

Estrategias de Control de las Polillas de la Papa
dentro de un esquema de Control Integrado

Fausto H. Cisneros - Octubre 1988.

El Problema. Identificación de las especies.

Con el nombre de "polillas" o "palomillas" de la papa se conocen en la América subtropical por lo menos cuatro especies de insectos muy dañinos. De ellos, *Phthorimaea operculella* (Zeller) es la especie de más amplia distribución no solo en América sino en todo el mundo. Las otras especies tienen una distribución más restringida. *Symmetrischema plaeseosema* (Turner) está registrada en los Andes de Perú y Colombia, Estados Unidos y Australia; *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick), en Colombia, Perú, Chile, Argentina y Brazil; y *Scrobipalpula solanivora* (Povolny), en Centro América, y más recientemente en Colombia y Venezuela.

Las polillas de la papa constituyen plagas claves para los tubérculos de papa almacenados en todas las zonas productoras; y también pueden serlo en el campo en climas abrigados y de escasa lluvia.

El registro de varias especies en un mismo país no necesariamente significa que todas las especies están presentes en una misma región o en la misma época. En el Perú, por ejemplo, *S. absoluta* sólo se presenta en la Costa; *P. plaeseosema*, solamente en la sierra; mientras que *P. operculella* se presenta en la Costa, en la sierra y en la selva alta. En el almacén esta especie puede ocurrir durante todo el año; pero su presencia en el campo es estacional. Se presenta sólo entrada la primavera y especialmente en el verano; en la sierra prácticamente no se presenta en el campo; y en la selva alta las infestaciones ocurren de preferencia en la época de escasa lluvia.

Naturaleza del daño.

Existen ciertas diferencias en las formas de daños causados por las diversas especies de polillas. Dos de ellas, *P. operculella* y *S. plaeseosema* atacan tanto a la parte aérea de la planta como a los tubérculos y sus infestaciones pueden ocurrir en el campo como en el almacén. En cambio *S. absoluta* sólo daña la parte aérea de la planta; mientras que *S. solanivora* sólo daña tubérculos. Esta última especie se presenta tanto en el campo como en el almacén.

El daño en la parte aérea de la planta se presenta en los brotes y en las hojas. La larva perfora el brote y las yemas axilares penetrando hacia el tallo. Como consecuencia, el

terminal de la planta o de las ramas infestadas muere. Si la infestación es ligera la planta puede recuperarse desarrollando nuevas ramas. Si la infestación es severa el crecimiento de la planta se detiene y la planta se marchita por la perforación del tallo. Las larvitas que penetran a las hojas comen el parénquima formando minas lagunares dentro de las cuales puede distinguirse la larva. Puede producirse también el doblado parcial de la hoja o el pegado de hojas vecinas dando protección a las larvitas. Este daño contribuye a acelerar el marchitamiento de la planta.

Los daños a la parte aérea de la planta son considerados daños indirectos puesto que la parte que se cosecha son los tubérculos. De allí que la planta tenga cierta capacidad para tolerar este tipo de daño sin que se produzca una disminución en los rendimientos.

En los tubérculos, las larvas perforan túneles dentro de los cuales quedan los excrementos del insecto en forma característica. Los tubérculos perforados suelen ser atacados por hongos y bacterias que aceleran su descomposición. En todo caso los tubérculos atacados suelen quedar inaptos para el consumo.

Los daños a los tubérculos son daños directos, donde no queda margen de recuperación para el tubérculo atacado. En ausencia de medidas de control y en condiciones favorables para el desarrollo de la plaga estos daños pueden alcanzar niveles muy altos, inclusive la pérdida total de los tubérculos almacenados en unos pocos meses.

El Proceso de la Infestación.

La infestación inicial en el campo es realizada por los adultos provenientes de otros cultivos de papa, de tubérculos infestados almacenados, o de otras plantas hospederas. Los adultos emergen de cocones localizados en la superficie del suelo o en rastrojo cerca de las plantas. En los lugares de almacenamiento las larvas pueden desplazarse distancias considerables en busca de lugares apropiados como hendiduras, rastrojos, sacos, etc. En los tubérculos de superficie irregular de las yemas del tubérculo pueden ser suficiente protección para las pupas; pero, en general, las larvas prefieren empupar fuera del tubérculo.

Las hembras depositan sus huevos sobre el follaje, brotes, superficie del suelo, rastrojos o tubérculos expuestos. Si el suelo presenta rajaduras, las polillas suelen penetrar en ellas para ovipositar sobre los tubérculos y si el suelo es muy suelto, la hembra también puede excavar ligeramente para así alcanzar la superficie de los tubérculos más superficiales.

Las larvitas recién nacidas perforan el terminal de la planta o penetran al tejido de las hojas. Una buena parte de la población larval suele abandonar el follaje donde encontró su

primer alimento y baja al suelo en busca de tubérculos, introduciéndose por las rajaduras que puede presentar el suelo, o perforando los tubérculos que están expuestos. Los tubérculos quedan particularmente vulnerables en el período previo a la cosecha, cuando comienza la senescencia de la planta. En este período se incrementa rápidamente la infestación de los tubérculos.

La infestación inicial en almacén puede provenir de diferentes fuentes. Si las condiciones de higiene no son adecuadas numerosas pupas pueden quedar en los resquicios y otras partes del almacén de donde emergen los adultos que depositan sus huevos en los tubérculos almacenados. Si los almacenes no están bien cerrados, (puertas, ventanas, paredes) adultos de diversas procedencia pueden ingresar a los almacenes. De igual manera, larvitas de almacenes fuertemente infestados pueden desplazarse distancias relativamente considerables para penetrar en otros lugares de almacenamiento. Una fuente importante de infestación son los tubérculos que vienen infestados desde en campo y que contienen larvas o huevos de la polilla.

En el campo los adultos son activos en el crepúsculo y por la noche. Durante el día los adultos se ocultan entre el follaje o descansan en el suelo. En la oscuridad del almacén las polillas se mantienen continuamente activas. Las larvitas recién nacidas están sometidas a mortalidades muy altas (entre 30 y 40%) en el proceso de penetración al tubérculo.

Ocurrencia estacional.

En los climas con tendencias estacionales marcadas, en relación a los regímenes de lluvias (períodos secos y lluviosos) o de temperatura (períodos fríos y calurosos), suele establecerse también una tendencia estacional para las polillas en el campo (mayor o menor abundancia). En los climas más o menos uniformes, de existir alguna tendencia en la ocurrencia estacional de la polilla ésta suele estar asociada a la presencia de plantas hospederas y otras fuentes de reproducción de la polilla como almacenamientos inapropiados.

De existir una tendencia estacional marcada, como en el caso de Túnez (von Arx et. al, 1988), se dispone de una opción importante para el manejo de la plaga por selección del período de siembra y de cosecha. Es conveniente que en todas las zonas de producción de papa donde la polilla es problema, se determine la ocurrencia estacional de esta plaga.

Análisis de la relación polilla - planta - tubérculo.

La asociación entre la polilla y la planta de papa puede considerarse como una secuencia continua desde la siembra y desarrollo de la planta hasta la cosecha y el almacenamiento de los tubérculos. Durante todo este tiempo existe una situación

continúa de susceptibilidad a las infestaciones. Sin embargo, para entender con mayor claridad las varias estrategias de lucha que pueden emplearse contra esta plaga, se pueden caracterizar cuatro estados o etapas en el proceso de la producción de la papa, cubriendo el ciclo de siembra, cultivo, cosecha y almacenamiento.

1. Desarrollo vegetativo de la planta antes de la tuberización; período en el que sólo pueden ocurrir infestaciones en la parte aérea de la planta.
2. Plantas con tubérculos, período en que pueden ocurrir infestaciones en la parte aérea y en los tubérculos.
3. Cosecha: período en que los tubérculos están directamente expuestos a las poblaciones de la polilla en el campo.
4. Almacenamiento: período en el que los tubérculos pueden estar expuestos a repetidos ciclos de infestación.

Revisión de las estrategias de Control de la Polilla.

Las diversas estrategias de control que se han desarrollado contra la polilla de la papa pueden formar parte de un programa de control integrado adecuándolas entre otras cosas, a las etapas de la producción de la papa mencionadas antes.

A continuación se presenta una breve revisión de las principales estrategias de control.

Resistencia a la polilla.

El grado de resistencia o susceptibilidad de las plantas es un factor fundamental en la protección de cultivo. Es muy difícil proteger plantas muy susceptibles; y, por el contrario, plantas con ciertos niveles de resistencia facilitan el empleo de otras medidas de control complementarias.

En el caso de las polillas de la papa, la evaluación de la resistencia se ha concentrado contra la especie *P. operculella* que es la más ampliamente difundida. La resistencia puede expresarse en términos de no preferencia para la oviposición y de antibiosis o sea el efecto bioquímico de los tejidos de la planta desfavorable para el desarrollo del insecto. En el caso de la papa podría agregarse el efecto mecánico-bioquímico de los tricomas glandulares. Dados los hábitos del insecto, la resistencia contra la polilla puede expresarse en relación con la parte aérea de la planta y en relación con los tubérculos, mecanismos que no necesariamente están ligados.

Resistencia de la parte aérea de la planta. Esta resistencia ha sido poco estudiada a pesar de que estaría afectando a la población del insecto en el campo que, normalmente, antecede a la

infestación de los tubérculos. Por otro lado, al tratarse de un daño indirecto tendría una fácil integración con la acción de sus enemigos naturales. Una de las razones para su limitada investigación podría ser la dificultad para su evaluación.

El CIP ha centrado su investigación en la presencia de tricomas glandulares en la superficie de las hojas y de los tallos de la papa aunque no se trata de un mecanismo específico contra la polilla de la papa. Al contrario, los tricomas glandulares son considerados mecanismos de resistencia mecánico-bioquímico de acción múltiple (Tingey et.al., 1984). Los tricomas han sido encontrados eficaces contra áfidos, cigarritas, arañitas rojas, escarabajos saltadores, orismélidos y el escarabajo de Colorado de la papa. Todavía falta verificar su efecto contra la polilla de la papa.

El rol de los glicoalcaloides como mecanismo de resistencia a los insectos ha sido revisado por Tingey (1984). Desafortunadamente el contenido de glicoalcaloides en el follaje de papa suele estar altamente correlacionado con su presencia en los tubérculos y algunos de estos compuestos son tóxicos para los mamíferos. Sería necesario independizar el contenido de glicoalcaloides en el follaje o aislar aquellos que no representan un peligro para el hombre.

Resistencia de los tubérculos: Los tubérculos de papa de la mayoría de los cultivares comerciales son susceptibles en mayor o menor grado al daño de la polilla. Estas diferencias parecen no tener interés práctico en el campo pero podrían tenerlo en condiciones de almacenamiento prolongado sin refrigeración. En estos casos si las diferencias en las tasas de incrementos son significativas el valor práctico puede ser importante.

La búsqueda de resistencia a la polilla en parte del germoplasma de papa en el CIP ha dado resultados promisorios (Raman y Palacios, 1982). Se han identificado fuentes de resistencia en papas silvestres y cultivadas, diploides y tetraploides, y la resistencia diploide ha sido transferida a nivel tetraploide (Scurrah y Raman, 1984). En el Perú y Colombia se han seleccionado clones promisorios que están en proceso de evaluación a nivel de los programas nacionales (Raman, 1988, Estrada y Valencia, 1988).

Las investigaciones sobre la resistencia de los tubérculos ha sido perturbada por la posible existencia de razas de la polilla con capacidad para dañar tubérculos encontrados resistentes a otras razas. Este asunto no está del todo dilucidado.

Poco se conoce de los mecanismos de la resistencia detectada y de su control genético por lo que su herencia e incorporación en materiales avanzados resultan complejos (Raman et.al, 1981). La incorporación de los niveles de resistencia deseables a las variedades de preferencia local parece ser un aspecto muy importante. El desarrollo de variedades totalmente nuevas sobre la base de altos niveles de resistencia a la polilla podría tener problemas de aceptación.

Una alternativa transitoria para encarar los problemas de almacenamiento podría ser evaluar las variedades comerciales locales respecto a su efecto en la tasa de reproducción de las poblaciones locales de la polilla. Seleccionar los cultivares menos favorables para la plaga y sobre esta base adicionar todos los otros factores de protección y mortalidad que resulten prácticos en las condiciones locales.

Uso de Feromonas sexuales.

Las feromonas sexuales son sustancias producidas por un insecto que tienen el efecto de atraer a otro insecto de la misma especie con fines de apareamiento. Como en la mayoría de los lepidópteros, las feromonas de la polilla de la papa son producidas por las hembras en un glándula cerca del extremo dorsal del abdomen.

Se conocen dos componentes (PTM_1 y PTM_2) de la feromona sexual de *P. operculella*. Estas sustancias fueron identificadas en 1975 (Roelofs et.al.) y 1976 (Persoons et.al.) y en la actualidad se producen comercialmente. Recientemente se ha identificado y sintetizado la feromona sexual de *S. solanivora* (Nesbitt et.al. 1985) con el apoyo del CIP y en la actualidad se trata de identificar las feromonas sexuales de *S. plaeseosema* y *S. absoluta* en el Institute for Pesticides Research, Wageningn, Holanda.

Las feromonas sexuales pueden usarse con los siguientes propósitos:

- "monitoreo" (captura restringida por medio de trampas).
- trameo masal (destrucción de machos en gran escala).
- confusión de machos (interferencia en la atracción sexual).
- mezclas con insecticidas (cebos tóxicos).

En el "monitoreo" y trameo masal se utilizan trampas que tienen como fuente de atracción a las feromonas. La eficiencia de las trampas depende de la proporción de la mezcla de feromonas y de sus dispensores, y del diseño, ubicación, número por área y mantenimiento de las trampas. Después de una serie de ensayos se ha encontrado adecuado para el Perú la mezcla de PTM_1 y PTM_2 en la proporción de 0.4mg + 0.6mg. por trampa pudiendo utilizarse feromonas sin purificar con eficiencia comparable a las feromonas purificadas (Raman 1988). Existe la posibilidad de que diferentes poblaciones de polilla respondan de manera diferente a las diversas proporciones de mezclas de feromonas. Un miligramo de la mezcla impregnada en un tapón de jebe de 9m.m de diámetro tiene su poder atrayente por más de 90 días. El producto puede guardarse por algunos meses a $-5^{\circ}C$ sin pérdida sensible del poder atrayente.

Las trampas de bandeja de agua y de embudo son igualmente efectivos en cuanto al número de polillas capturadas, pero la trampa de embudo tiene la ventaja de no necesitar mantenimiento. Las trampas son igualmente efectivas al nivel del suelo que a 40g y a 80cm. de altura (Raman, 1984).

Prospección o "Monitoreo". Esta práctica tiene como propósito evaluar la presencia y/o la densidad de la población de la polilla con la finalidad de determinar las acciones a tomar o para establecer su ocurrencia estacional. La población de la polilla se estima a base del número de machos capturados por día o por semana en cada trampa. El registro del número de machos capturados/semana/trampa permite un buen estimado relativo de la ocurrencia de la plaga. Pero la real correlación entre el número de machos capturados y la población de polillas en el campo o los daños que se ocasionan a las plantas no está bien documentada. Valencia (1981) encontró una correlación significativa entre la captura de machos y la oviposición obtenida en ciertos dispositivos especiales. Raman (1982) registró capturas de 95 machos/trampa/semana en promedio en un campo que a la cosecha tuvo una infestación de 2% de los tubérculos. En otro ensayo en que registró un promedio de 348 machos/trampa/semana con una máxima de 676 m/t/s. tres semanas antes de la cosecha, la infestación a la cosecha fue de 42% de tubérculos dañados.

Trampeo Masal. El trampeo masal tiene por objeto capturar la mayor cantidad posible de insectos con el fin de bajar su población y disminuir sus daños. Al usar las feromonas sexuales de la polilla sólo se capturan machos pero el efecto esperado es que como consecuencia de ello una gran proporción de hembras queden sin copular; y consecuentemente disminuya la tasa de reproducción de la población.

Raman (1988) ha reportado algunos experimentos de campo al respecto. A las densidades de una trampa por 70m² y una trampa por 200m², se redujo el número de machos atraídos por hembras vírgenes a 3 y 10% respectivamente. A la densidad de una trampa por 225 m², en una área de 0.5 ha se capturó 92,000 polillas machos en 110 días y la infestación se redujo de 42% de tubérculos infestados en el testigo a 19% en el área de trampas.

En condiciones de almacenes rústicos de luz difusa, la colocación de dos trampas redujo los daños a la mitad o a un tercio (de 34% en el testigo, a 17%; y de 60% a 20%) (Raman, 1988).

Las trampas de luz también son muy efectivas atrayendo polillas adultas con la particularidad de atraer hembras y machos. Según Sadik (comunicación personal) las hembras capturadas están oviplenas y en almacenes el número de polillas atrapadas es mayor que en las trampas de feromonas.

Desorientación de Machos. Esta técnica tiene por objeto saturar un ambiente con el olor de la feromona sintética de modo que el macho no pueda detectar la feromona natural que lo orienta hacia la hembra. UN factor importante para este uso es la formulación de la feromona de modo que sea liberada lentamente pero en la cantidad suficiente para que sea efectiva.

Una formulación microencapsulada de la feromona de la polilla asperjada dos veces o la concentración de 0.26% en almacenes, al inicio del almacenamiento y un mes después, en condiciones de alta infestación de la polilla redujo la intensidad de la infestación (Raman, 1988) pero no en grado suficiente para considerarlo de interés práctico. Queda por investigar el efecto en condiciones de menores intensidades de infestación y/o mejorando el sistema de liberación de la feromona.

Mezclas de feromona con insecticida. Una técnica relativamente poco estudiada es la formulación de cebos tóxicos a base de mezclas de la feromona de la polilla con un insecticida. Las ventajas teóricas del sistema de que los insectos atraídos por la feromona mueren al ponerse en contacto con el insecticida. Bastaría aplicar un área relativamente pequeña para lograr este efecto.

Protección mecánica y con plantas repelentes.

La protección de los tubérculos de papa y otros productos agrícolas almacenados utilizando el efecto repelente de ciertas plantas es una práctica muy antigua entre los agricultores del Ande. Esta práctica ha sido rescatada recientemente considerándose una buena alternativa al uso de insecticidas.

La planta de "muña", (*Minthostachys* spp.) ha sido usada por los agricultores nativos del Perú y Bolivia para proteger la papa y otros tubérculos almacenados contra las polilla y los gorgojos. Los aceites esenciales (Gibaja, 1960) de esta planta tienen efecto inhibidor de diversos microorganismos (Hurtado y Munares, 1978) retardador del brotamiento de la papa (Vejarano y Aliaga, 1972) y repelente contra la polilla (Ormachea, 1985).

En el CIP se ha estudiado el efecto de *Minthostachys* y otras especies con alto contenido de aceites esenciales como *Lantana camara*, *Eucalyptus globulus* y *Cymbopogon citratus* (Raman et al, 1987). Esta última especie parece carecer de efecto repelente y su acción se limita a la de una barrera física; similar a aquella que se logra con la cobertura de los tubérculos con paja de arroz o cebada.

Cuando la "presión biológica" de la plaga es muy fuerte, es decir cuando las poblaciones de la polilla son altas y las condiciones favorables, las coberturas protectoras de paja, de 10 a 20cm. no excluyen la penetración de larvitas provenientes de

tubérculos almacenados. En estos casos es preferible adicionar papel periódico entre los tubérculos y la cobertura de paja (von Arx et.al. 1988).

Control Biológico.

Las polillas de la papa son atacadas por diversas especies de enemigos naturales, principalmente parasitoides y patógenos. Los predadores parecen ser de menor importancia. La ocurrencia de estos enemigos naturales en el área andina es concordante con el hecho de que la polilla, su hospedero, sea nativa de esta región.

Parasitoides: De las varias especies de parasitoides identificadas en el Perú las avispas *Apanteles gelechiidivoris* Marsh (Braconidae) y *Copidosoma koheleri* Blanchard (Encyrtidae) parecen ser las más eficientes (Bennet, 1984; Raman & Redolfi, 1984).

A. gelechiidivoris parasita a *P. operculella* y *S. absoluta*. El parasitismo se inicia en el primero y segundo estadio de la larva de la polilla y se desarrolla dentro de ella hasta que ambas completan su desarrollo larval. La duración del ciclo es de tres a cuatro semanas según la temperatura. (Redolfi y Vargas 1978).

La avispa *C. koheleri* es un parasitoide huevo-larval poliembriónico con una extraordinaria capacidad de multiplicación. Cada larva del parasitoide da lugar a varias decenas de avispitas, de modo que una sola avispa hembra tiene la potencialidad de producir algunos miles de nuevas avispitas. Su crianza masal es relativamente sencilla y su introducción a nuevas áreas o sus liberaciones para reforzar las poblaciones del campo han dado buenos resultados. A 27°C se logran de 9 a 10 generaciones por año.

Las infestaciones de la polilla en el campo, particularmente en la parte aérea de la planta, en oposición a las infestaciones en el almacén, son más apropiadas al control por parasitoides. Por un lado, los huevos y las larvas de la polilla están más accesibles a la acción del parasitoide; y por otro lado, existe un margen de tolerancia en el nivel de infestación de la planta antes que se presenten efectos en la cosecha.

Predadores: Poco se sabe de la acción de predadores en el campo. Sin embargo, von Arx et.al. (1988) sugiere que el rol de las arañas y otros predadores merecen ser estudiados sobretodo en condiciones de almacenamiento rústico.

Patógenos: Otro importante grupo de enemigos biológicos de las polillas son los patógenos que producen enfermedades en la plaga. Por lo menos dos microorganismos tienen importancia práctica: la

bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) cuyas formulaciones comerciales se usan contra diversas larvas de lepidópteros; y un baculovirus que produce granulosis en las larvas de la polilla. Este virus ha sido identificado por investigadores del CIP (Raman y Alcázar, 1988) como un eficiente patógeno de la plaga.

La efectividad de *B. thuringiensis* ha sido demostrada en el Perú (Raman et.al., 1987) y en Túnez (von Arx et.al., 1988). La bacteria produce un cristal proteínáceo que intoxica a la polilla que lo ingiere; su acción es similar al de un insecticida de ingestión. Si bien puede aplicarse en aspersiones y en espolvoreos, se considera que los espolvoreos son más apropiados para tratar tubérculos almacenados ya que el agua de las aspersiones podría favorecer las pudriciones del tubérculo.

El empleo del baculovirus de la granulosis está en proceso experimental. Aunque, originalmente fue aislado de larvas de polillas enfermas colectadas en el Perú, se ha comprobado su existencia en otros países. Lo extraordinario de este patógeno es su alta efectividad y la facilidad para ser multiplicado a nivel del agricultor. Con este fin, las larvas enfermas, que se vuelven inmóviles y de color blanco opaco, se trituran y maceran en agua (Raman y Alcázar, 1988). Cinco larvas por cada dos litros de agua da la concentración suficiente para ser aplicada contra la planta en el campo y en el almacén. Para papa almacenada se prefiere espolvoreos. Esta formulación se logra mezclando el macerado con un polvo inerte (talco), se seca, muele, y tamiza.

Prácticas Culturales.

Las prácticas culturales están orientadas a explotar las condiciones que desfavorecen el desarrollo de la plaga. Podemos considerar la elección de la fecha de siembra, las prácticas agrícolas propiamente dichas como riegos y aporques, y la cosecha.

Fecha de siembra: Se ha indicado anteriormente que las bajas temperaturas y la lluvia son factores que afectan drásticamente las poblaciones de las polillas en el campo. De esto surge la primera recomendación que consiste en evitar que el cultivo se desarrolle en condiciones de alta temperatura y en la época de ausencia o escasa lluvia. Si fuera posible debe utilizarse la información de la ocurrencia estacional de la polilla para determinar mejor la época de siembra.

No se conoce con certeza en que formas la lluvia afecta la población del insecto. Valencia (1987) ha demostrado que los huevos de la polilla son capaces de soportar hasta dos días sumergidos en agua sin perder significativamente su viabilidad.

En cuanto a la extensión del período de siembra es bien conocido que cuanto más reducido sea este período mejores suelen ser las condiciones sanitarias del cultivo. Los cultivos

retrasados suelen ser los más afectados por las plagas. Por otro lado no pueden ignorarse los efectos que tienen las cosechas simultáneas (gran oferta) en los precios de venta del tubérculo.

Prácticas agronómicas: Se ha mencionado que los tubérculos superficiales son fácilmente atacados por la polilla y que cuando se producen grietas en el terreno se facilita el acceso de polillas y larvitas neonatas hasta los tubérculos. Estas dos condiciones deben ser evitadas mediante la adecuada profundidad de siembra, un buen aporque, oportuno paso de cultivadora, y control de riegos, cuando ésto es posible. Al mantener el terreno húmedo se evita la formación de rajaduras en el suelo.

Cosecha: Un factor crítico en la secuencia de las infestaciones de las polillas es el tiempo en que la papa cosechada queda expuesta al ataque de la polilla en el campo. Es absolutamente necesario que este período sea lo más corto posible. Las polillas son muy activas al atardecer y por la noche, de modo que los tubérculos dejados de un día para el otro pueden recibir muchos huevos de la polilla que se desarrollarán posteriormente. Hay que tener presente que la infestación inicial de los tubérculos, que suele pasar desapercibida, es un factor clave en la infestación que posteriormente se desarrolla en el almacén.

Campo limpio y eliminación de hospederos: La polilla suele pasar de una campaña agrícola a otra como población de campo o en el almacén.

Cuando las condiciones ambientales no son adversas a las polillas, las infestaciones de campo pueden disminuirse con la eliminación de plantas solanáceas y otras hospederas de la polilla (tomate, berenjenas, pepino, ají, tabaco, datura, tomatillos, etc.) y si fuera posible, reglamentando el cultivo para asegurarse que no se cultive papa durante todo el año.

Si las fuentes iniciales son los almacenes hay que tomar medidas para evitar la salida de las polillas adultas y las larvitas del primer estadio. Estas suelen abandonar los almacenes cuando los niveles de infestación son muy altos (von Arx, 1988) y pueden pasar a través de mallas que son efectivas contra los adultos.

Selección de los tubérculos para almacenamiento: La primera consideración, a parte de la limpieza del almacén, es una selección cuidadosa de los tubérculos que van a ser almacenados. Pequeñas diferencias en los niveles de infestación inicial se magnifican grandemente con el transcurrir del tiempo.

Control Químico.

Las polillas de la papa han demostrado tener una gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas. Determinaciones de niveles de susceptibilidad a los insecticidas realizados en CIP (Collantes et. al., 1986) han demostrado altos niveles de resistencia a los piretroides. Estos mismos productos habían sido señalados como eficientes contra la polilla en años anteriores. En Túnez todavía se recomienda aplicar Permetrina y Deltametrina para controlar polilla en condiciones de almacén. En CIP - Perú los mejores resultados se han obtenido con fentoato en espolvoreos (Cidial 3% polvo, 1-2Kg/ton). Todos estos tratamientos están orientados a proteger los tubérculos de nuevas infestaciones. La acción del insecticida se ejerce contra los adultos, contra las larvitas neonatas antes de la penetración al tubérculo y contra las larvas que abandonan el tubérculo para empupar.

El control de la larva dentro del tubérculo sólo podría hacerse con insecticidas fumigantes y en este aspecto se ha investigado muy poco. El confinamiento hermético temporal de los tubérculos para el tratamiento puede lograrse con mantas plásticas (polivinito) o pegando papel en las ventanas de los almacenes. Los productos y las dosis no deben afectar la viabilidad de los tubérculos ni dejar residuo tóxico para los consumidores. La desinfestación prácticamente eliminaría la población inicial en el momento del almacenamiento. Pruebas experimentales con fosfamina a dosis bajas por 24 horas de exposición han dado buenos resultados.

Citas Bibliográficas

- Bennet, F.D., 1984. Biological Control in IPM. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Perú. 189-197.
- Collantes, L.G.; Raman, K.V. and Cisneros, F.H., 1986. Effect of six synthetic pyrethroids on two populations of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Perú. Crop Protection. 5:355-357.
- Estrada, N. y Valencia L., 1988. Desarrollo de cultivares de papa resistentes a la palomilla *Phthorimaea operculella* (Zeller), en Colombia. Revista Latinoamericana de la Papa. 1 (1): 64-73.
- Gibaja, O.S., 1960. Investigaciones químicas de la muña (*Minthostachys mollis*). Tesis sin publicar. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 98 pp.
- Munares, E.M. 1983. Estudio del aceite esencial de la muña (*Minthostachys mollis*) en almacenaje de papa como inhibidor de brotamiento y microorganismos. Tesis sin publicar. Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 121pp.
- Nesbitt, B.F.; Beevor, P.S.; Cork, A.; Hall, D.R.; Murillo, R.M. and Leal, H.R., 1985. Identification of components of the female pheromone of the potato tuber moth, *Scrobipalopsis solanivora*. Entomol. Exp. Appl. 38:81-85.
- Ormachea, A., E.C. 1985. Determinación de los efectos de la muña (*Minthostachys glabrescens* Epling) y sus extractos contra la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella* Zeller). Tesis sin publicar. Departamento de Entomología. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 94pp.
- Persoons, C.J.; Voerman, S.; Verwiel, P.E.J.; Ritter, F.J.; Nooijen, W.J. and Minks, A.K., 1976. Sex pheromone of the potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella*: isolation, identification and field evaluation. Entomol. Exp. Appl., 20:289-300.
- Raman, K.V. 1982. Field Trials with sex pheromone of the potato tuberworm. Environ. Entomol. 2:367-370.
- Raman, K.V. 1988. Control of Potato tuber moth *Phthorimaea operculella* with sex pheromones in Peru. Agriculture, Ecosystems and Environment. 21:85-99.

- Raman, K.V. and Palacios, M. 1982. Screening potato for resistance to tuber moth (*Phthorimaea operculella*) in *Solanum tuberosum*. J. Econ. Entomol. 75:47-49.
- Raman, K.V. and Redolfi, I. 1984. Progress in Biological control of Major Potato Pests. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Perú. 199-208.
- Raman, K.V.; Booth, R.H. and Palacios, M. 1987. Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in rustic potato stores. Trop. Sci. 27:175-194.
- Raman, K.V.; Iwanaga, M.; Palacios, M. and Egúsqüiza, R. 1981. Breeding for resistance to potato tuberworm *Phthorimaea operculella* (Zeller). Am. Potato J. 58:516.
- Roelofs, W.L.; Kochansky, J.P. and Cardé, R.T. 1975. Sex pheromone of the potato tuberworm moth *Phthorimaea operculella*. Life Sci. 17:699-706.
- Scurrah, M. and Raman, K.V. 1984. Breeding and screening to major potato pests. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Perú. 103-113.
- Tingey, W.M. 1984. Glycoalkaloids as pest resistant factors. Amer. Potato J. 61:157-167.
- Tingey, W.M.; Gregory P.; Plaisted, R.L. and Tauber, M.J. 1984. Research Progress: Potato Glandulars trichomes and Steroid glycoalkaloids. CIP, XXII Planning Conference. Integrated Pest Management. Lima, Peru. 115-124.
- Valencia, L. 1987. CIP Progress Report. Información no publicada.
- Vejarano, G.A. y Aliaga, O.T. 1972. Conservación de tubérculos. Almacenamiento de tubérculos de papa. Páginas mimeografiadas. Departamento de Biología. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 10pp.
- von Arx, R.; Ewell, P.T.; Goveder, J.; Essamet, M.; Cheikh, M. and Ben Temine, A. 1988. Management of the potato tuber moth by Tunisian Farmers. The International Potato Center (CIP). 30pp.