PN-ABL-978

RESEARCH GUIDE
GUIA DE INVESTIGACION
GUIDE DE RECHERCHE

CIP

Guía de Investigación CIP 7

# EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

1992

Fausto H. Cisneros

INTERNATIONAL POTATO CENTER (CIP)
CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)
CENTRE INTERNATIONAL DE LA POMME DE TERRE (CIP)

PM ABL-773

Guía de Investigación CIP 7

# EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

1992

Fausto H. Cisneros

CIP
Apartado 5969
Lima, Perú

Ubicación
Av. La Universidad s/n
La Molina, Lima

Fax 351570
Tel. 366920
Telex 25672 PE

**Guías de Investigación CIP (CRGs)**

Describen tecnologías que han sido desarrolladas y utilizadas por el CIP y los Programas Nacionales a fin de promover la investigación y el intercambio de información entre científicos. Estas son actualizadas regularmente de acuerdo al avance científico.

Cisneros, Fausto H. 1992. El manejo integrado de plagas. Guía de Investigación CIP 7. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 38 pp.

# EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

1 El concepto del manejo integrado de plagas
2 Limitaciones del control unilateral
3 Análisis ecológico del problema de plagas
4 Lineamientos para establecer programas de manejo integrado
5 Consideraciones sobre el cultivo y la planta de papa desde el punto de vista del MIP
6 Referencias

# 1 EL CONCEPTO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El Control o Manejo Integrado (MIP) es un sistema que trata de mantener las plagas de un cultivo a niveles que no causen daño económico utilizando preferentemente los factores naturales adversos al desarrollo de las plagas, incluidos los factores de mortalidad natural; y sólo en última instancia, recurre al uso de pesticidas como medida de emergencia.

Después de un período de controversias sobre la validez de este enfoque, el sistema se ha venido consolidando y perfeccionando durante los últimos veinte o veinticinco años. Se inició como una respuesta a las deficiencias de la protección de cultivos en base al uso de pesticidas; deficiencias que se hicieron evidentes con el tiempo cuando las plagas mostraron capacidad para desarrollar resistencia a las aplicaciones de insecticidas, cuando aparecieron nuevas plagas como consecuencia del uso extensivo de estos productos, y cuando los costos de protección llegaron a niveles insostenibles para los agricultores por el número de aplicaciones requeridas y mayor precio de los productos. Igualmente merecen consideración los peligros en el manejo de los insecticidas y los residuos tóxicos en los productos cosechados. En años más recientes, el interés por el MIP ha rebasado el ámbito agrícola y se le considera como el sistema más razonable desde el punto de vista ecológico, para preservar la calidad del medio ambiente contra la contaminación por pesticidas al mismo tiempo que se protege la producción agrícola contra los daños de las plagas.

En el control de plagas tradicional, ampliamente dominado por el control químico, las acciones se toman en función directa de la plaga, idealizando su máxima mortalidad o erradicación temporal. En el MIP la plaga es considerada como un constituyente del ecosistema agrícola (o agroecosistema) que mantiene interacciones positivas y negativas con los otros componentes del ecosistema; de modo que mediante el manejo de estos otros componentes se puede dificultar el desarrollo de las plagas o contribuir a su mortalidad natural. Estos componentes, como la resistencia de las plantas, la acción de los controladores biológicos y algunas prácticas agrícolas, tienden a tener efectos duraderos y constituyen la base del

sistema. Cuando es imprescindible recurrir a la represión temporal se busca el efecto selectivo de los pesticidas, de modo que se minimice el efecto ecológicamente perturbador del tratamiento.

Para que el MIP pueda funcionar es necesario: a) establecer un sistema de evaluación periódica ("monitoreo") de los niveles de las plagas y sus enemigos naturales en el campo y b) tener una idea de los "límites de infestación" que pueden ser tolerados por el cultivo sin que se afecte su rendimiento.

Puesto que el MIP toma en consideración el agroecosistema como base de trabajo (es decir, las condiciones climáticas del lugar, principalmente temperatura y ocurrencia de lluvias, el tipo de cultivo y variedad, las prácticas agrícolas que se acostumbran y los tipos de plagas y sus enemigos naturales presentes) es obvio que la puesta en práctica de un programa de MIP tiene que responder a las condiciones particulares de un lugar. La aplicación de estos programas en otros lugares requerirá de ajustes especiales, que serán de menor o mayor grado según las menores o mayores diferencias entre las localidades.

# 2 LIMITACIONES DEL CONTROL UNILATERAL

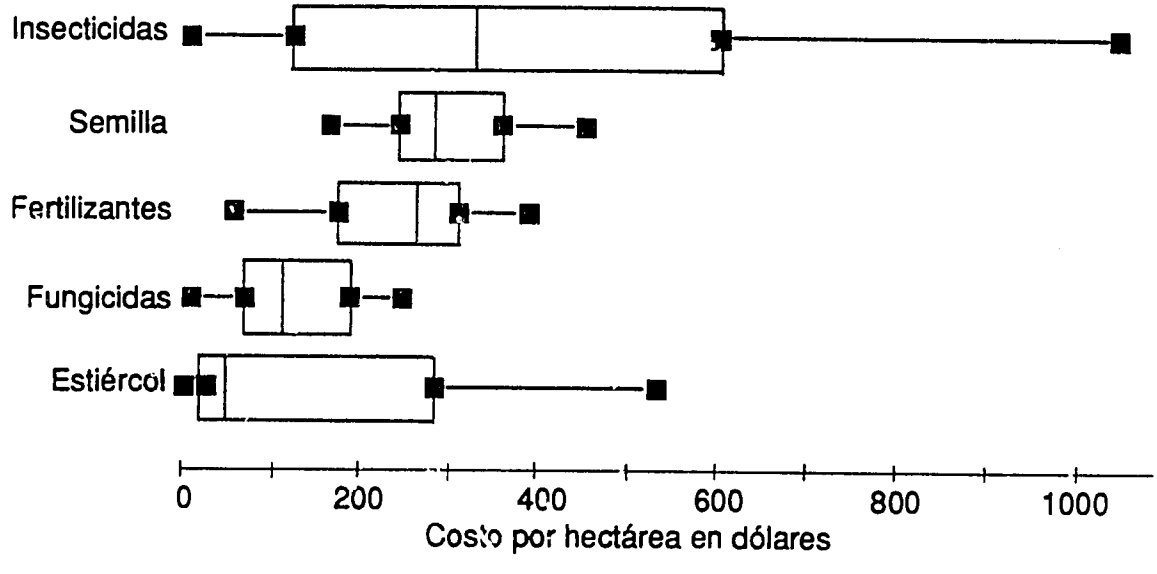
Con la excepción de algunos casos exitosos de control biológico contra ciertas plagas, raramente la aplicación de un sólo método de control ha mostrado un éxito duradero. Esto se debe principalmente a que las plagas son entes dinámicos y de gran plasticidad genética que se adaptan a los cambios que se introducen en el ecosistema agrícola. Así, si bien la adopción de una práctica cultural puede restringir el desarrollo de una plaga también puede favorecer el incremento de otras; la introducción de plantas resistentes a una determinada plaga puede, con el tiempo, dar lugar al desarrollo de nuevos biotipos de la misma especie o puede favorecer la aparición de nuevas plagas; pero, sobre todo, es el control químico, usado como única o principal forma de represión de plagas, el método que presenta las más graves limitaciones.

Es justo reconocer que los pesticidas en general han contribuido significativamente a la protección de la salud del hombre, de los animales y de los cultivos en los últimos cuarenta años. Hay cientos de estos productos entre insecticidas, fungicidas, nematicidas, rodenticidas, herbicidas, etc. que se aplican intensamente constituyendo la forma predominante de la protección moderna de los cultivos. Por mucho tiempo estos productos demostraron ser efectivos y baratos, constituyendo un factor importante en el incremento de los rendimientos agrícolas y hasta se les ha considerado como una especie de seguro contra eventuales pérdidas de cosecha. En cierta medida, estos atributos se han ido perdiendo progresivamente como veremos más adelante. Hay que agregar también que con el tiempo se ha tomado conciencia de una serie de otros efectos colaterales indeseables relacionados con la salud y la contaminación ambiental. Aún así, aunque con ciertos condicionamientos, los pesticidas tienen un lugar dentro del sistema de control integrado de plagas.

## Limitaciones económicas

Los precios de los insecticidas se han incrementado en forma significativa y constante siguiendo un proceso que parece ser irreversible pues los costos de

investigación y producción de nuevos productos son cada vez mayores. Como consecuencia, el uso intensivo tradicional de insecticidas hace que los costos de producción se eleven de tal manera que ciertos cultivos difícilmente resultan rentables. Esto es particularmente dramático entre agricultores pequeños o medianos que trabajan terrenos marginales, o cuando los precios de las cosechas son inestables; pero aún los grandes agricultores dedicados a cultivos de alto valor pueden ser víctimas de esta situación. Estudios realizados en el valle de Cañete en la costa del Perú (Ewell *et al.*, 1990) demuestran que la inversión en pesticidas para controlar plagas de la papa supera el costo de otros insumos incluyendo a la semilla (Fig. 1). Aún más, cuando los precios de la papa son bajos, rendimientos de 20 a 25 t/ha escasamente cubren los costos de producción en la Costa Central del Perú.




El rectángulo encierra el 50% central de la población.
La línea vertical dentro del rectángulo es la mediana de las observaciones.
Las líneas horizontales corresponden al 25% en cada extremo.

**Fig. 1. Costos de los principales insumos para la producción de papa en el valle de Cañete, Perú (muestra de 27 agricultores, 1985). P. Ewell *et al.*, 1990.**

## Limitaciones en la efectividad

Se ha hecho evidente en todas partes que en la actualidad las plagas son más difíciles de eliminar que en el pasado. La mayoría de los insecticidas, si no todos, ha ido progresivamente perdiendo efectividad, y en muchos casos aún dosis masivas resultan inefectivas.

La pérdida de efectividad de un insecticida se debe a que las plagas tienen capacidad para desarrollar resistencia a esos productos. Como la ocurrencia de este fenómeno crece con una tendencia exponencial, la resistencia se ha convertido en una de las limitaciones más serias en la protección moderna de cultivos. El descubrimiento de nuevos insecticidas no contrarresta el ritmo acelerado de aparición de nuevos casos de resistencia. Parece ser que la única alternativa perdurable para revertir esta tendencia sería una disminución en la intensidad del uso de los pesticidas con el objeto de reducir la presión de selección que éstos ejercen sobre las poblaciones de insectos.

Diversas plagas de la papa han desarrollado resistencia a los insecticidas. El áfido verde de la papa y del durazno, *Myzus persicae* (Sulz), que es un importante vector de virus en papa, ha desarrollado resistencia a la mayoría de los insecticidas registrados para ser usados en este cultivo (Radcliffe *et al.*, 1979). En la costa del Perú, *Scrobipalpula absoluta* ha desarrollado resistencia progresiva a DDT, paratión etílico, paratión metílico y otros insecticidas fosforados, y más recientemente a insecticidas piretroides (Campos, 1978) (Tabla 1). La polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) ha desarrollado resistencia a productos clorados, fosforados, carbamatos y piretroides (Collantes, 1984).

La mosca minadora, *Liriomyza huidobrensis* Blanch, ha desarrollado resistencia a la mayoría de los productos clorados y fosforados en la costa del Perú. El escarabajo de Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), ha desarrollado resistencia a insecticidas clorados, fosforados y carbamatos en muchas partes de los Estados Unidos (Harris & Svec, 1981).

## Inducción de nuevas plagas y "resurgencia"

Los insecticidas afectan severamente a las poblaciones de insectos benéficos (parasitoides y predatores) que en forma natural reprimen a las plagas y a otros insectos fitófagos que por el momento pueden carecer de importancia económica. La destrucción de los enemigos naturales de la plaga principal produce el fenómeno de "resurgencia" de la misma plaga. Esto consiste en la rápida recuperación de la plaga una vez que se disipan los residuos de un tratamiento de insecticidas pudiendo alcanzar niveles mayores que los previos a la aplicación. Shelton *et al.* (1981) han reportado la rápida resurgencia de la polilla de la papa después de las aplicaciones de insecticidas y la destrucción de sus enemigos naturales. Mucho más importante para el agricultor es el efecto de la destrucción de los enemigos naturales de las plagas potenciales, es decir de aquellos insectos que se mantenían en poblaciones bajas sin causar daño económico. Al desaparecer la represión biológica natural, esas poblaciones de insectos se incrementan y algunas llegan a alcanzar niveles de plaga. Se trata de las llamadas "nuevas plagas" o "plagas inducidas" o "plagas secundarias". Las plagas inducidas pueden resultar más difíciles de combatir que las plagas primarias, pues suelen sobrevivir a los tratamientos que se efectúan contra éstas; es decir, son tolerantes a los productos utilizados.

**Tabla 1. Evolución del control químico de *Scrobipalpula absoluta* Meyrick en el valle de Cañete. Lima-Perú. (Campos, 1976).**

| | | i.a. kg/ha |
|---|---|---|
| 1950 | DDT | 1,750 |
| 1952 | Paratión etílico | 0,150 |
| 1955 | Paratión etílico | 0,250 |
| 1963 | Paratión etílico | 0,500 |
| 1965 | Paratión metílico | 0,500 |
| 1968 | Paratión metílico | 1,000 |
| 1971 | Tamarón[1] | 0,500 |
| 1974 | Tamarón[1], Azodrín[2] | (deficiente) |
| 1975 | Mezclas: Endrithión[3] + Azodrín<br>Endrithión + Tamarón | |
| 1976: | Decis[4], Belmark[5], Birlane[6], Cidial[7] | |

[1]Metamidofos, [2]Monocrotofos, [3]Mezcla de Endrín + Paratión metílico, [4]Deltametrina, [5]Phenvalerato, [6]Clorfenvinfos, [7]Phentoato.

En la costa central del Perú se considera que la emergencia de la "mosca minadora" como plaga principal en las dos últimas décadas (Fig. 2), es el resultado de las intensas aplicaciones que se utilizaron contra *Scrobipalpula absoluta*. Esta condición se ha autosostenido por la tendencia a mantener aplicaciones calendarias contra la mosca minadora. En la actualidad la mayor cantidad de insecticidas que se usa en papa de la costa está orientada a controlar esta plaga.

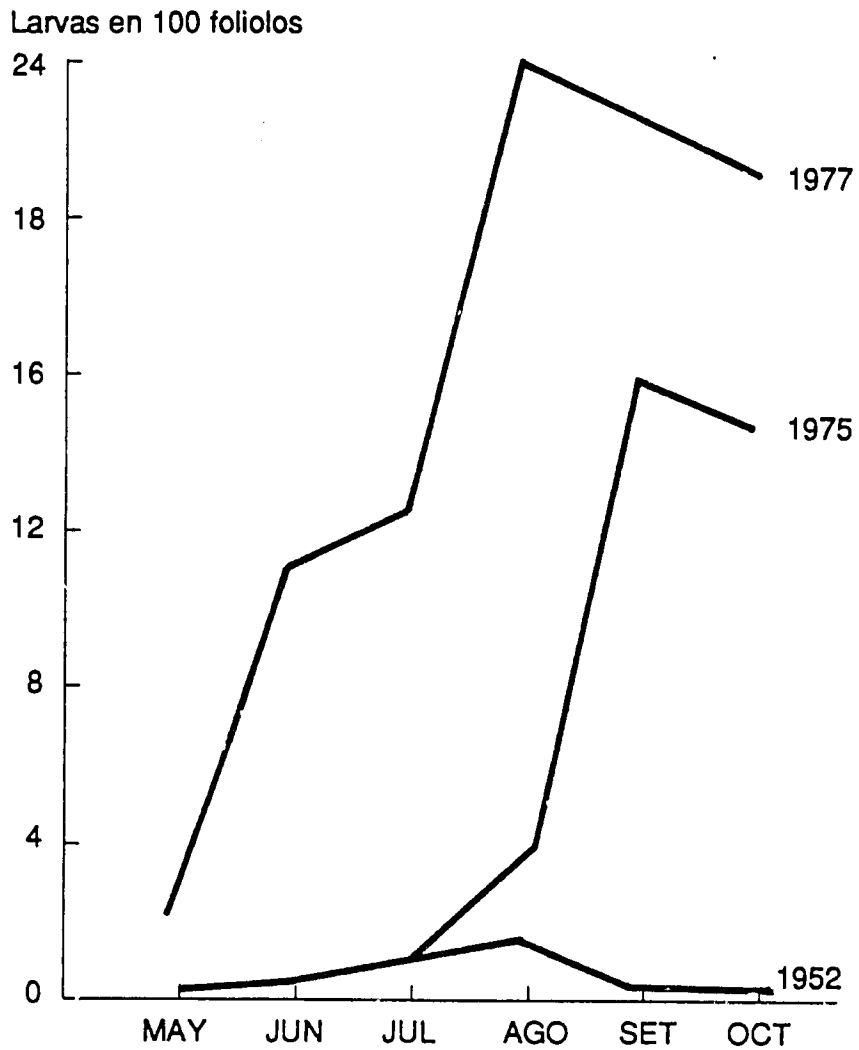



**Fig. 2. Incremento de las poblaciones de mosca minadora en el valle de Cañete, Perú, coincidente con la adopción del uso masivo de insecticidas en el cultivo de la papa (Campos, 1978).**

Es posible de que la ocurrencia creciente de la mosquita de los brotes *Prodiplosis* sp., del ácaro blanco *Poliphagotarsonemus latus* y de la mosca blanca en los últimos años estén asociadas, con las aplicaciones de insecticidas contra otras plagas.

**Residuos tóxicos y contaminación ambiental**

Los problemas de resistencia, resurgencia y aparición de nuevas plagas obligan a que el agricultor incremente las dosis de aplicación, reduzca los intervalos entre aplicaciones, y recurra a la mezcla de insecticidas. Las implicancias económicas resultantes son serias. Pero además se crean dos problemas importantes: los residuos que quedan en las plantas y la contaminación ambiental. Por residuo se entiende la cantidad de insecticida o sus metabolitos tóxicos que quedan en la superficie o dentro de la planta al momento de la cosecha. Por contaminación del medio ambiente, a la forma en que el pesticida permanece en el suelo, es acarreado por el aire a las áreas vecinas, y se introduce en las aguas de las acequias, ríos y lagunas; amenazando así la salud del hombre, a los animales domésticos y silvestres, a los insectos polinizadores y a otros seres benéficos.

En el caso de la papa, los residuos tóxicos en los tubérculos están asociados principalmente con tratamientos al suelo para combatir a los insectos de vida subterránea, entre ellos al gorgojo de los Andes o gusano blanco. Los insecticidas clorados como el BHC, Aldrín y Heptacloro que se usaron ampliamente contra esta plaga han sido prohibidos en la mayoría de los países debido a su persistente efecto contaminante. Estos insecticidas han sido remplazados por otros compuestos como Aldicarb y Carbofuran que tienen efectos múltiples contra insectos subterráneos, nematodos, e insectos picadores chupadores del follaje. El riesgo de los residuos de estos productos en los tubérculos y en las aguas subterráneas es motivo de muchas investigaciones particularmente en los Estados Unidos. En algunos estados de este país se ha prohibido o restringido el uso de Aldicarb en el cultivo de la papa.

# 3 ANALISIS ECOLOGICO DEL PROBLEMA DE PLAGAS

El campo agrícola es un ecosistema artificial caracterizado por la dominancia de una o algunas especies de plantas (las plantas cultivadas) como resultado de la intervención del hombre, quien no solamente las ha sembrado sino que las protege de otras plantas competidoras (malezas) y de sus enemigos (plagas y enfermedades). De modo que desde el punto de vista del Manejo Integrado, las plagas son consideradas como parte del ecosistema agrícola y participan de su dinámica.

Normalmente, las plantas cultivadas provienen de largos procesos de selección y mejoramiento habiendo adquirido cualidades distintas a las formas silvestres que se caracterizan por su rusticidad. Los cambios en la morfología, fenología, constitución química, y fisiología de las plantas mejoradas están destinadas a satisfacer las exigencias de productividad y calidad del hombre, pero con frecuencia las plantas así mejoradas resultan también más apetecibles y nutritivas para ciertas plagas.

Existen otros cambios favorables para las plagas, como la reducción de la variabilidad genética de la planta cultivada, la uniformidad en los estados de desarrollo de la planta en grandes extensiones y la utilización de ciertas prácticas como riegos, fertilizaciones y destrucción de malezas. Aquellas especies de insectos que en variabilidad adaptativa pueden armonizar su desarrollo con las nuevas condiciones se vuelven numerosos y se convierten en plagas. Si entre las nuevas condiciones está el uso de insecticidas las poblaciones de insectos pueden desarrollar resistencia a ellos.

Los agroecosistemas son menos complejos que los ecosistemas naturales y por consiguiente menos estables. Aún así, mantienen una serie de interacciones complejas entre sus componentes de modo que cualquier cambio biológico, físico o químico en un componente generalmente impacta en otros componentes del ecosistema (Fig. 3). Los principales componentes del agroecosistema son las plantas, los insectos benéficos, las condiciones climáticas, las condiciones del suelo, y las prácticas culturales, incluyendo la aplicación de pesticidas.

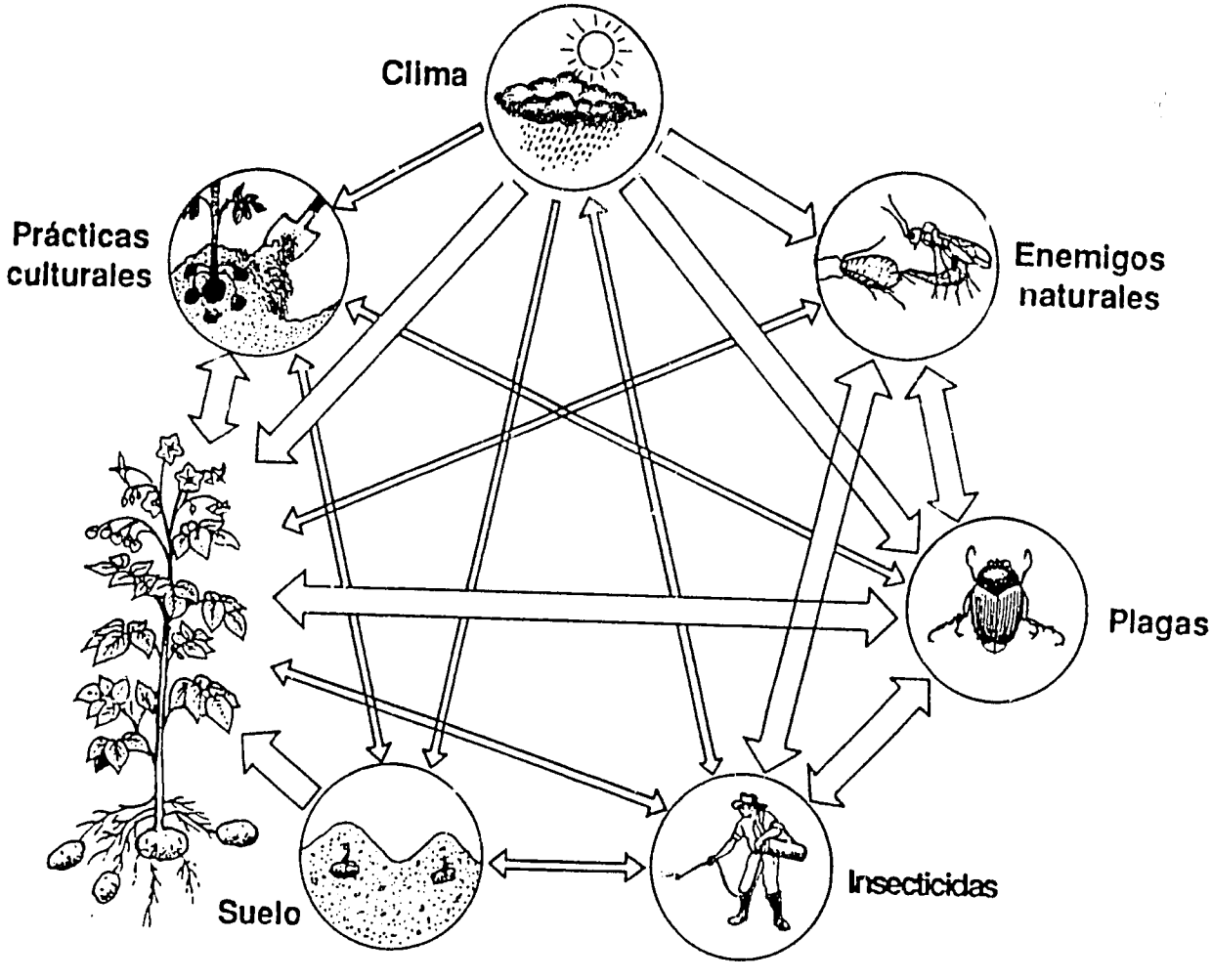



**Fig. 3. Principales interacciones de un ecosistema agrícola.**

## Nivel de equilibrio de las plagas

Los insectos fitófagos constituyen un componente del agroecosistema. Su interacción con otros componentes determinan los niveles de sus poblaciones y sus variaciones. El promedio de la densidad de una población durante un tiempo relativamente largo se denomina "posición de equilibrio" o "densidad promedio de equilibrio". Para las condiciones particulares de un lugar cada especie suele presentar una posición de equilibrio propia. Así, algunas especies, generalmente muy pocas, son permanentemente abundantes y provocan serios daños a los cultivos, por lo que se les llama "plagas claves". Otras especies suelen incrementarse en ciertas épocas y disminuir en otras; son las "plagas ocasionales". Finalmente, un buen número de especies permanecen a bajos niveles, sin causar reducción en las cosechas, por lo que se les considera sólo "plagas potenciales" o simplemente fitófagos sin importancia económica (Fig. 4).

De todos los factores presentes en el ecosistema algunos son considerados "factores claves" porque son los que tienen efecto directo sobre las poblaciones de insectos; entre ellos pueden estar las prácticas agronómicas, la presencia o ausencia de enemigos naturales, los altos o bajos niveles de resistencia o tolerancia de las plantas, o las condiciones macro y micro climáticas. Cualquier cambio en los factores claves conlleva cambios en las densidades de las poblaciones de insectos aunque estas respuestas no sean inmediatas. Como resultado de estos cambios, una plaga clave puede dejar de serlo y, al contrario, un insecto sin importancia económica puede convertirse en plaga clave.

## Umbral de daño económico

En el Control Integrado se rechaza la idea de que todo insecto que está comiendo alguna parte de la planta necesariamente justifica una acción de control, digamos una aplicación de insecticidas. Es necesario conocer o estimar el efecto real que esa población de insectos tiene en reducir la cosecha. En la literatura sobre experimentos con insecticidas es frecuente encontrar casos en que un producto es eficiente matando a los insectos, pero los rendimientos de las parcelas tratadas no superan los rendimientos de las parcelas no tratadas. En gran parte, esto se debe a

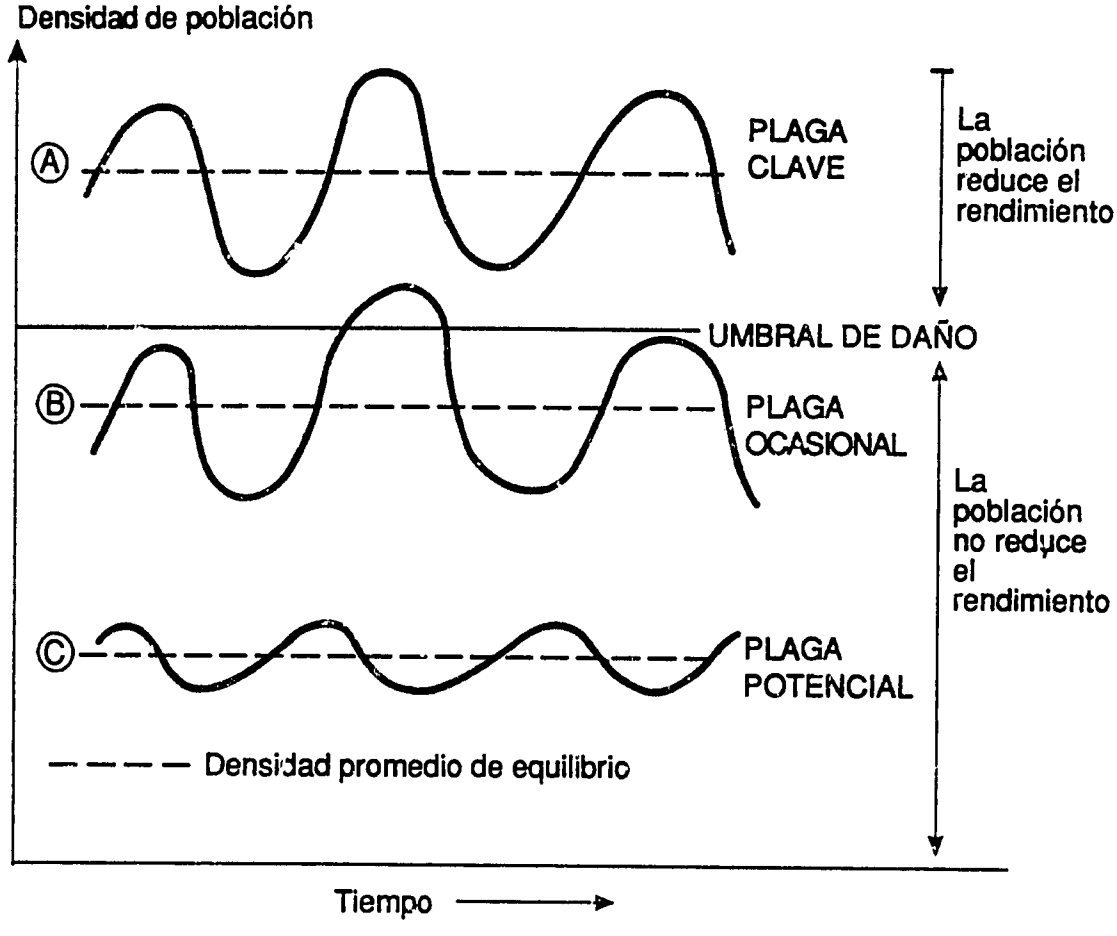



**Fig. 4. Representación esquemática de los tipos de plagas (claves, ocasionales y potenciales) según la densidad de equilibrio de sus poblaciones respecto al umbral de daño.**

que las plantas normalmente tienen la capacidad para soportar cierto grado de daño sin reducir su rendimiento. Sólo cuando la población sobrepasa ciertos niveles, dependiendo de las variedades, estado de desarrollo y otros factores, la cosecha disminuye. Estas densidades críticas se denominan "umbrales económicos" o "niveles de daño económico".

En realidad cualquier disminución en la cosecha puede considerarse una pérdida verdadera. Pero en la definición del nivel de daño económico se incluye el costo de la medida de control de la plaga, de modo que el "umbral" viene a ser "aquella

densidad poblacional de la plaga debajo de la cual el costo de la medida de control excede el valor del daño causado por la plaga". Si la densidad de la plaga excede ese límite sin que se apliquen medidas de control se produce una pérdida económica mayor que la necesaria y si se aplica antes se incurre en un gasto innecesario. Este concepto ha sido aceptado universalmente y se podría decir que sólo teniendo una idea razonablemente clara de la correlación entre los niveles de infestación y la magnitud de los daños, más el costo de la medida de control, se pueden tomar decisiones adecuadas. Este concepto tiene validez sobre todo cuando sólo se requiere una aplicación para resolver el problema; pero no siempre es así.

La incorporación del "costo de la medida de control" en la definición del concepto de daño económico, parece razonable, pero desde el punto de vista práctico es una complicación innecesaria. Es preferible la determinación de un "umbral de daño" que debería limitarse a la densidad de la población que inicia la disminución en los rendimientos. Hecha esta determinación o teniendo alguna idea sobre ella, corresponde al técnico decidir las medidas a emplear en función de los costos de las diversas alternativas de control y de los beneficios esperados. No se puede olvidar que los costos de control responden a diversas variables locales como el precio de los productos y los gastos de aplicación. Por otro lado, las medidas a adoptar tienen que justificarse en función de las ganancias esperadas que a su vez dependen no sólo de los rendimientos sino del precio del producto en el mercado al momento de la cosecha.

El margen de tolerancia desde que se inicia una infestación hasta que se llega al umbral de daño varía con el tipo de daño que ocasiona la plaga, la edad de la planta, y la tolerancia propia del cultivar.

En el caso de la papa, en que los tubérculos son el objeto del cultivo, las plagas que dañan el follaje o la parte aérea en general podrían llamarse "indirectas" en tanto que las plagas que dañan los tubérculos serían plagas "directas". Con las plagas indirectas hay un mayor margen de tolerancia que con las plagas directas. Un caso especial son los vectores de virus en los que poblaciones muy bajas pueden causar epidemias severas. Aún más serios son sus efectos si se trata de semilleros, pues en este caso la tolerancia es prácticamente cero.

Es importante aclarar que en la decisión de aplicar insecticidas no solamente hay que tener en cuenta el "umbral de daño económico" o simplemente el "umbral de daño". En ciertos casos otras consideraciones tienen mucho peso para determinar la oportunidad o conveniencia de una aplicación; entre esas consideraciones pueden mencionarse: la ocurrencia de estados de desarrollo del insecto particularmente susceptibles a los tratamientos, la dificultad para determinar oportunamente una población de insectos que dañan órganos subterráneos, el número de generaciones del insecto por año o por temporada, y los recursos disponibles para controlar la plaga.

La presencia de insectos fitófagos en niveles subeconómicos no solamente no afectan los rendimientos sino que pueden tener un efecto benéfico permitiendo la presencia e incremento de parasitoides y predatores.

# 4 LINEAMIENTOS PARA ESTABLECER PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADO

Los programas de manejo integrado tienen que ser diseñados para las condiciones especiales de una localidad pues deben responder a muchas variables específicas como cultivares utilizados, el sistema de cultivo, el complejo de plagas, las condiciones climáticas, los valores económicos, el nivel de tecnología, la disponibilidad de personal y otros factores. Cualquier programa básico que se diseñe necesariamente tiene que ser flexible para adecuarse a la dinámica del campo y de las plagas contando con la supervisión de personas enteradas.

La FAO ha publicado lineamientos para la implementación del Control Integrado de Plagas en algodón (Falcon y Smith, 1973), arroz (FAO, 1979) y maíz (Bottrell, 1979 van Huis, 1981). La Universidad de California ha publicado recientemente manuales para el Control Integrado de Plagas de arroz, tomate, alfalfa, algodón, coles, nueces, almendras, cítricos y papa. Lineamientos generales para la implementación del sistema han sido presentados por Huffaker & Smith (1979) para insectos; Apple *et al.*, (1977) para enfermedades; Buchanan (1976) y Shettey *et al.*, (1977) para malezas. Bottrell (1979) presenta una revisión muy didáctica del Control Integrado de Plagas y sugiere algunas ideas fundamentales sobre la implementación de tales programas.

Algunas consideraciones generales que deben tomarse en cuenta para la implementación del manejo integrado se presentan a continuación.

**Analizar la condición real de los insectos considerados plagas**

Es necesario establecer cuales especies corresponden a las categorías de plagas claves, plagas ocasionales e insectos sin importancia económica. Las "plagas claves" constituyen el punto focal del análisis y del manejo de las medidas de control; si no se toman medidas contra ellas habrá pérdidas económicas pues por definición estas plagas son persistentes y reducen los rendimientos todos los años.

Las plantas de papa pueden hospedar decenas de insectos (Fig. 5). Algunos pocos, como los áfidos y el complejo de polillas de la papa, suelen ser plagas claves en muchas partes del mundo. Otras especies como los gorgojos de los Andes o el escarabajo de Colorado son plagas claves en sus respectivas áreas de distribución, la zona altoandina y zonas de Estados Unidos y Europa respectivamente. En áreas más restringidas caen en esta categoría la mosca minadora (en la costa del Perú) y *Epitrix* spp. (en algunas partes de la sierra del Perú).

La introducción de la papa a regiones subtropicales posiblemente dará lugar a la aparición de nuevas plagas claves para estos lugares. También deben identificarse las especies consideradas "plagas ocasionales" y determinar su tendencia estacional. Asimismo, debe tenerse el registro de las "plagas potenciales". Todas estas especies generalmente están bajo la presión de un adecuado control natural y estas condiciones deben mantenerse en lo posible.

**Establecer "umbrales de daño económico", ("umbrales de daño", o "umbrales de infestación") para las plagas claves y ocasionales**

La determinación de los "umbrales de daño económico" o simplemente "umbrales de daño" es una tarea muy difícil. En forma ideal tendría que basarse sobre evaluaciones precisas de la interacción: nivel de infestación/reducción de cosecha, más los conocimientos de los costos de control. Los numerosos factores que afectan la relación infestación/daño y las múltiples dificultades experimentales para obtener y mantener por tiempo prolongado los niveles de población deseados, hacen que las determinaciones precisas, aun disponiendo de los recursos necesarios, requieran de experimentos a largo plazo. En la mayoría de los casos, el agricultor no puede esperar tanto tiempo. Por eso, en la práctica, los umbrales de daño económico inicialmente se suelen fijar en forma tentativa, provisional, en base a la experiencia de personas conocedoras del problema. Estos umbrales iniciales que se expresan en número de insectos por planta, o número de insectos por metro de surco, o número de insectos por trampa, deben ser revisados y reajustados según las nuevas observaciones y, en lo posible, mediante experimentos especialmente diseñados.

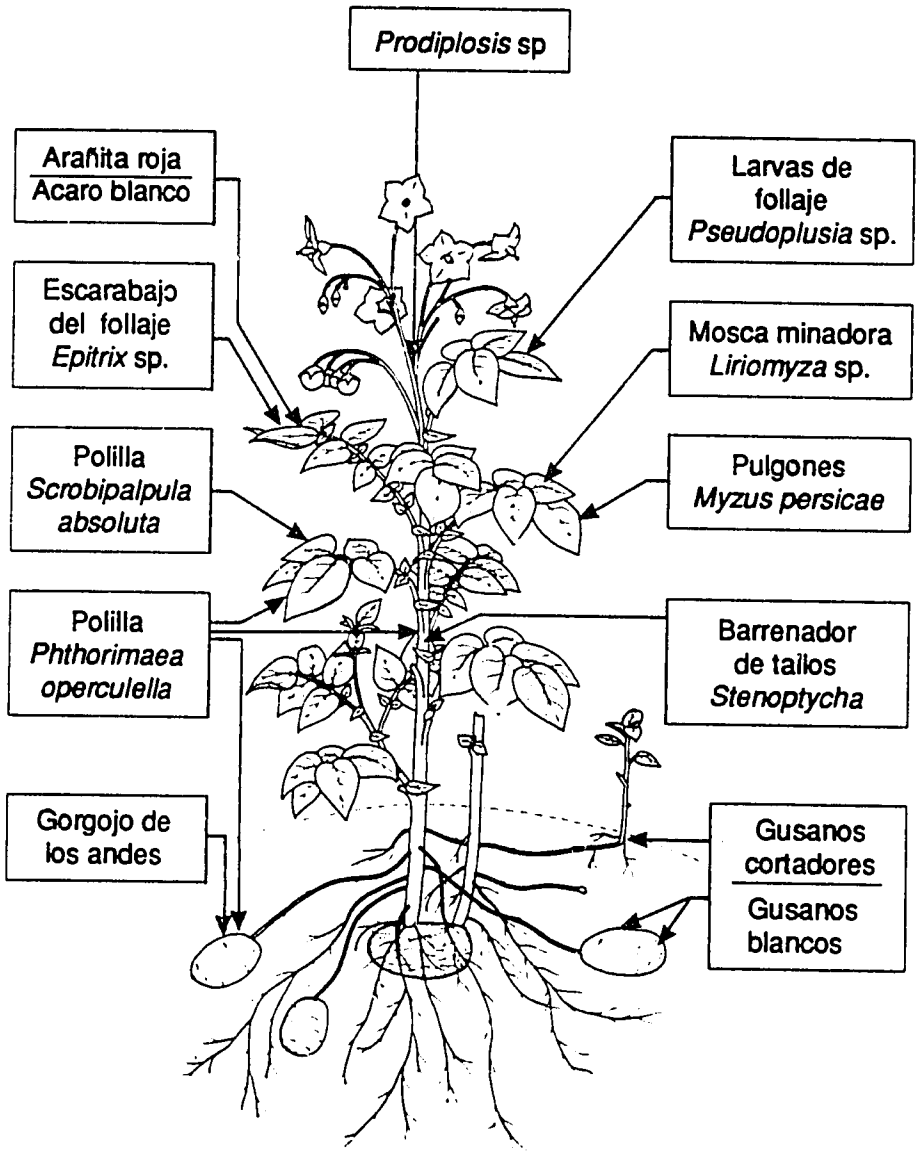



**Fig. 5. Algunas plagas que atacan a la papa en el Perú.**

En la mayoría de los casos es necesario establecer diferentes umbrales de infestación según el estado de desarrollo de la planta. En la aplicación práctica de estos límites hay que tener en cuenta una serie de consideraciones adicionales, como, por ejemplo, la presencia simultánea de otra u otras plagas cuyos efectos pueden ser aditivos, sinérgicos o aún antagónicos; el estado general de la planta, la tendencia de las poblaciones de enemigos naturales y las condiciones climáticas.

Muy poco se ha hecho en relación al establecimiento de umbrales de daño económico para las plagas de la papa. La escasa información se refiere a condiciones de los Estados Unidos incluyendo plagas como áfidos y cigarritas verdes (Radcliffe *et al.*, 1979) y el escarabajo de Colorado (Logan, 1981; Dripps & Smilowitz, 1989).

Algo se está haciendo en el Perú respecto a la mosca minadora, pero, en general se trata de un área que requiere mucha atención en los países en desarrollo.

**Desarrollar técnicas de evaluación periódica de plagas o "monitoreo"**

Las evaluaciones periódicas, generalmente semanales, de las poblaciones de insectos en los campos son esenciales en todo programa de Manejo Integrado de Plagas. Las poblaciones de insectos son dinámicas debido a que los constantes cambios que se producen en el ambiente (clima, crecimiento del cultivo, acción de enemigos naturales, etc.) determinan su incremento o decrecimiento. No podrían tomarse decisiones razonables si no se sabe qué es lo que está ocurriendo en el campo en cuanto a la presencia y abundancia de insectos dañinos y benéficos y la magnitud de los daños que se van produciendo.

Los métodos de evaluación deben ser prácticos; es decir sencillos, rápidos y precisos. La información obtenida servirá para adoptar las decisiones del caso, incluyendo la oportunidad y tipo de aplicaciones de insecticidas. Puesto que los tratamientos se basan en una necesidad real, con este sistema normalmente se reduce el número de aplicaciones, se disminuyen los costos, y se permite una mejor acción de los enemigos naturales.

El sistema de aplicación según el nivel de la población de la plaga, habría que contrastarlo con el "sistema calendario" de tratamientos de insecticidas a intervalos fijos, digamos cada 5, 7 ó 10 días. En este caso el agricultor muchas veces aplica un producto aun sin saber si la plaga está presente en el campo. Esta práctica no solamente es más costosa sino que conduce al desarrollo de todos los problemas mencionados anteriormente y en todo caso es lo opuesto al control integrado de plagas.

Hay muchos tipos de muestreos de plagas e insectos benéficos, desde la revisión directa de la planta hasta el uso de trampas con atrayentes. En todo caso es necesario estandarizar el sistema para que los registros que se hagan de las observaciones periódicas, digamos semanales, sean comparables, entre campos, entre campañas agrícolas y entre años. Con tales fines es necesario diseñar formularios adecuados para el registro de las infestaciones. A veces se requiere de un "formulario diario" que se llena al momento de hacer las observaciones en el campo (llamado también "hoja de campo"); y otro "formulario de promedios" para cada campo que se mantiene en la oficina. Este formulario representa la historia de lo que ha ocurrido en un campo en particular y en él se anotan semanalmente los promedios de las infestaciones y los tratamientos realizados.

Poco se ha hecho para desarrollar técnicas de evaluación de poblaciones de insectos en papa con fines de manejo de plagas. En cambio para el caso del tizón tardío, se han desarrollado sistemas de "monitoreo" y predicción epidemiológica en Europa y los Estados Unidos. En el Perú se han desarrollado algunos métodos de evaluación de plagas de la papa en la costa. La evaluación de la mosca minadora puede hacerse por observación directa por medio de trampas pegajosas. Para la polilla de la papa se usan trampas con feromonas sexuales (Yábar, 1985).

### Diseñar esquemas para bajar la posición de equilibrio de las plagas claves

Un objetivo primario en la estrategia del manejo integrado es bajar la posición de equilibrio de las plagas claves por debajo del umbral de daño económico en forma permanente. Esto no puede lograrse con insecticidas a menos que se los use

frecuentemente (Fig. 6A) con los riesgos y altos costos antes discutidos. Es necesario manipular el medio ambiente introduciendo uno o más factores de mortalidad con tendencia duradera (Fig. 6B).

Las principales técnicas para lograr estos objetivos son las siguientes:

- Utilización de variedades resistentes o tolerantes a las plagas.
- Introducción y protección de enemigos naturales.
- Modificación del medio ambiente, para hacerlo desfavorable a las plagas.

Se debe enfatizar que el uso inadecuado o erróneo de estas técnicas (es decir, introducción de variedades susceptibles, destrucción de enemigos naturales y modificación del medio favoreciendo a las plagas) conducen a la aparición de nuevas plagas (Fig. 6C).

**Utilización de variedades resistentes o tolerantes a las plagas**

El adecuado nivel de resistencia o tolerancia a la plaga de la variedad cultivada es un componente principal en todo programa de manejo integrado. Sería muy difícil, sino imposible, establecer un programa del CIP a base de una variedad particularmente susceptible.

Según el nivel de resistencia de la variedad se pueden distinguir dos modalidades en su uso:

a) Como el método principal de control utilizando variedades con muy altos niveles de resistencia. Esto no es muy frecuente en el caso de los insectos pues no son muchas las variedades de plantas con esas características. En cambio es una manera relativamente común de enfocar el control de muchas enfermedades. Tratándose de cultivos con poco valor económico por hectárea, que no soportan incrementos en sus costos de producción, el uso de variedades resistentes puede ser la única alternativa.

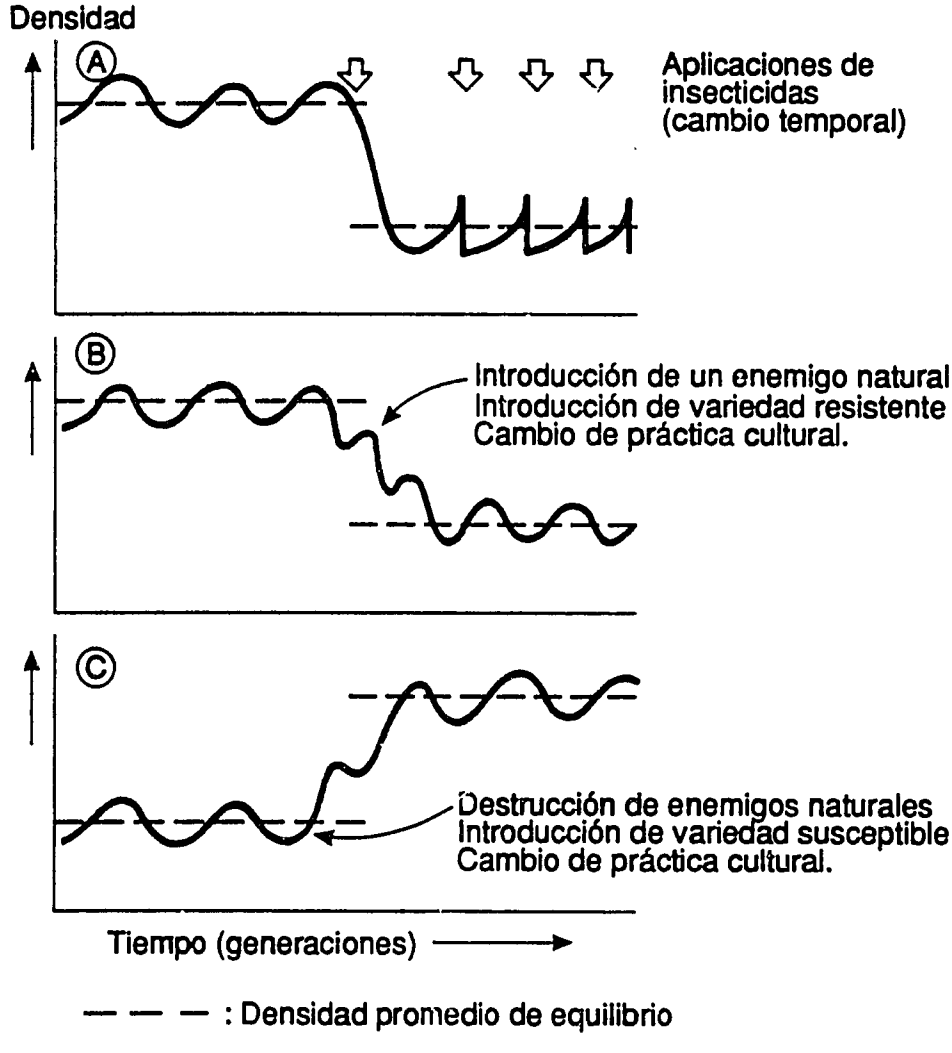



**Fig. 6. Representación esquemática de los cambios en la posición de equilibrio de las plagas en un agroecosistema.**

b) Como un componente básico del Manejo Integrado de Plagas utilizando variedades medianamente resistentes o tolerantes. Una expresión de la resistencia es la disminución de la tasa de crecimiento de la población de insectos. Este mecanismo es compatible con cualquier otra forma de control, sea biológico, cultural o químico.

Moderados niveles de resistencia pueden favorecer y complementarse con la acción de los enemigos naturales. En el caso de la utilización de insecticidas, los intervalos entre aplicaciones se amplían y hasta se especula que las dosis por tratamiento podrían ser menores. Con la disminución en la frecuencia de aplicación y en las dosis de los insecticidas se retarda el desarrollo de resistencia de los insectos a los insecticidas y se reduce su efecto desfavorable para los enemigos naturales.

El Centro Internacional de la Papa trabaja intensamente en la identificación de factores de resistencia a las plagas en papas silvestres y cultivadas y en su incorporación en materiales deseados. Tricomas glandulares que afectan a los insectos, substancias químicas adversas con efectos de antibiosis y antixenosis, y la extrusión de huevos de moscas minadoras, son algunos de los mecanismos de resistencia que han sido identificados contra diversas plagas.

**Introducción y protección de enemigos naturales (parasitoides, predatores y patógenos)**

Las plagas claves en un cultivo pueden ser nativas o introducidas. Las plagas nativas suelen ser atacadas por un gran número de enemigos naturales que son igualmente nativos de la región; en cambio, las plagas introducidas por lo general no tienen enemigos importantes aunque ellos normalmente abunden en el área de origen. En el primer caso, es necesario proteger la fauna benéfica existente; en el segundo, hay que introducir enemigos naturales eficientes como paso previo. En algunos casos es aconsejable criar enemigos naturales masivamente y liberarlos periódicamente en el campo.

La papa es un cultivo nativo del área andina, y todas las plagas registradas para este cultivo en el área corresponden al mismo origen, de allí que los enemigos naturales de estas plagas sean abundantes, tal vez con la única excepción del Gorgojo de los Andes. Pero en general, es un caso típico de coevolución del complejo planta-plagas-enemigos naturales.

Recientemente el Centro Internacional de la Papa ha intensificado sus investigaciones sobre control biológico. Se han identificado varias especies de avispitas parasitoides de la mosca minadora y de la polilla de la papa. Se está probando el uso del hongo *Beauveria* sp. contra el gorgojo de los Andes y un virus contra la polilla de la papa, entre otros proyectos.

**Modificación del medio ambiente**

Es ideal, aunque no siempre factible, modificar el medio ambiente del cultivo para hacerlo desfavorable a la plaga; es decir, procurar que las condiciones para que la plaga se multiplique, alimente, o proteja sean adversas; al tiempo que mejoran las condiciones para sus enemigos naturales. Estos propósitos están relacionados con las prácticas agronómicas, fechas de siembra y cosecha, rotación de cultivos, roturación del suelo, destrucción de residuos de cosecha y otras medidas sanitarias, uso de semilla sana, sistemas de cultivos y otras prácticas. Algunas se mencionan a continuación:

a) **Semilla sana.** En el caso de la papa cuya propagación es esencialmente vegetativa la sanidad de la semilla tiene máxima importancia. Los tubérculos semilla deben encontrarse libres de virus, hongos, nematodos, e insectos.

b) **Sistemas de cultivos mixtos.** La estabilidad biológica, incluyendo la regulación de las poblaciones de plagas, es afectada por la diversidad de los sistemas de cultivos. Es un hecho que raramente se producen infestaciones severas en áreas agrícolas con sistemas de cultivos mixtos, sobre todo cuando la mezcla de especies o variedades ha tenido un desarrollo histórico en el lugar. En el caso de la papa, este tubérculo ha sido cultivado por siglos como alimento principal de los Andes y los agricultores andinos han desarrollado mezclas de clones o intercultivos con otras plantas apropiadas para diversas

localidades. Las motivaciones que tiene el agricultor para conducir cultivos mixtos no son, por lo general, razones de protección del cultivo contra las plagas, pero se acepta que esta práctica también tiene influencia en este aspecto. Sería interesante evaluar y documentar el efecto real que tienen estas prácticas sobre las plagas y enfermedades.

c) **Prácticas culturales.** Diversas prácticas agrícolas ofrecen una serie de posibilidades para reducir la incidencia de las plagas y merecen estudios más detallados. Las rotaciones prolongadas que se han usado ancestralmente en los Andes han sido muy eficientes contra el nematodo del quiste, el gorgojo de los Andes y diversos hongos del suelo. Para satisfacer los requerimientos de producir más alimentos, los agricultores han abandonado estas prácticas reduciendo los intervalos entre cultivos con el agravamiento de los problemas sanitarios. El aporque que provee una buena cobertura de los tubérculos con tierra suelta protege a los tubérculos contra el tizón tardío, la polilla de la papa y, posiblemente, contra el gorgojo de los Andes. El uso masivo de estiércol, o materia orgánica en general, reduce el daño que ocasionan los nematodos y activan el desarrollo de microorganismos que antagonizan la proliferación de diversas plagas y patógenos del suelo.

La introducción de nuevas prácticas culturales debe hacerse con muchas precauciones, pues si el cambio es inadecuado los efectos pueden ser desastrosos. Thurston (1981) refiere un caso muy ilustrativo. En la década del 50, en Colombia, se trató de introducir la siembra de tubérculos de papa cortados en pedazos, que es práctica común en los Estados Unidos. El primer año toda la semilla se pudrió por acción de hongos del suelo. Este problema se resolvió al año siguiente con la aplicación de fungicidas a la semilla, pero entonces la marchitez bacteriana se hizo severa. Sólo volviendo al uso de los tubérculos enteros la situación se hizo normal.

Es conocido que la lluvia y los riegos frecuentes tienen efecto adverso al desarrollo de la polilla de la papa. Esta plaga es más severa en condiciones abrigadas y secas. La selección de la estación de cultivo y la frecuencia de riegos pueden ser factores manejables en algunos casos.

**Revisar los efectos directos y colaterales de medidas que deban adoptarse en casos de emergencia: Aplicación de insecticidas**

Cuando a pesar de los esfuerzos realizados para evitarlo, una plaga clave u ocasional escapa a la represión ejercida por otros métodos, no queda más alternativa que recurrir a una medida de efectos rápidos. El control químico suele ser el único recurso. En estos casos hay que procurar que el tratamiento sea lo más selectivo posible, es decir, que sea efectivo contra la plaga, pero que sus efectos colaterales sean los menos inconvenientes. Con este fin hay que tener especial cuidado en la selección del producto insecticida, dosaje, formulación, grado de cobertura y oportunidad de aplicación. Los insecticidas de más amplio radio de acción son los menos deseables. La reciente aparición en el mercado de insecticidas inhibidores de la quitina y reguladores del crecimiento de los insectos han ampliado el rol de los insecticidas en los programas de manejo integrado.

Resumiendo, podemos decir que el manejo integrado de plagas es la alternativa más razonable, si no la única, al uso indiscriminado de insecticidas. Su aplicación, sin embargo, requiere de cierto entendimiento del cultivo y sus prácticas culturales, de la dinámica de las plagas y de un buen conocimiento de las diversas tácticas de control de plagas. Los programas de manejo integrado en su nivel de ejecución se ajustan a las condiciones específicas de un lugar y aún así deben mantenerse flexibles para afinarse en el proceso de su implementación, según las variaciones de la campaña agrícola.

# 5 CONSIDERACIONES SOBRE EL CULTIVO Y LA PLANTA DE PAPA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL MIP

Siempre hay que tener en mente que el objetivo del cultivo es lograr un beneficio óptimo desde el punto de vista económico o utilitario; y en este proceso el rendimiento del cultivo es un importante componente. Los rendimientos están determinados por la potencialidad o calidad del cultivo, las condiciones químicas y físicas del suelo, las condiciones climáticas, las prácticas agrícolas y las condiciones biológicas entre las cuales están las plagas, enfermedades y malezas. Dada las condiciones específicas de cada localidad, el o los cultivares seleccionados deben responder favorablemente a los factores menos manejables como son el clima y el suelo. Sería muy difícil proteger un cultivo de plantas débiles o mal adaptadas a las condiciones locales y poder justificar los gastos de su protección. En todo caso, el costo de protección no puede ser ajeno a los beneficios esperados de la comercialización o utilización de la cosecha.

## Fases del desarrollo de la planta

Se pueden distinguir cuatro fases en el desarrollo de la planta de papa (Fig. 7) que tienen relaciones especiales con la presencia de las plagas y los daños que ellas producen en la planta y en su rendimiento.

- *Fase de Emergencia*: Periodo entre la siembra y la aparición de los brotes en el surco.
- *Fase Vegetativa*: Periodo entre la emergencia y la iniciación de la tuberización.
- *Fase de Tuberización*: Periodo entre la iniciación de la tuberización y el máximo desarrollo del follaje. Se considera que para muchas variedades norteamericanas este periodo coincide con el inicio y la finalización de la floración. Esta relación no está bien establecida para los cultivares andinos.
- *Fase de Madurez*: Periodo entre el máximo desarrollo del follaje y la senescencia total.

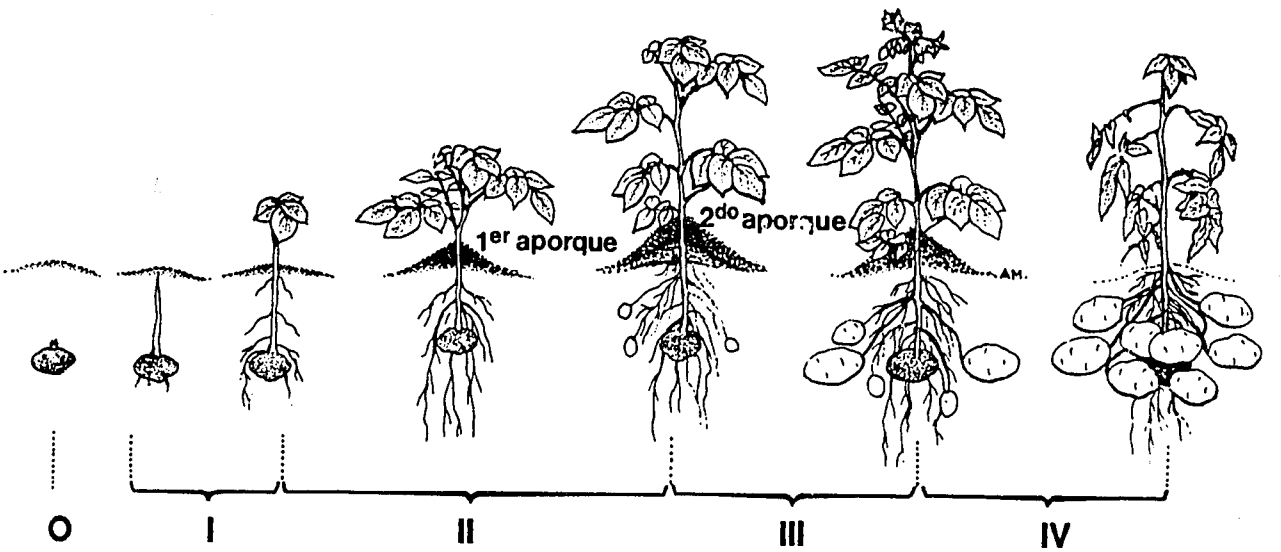



**Fig. 7. Fases del desarrollo de la planta de papa: O - siembra, I - emergencia, II - desarrollo vegetativo, III - tuberización y IV - madurez - senescencia.**

## Tolerancia o resistencia a los daños

Todas las plantas tienen mecanismos de protección contra las plagas, tales como substancias químicas que afectan el comportamiento del insecto (repelentes de alimentación y de oviposición que determinan la condición de antixenosis o no preferencia); substancias que afectan el desarrollo del insecto o su reproducción (antibiosis); estructuras morfológicas diversas (como la presencia de tricomas); y la capacidad para recuperarse del daño (tolerancia).

En las especies de papa existen todos estos mecanismos. Suelen encontrarse en alto grado en las especies silvestres, y en menor grado o notoriamente ausentes en los cultivares comerciales, los tricomas o pelos glandulares, por ejemplo, se presentan en tallos y hojas de varias especies silvestres diploides (*Solanum berthaultii*, *S. polyadenium*, *S. tarijense*) (Gibson, 1971; Gregory *et al.*, 1986; Radcliffe *et al.*, 1988) y se hacen esfuerzos para transferir esta característica a cultivares

comerciales. Se han registrado efectos contra áfidos, pulguillas, cigarritas verdes, arañitas rojas y otros insectos. Estos tricomas tienen en su ápice glándulas que al contacto con el insecto se rompen y descargan un líquido viscoso que queda adherido al cuerpo del insecto, especialmente en las patas y apéndices bucales. El líquido pronto se oscurece y endurece inmovilizando al insecto hasta causarle la muerte. También se considera que en los tricomas glandulares hay substancias que afectan el comportamiento de los insectos, por lo menos en los áfidos, induciéndolos a abandonar la planta. Este mecanismo todavía no está disponible en los cultivares comerciales.

Las plantas de papa, sobretodo las especies silvestres, entre ellas *S. demissum*, *S. chacoense*, *S. polyadenium*, y *S. bulbocastanum*, contienen glicoalcaloides en las hojas y en los tubérculos. Entre los glicoalcaloides dominantes están la solanina y chaconina, existiendo otros como las leptinas, leptininas y commersonina que están en menores cantidades, pero que pueden jugar un papel importante en la defensa de la planta contra las plagas (Tingey, 1984). Dada su toxicidad y amargor los glicoalcaloides no son deseables en los tubérculos. Su presencia en el follaje confiere resistencia contra el escarabajo de Colorado y las cigarritas verdes. No está claro su rol contra otros insectos. En todo caso su presencia en el follaje sería deseable no así en los tubérculos. Los actuales cultivares comerciales no poseen este mecanismo de defensa.

A pesar de la ausencia de estos mecanismos defensivos en los cultivares comerciales, no todos los cultivares son igualmente susceptibles a las plagas predominantes en una localidad. Casi siempre hay una opción para elegir uno o más cultivares menos susceptibles. En la costa del Perú, por ejemplo, el cultivar "Revolución" es más susceptible a la mosca minadora que otros cultivares. En este, como en muchos otros casos, no se conocen los mecanismos involucrados.

En el material genético del CIP se han detectado por lo menos dos mecanismos de resistencia contra la mosca minadora; la extrusión de los huevos depositados dentro del tejido de la hoja y una reacción de hipersensibilidad a la oviposición. En el primer caso, la proliferación celular del tejido herido por el ovipositor hace que el huevo quede expuesto al medio ambiente sujeto a la acción de predatores o a su

deshidratación. En el caso de la hipersensibilidad, el tejido que rodea al huevo se necrosa y se desprende de la hoja dejando pequeñas perforaciones, pero sin desarrollo larval. Al margen de estos mecanismos existe en el CIP material genético muy promisor con significativa resistencia a la mosca minadora. De la misma manera se han identificado genotipos de papa con diversos grados de resistencia a la polilla de la papa y aún al gorgojo de los Andes.

El grado de resistencia de un cultivar es una calificación relativa cuya escala va desde plantas muy susceptibles a plantas muy resistentes. Cuanto mayor sea el grado de resistencia, más fácil será su protección en un programa de manejo integrado de plagas; pues la resistencia es una característica compatible en cualquier otro método de control. Es importante hacer notar que, desde el punto de vista práctico, no es imprescindible disponer de grados de resistencia muy alto. En cambio sí es importante evitar cultivares muy susceptibles a las plagas y enfermedades prevalecientes en el lugar. Pues sobre esta base sería muy difícil estructurar programas de manejo integrado de plagas.

**Capacidad de la planta para recuperarse del daño**

Además de los mecanismos químicos y mecánicos de protección contra las plagas, las plantas de papa tienen cierta capacidad para soportar o recuperarse del daño causado por los insectos. Esta capacidad depende del tipo de daño, el órgano de la planta que es atacado, y de la fase de desarrollo de la planta en que se produce el daño. Las plagas que dañan los tubérculos, como el gorgojo de los Andes, se denominan plagas "directas" por que dañan los órganos que van a ser cosechados. En tanto que las plagas que dañan el follaje o los tallos se llaman plagas indirectas, como la mosca minadora o los escarabajos de la hoja. La polilla de la papa, *Phthorimaea operculella*, es un caso especial pues daña tanto al follaje como a los tubérculos.

Para ilustrar algunas consideraciones sobre la capacidad de recuperación de la planta de papa, se describen tres casos típicos: daños a plantas recién brotadas, daños al follaje y daños a los tubérculos.

a) **Daños a plantas recién brotadas.** De cada tubérculo semilla brota de uno a tres, o más, tallos de la nueva planta. Durante las dos o tres primeras semanas los requerimientos nutricionales de las nuevas plantitas son satisfechos por el almidón y otras substancias que contiene el tubérculo semilla. Una semilla sana en condiciones apropiadas produce brotes sanos y vigorosos. Las plantas vigorosas suelen tolerar bien el ataque de patógenos del suelo y de algunos insectos cuyos daños se ven superados por el rápido crecimiento de la planta. El corte total de un tallo, por gusanos de tierra (noctuideos) u otros insectos, es compensado con el desarrollo de nuevos brotes del mismo tubérculo, pues la destrucción de un brote suele estimular el desarrollo de los otros. Hasta la destrucción total de todos los brotes de un tubérculo, es decir, de toda la mata de papa, puede ser compensada por el mayor desarrollo de las plantas vecinas no dañadas. Sólo cuando los daños se concentran en una determinada área, comprometiendo plantas contiguas, se pierde esta capacidad de compensación. En estos casos es inevitable la aplicación de medidas de control las que deben limitarse de preferencia a los focos de infestación. Raramente se requerirá un tratamiento general. Una buena opción es la aplicación de insecticidas dirigida al pie de la planta, o el uso de cebos envenenados contra plagas de gusanos de tierra o grillos.

b) **Daños del follaje.** El efecto que tiene el daño del follaje sobre el rendimiento de la planta de papa depende de la magnitud del daño, de la capacidad genética de la planta para tolerarlo o recuperarse de él, y de la fase fenológica o periodo de desarrollo en que se produce. Aún así, experimentalmente se ha determinado que la planta de papa puede tolerar la destrucción semanal de cerca del 30% de sus hojas durante todo su periodo de desarrollo sin que sus rendimientos sean afectados significativamente (Wellik *et al.*, 1981). La destrucción de parte del follaje, incluyendo las hojas jóvenes que son las más eficientes, disminuye el sombreamiento de las hojas inferiores que así quedan en mejores condiciones para interceptar la luz y mejorar su eficiencia fotosintética.

Durante la fase vegetativa, es decir antes que comience el desarrollo de los tubérculos, las plantas de papa tienen la mayor capacidad para soportar y recuperarse de los daños (Dripps y Smilozritz, 1989). Daños severos, de 50 a 100% del follaje en las dos primeras semanas hacen que la planta tome algún tiempo para recuperar el follaje perdido. En este caso el efecto consiste en la demora del inicio de la tuberización y, consecuentemente, en un retrazo de la cosecha, pero no necesariamente se produce una disminución de los rendimientos (Wellik *et al.*, 1981).

El periodo más sensible al daño foliar es la fase de tuberización que en algunas variedades suele coincidir con el periodo de floración (Haré 1980; Wellik *et al.*, 1981; Dripps y Smilowitz, 1989). Parece que en esta fase la planta pierde la capacidad para recuperar el follaje destruido. Su actividad fisiológica se caracteriza por el movimiento creciente de los carbohidratos de las hojas hacia los tubérculos en formación y crecimiento.

Durante la fase de madurez, la importancia del follaje en el rendimiento va declinando hasta que se produce la senescencia total y la planta se torna amarilla. La actividad fotosintética declina y los carbohidratos del follaje se translocan a los tubérculos. La pérdida del follaje tiene poco o ningún efecto sobre los rendimientos.

Como quiera que la tolerancia de la planta está relacionada con su recuperación vegetativa, parece ser que las variedades tardías (que tienen un crecimiento más prolongado) resultan más tolerantes al daño foliar que las variedades precoces, caracterizadas por un crecimiento foliar más restringido.

c) **Daños a los tubérculos.** Los daños a los tubérculos son directos pues afectan la parte de la planta que constituye la cosecha. La magnitud de una población de insectos que causa estos daños y su efecto en los rendimientos suelen estar correlacionados estrechamente desde la fase inicial de la infestación. No existe el margen de tolerancia de daños que se describió para los daños indirectos. No se conocen trabajos experimentales que hayan

estudiado las respuestas de la planta a los daños en los tubérculos y su posible compensación con la formación de nuevos tubérculos. Existe una práctica común en los trabajos de mejoramiento de eliminar los tubérculos superficiales para alargar la vida de la parte aérea de la planta y, de esta manera, lograr una floración más prolongada.

La ubicación subterránea de los tubérculos dificulta estas investigaciones así como otras prácticas que son útiles en el manejo de las plagas. Por ejemplo, es muy difícil sino imposible, las evaluaciones periódicas "monitoreo" de las poblaciones de insectos que están infestando los tubérculos. Tampoco se pueden tomar medidas curativas pues el tubérculo dañado no se recupera. Los tratamientos al suelo, a diferencia de los tratamientos foliares, son básicamente preventivos y las oportunidades para ejecutarlas un tanto restringidas. Se suele aprovechar el periodo de siembra, y el primer y segundo aporque. En plantas desarrolladas se dificultan las aplicaciones al cuello de la planta. Estas limitaciones no existen cuando los tratamientos van orientados a destruir la población de insectos adultos que se alimentan del follaje.

# 6 REFERENCIAS


APPLE, J. L.; HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Eds.). 1977. The theory of disease management. Plant disease: An advanced treatise. Vol. I. How Disease in Managed. Academic Press, New York. p. 79-101.

BOTTRELL, D. G. 1979. Integrated pest management. Council of Enviromental Quality, Washigton D.C. 120 pp.

BOTTRELL, D. G. 1979. Integrated pest management. Council on Enviromental Quality. U.S. Goverment Printing Office: 1980. 0-330-831. 120 pp.

BOTTRELL, D. G. 1979. Guidelines for integrated control of maize pests. FAO plant production and protection papar. Rome. 91 pp.

BUCHANAN, G. A. 1976. Management of the weed pests of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *In* Proc. U.S.A. - U.S.S.R. Symposium; The Integrated Control of the Arthropod, Disease and Weed Pests of Cotton, Grain, Sorghum and Deciduous Fruit. Texas Agr. Exp. Sta. MP-1276. p. 168-184.

CAMPOS, G. R. 1976. Control químico del minador de hojas y tallos de la papa, *Scrobipalpola absoluta* Meyrick, en el Valle de Cañete. Rev. Peruana de Entomología 19:102-106.

CAMPOS, G. R. 1978. Control químico de la mosca minadora, *Liriomyza huidobrensis*, en el Valle de Cañete. Rev. Peruana de Entomología 21:109-112.

COLLANTES, L. G. 1984. Susceptibilidad a los piretroides en adultos de dos poblaciones de *Phthorimaea operculella* (Zeller). Tesis sin publicar. Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú. 105 pp.

DRIPPS, J. E.; SMILOWITZ, Z. 1989. Growth analysis of the potato plants damaged by Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) at different plant growth stages. Enviroment. Entomology 18(5):854-867.

FALCON, L. A.; SMITH, R. F. 1974. Manual de control integrado de plagas del algodonero. FAO, Roma, AGPP: Misc/8. 87 pp.

FAO 1979. Manual de control integrado de plagas del arroz. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal, Roma. 123 pp.

GIBSON, R. W. 1971. Glandular hairs providing resistance to aphids in certain wild potato species. Ann. Appl. Biol. 68:113-119.

GREGORY, P.; TINGEY, W. M.; AVE, D. A.; BOUTHYETTE, P. V. 1986. Potato glandular trichomes: a physiochemical defense mechanism against insects, 160-167 pp. *In* M. G. Green & P. A. Hedin (eds.), Natural Resistance of Plants to Pests: roles of allelochemicals. American Chemical Society Symposium Series 296.

HARE, J. DANIEL. 1980. Impact of defoliation by the Colorado potato beetle on potato yields. J. Econ. Entomology 73:369-373.

HARRIS, C. R.; SVEC, H. J. 1981. Colorado potato beetle resistance to carbofuran and other insecticides in Quebec. Journal of Economic Entomology 74:421-424.

HUFFAKER, C. B.; SMITH, R. F. 1979. Rationale, organization, and development of a national integrated pest management project. *In* Huffaker, C. B. (Ed.) New Technology of Pest Control. Wiley, New York.

LOGAN, P. A. 1981. Estimating and projecting Colorado potato beetle density and potato yield loss. *In* Lashomb, J. H.; Casagrande, R. (Eds.). Advances in potato pest management. Hutchinson Ross Publishing Company. p. 105-118.

RADCLIFFE, E. B.; CANCELADO, R. E.; CRANSHAW, W. S. 1979. Establising action thresholds for insect pests. Proc. Symp. IX International Congress Plant Protection. Washington D.C. 3:477-480.

RADCLIFFE, E. B.; TINGEY W. M.; GIBSON, R. W.; VALENCIA, L.; RAMAN, K. V. 1988. Stability of green peach aphid (Homoptera: Aphididae) resistance in wild potato species. J. Econ. Entomol. 81:361-367.

SHELTON, A. M.; WYMAN, J. A.; MAJOR, A. J. 1981. Effects of commonly used insecticides on the potato tuberworm and its associate parasites and predators in potatoes. Journal of Economic Entomology 74:303-306.

THURSTON, H. D. 1981. El agroecosistema de la papa y el manejo de plagas. Segundo Curso de Control de Plagas y Enfermedades Agrícolas. Volumen 3. Fascículo 37. CIP - Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú.

TINGEY, W. M. 1984. Glycoalkaloids as pest resistance factors. Am. Potato J. 61:157-167.

VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Department of Entomology, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 221 pp.

WELLIK, M. J; SLOSSER, J. E.; KIRBY, R. D. 1981. Effects of simulated insect defoliation on potatoes. Am. Potato J. 58:627-632.

Coordinado por el Departamento de Capacitación, CIP.

Impreso en la Unidad de Comunicación, CIP, Lima, Perú, junio 1992

Copias impresas: 600

XX-TR-S-04-O-600