Para evitar altas poblaciones del piojo blanco la poda para el rebrote o "chapodo de la soca" debe hacerse lo más bajo posible.

El pastoreo de los animales sobre los restos del cultivo pueden ayudar a eliminar un gran número de insectos, siempre y cuando no existan residuos de insecticidas. En el Perú el pastoreo con cabras o "chivateo" se utiliza en el algodón tanto con los residuos de la cosecha como sobre los brotes precoces del algodón de rebrote o "soca". La destrucción de los brotes precoces reduce las infestaciones tempranas del picudo peruano *Anthonomus vestitus*, del barrenador de brotes y botones *Crociosema plebeina* Zeller, del perforador pequeño de las bellotas *Mescinia peruella* Schaus, y aún de *Heliothis virescens*, con lo que el brotamiento general del campo resulta más sano. En cambio, en Texas (Estados Unidos) el pastoreo intensivo de los campos de algodón por cabras o ganado vacuno no reduce sustancialmente las infestaciones del gusano rosado de la India *Pectinophora gossypiella* (National Academy of Science 1969).

En el caso del maíz, el corte y ensilaje de las plantas puede reducir notablemente las poblaciones del barreno del tallo *Diatraea saccharalis*, pero la labor debe completarse con una pronta extracción y quema de los tocones, pues en ellos se suelen encontrar numerosas pupas de este insecto.

En el cultivo de la papa, la destrucción del rastrojo y de los tubérculos infestados es una buena práctica contra las poblaciones de la polilla *Phthorimaea operculella* (Zeller), el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*) y otros insectos. Estas labores deben complementarse con el "repaso" para recoger todos los tubérculos que no llegaron a ser cosechados y que pueden transformarse en centros de multiplicación de las plagas mencionadas y de otras especies.

Muchas hortalizas dejadas en el campo o en las inmediaciones de los centros de empaque albergan diversas plagas por lo que es recomendable su destrucción o utilización en la alimentación del ganado lo más pronto posible.

DESTRUCCIÓN DE MALEZA Y LIMPIEZA DE BORDES DEL CAMPO

Las malezas de los canales de irrigación, acequias y bordes de campo suelen constituir refugios intermedios de diversas plagas entre una campaña agrícola y la siguiente. También constituyen reservorios de diversas enfermedades. Desde este punto de vista su destrucción es aconsejable; pero esta medida debe sopesarse con la posibilidad de que la misma vegetación albergue y asegure la permanencia de la fauna benéfica, parásitos y predadores de las plagas, que se encuentran transitoriamente viviendo sobre insectos hospederos alternantes. Este aspecto se considera en el capítulo sobre Control Biológico.

En el cultivo del algodón del país, la limpieza de los bordes de los campos favorece el control del arrebiatado *Dysdercus peruvianus* y del "picudo" *Anthonomus vestitus* que se hospedan en malváceas silvestres tales como *Sida panniculata* y *Malachra* spp. De la misma manera la eliminación de la "grama china", *Sorghum halepense* (L), priva de un hospedero intermediario a la *Contarinia sorghicola* (Coquillet) que infesta las panojas del sorgo. Las malezas de los bordes y acequias suelen ser fuentes de virus que al mismo tiempo hospedan a sus vectores, particularmente al pulgón *Myzus persicas*.

Dentro del campo, las malezas no solamente son competidoras de nutrientes, luz y agua de los cultivos, sino que pueden favorecer el desarrollo de varias especies de plagas y enfermedades por lo que es aconsejable su destrucción. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, en algunos casos, la destrucción de malezas infestadas de plagas puede provocar su concentración en el cultivo; esto es particularmente evidente en infestaciones de nocluidos y arañitas rojas. Dadas las particularidades de las especies vegetales, las plagas y la fauna benéfica presentes en los campos, las generalizaciones no siempre son válidas. En Hawaii, por ejemplo, se ha demostrado (Tophan y Beardsley, 1975) que el control químico de las malezas en los campos de caña de azúcar, al eliminar fuentes de néctar, principalmente *Euphorbia* spp., reduce las poblaciones de la mosca *Lixophaga sphenophori* (Villeneuve), parásita del gorgojo de la caña. *Rhaddoseelus obscurus*. Como consecuencia se reduce la eficiencia parasitaria de la mosca.

PODAS Y DESTRUCCIÓN DE ÓRGANOS INFESTADOS

La recolección de frutos infestados retenidos por las plantas o caídos en el suelo y su destrucción ha sido tratado en el Capítulo de Control Mecánico. La práctica es factible sobre todo en propiedades pequeñas y medianas y, para que su efecto sea más beneficioso, es aconsejable coordinar estas labores con los agricultores vecinos.

Las podas de los árboles frutales suelen ser prácticas comunes en la conducción de los huertos. Desde el punto de vista fitosanitario deben considerarse las podas de las ramas infestadas fuertemente por queresas y otras plagas como los insectos barrenadores. En ambos casos se produce debilitamiento de las ramas infestadas que puede extenderse hasta producir

la muerte de las plantas o, por lo menos, reducir la capacidad de recuperación de la planta si las ramas no son podadas oportunamente. Las ramas cortadas deben ser retiradas del campo y quemadas para evitar el traslado de migrantes de queresas o de insectos adultos barrenadores a las plantas sanas. En programas de rehabilitación de huertos fuertemente infestados por queresas, como sucede con durazneros atacados por la escama blanca *Pseudaulacaspis pentágona* y, más raramente, con los cítricos jóvenes atacados por el piojo blanco *Pinnaspis* spp., las podas drásticas pueden provocar una reacción favorable de los árboles formando nuevas copas con ramaje sano.

DESTRUCCIÓN DE PUPAS EN EL SUELO

Muchos insectos empupan en el suelo para completar su ciclo biológico o para pasar el período invernal en estado de diapausa. En tales casos la roturación del suelo con el arado provoca la destrucción de las cámaras pupales, o la profundización de las pupas imposibilitando la emergencia normal de los adultos o, por el contrario, las extrae exponiéndolas al frío, a la desecación por el calor, o a la acción predatora de los enemigos naturales. Entre éstos últimos son comunes los escarabajos predadores del suelo carábidos y cicindélidos. También las aves ejercen su acción predatora sobre pupas y larvas expuestas con las araduras. En ciertas épocas del año es común ver en la costa del Perú bandadas de gaviotas o "pericas" que se posan en el suelo siguiendo el paso del arado y devorando gran cantidad de insectos.

Las araduras después de las cosechas incorporan el suelo los restos de tocones, malezas y plantas aisladas conjuntamente con los insectos que albergan y que quedan así enterrados. Las araduras afectan también a las larvas de vida subterránea como los gusanos de tierra, los gusanos alambre y los gusanos blancos, que quedan expuestos a los predadores y privados de alimentos por la destrucción de las plantas hospederas.

VIGORIZACION DE LAS PLANTAS Y USO DE FERTILIZANTES

En general se considera que las plantas más vigorosas; es decir aquéllas que crecen en suelos naturalmente fértiles o que se encuentran bien fertilizados, son capaces de tolerar mejor los ataques de las plagas. Así ocurre con el *Bucculatrix* que se desarrolla bien en algodones cultivados en suelos pobres o mal fertilizados. Por otro lado, las plantas de vid infestadas por filoxera pueden soportar mejor los ataques de esta plaga cuando se mantienen bien abonados. Estas generalizaciones sin embargo, no siempre tienen validez. En muchos casos ocurre lo contrario; las plagas prefieren y se desarrollan mejor en plantas lozanas, bien fertilizadas y sobre todo cuando existe algún exceso de nitrógeno. Es bien conocido que el *Heliothis* prefiere plantas de algodón en buen desarrollo vegetativo y en ellas crece y se multiplica rápidamente.

El tipo de fertilizante influye en la multiplicación de ácaros e insectos así como en el favorecimiento del desarrollo de ciertas enfermedades, estando sus efectos influenciados por el tipo de suelo, la clase de planta y, naturalmente, la especie de insecto o acaro. En general los fertilizantes que favorecen el incremento de las sustancias nitrogenadas solubles (aminoácidos) en la hoja o en el floema favorecen el desarrollo y la multiplicación de arañas rojas, áfidos, cigarritas verdes y otros insectos. En ciertos casos también es importante la proporción de azúcares reductores presentes.

Las fertilizaciones nitrogenadas en exceso aceleran el desarrollo e incrementan la capacidad de reproducción de la araña roja de los cítricos y otras especies de ácaros (Jeppson 1965); del pulgón *Myzus persicae* y otras especies de áfidos, de cigarritas verdes, cochinillas harinosas y otros insectos picadores-chupadores. En este efecto tiene importancia el tipo de fertilizante; así aquéllos que contienen amonio suelen tener mayor efecto en el incremento de los aminoácidos de la planta (Van Endem, 1966). Además de la influencia del nitrógeno en el valor nutritivo de la planta, se nota también un efecto en la estructura; las plantas suelen tener hojas más grandes y abundantes que afectan substancialmente el microclima favoreciendo la proliferación de diversas plagas.

El potasio suele tener un efecto inverso al nitrógeno. Las deficiencias de este elemento tienden a incrementar las poblaciones de aquellos insectos que son favorecidos por el exceso de nitrógeno, y un exceso de potasio tiende a disminuir esas poblaciones. Por esta razón la fertilización potásica debe balancear la fertilización nitrogenada (Chaboussou 1971).

El exceso de calcio en las hojas de cítricos favorece el desarrollo de las escamas *Aonidiella atiranta*, *Lepidosaphes beckii* y de la lapilla *Saissetia oleae*, sobre todo en los suelos arenosos (Chaboussou 1971).

Los fosfatos favorecen el desarrollo temprano de las raíces del trigo por lo que las plantas quedan en condiciones de soportar mejor los ataques de insectos subterráneos como los gusanos alambre.

EVITACION DE ESTACIONES FAVORABLES A LAS PLAGAS

EL cultivo de las plantas anuales en la época del año en que las plagas se encuentran ausentes o con baja incidencia natural, es una práctica agrícola que permite escapar a las fuertes infestaciones de ciertas plagas. Según las características de las plantas, de las plagas y de las condiciones ecológicas, la práctica puede consistir en siembras adelantadas o, por el contrario y más raramente, en siembras tardías.

En las zonas de climas templados se trata de explotar el reducido período de oviposición de las hembras de insectos que emergen en la primavera; o el tiempo

en que se producen los movimientos migratorios de las plagas. Así, en los Estados Unidos pueden evitarse infestaciones serias de *Heliothis zea* y *Spodoptera frugiperda* en los estados del norte mediante siembras adelantadas de maíz, pues estas plagas invernan solamente en el sur y de allí, cada año migran gradualmente hacia el norte. En Japón se recomienda la siembra adelantada de la soya (Kobayashi *et al* 1972). Por el contrario, en la parte central de Texas (Estados Unidos) se busca la siembra tardía del algodón que retrasa la época de fructificación. De esta manera, cuando se produce la emergencia de los adultos del gusano rosado de la India, todavía no existen frutos que puedan ser infestados.

En las condiciones de la Costa del Perú se tienen algunos cultivos que son propios de cierta estación del año y otros cultivos que se siembran indistintamente en cualquier época. Se recomienda que los cultivos estacionales como el algodón y la papa se siembren en sus respectivas estaciones (primavera e invierno en la costa central) lo más temprano posible y en el período más corto; pues los cultivos tardíos suelen sufrir las infestaciones más severas. Con las siembras tempranas del algodón se reducen las infestaciones del picudo y de muchas otras plagas.

El cultivo del maíz se realiza durante todo el año, pero las infestaciones de *Elasmopalpus*, del cogollero y del barrenador son más severas durante los meses calurosos. En el caso de variedades particularmente susceptibles como el maíz pardo para "choclo", su cultivo es recomendable solamente en los meses fríos; de lo contrario, los múltiples problemas fitosanitarios que se presentan lo transforman en un cultivo antieconómico.

En los Estados Unidos el control del gusano rosado del algodón a base de insecticidas demostró ser difícil y costoso. La respuesta práctica se logró en Texas con la adopción de una práctica cultural: el cultivo de variedades precoces sembrados adelantadamente o, al contrario, tardíamente escapando así a la época de mayor incidencia de la plaga. Este método se ha extendido a otros estados.

INTERRUPCIÓN DE LA SUCESIÓN DE GENERACIONES DE LOS INSECTOS

Es un hecho ampliamente conocido que la sucesión, campaña tras campaña, de un mismo cultivo sin mayores intervalos tiende a agravar los problemas de plagas y enfermedades. Esta situación se da tanto en un solo campo como en áreas más extensas; y cuando más amplias son las zonas sujetas a la sucesión del mismo cultivo, más graves son los problemas que se crean. Smith y Reynolds (1968) mencionan que en el Distrito de Neiva, Estado de Huila, en Colombia, se cultivaba algodón durante el primer semestre de cada año sin mayores problemas hasta que en 1961 se decidió hacer dos campañas al año. Al poco tiempo se acentuaron los problemas sanitarios a tal grado que se produjo la ruina económica de los agricultores. Un efecto parecido ocurre cuando las campañas

sucesivas se realizan con cultivos susceptibles a las mismas plagas, o cuando las campañas agrícolas de un cultivo se extienden excesivamente debido a períodos de siembra demasiado dilatados. En todos estos casos los insectos encuentran hospederos favorables para su desarrollo durante todo el año o gran parte de él. Para interrumpir la sucesión de los ciclos de vida de los insectos se emplean dos prácticas básicas: los "períodos de campo limpio" y la "rotación de cultivos".

Período de campo limpio

El período de campo limpio consiste en mantener el área agrícola y sus alrededores libres del cultivo y de otras plantas hospederas de las plagas principales por un período relativamente prolongado, generalmente no menor de dos o tres meses. En ese lapso, los insectos adultos que emergen de la campaña anterior no encuentran plantas para ovipositar y los estados larvales que no completaron su ciclo en el cultivo previo mueren por falta de alimento. Para obtener resultados satisfactorios la medida debe aplicarse sobre un área extensa. La amplitud en tiempo del período de campo limpio se logra estableciendo fechas determinadas para la siembra, para la cosecha y para la destrucción de los residuos del cultivo. Esto solamente puede coordinarse mediante disposiciones reglamentarias obligatorias.

Como consecuencia adicional de las medidas anunciadas, se tienen cultivos con estados de desarrollo más uniformes, que permanecen expuestos a las plagas por menos tiempo, que suelen tener infestaciones iniciales más bajas y en los que es posible coordinar mejor la aplicación eficiente de otras medidas de control.

El período de campo limpio en el cultivo del algodón, en los valles de Perú incluyen la eliminación del algodón de rebrote o "soca". Precisamente a esta medida se debe que el gorgojo de la chupadera, *Eutinobothrus gossypii*, haya dejado de ser problema de primera magnitud en los valles del norte. En los valles de la costa central donde por consideraciones especiales se permite el cultivo de la "soca", era obligatoria la práctica del "descalate", antes mencionada, para destruir los insectos que se cobijan en el suelo alrededor de las plantas. El campo limpio incluye la eliminación de malváceas silvestres que hospedan al chinche manchador o arrebiatado y al picudo del algodón.

En los valles de la costa norte del Perú se ha dispuesto el período de campo limpio en el cultivo del arroz, como práctica destinada a disminuir la incidencia de la cigarrita marrón del arroz (*Sogatodes oryzicola* Miur), vector de la enfermedad virósica de la "hoja blanca" en este cultivo.

En el caso de frutales frente al problema de las moscas de la fruta, el criterio de período de campo limpio se cumple estableciendo una época carente de frutos. Esto puede lograrse mediante la eliminación de las

especies de árboles que fructifican en períodos intermedios entre las épocas de producción principal de frutas; o por la eliminación de los frutos fuera de la estación principal de producción. En la costa norte se recomienda la eliminación de la "ciruela criolla", *Spondia* spp. y otros frutos silvestres que cierran el ciclo de hospederos de las moscas que atacan a los mangos (Herrera y Viñas 1977); y en la costa central se recomienda la eliminación de la guayaba. Para reducir las infestaciones de la mosca mediterránea en huertos de naranjos, Beingolea y colaboradores (1969) reportan como medida exitosa el recojo y eliminación de los frutos adelantados con respecto a la maduración general.

Rotación de Cultivos

La rotación de cultivos, desde el punto de vista fitosanitario, consiste en alternar, en campañas agrícolas sucesivas, cultivos diferentes que no sean atacados por las mismas plagas. Esta medida es particularmente eficiente contra insectos que tienen rangos restringidos de plantas hospederas y escasa capacidad de migración. Al establecer las rotaciones deben tenerse en cuenta también los aspectos agronómicos y económicos de los cultivos.

En la costa central del Perú se suele rotar papa con maíz o algodón con frijol. De esta manera se interrumpen las generaciones de perforadores de tallos del maíz y de los tubérculos, de las moscas minadoras y de los áfidos de la papa; del barrenador de la caña y, hasta cierto punto, del cogollero del maíz; de los diversos gusanos de la hoja y de las vainas del frijol. En la selva la rotación de leguminosas reduce las infestaciones del gusano blanco en los campos de gramíneas.

Si un cultivo susceptible a una plaga es seguido por otro igualmente susceptible se favorece el desarrollo de la plaga y sus daños se acentúan. Tal es el caso del cultivo del garbanzo siguiendo al algodón en algunas áreas del Departamento de Lambayeque en el norte del Perú. Ambos cultivos son atacados por el *Heliothis virescens* conocido como perforador grande de la bellota del algodón y gusano silvador del garbanzo.

FORMACIÓN DE CONDICIONES DESFAVORABLES PARA LAS PLAGAS

Diversas prácticas agrícolas pueden resultar desfavorables para el desarrollo de las plagas al modificar las condiciones microclimáticas del cultivo, la morfología y fisiología de la planta, o al interferir directamente en la sobrevivencia de la plaga. Entre estas prácticas se encuentra la densidad de siembra, la regulación de los riegos y las fertilizaciones, el control del desarrollo vegetativo de la planta, y las podas de los árboles frutales. Algunos aspectos de estas prácticas han sido tratadas en capítulos anteriores.

Control de la densidad

En general se considera que una densidad alta, como consecuencia de la poca distancia entre plantas y/o entre surcos, tiende a producir un ambiente de alta humedad y reduce la insolación debajo del follaje. Estas condiciones favorecen a numerosas especies de insectos y enfermedades de las plantas. Entre los insectos se puede mencionar a los áfidos y al *Heliothis* del algodón; y entre las enfermedades a la oidiosis de diversas plantas. Una buena insolación, lograda por el distanciamiento adecuado y por la orientación de los surcos de este a oeste reduce la incidencia del picudo peruano del algodón (Beingolea 1957). Por otro lado, una mayor y rápida cobertura del suelo por el desarrollo del cultivo reduce la incidencia de malezas.

Existen algunas especulaciones sobre el rol que puede tener la densidad y la alternancia de áreas cubiertas y libres de plantas, en la atraktividad visual de los insectos que pasan volando sobre el campo del cultivo. Se dice que la alternativa resulta más atractiva para ciertos insectos.

Control de los riegos y la fertilización

En áreas en que la agricultura se hace fundamentalmente a base de riegos, como es la costa del Perú, el control de la intensidad y frecuencia de los riegos tiene particular importancia. Si bien los factores determinantes del riego son el tipo del suelo y los requerimientos hídricos del cultivo, el manejo del riego, dentro de ciertos límites, influye en la tasa de crecimiento vegetativo de la planta, su arquitectura, desarrollo y consistencia de las hojas, la formación de los frutos y su maduración. Estos factores a su vez tienen influencia sobre el desarrollo de las plagas.

Uno de los cultivos sobre los cuales existe gran experiencia en el manejo de riegos en el país es el algodón. Los riegos ligeros a intervalos cortos, complementados con fertilizaciones fraccionadas son más recomendables que los riegos pesados y distanciados; de esa manera se logran plantas con desarrollo vegetativo restringido y buena retención de frutos, con madurez rápida y uniforme. En caso contrario el desarrollo vegetativo es exagerado, con entrenudos largos y ramas laterales cortas, hojas anchas y suculentas, escasa fructificación y se retrasa la cosecha. El período de fructificación se extiende y la planta queda expuesta al ataque de las plagas por un tiempo más prolongado.

En forma específica, los riegos restringidos limitan el desarrollo del *Heliothis* del algodón ya que este insecto prefiere para ovipositar las plantas con terminales suculentas. Por otro lado el riego deficiente favorece el desarrollo de *Mescinia* y *Bucculatrix*.

En el cultivo del maíz, un riego pesado o de inundación puede destruir una gran proporción de gusanos de tierra, elatéridos o gusanos alambre y *Elasmopalpus* o perforador de las plantas tiernas del maíz. Este último insecto también ataca el frijol y otras leguminosas, pero con estos cultivos no se puede utilizar la práctica del riego pesado pues el exceso de agua favorece el desarrollo de hongos del suelo ("chupadera fungosa") a los que muy susceptibles el frijol y otras leguminosas.

El riego oportuno para evitar el resquebrajamiento de la superficie del suelo protege a los tubérculos de papa contra la polilla.

Práctica del "despunte"

Un control adicional del desarrollo vegetativo de las plantas como el algodón se logra mediante la práctica del "despunte", "desmoche" o "topping". Esta práctica consiste en el corte del brote terminal de la planta con el fin de detener el desarrollo de altura en beneficio de las ramas ya formadas. El despunte ayuda a retener los órganos de fructificación y favorece una maduración más temprana y uniforme. En la práctica del despunte se eliminan también los brotes, como huevos y pequeñas larvas de *Heliothis*. Las hojas se vuelven menos suculentas, casi coriáceas, que desfavorecen el desarrollo del *Heliothis* y los gusanos de la hoja (Piedra 1958).

Práctica del aporque

En los cultivos de tubérculos como la papa, sobre todo cuando la tuberización ocurre muy superficialmente, se recomienda efectuar buenos aporques para que los tubérculos queden bien protegidos. Se considera que esta práctica reduce las infestaciones de campo de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* en los tubérculos; y si posiblemente también tenga algún efecto contra el gorgojo de los Andes. Aunque esto no ha sido verificado.

Plantas trampa

Se consideran plantas trampa a aquéllas que son preferidas por la plaga y que normalmente son infestadas antes de que se produzcan las infestaciones en el cultivo principal. El valor de las plantas trampa como medio de control de plagas no está muy bien establecido y con frecuencia hay discrepancias entre los especialistas; hasta se dan reportes contradictorios. Es posible que la falta de consistencia en los resultados de los pocos experimentos que se han llevado al respecto se deba a los múltiples factores que intervienen en cada caso, incluyendo la relativa atractividad de la planta trampa, su estado de desarrollo respecto al cultivo, la proporción de área que cubre, y su localización respecto al cultivo principal y a las fuentes de infestación.

En general, aunque no siempre, se recomienda que las plantas trampa se siembren antes que el cultivo principal. Estas plantas pueden ser destruidas conjuntamente con las plagas antes que éstas lleguen a completar su primer ciclo o, alternativamente, en ellas se pueden concentrar las aplicaciones de insecticidas para destruir a los insectos que albergan antes de que éstos puedan pasar al cultivo principal.

Para el control del escarabajo crisomélido de la hoja de la soya, *Cerotoma trifurcata*, en Louisiana, (Estados Unidos) se ha tenido éxito utilizando como plantas trampa unos pocos surcos con una variedad de maduración precoz, sembrada adelantada en diez a quince días. Estas plantas concentran a los escarabajos adultos que invaden el campo y allí se les controla mediante aplicaciones restringidas de insecticidas (Newson, 1976).

En la costa del Perú se utiliza maíz intercalado en los campos del algodón y se acepta que esta práctica es positiva. Por un tiempo se consideró que las plantas del maíz tendrían un doble papel; por un lado actuarían como plantas trampa para la oviposición del *Heliothis* en los pistilos frescos del maíz y por otro lado favorecería el desarrollo de la fauna benéfica. En realidad la mayoría de los huevos depositados en los pistilos pertenecen a *H. zea* y muy pocos al *H. virescens*, la plaga del algodón. En el maíz abundan las chinches predadoras, crisopas y otros insectos benéficos que fácilmente pasan al algodón. Para obtener una mayor eficiencia se debe disponer de pistilos frescos ("barbas de choclo") por un período prolongado. Esto puede lograrse con la siembra escalonada de una variedad de maíz o con la siembra simultánea de maíces precoces y tardíos. El maíz debe cosecharse antes de la maduración de la mazorca para evitar el posible incremento en las infestaciones de *Pococera atramentalis* que daña al maíz y también perfora a las bellotas del algodón.

Existen muchas otras plantas que tienen un efecto extraordinariamente atrayente y que podrían ser usadas como plantas trampa. Lamas (1966) sugirió el uso de una malvácea silvestre del género *Urocarpidium* como planta trampa para el arrebatiado (*Dysdercus peruvianus*) del algodón. Ensayos posteriores por el mismo autor han dado resultados muy promisorios. En este caso las parcelas de *Urocarpidium* pueden ser tratadas con un potente insecticida sistémico, como el aldicarb, de manera que los insectos que succionan su savia queden envenenados.

Cultivos asociados

Los pequeños agricultores suelen asociar dos o más cultivos con el objeto de asegurarse diversidad en la cosecha, reducir el riesgo frente a condiciones desfavorables y optimizar el uso del terreno.

Se considera que, adicionalmente, la asociación de cultivos contribuye a

reducir las incidencias de plagas y enfermedades en comparación a los monocultivos. No hay una evidencia clara de este efecto; aunque hay reportes que indican que la asociación de maíz y frijol contribuye a reducir las plagas del maíz (Flor y Francis, 1976) y del frijol (Soto, 1987).

RESISTENCIA DE LAS PLANTAS A LOS INSECTOS

Las variedades de plantas que se cultivan, en la mayoría de los casos, son el resultado de selecciones y mejoramientos genéticos en los que se ha buscado fundamentalmente mejorar la calidad de los frutos y/o aumentar los rendimientos. El aspecto sanitario, sobre todo en lo que a resistencia o tolerancia a plagas se refiere, no ha constituido un criterio básico de selección; con algunas excepciones, como la selección de cereales resistentes a las royas. Por el contrario, con frecuencia se ha sacrificado la capacidad de las plantas para defenderse de las plagas y enfermedades en aras de la mejor calidad y rendimientos de las cosechas. Este criterio está cambiando en forma substancial debido a los casos, cada vez más comunes, de cultivos "mejorados" que resultan particularmente susceptibles y que requieren condiciones de protección que muchas veces no están al alcance de los agricultores.

En la naturaleza, afortunadamente, se presentan plantas que exhiben ciertos grados de *resistencia*; es decir que resultan menos dañadas que otras plantas en condiciones similares de infestación. El reconocimiento de este fenómeno es bastante antiguo. Desde principios del siglo pasado se sabe que el manzano *Maluspumita* Miller es resistente al pulgón lanígero *Eriosoma lanigerum* (Haúsm.), grave plaga de las raíces y de las ramas del manzano cultivado. A mediados del mismo siglo se descubrió que las vides norteamericanas eran altamente resistentes a los ataques de la filoxera a las raíces, aunque no al follaje. Este descubrimiento fue de gran importancia para la época, pues entonces la vid europea *Vitis vinifera* L. era diezmada por los ataques de filoxera a las raíces. Desde entonces el control más apropiado para esta plaga ha sido el uso de patrones resistentes derivados de las especies de vides norteamericanas.

Si bien las características de altos niveles de resistencia se descubren sobre todo en especies de plantas primitivas, es común comprobar que entre las variedades normalmente cultivadas se presentan distintos grados de susceptibilidad o resistencia; los maíces pardos para choclos son más susceptibles a los ataques de lo gusano de la mazorca y del cañero que los maíces duros amarillos; las variedad de manzano San Antonio es más susceptible a los ataques del pulgón lanígero de las ramas, que las variedades selectas como Red Delicious; los tabacos rubios y semirubios (Burley) son mas susceptibles al *Phthorimaea* que los tabacos negros. Muchos otros ejemplos pueden citarse entre las diversas variedades de los cultivos en relación con determinadas plagas.

La resistencia de las plantas tiende a ser una forma de control permanente de la plaga sobre todo cuando esta condición se debe a la concurrencia de múltiples factores genéticos (genes); pero cuando la resistencia se debe a un solo factor o a muy pocos, no puede descartarse la posibilidad de que los insectos desarrollen biotipos o razas fisiológicas que venzan la resistencia de la planta. En algunos casos se presentan biotipos que divergen grandemente de las formas originales. Por ejemplo la filoxera de la vid normalmente ataca a las raíces de las vides europeas pero no al follaje; en cambio en nuestro país el biotipo presente ataca tanto a las raíces como al follaje de estas vides.

Mecanismos de Resistencia

Los factores o componentes de la resistencia de las plantas a las plagas, según Painter (1951), corresponden a las categorías de no preferencia o antixenosis, antibiosis, y tolerancia, a lo que podría agregarse la resistencia mecánica. En cada una de las categorías se pueden presentar diferentes niveles de resistencia los que a su vez, corresponden a diferentes factores genéticos. Una misma planta puede exhibir una condición de resistencia por causa de diferentes factores, incluyendo aquellos de diferentes categorías.

La *no-preferencia* es la característica de una planta de no ser escogida por el insecto como substrato de oviposición, de alimento o de refugio. La no-preferencia puede ser relativa, es decir que se expresa cuando otra planta, que es susceptible o preferida, está presente; o puede ser absoluta, si el efecto de no-preferencia se mantiene aún cuando no se presentan otras plantas susceptibles. Las plantas de algodón de hojas ultralisas son menos preferidas por el *Heliothis* para la oviposición que las hojas normales que presentan alguna pubescencia sobre todo en las hojas terminales. Las variedades de arroz Minabir, Mochica y Radin China son menos preferidas por la cigarrita *Sogata oryzoicola* Muir que la variedad IR-8 (Casanova 1970).

Los mecanismos de la no-preferencia pueden ser químicas (ausencia de sustancias atrayentes o presencia de sustancias repelentes) o mecánicos (superficies pubescentes o lisas).

La *antibiosis* es el efecto adverso que tiene una planta al desarrollo normal del insecto, sea causándole mortalidad en sus primeros estadios, retardando su desarrollo, disminuyendo su tamaño o reduciendo la capacidad de reproducción de los adultos. Se considera que la antibiosis se debe a la presencia de sustancias químicas que son de alguna forma perjudiciales para el insecto, a la ausencia de algunos nutrimentos esenciales, o al desbalance entre las sustancias nutritivas.

La presencia de gossipol en el algodón, particularmente en las glándulas pigmentadas de los botones, retarda el desarrollo del *Heliothis*. Desafortunadamente el alto contenido de gossipol parece estar relacionado con la producción de bellotas más pequeñas, y con la sustancia en sí

constituye una impureza tóxica en el aceite de semilla de algodón. El algodón Tangüis que se cultiva en la costa central tiene un contenido de gossipol relativamente alto, en comparación con los algodones Pima de la costa norte.

A partir de la década de 1980 se han ensayado métodos biotecnológicos para introducir en las plantas genes de microorganismos capaces de sintetizar sustancias tóxicas contra los insectos. De esta manera, las plantas producirían sus propios insecticidas. En tabaco se ha logrado la producción de la toxina de *Bacillus thuringiensis* y se está trabajando para hacer lo mismo con la papa. Sin embargo, habiéndose registrado algunos casos de desarrollo resistencia de insectos a esta toxina es posible que la "resistencia" adquirida por las plantas debido a la presencia de estas sustancias sea vencida eventualmente (Tabashnik, B.E., N.L. Gushing, N. Finson and M.W. Johnson, 1990).

Las plantas de algodón carentes de nectarios limitan la capacidad de reproducción del *Heliothis* y otros lepidópteros adultos al privarlos de una fuente de alimento.

La *Tolerancia* es la capacidad de una planta de producir cosecha a pesar de la presencia de la plaga en cantidad que reduciría la producción de la planta no tolerante. Normalmente se debe a la cualidad de recuperación o reacción de la planta para compensar los órganos perdidos, o la formación de estos órganos en exceso, más allá de los requerimientos de la planta.

La *resistencia mecánica* consiste en la exclusión del insecto de llegar a los órganos o tejidos susceptibles, por mecanismos de protección o por la formación de tejidos duros que interfieren con el desarrollo del insecto. Las mazorcas de maíz con brácteas bien desarrolladas protegen a los granos lechosos de los ataques de las moscas *Euxesta* y, cuando secos, de las infestaciones de campo de *Sitophilus oryzae*. Ambos insectos atacan fácilmente a las mazorcas no bien cubiertas por las brácteas. En el almacenamiento de arroz en cascara, las variedades que presentan fisuras en la cascara se infestan más fácilmente que aquellas variedades con el grano totalmente cubierto (Link y Róselo 1972).

Existen otros mecanismos de resistencia que difícilmente encajan en las categorías previamente mencionadas. Por ejemplo, los pelos (o tricomas) glandulares que producen sustancias pegajosas que se endurecen rápidamente immobilizando a los insectos, o las reacciones de hipersensibilidad de las plantas que interfieren con la reproducción o la alimentación de los insectos. Entre estas reacciones está la muerte rápida del tejido que rodea a los huevos incrustados en la planta, a la extrusión de estos huevos por un crecimiento rápido de las células que lo rodean, o el aislamiento de las larvas minadoras o barrenadoras por la muerte del tejido que las rodea (Fernández, 1990).

La condición de *inmunidad* se da cuando el grado de resistencia de una

planta es tan alto que no permite su ataque por la plaga. El membrillero, que se utiliza en nuestro país como patrón del manzano no es atacado por el pulgón lanígero; en otros países donde no se usa este patrón, se han desarrollado con este fin variedades de manzano que son inmunes a este insecto. La variedad de durazno Okinawa es inmune al nemátodo del nudo, plaga severa en nuestra costa; de la misma manera el café Robusta, *Coffea canephora*, es inmune al ataque del nematode del nudo (Liceras 1968).

Aspectos genéticos de la resistencia de las plantas

Las características de resistencia o susceptibilidad de las plantas a las plagas o enfermedades responden a los mecanismos genéticos y a sus leyes de herencia.

Los procesos de incorporación de las características de resistencia a las variedades cultivadas presentan grados de simplicidad o complejidad muy diversos. Todo esto, según se trate de características gobernadas por un solo gen, por unos pocos o por muchos genes; que dichos factores sean dominantes o recesivos; que existan otros efectos genéticos indeseables asociados con los factores de resistencia; o que la expresión fenotípica de la resistencia sea afectada por factores ambientales.

La resistencia monogénica y dominante puede ser incorporada a variedades de plantas cultivadas por procedimientos relativamente simples, resultando por lo general en resistencia estable y de alto nivel para diversas condiciones ambientales, desafortunadamente esta resistencia es muy vulnerable a la aparición de nuevos biotipos. De allí que en la actualidad existe la tendencia de poner mayor énfasis en el desarrollo de variedades con resistencia poligénica. Hasta la fecha no se ha determinado ninguna raza fisiológica o biotipo de un insecto patógeno que sea capaz de vulnerar la resistencia poligénica de un cultivo (Apple, 1978).

No se puede dejar de mencionar que la incorporación, en una sola variedad o híbrido, de características bien definidas de calidad, rendimiento, resistencia a plagas y a enfermedades, características fenológicas uniformes, etc., reduce la variabilidad genética de las plantas de un cultivo a un grado muy estrecho. Así a la planta no le queda mayor capacidad para reaccionar a cualquier cambio en el medio físico o en el medio biológico, particularmente a la aparición de nuevos biotipos o razas de plagas y patógenos.

El valor práctico de la resistencia o tolerancia de las plantas no se limita a los niveles más altos. Cierta grado de resistencia que permita tolerar infestaciones moderadas sin causar daño económico permite que los enemigos naturales de las plagas tengan tiempo para multiplicarse y ejercer su acción benéfica con eficiencia. De igual manera se dispone de mejores condiciones para utilizar otros métodos de control, sin el apremio que se presenta en el caso de cultivos marcadamente susceptibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLE, J. LAWRENCE. 1978. El papel de la resistencia de la planta hospedera en los sistemas de control integrado en Principios Generales de Control Integrado de Plagas y Enfermedades con énfasis en maíz y soya. Universidad Nacional Agraria. Lima-Perú.
- BAGLEY, RICHARD W. 1958. La relación entre el desarrollo de la planta y el estado fitosanitario del algodón. Rev. Peruana de Entomol. Agrícola 1 (1): 4-6.
- BEINGOLEA, ÓSCAR. 1957. Control Natural y Químico del Picudo Peruano, *Anthonomus vestitus* Bohm. Informe mensual de la Est. Exp. Agríe, de la Molina. N° 101. Perú.
- BEINGOLEA, ÓSCAR; JUAN SALAZAR e IVAR MURAT. 1969. La rehabilitación de un huerto de cítricos como ejemplo de la factibilidad de aplicar sistemas de control integrado de plagas de los cítricos en el Perú. Rev. Peruana de Entomol. 12 (1): 3-45.
- BENZA S., ALBERTO. 1960. El control del *Heliothis virescens* F. en el Alto Piura. Rev. Peruana de Entomol. Agríe. 3 (1): 53-58.
- CASANOVA, PEDRO, 1970. *Sogata oryzicola* Muir (Delphacidae: Homopt) nueva plaga del arroz en el Perú. Rev. Peruana de Entomol. 13 (1): 96-98.
- CHABOUSSOU, FRANCIS. 1971. The role of Potassium and of cation equilibrium in the resistance of the plant. International Potash Institute Bern (Switzerland) 40 p.
- FERNANDES, G. W. 1990. Hypersensitivity: a neglected plant resistance mechanism against insect herbivores. Environmental Entomology, 19 (5): 1173-1182.
- GUEVARA, C. JOSE. 1966. Experiencias mexicanas sobre la obtención de variedades de cultivos resistentes a las plagas. Rev. Peruana de Entomol. 9 (1): 71-74.
- HERRERA A., JUAN. 1978. Prácticas agronómicas y su influencia sobre las plagas y sus daños en Principio Generales de Control Integrado de Plagas y Enfermedades con éniásis en maíz y soya. Tomo ü. Univ. Nacional Agraria. Lima-Peru.
- HERRERA A., JUAN Y LUIS E. VIÑAS V. 1977. Moscas de la fruta (Dipt.: Tephritidae) en mangos de Chulucanas, Piura. Rev. Peruana de Entomol. 20 (1): 107-114.
- JEPPSON, L.R. 1965. Principles of chemical control of phytophagous mites. Advances in Acaralogy. 2: 31-51.
- KOBAYASHI, T.; T. HASEGAWA, Y K. KEGASAWA. 1972. Major insect pests of leguminous crops in Japan, Symp. Food Legumes. Japan. Min. Agr. For. Trop. Agr. Res. Center. 6: 109-126.

- LAMAS C., JOSE M. 1966. Importancia de una campaña colectiva de control temprano de la población remanente de "arreatado" *Dysdercus peruvianus* G. Rev. Peruana de Entomol. 9 (1): 136-140.
- LICERAS Z., LUIS. 1968. Resistencia de variedades de cafeto al ataque del nematode del nudo *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887 (Tylenchida 1819) (Lepidop: Geleciidae) Rev. Peruana de Entomol. 15 (2): 225-227.
- LINK, DIONISIO Y CARLOS J. ROSSETO. 1972. Relacao entre fissura na casca do arroz e infestacao de *Sitotroga cerealella* (Olivier 1819) (Lepidop: Gelechiidae) Rev. Peruana de Entomol. 15 (2): 225-227.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1969. Insect pest management and control. Principles of Plant and Animal Pest Control. Vol 3. Washington D.C. 508 p.
- NEWSON, D. L.. 1976. Selective use of Agricultural pesticides en World Soybean Research. Interstate, Danville, Illinois L.D. Hill, Editor. 539-548.
- PAINTER, R. H. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. The Macmillan Col. New York. 520 p.
- PIEDRA, M. VICTOR. 1958. El "despunte" o "topping" del algodono como medida cultural-entomológica en el valle de Chira. Rev. Peruana de Entomol. Agrie. 1 (1): 11-14.
- SMITH, RAY F. Y HAROLD T. REYNOLDS. 1968. Effects of manipulation of cotton agro-systems on insect pest populations. Conference on the ecological aspects of international development, Airlie House, Warrenton, Virginia. 36p.
- TABASHNIK, B. E., N. L. GUSHING, N. FTN SON and M.W. JOHNSON. 1990. Field Development of resistance of *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidóptera: Plutellidae). J. Econ. Ent.
- VAN EMDEN, H.F. 1966. Studies on the relation of insects and host plants HI. A comparison on the reproduction of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on Brussels sprouts plants supplies with different rates of Nitrogen and Potassium. Entomol. Exptl. Appl. 9: 444-460.