

Caso 4. Programa-MIP de Camote en Cuba

Identificación y Caracterización del Problema.

En este caso, el diagnóstico del problema de plagas de camote, había sido efectuado previamente por el Gobierno Cubano, por intermedio del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT). En 1993 el INIVIT y el Programa de Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa establecieron un convenio de investigación cooperativa para implementar un Programa-MIP del camote en Cuba cuya plaga clave es el gorgojo *Cylas formicarius* (Fab.), llamado en Cuba tetuán del boniato.

El camote (batata o boniato), *Ipomoea batatas* L. junto con la yuca, *Manihot sculenta* Crantz, constituyen las principales fuentes de carbohidratos de la dieta del pueblo cubano. Hasta 1990 se sembraba alrededor de 60,000 ha anuales. Esta área se redujo en los años siguientes a 50,000 ha por la ocurrencia de periodos de sequía en la época de primavera. Las condiciones de sequía favorecieron el incremento de *Cylas*. Hasta 1991, el control de *Cylas* se basaba en la aplicación intensiva de insecticidas (12 aplicaciones por campaña), principalmente dimetoato y metamidofos, lo que representaba un consumo anual 864,000 litros de dimetoato o 345,000 litros de metamidofos. A pesar del uso de insecticidas, el daño del gorgojo reportado en 1991 fue de 16%. En el año 1992 y 1993, por falta de riego oportuno (escasez de combustible) y falta de insecticidas, (por razones de política internacional relacionadas con la desaparición de la Unión Soviética), los daños ascendieron a más del 40% (Morales T, A y N. Maza E.; 2001).

El Cultivo. En Cuba el camote se siembra todos el año; en el período lluvioso (Mayo-Octubre) como en el período de sequía (Noviembre-Abril) en el que necesita riego. Se utilizaba como semilla esquejes (ramas) de plantas provenientes de campos de producción comercial. De cada esqueje, se entierra tres o cuatro nudos que darán origen a las raíces tuberosas. El 95% del área sembrada utiliza un total siete clones, desarrollados por el INIVIT.

La oportunidad de la cosecha se determina tomando en cuenta, entre otros factores, el índice de daño causado por el gorgojo, el ciclo natural de los clones, y la necesidad de rotación de cultivos. Las estadísticas de rendimientos oficiales reconocen un rendimiento promedio de 4.6 toneladas /ha de camote sano (MINAGRI;1998), pero es común encontrar rendimientos de 17 t/ha, o más, en extensiones relativamente grandes. Algunos productores individuales registran rendimientos de 25-30 t/ha en áreas menores (Morales T., A. y N. Maza E., 2001).

Para proceder a la cosecha, primero se corta el follaje, que puede quedar en el campo por 72 horas, antes de proceder a la cosecha, o ser llevado de inmediato a uno de los extremos del campo donde, se quema posteriormente. Pequeños campesinos, con camote para autoconsumo diario, cosechan sucesivamente los camotes más grandes, sin cortar el follaje, mientras dejan enterrados los camotes más pequeños para una cosecha posterior.

Las plagas del camote. En el cultivo del camote en Cuba se presentan varias especies fitófagas; de ellas, solo el gorgojo *Cylas formicarius* L (foto 13-4: 1) puede considerarse de importancia económica. Las otras especies incluyen coleópteros crisomélidos como *Diabrotica balteata* (Le Conte) y *Systema basalis* (Duval); lepidópteros noctuidos como *Spodoptera latifascia* (Cramer) y *Trichoplusia ni* (Hbn.), un esfingido, *Agrius cingulata* (Fab.) y un pirálido *Pilocrosis tripunctata* (Fab.); la mosca minadora, *Agromyza jucunda* (Van del Wulp). Se tiene registrada la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius). Esta especie de mosca blanca generalmente desarrolla poblaciones muy altas, cuando hay uso intensivo de insecticidas, como ha sido el caso del camote en Cuba; pero, sorprendentemente, tal cosa no ha ocurrido.

Biología de la plaga clave, *Cylas formicarius*. Es una plaga del camote en campo y almacén, originaria de Asia (Wolfe, G. W.,1991), aunque otras especies del mismo género, provienen del África (foto 13-4: 2 y 3). Este gorgojo es considerado la plaga más importante del camote a nivel mundial (Chalfant et al., 1991) y una de las plagas más difíciles de controlar (Mullen, 1984). Está ampliamente distribuida en el Asia, las islas del Caribe y las costas

continentales del Caribe, incluyendo el Sudeste de los Estados Unidos. En África tiene menos importancia que las especies nativas *C. brunneus* (Fab.) y *C. punicollis* (Boheman).

Daños. El gorgojo adulto se alimenta de cualquier parte de la planta (hojas, ramas, tallos y raíces tuberosas) sin causar daño económico. El daño importante es causado por las larvas que perforan los tallos y las raíces tuberosas, que se vuelven inservibles hasta para la alimentación animal. La larva induce la formación de furano-terpenoides y cumarinas (Uritani et al., 1977) que dan un sabor amargo, muy desagradable, a la raíz tuberosa. Los tallos infestados cerca del cuello de la raíz se hipertrofian, interrumpiendo el flujo de savia.

Ciclo de vida y comportamiento. La hembra pone sus huevos, blanco-cremosos, aisladamente, en cavidades superficiales en el tallo o en las raíces tuberosas. Cinco a seis días después (a 30 °C), emergen las larvas, que barrenan tallos y raíces tuberosas, durante 16 días en verano (30 °C), a 58 días en invierno (20 °C), hasta medir 7.2 mm de largo. La pupa es de color blanco amarillento y se encuentra en una cámara pupal, en el tallo o en la raíz tuberosa. Después de 6 a 9 días (30°C y 25°C en Cuba) emerge el adulto. Una vez que fija sus colores, la cabeza y proboscis del adulto son negras y lustrosas; el protórax, estrecho, es de color naranja, los élitros, de color azul oscuro; y las patas, de color rojizo. El ciclo total de huevo a adulto, toma de 32 a 40 días en Cuba (verano e invierno) (Morales R., L y col., 2001) . Los adultos son longevos, viven de dos a cuatro meses, o más.

Comportamiento. Los adultos se alimentan de cualquier parte de la planta. Las hojas y las raíces emiten sustancias volátiles que atraen a las hembras (Wang & Kays, 1997). La larva, una vez que completa su desarrollo dentro de la galería, en el tallo o en la raíz tuberosa, se dirige hacia la superficie y forma la cámara pupal. La actividad de los adultos (alimentación, apareamiento y oviposición) es nocturna. Sin embargo, cuando se usan trampas con feromonas sintéticas, se les ve activos durante todo el día. Los adultos, cuando se les molesta fingen estar muertos (fenómeno de tanatosis). La distribución de las larvas a lo largo del tallo está influenciada por la lignificación del tejido; la mayoría se encuentra en los 10 cm basales de los tallos y 15 cm debajo del cuello de la raíz (Jansson et al., 1990). Debido a las condiciones tropicales de Cuba, los gorgojos se mantienen activos durante todo el año.

Infestación de las raíces tuberosas. La infestación de las raíces tuberosas se produce como continuación de las galerías de la parte basal del tallo, por el cuello de la raíz, y cuando los gorgojos tienen acceso directo a la raíz tuberosa, a través de las grietas del suelo (foto 13-4: 4 y 5). En experimentos realizados por el INIVIT, cerrando artificialmente las grietas, se encontró que en las parcelas con las grietas cerradas el 26 % de las raíces estaban infestadas y en las parcelas con grietas no cerradas, el 73.8%. Del 100% de camotes dañados, el 35 % se debió al ingreso de larvas a través del cuello y 65%, al acceso directo de adultos a través de las grietas.

Dispersión. Los gorgojos machos son muy activos y tienen gran capacidad de vuelo; pueden desplazarse hasta 1,800 m de distancia. Los machos tienen menos movimiento de dispersión que las hembras, aparentemente debido a que sus alas membranosas son más pequeñas. En un campo nuevo de camote, la infestación, por migración, es más severa en los bordes. Se estima que distancias de 2 a 4 Km evitan que se presenten infestaciones por migración (Miyataki et al., 1997). Sin embargo, la mayoría de los autores considera, que la forma más importante de diseminación de la plaga a campos nuevos, es por medio de la siembra de esquejes infestados.

Influencia estacional y precipitación lluviosa. Las infestaciones son más abundantes en la estación más calurosa y en las condiciones más secas (Noviembre-Abril en Cuba) que en las épocas húmedas (Mayo-October).

Plantas hospedantes. El camote, *Ipomoea batatas*, es una convolvulácea americana; mientras que, el gorgojo *Cylas formicarius* es de origen asiático. Otras especies de *Ipomoea* y del género *Convolvulus*, de la misma familia, como las ornamentales campanillas, permiten la reproducción del gorgojo. Muchas otras especies de plantas de diversas familias pueden servir de alimento para los adultos (Morales, L. y col., 2001)

Elementos de la Estrategia del Programa-MIP de camote en Cuba

Caracterización económico-social. Las condiciones eran favorables para el desarrollo de un programa MIP. Todos los involucrados en la producción de camote, incluyendo productores individuales y empresas asociativas, así como el INIVIT, órgano de investigación y promoción del camote del Ministerio de Agricultura, buscaban solucionar el problema del gorgojo del camote; pues se trata de un cultivo estratégico en la alimentación del pueblo cubano. El liderazgo del INIVIT a nivel nacional, el nivel de escolaridad relativamente alto de los productores, y la buena organización del sistema de extensión y producción agrícolas eran factores muy favorables. A esto habría que agregar, una disposición importante que dio el Gobierno cubano y que coincidió con la implementación del programa: la apertura de los llamados mercados agropecuarios, donde los productores pueden comerciar parte de su producción, a precios fijados por la oferta y la demanda. Un estímulo que favorece la innovación tecnológica y conduce a incrementar rendimientos y beneficios para los productores

Aspectos Técnicos de la Estrategia (foto 13-4: 6). El primer paso fue identificar las fuentes de infestación del gorgojo, para relacionarlas con medidas culturales que constituyeran los primeros componentes de manejo del gorgojo. Las principales fuentes de infestación de los campos de camote son las siguientes:

Residuos de cosecha dejados en el campo. Los camotes y tallos que quedaban, como residuos de cosecha, en el campo eran fuentes de poblaciones remanentes del gorgojo. El material infestado daba lugar a gorgojos que migraban a los campos vecinos. Si quedaban camotes sanos, éstos eran los primeros en ser infestados, y se transformaban en plantas voluntarias de los campos de rotación, en las que se multiplicaba el gorgojo.

Material de siembra. Los esquejes (tallos) infestados usados para sembrar nuevos campos es la forma más común de dispersión del gorgojo. El INIVIT estudió la distribución de la infestación a lo largo de los tallos.

Colindancia con campos maduros. Es común que los campos maduros se conviertan en fuentes de infestación de campos colindantes más jóvenes.

Plantas silvestres del género *Ipomea*. La presencia de campanillas y otras especies de plantas hospederas, relacionadas con el camote, no parecen constituir fuentes importantes de infestación, en comparación con las otras fuentes mencionadas.

Plantas voluntaria en campos de rotación. Las plantas voluntarias de camote en los campos de rotación pueden infestarse, y dar lugar a la multiplicación del gorgojo. Los gorgojos pueden emigrar a otros campos, o quedarse como población remanente, hasta la nueva siembra de camote.

Almacenes de camote. En algunos lugares los almacenes son fuentes de multiplicación y migración de gorgojos. Ese no es el caso de Cuba, donde el camote se consume a poco de ser cosechado. Ocasionalmente, se observó amontonamientos de camote infestado en corrales de animales que podrían ser fuentes de infestación.

Campos abandonados. En algunos lugares, los campos fuertemente infestados no se cosechan y quedan abandonados, convirtiéndose en fuentes de infestación severas. En Cuba no se han presentado esos casos.

Componentes de Manejo: Tecnologías disponibles en Cuba

Variedades precoces y de tuberización relativamente profunda. El INIVIT había desarrollado nuevas variedades, más rendidoras, precoces, y de tuberización relativamente profunda. Las variedades antiguas eran tardías y de tuberización superficial, características que favorecían los daños del gorgojo.

Manejo de hormigas predatoras. El INIVIT rescató el uso de trampas, para trasladar hormigas predatoras (*Pheidole megacephala* F. y *Tetramorium guineense* (Mayr.)) de los lugares de su ocurrencia natural a los campos de camote, y estaba evaluando la capacidad predatora de estas especies.

Efectividad del hongo *Beauveria bassiana*. El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* era multiplicado masivamente para controlar el gorgojo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus*, en diversos laboratorios (CREEs) a nivel nacional. El INIVIT comprobó que este hongo era igualmente efectivo contra el gorgojo del camote.

Componentes utilizados en el Programa-MIP Camote-Cuba

1. Reemplazo de los clones tardíos (antiguos) por nuevos clones precoces y de tuberización profunda

No existen clones de camote resistentes al gorgojo *Cylas*. Pero los clones tradicionales se mostraban particularmente susceptibles por dos aspectos. Eran clones de largo período vegetativo (de 6 o más meses) que quedaban expuestos a las infestaciones del gorgojo por mucho tiempo y la tuberización era superficial facilitando el acceso directo de los gorgojos a las raíces tuberosas (foto 13-4: 7). El INIVIT había desarrollado clones precoces (de 3 a 4 meses), resistentes a nemátodos, y de altos rendimientos. Algunos de estos clones tuberizaban más profundamente (camotes pedunculados) que los clones antiguos, de modo que durante el crecimiento del camote el suelo no se agrietaba y los gorgojos no tenían fácil acceso a las raíces tuberosas. Se hicieron ensayos en tres localidades (Santo Domingo, Bermejál y Manacas) y en dos épocas del año (primavera e invierno) para verificar las bondades de las nuevas variedades, comparadas con la variedad antigua CEMSA 78-354. En cuanto a rendimientos, la moderna variedad INIVIT -98-3 produjo un promedio de 44.8 tm/ha para las tres localidades y dos estaciones; en tanto que la variedad antigua produjo un promedio de 31.2 tm/ha. Respecto a la profundidad de la tuberización, el clon INIVIT-98-3 (tuberización profunda) tuvo 3.3% de camotes infestados y CEMSA 78-354 (tuberización superficial), 15.9%, promedios para las tres localidades y las dos épocas antes mencionadas. Los clones precoces que han tenido mayor aceptación en Cuba son CEMSA 78-356 e INIVIT B-88 que actualmente ocupan el 82% del área sembrada.

2. Evitar colindancia entre campos de diferentes edades

La colindancia es una consideración previa a la siembra. En la programación de los campos a sembrar con camote, debe evitarse sembrar campos nuevos cerca de cultivos antiguos. El gorgojo del camote se desplaza fácilmente de un campo a otro, y es normal que los campos viejos sirvan de fuentes de estación para los nuevos cultivos. Para verificar este efecto, el INIVIT sembró campos colindantes con intervalos de 15 días (hasta llegar a los 90 días), y a diferentes distancias (200, 400, 700, 1,000 y 1,400 m) de un campo infestado (usado como fuente de infestación). Se usaron trampas con feromonas para estimar las poblaciones de gorgojos en los campos experimentales. A 200 m de la fuente de infestación, en el campo de 15 días de edad se capturó 3,615 gorgojos y en el campo de 90 días, 29,248 gorgojos. A la distancia de 1,400 m de la fuente de infestación, en el campo de 15 días de edad se capturó 9 gorgojos y en el campo de 90 días, 41 gorgojos.

3. Rotación de cultivos

No debe sembrarse campañas sucesivas de camote en el mismo campo. En Cuba el 20% del área de camote se rota con papa haciendo un solo cultivo de camote al año en un mismo campo. El camote se beneficia del efecto residual de los fertilizantes usados en la papa. El resto del área se rota con yuca y otros cultivos, siendo el intervalo entre cultivos de camote de 18 a 30 meses. Cuanto más prolongada es la rotación, más eficiente es el efecto contra el gorgojo. Según ensayos conducidos por INIVIT, en un cultivo sucesivo de camote (campo sin rotación), se registró una captura de 8,326 gorgojos. Mientras que en un campo con rotación de 12 meses la captura fue de 418 y en otro con rotación de 17 meses, solo de 4 gorgojos.

4. Plantar semilla (esquejes) sana proveniente de Bancos de Semilla

El uso de esquejes sanos, libres de huevos, larvas y adultos del gorgojo es la mejor manera de comenzar un cultivo de camote. Los esquejes no deben provenir de campos infestados maduros. Las probabilidades de que los esquejes estén infestados son muy altas; la presencia de huevos, larvas y pupas es común en las partes lignificadas del esqueje, y las ramas cortadas atraen a los gorgojos adultos.

Como es muy difícil encontrar campos comerciales sanos, para la extracción de esquejes, el INIVIT creó un sistema de **Bancos de Semilla** para la producción de esquejes (Morales, 1980). El banco de semilla consiste en un campo de camote sembrado con la variedad que se desea multiplicar con el propósito exclusivo de producir semilla sana (foto 13-4: 8). A los 60-80 días de la siembra se cortan los primeros esquejes para sembrar un área 10 veces mayor; 60 días después se vuelven a extraer esquejes. Así, en un período de 120-140 días, una hectárea del banco de semilla produce esquejes sanos para sembrar 20 hectáreas.

5. Selección de esquejes en campos de producción comercial

Cuando no se dispone de bancos de semilla, y los esquejes deben obtenerse de campos comerciales, hay que buscarse los campos menos infestados. La distribución de la infestación del gorgojo en una rama de la planta no es uniforme. El INIVIT investigó la distribución de la infestación a lo largo de los tallos y encontró que prácticamente todos los huevos, larvas y pupas se localizan en los primeros 40 cm a partir del cuello de la raíz. Alrededor del 70% de los huevos se encuentran en los primeros 10 cm del tallo. El resto de la rama o guía normalmente esta libre de la infestación. Como esquejes para la siembra debe usarse el final de la guía o punta (25 a 30 cm). Eventualmente pueden sacarse dos esquejes por guía (punta y prepunta). Las guías de los clones cubanos llegan a medir de 1.6 a 2.8 m.

6. Tratamiento de los atados de esquejes contra adultos

Los esquejes recién cortados atraen a los gorgojos adultos, de modo que cuando se hacen los atados de esquejes para llevarlos a los nuevos campos es posible que vayan con ellos algunos gorgojos adultos. Para evitarlo, los atados deben ser tratados. En algunos lugares se recomiendan insecticidas pero la mayoría de ellos son muy tóxicos. En Cuba se comprobó que el hongo *Beauveria bassiana* es efectivo contra los gorgojos, inocuo para los operarios, y se encuentra disponible en todo el país. La muerte del insecto recién ocurre a los 2-3 días después del tratamiento. Los atados se sumergen en una dilución de esporas a la concentración de 10^8 .

7. Época de siembra y siembras tempranas.

Las siembras tempranas, seguidas de cosechas tempranas, son recomendaciones útiles para reducir el daño de gorgojo en los países donde el cultivo de camote es estacional. Ese no es el caso de Cuba, donde se cultiva camote todo el año. La época del año, en cambio, tiene alguna importancia. Los daños del gorgojo son 19% más altos en invierno que en primavera, pero los rendimientos en esa época también son algo mayores (7% más que en primavera). La época del año menos favorable para el desarrollo del gorgojo está relacionada con la ausencia de lluvias. El 70% del área de camote (42,000 ha) se siembra en la época de lluviosa.

8. profundidad de siembra.

Se ha recomendado que los esquejes se siembren profundamente para proteger a las raíces tuberosas de los ataques del gorgojo (O'Hair, 1991). El INIVIT condujo ensayos para verificar esta recomendación. Se sembró a las profundidades de 5, 10, 15 y 20 cm., utilizando dos clones y dos épocas de siembra. Los porcentajes promedios de camotes infestados fueron 29.3, 19.8, 15.3 y 12.3% respectivamente. Pero la profundidad de siembra también afectó los rendimientos; a mayor profundidad se desarrollaron menos nudos productivos. Los rendimientos más altos se obtuvieron a la profundidad de 10 cm (43 tm/ha) (foto 13-4: 9) y los más bajos a 20 cm (15 tm/ha). A las profundidades de 5 y 15 cm, los rendimientos fueron 34 y

25 tm/ha. En las condiciones de los ensayos, lo más recomendable es sembrar a la profundidad de 10 cm.

9. Efectos de aporques y prácticas de cultivo

Durante los primeros 40 días se practican aporques y cultivos para eliminar malezas, remover el suelo para una mejor aireación, y formar el camellón para un mejor cubrimiento de las raíces tuberosas. Aunque es deseable continuar con esta práctica, para seguir desmenuzando el suelo y reducir las grietas del suelo, que se forman por el crecimiento de los camotes, el desarrollo exuberante de los clones cubanos no lo permite. En estas condiciones el aporque no parece contribuir mucho en el manejo del gorgojo.

10. Manejo del riego

La incidencia más severa del gorgojo se da en condiciones de sequía. En estas condiciones se forman las grietas, que constituyen la vía más importante de acceso del gorgojo a las raíces tuberosas (foto 13-4: 10). Por el contrario, las condiciones húmedas no favorecen la formación de grietas en el suelo y, al mismo tiempo, propician el desarrollo vigoroso de la planta. El período crítico en la formación de grietas es a partir de los 80-90 días después de la siembra, cuando se desarrollan las raíces tuberosas. En ausencia de lluvias, es importante disponer de riego para evitar las grietas del suelo y reducir el acceso directo del gorgojo a las raíces tuberosas. Es común que, en esta época, los campos sin riego tengan 4-5 veces más daños de gorgojo que los campos regados.

11. Cosecha oportuna.

Cada clon tiene un período natural de desarrollo que termina cuando las raíces tuberosas alcanzan su madurez. Entonces es el momento de la cosecha. Cualquier demora significa prolongar la exposición de las raíces tuberosas a las infestaciones del gorgojo. Aún así, algunos productores retardan la cosecha con la intención de lograr mayores rendimientos, mejores precios o una mejor oportunidad. Esta postergación resulta muy riesgosa. El INIVIT ensayó el retraso de cosecha por 30 días de un clon precoz en seis localidades. A los 90 días, el promedio de infestación a la cosecha fue de 9.4% y a los 120 días, 36.1%.

12. Destrucción de residuos de cosecha

Los residuos de cosecha que quedan en el campo (tallos, tocones, camotes pequeños, dañados o deformes) constituyen la fuente más importante de multiplicación y migración de gorgojo a nuevos campos. En muestreos de residuos de cosecha en Cuba se obtuvo un promedio de 700 kg de restos de camote/ha. Por otro lado, se ha determinado que algo más de 2,000 gorgojos pueden reproducirse en un solo kilogramo de camote. Es decir, los residuos de cosecha de una hectárea pueden dar lugar a muchos miles de nuevos gorgojos, con capacidad de migrar a nuevos campos. De allí que, una de las medidas sanitarias más importantes, es la destrucción de los restos de cosecha. Desafortunadamente, muchos productores no son conscientes de esta importancia.

13. Uso de hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*

En Cuba existen 221 Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREEs) que, entre otros organismos benéficos, multiplican los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*. Ensayos efectuados por el INIVIT demostraron que ambos hongos son efectivos contra el gorgojo y tienen la capacidad para establecerse en el campo, sobretodo *M. anisopliae*. Los gorgojos infectados mueren al segundo o tercer día y, con el tiempo, se cubren de micelio y esporas del hongo. *B. bassiana* se usa en la desinfestación de los atados de esquejes que se usan para sembrar nuevos campos (foto 13-4: 11). Los esquejes se sumergen en una dilución del 5%, del hongo producido en medio líquido, que debe mantenerse en constante agitación, para que la distribución de las esporas sea uniforme. El hongo también se aplica en el campo, a partir de los 15 días de la siembra, con intervalos de 7 a 10 días, hasta que el hongo se establezca; para lo cual debe existir humedad y sombra en el campo.

Finalmente, la suspensión del hongo se aplica, en lugar de insecticidas, para controlar los gorgojos atraídos por las trampas de feromonas

14. Utilización de hormigas predatoras

En Cuba se han identificado dos especies de hormigas, *Pheidole megacephala* (F) (fotos 13-4: 12 y 13) y *Tetramorium guineense* (Mayr.) que son predatoras efectivas de gorgojos adultos. *T. guineense* se utiliza comúnmente como predator del gorgojo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus*. La reina virgen y los machos de las hormigas son alados; en cambio, las obreras y los soldados no tienen alas. La estrategia del uso de las hormigas consiste en descubrir reservorios naturales (o crear nuevos) y transferir colonias de hormigas de los reservorios a los campos de camote. Para que se establezcan las hormigas el suelo debe estar húmedo y sombreado. Las hormigas no son incompatibles con el uso de hongos entomopatógenos. Para transferir colonias, se colocan pedazos de pseudotallo del plátano, o trampas hechas con hojas del plátano, en los reservorios. Las hormigas fácilmente anidan en estas trampas y, una vez establecidas, son llevadas a los campos de camote. Se recomienda instalar unos 100 nidos por hectárea (Castellón et al., 2001)

15. Uso de feromonas sexuales

Desde que se identificó y sintetizó la feromona sexual del gorgojo *Cylas formicarius*, se le usó en trampas para determinar niveles poblacionales en el campo (Heath y col. 1986, 1988). Pero el Programa de Manejo Integrado del Centro Internacional de la Papa orientó su uso en programas de control del gorgojo, en República Dominicana (Alvarez y col., 1996) y Cuba (Alcázar y col. 1996), con buenos resultados (foto 13-4: 14). Este componente tuvo una aceptación inmediata por técnicos y agricultores de Cuba en el Programa-MIP. Se investigaron diversos aspectos del uso de la feromona y se llegó a una serie de medidas prácticas. Se estableció en 16 el número óptimo de trampas por hectárea. En lugar de usar trampas para la captura de los machos atraídos por el dispersor o septa de feromona, se adoptó el método de destruirlos aplicando el hongo *Beauveria bassiana* o *Metarrhizium anisopliae* (o un insecticida) alrededor de la trampa, cubriendo un círculo de 1m de radio. La feromona constituye el único componente externo en la producción cubana de camote, pero se ha internalizado de tal manera, que quince años después de iniciado su uso, todavía constituye un componente clave del programa-MIP en Cuba. En algún momento se pensó que la finalización del convenio entre el INIVIT y el Programa MIP del CIP, podría afectar la disponibilidad de la feromona. Esto no sucedió y el Gobierno Cubano mantiene un programa de compra de feromonas (A. Morales, 2009, comunicación personal).

16. Eliminación de plantas hospedantes silvestres

En Cuba existen varias especies de Ipomoea silvestres, entre ellas *I. tilliacea*, *I. triloba* e *I. trifida*, con capacidad de hospedar al gorgojo del camote. Estas especies, llamadas campanillas, son perennes y juegan un rol muy importante en la producción apícola de Cuba. Afortunadamente, las investigaciones efectuadas han demostrado que el rol de estas plantas en la dinámica del gorgojo es menor.

17. Uso de Insecticidas

En el programa MIP del camote en Cuba, el uso de insecticidas prácticamente no tiene lugar. El gran consumo de insecticidas de otros tiempos, ha quedado reducido a las aplicaciones alrededor de las trampas de feromonas, cuando no hay disponibilidad de los hongos *Beauveria bassiana* o *Metarrhizium anisopliae*. En este caso, solo se aplica un área de 1 m de radio en cada una de las 16 trampas/ha (alrededor de 3 m² por trampa; un total de 50.5 m²/ha) por semana.

Proceso de Implementación del Programa-MIP del camote en Cuba

El proceso de implementación del programa-MIP del camote en Cuba se basó en el sistema de áreas piloto, pero en las condiciones especiales, muy favorables, de la organización

cubana. Se ha indicado previamente que este programa fue el resultado de un convenio, entre el Instituto Nacional de Viandas Tropicales (INIVIT) de Cuba y el Programa de Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa (CIP). De modo, que el desarrollo del programa comenzó con la visita a Cuba de especialistas del CIP y la consiguiente coordinación de trabajos con el grupo de investigadores del INIVIT. Gran parte de la información necesaria para el análisis y caracterización del problema estaba disponible. De igual manera, se había avanzado en el desarrollo de prácticas que se convertirían en componentes MIP, quedaba pendiente la verificación de la eficiencia de algunos componentes, algunas investigaciones complementarias, y el desarrollo de una tecnología para usar las feromonas en las condiciones de Cuba. De esta manera, fue posible el establecimiento casi inmediato de las áreas piloto y, posteriormente, la rápida difusión del programa-MIP a nivel nacional. Las áreas piloto se establecieron en las provincias de Cienfuegos y Villa Clara. El área inicial fue de 150 y 250 ha, respectivamente. En ambos lugares, se registraban daños de más de 40% por el gorgojo del camote.

La mayoría de las investigaciones se realizaron en el municipio de Santo Domingo, Villa Clara, donde está ubicada la Estación Experimental del INIVIT. En esta fase de validación, en las condiciones locales, todas las técnicas o prácticas de las que se tenía referencia en Cuba, el Caribe y otras partes, donde se presenta la plaga del gorgojo del camote. Las técnicas que dieron resultados, se convirtieron en potenciales componentes MIP. Un año después del establecimiento de las áreas piloto, era evidente la reducción de los daños causados por el gorgojo, de modo que al segundo año se inició la difusión del programa, aún en desarrollo, a las trece provincias de Cuba. Con el tiempo se fue incrementando la adopción de un número mayor de componentes. En 1998, más de la mitad del área sembrada de camote había adoptado el programa MIP (Morales y col., 2001) (foto 13-4: 15). Según reciente comunicación personal (Alfredo Morales, 2009), el programa MIP se viene aplicando en toda el área de producción de camote en Cuba.

Preferencias locales de los componentes MIP. En la etapa de difusión del programa, hubo una oferta de más de doce componentes-MIP. Esto permitía cierto margen de flexibilidad para que los productores, de las diferentes localidades, adoptaran aquellos componentes que consideraban más viables, o más apropiados, a sus condiciones particulares. Ciertos componentes fueron adoptados en todas las provincias, como semilla sana, desinfestación de esquejes, manejo de riego, rotación de cultivos, cosecha oportuna y el uso de feromonas. Otros componentes tuvieron distintos grados de adopción.

Actividades y materiales de difusión. Con los resultados favorables de las primeras campañas en las áreas piloto, se inició una serie de actividades de difusión del programa MIP y sus componentes. Se organizaron cursillos, talleres regionales y nacionales, en los que los participantes presentaban los resultados obtenidos en sus respectivas provincias; se analizaban los problemas y proponían nuevas investigaciones (fotos 13-4: 16, 17, 18 y 19). Se realizó un taller internacional con la participación de técnicos de la República Dominicana y Venezuela. También se elaboraron materiales de difusión como afiches, boletines, series de diapositivas y videos.

Evaluación de los Resultados del Programa-MIP en Cuba

Maza y col.(2001) han efectuado un documentado estudio económico del programa MIP en Cuba, a los cinco años de iniciado el programa. Los beneficios obtenidos por el MIP tienen como referencias, la situación de 1991-1992, cuando se usaban insecticidas intensamente, y 1993, año en que estos productos dejaron de estar disponibles.

Situación previa a la implementación del programa MIP. Hasta 1992 se usaban intensamente, los productos metamidofos, dimetoato, dieldrin y carbaril, recomendándose aplicaciones semanales a partir de los 15 días de la siembra hasta 20 días, antes de la cosecha. En promedio, 12 aplicaciones. Aún así, se estimaba una infestación promedio de 16%. En ausencia de insecticidas (1993) las infestaciones se elevaron a 38% en promedio, con variaciones que iban del 15%, en la provincia de La Habana, a 65%, en la provincia de

Granma. Los rendimientos oficiales (considerados subestimados), en promedio nacional, eran de 4.6 t/ha de camote sano.

Situación a los cuatro años del programa MIP. Con relación al uso de insecticidas, el programa MIP había descartado cualquier aplicación convencional de insecticidas. Excepcionalmente, si no disponía de hongos entomopatógenos para aplicarlos alrededor de las trampas de feromonas; en su lugar, podía usarse insecticidas, cubriendo un área mínima (50 a 60 m² por hectárea, semanalmente). Respecto a la reducción de daños, según el tiempo transcurrido desde la adopción del programa MIP, los niveles de infestación fueron disminuyendo progresivamente en las diversas provincias. En la provincia de Santiago de Cuba, por ejemplo, se habían registrado infestaciones muy altas (20 a 80% de camotes infestados) y rendimientos muy bajos (2,500 a 2,750 kg/ha), antes de la adopción del programa MIP. El año 1995 se inició el programa en dicha provincia y en la campaña 1998-1999, las infestaciones reportadas eran muy bajas (1% a 7%) y los rendimientos (3,390 - 15,257 kg/ha) habían subido significativamente. En 1998, seis provincias de Cuba (Ciego de Ávila, Granma, Sancti Spiritus, Villa Clara, Santiago de Cuba y La Habana), que habían adoptado el programa en 1995-1996, reportaron un daño promedio del 8% en un área total de 22,671 ha; y un rendimiento promedio de 6,977 kg/ha. En estas mismas provincias se había reportado previamente (1993) una infestación promedio de 42% y un rendimiento promedio de 3,928 kg/ha. Seis organizaciones específicas, que abarcaban un área total de 1,272 ha, reportaron una reducción del daño de 38% a 3% y un incremento de sus rendimientos de 8,340 kg/ha a 13,130 kg/ha. Tomando un promedio nacional, que incluye productores de todas las provincias, con distintos tiempos de adopción del MIP, la infestación disminuyó de 38% inicial a 12.5% en 1988.

Con la implementación del programa-MIP en Cuba, ocurrió un fenómeno que se ha observado en otros lugares. Por ser el MIP una experiencia participativa, de adopción de una nueva tecnología, a todas luces favorable, los productores suelen mostrar una buena disposición para adoptar otras tecnologías relacionadas, como la mejora de las prácticas de conducción de cultivos, y la adopción de nuevas variedades. En Santiago de Cuba, por ejemplo, tres instituciones (C.V. Palma, CPA Victoria de Jirón y C.V. Laguna blanca) con un total de 1,053 ha, que inicialmente habían registrado un rendimiento promedio de 2,700 kg, adoptaron nuevas variedades y mejoraron la conducción del cultivo de camote, logrando un rendimiento promedio de 10,171/ha en 1999. La potencialidad de los rendimientos es todavía mucho mayor; los rendimientos obtenidos en parcelas demostrativas de 4 ha en las 13 provincias de Cuba, dieron un promedio de 28,900 kg/ha.

Reconocimiento del Gobierno Cubano al Equipo del Programa MIP del INIVIT

El Gobierno Cubano reconoció la labor desplegada por los profesionales del INIVIT que participaron en la elaboración e implementación del programa-MIP del camote otorgándoles premios a nivel nacional. El Forum Nacional de Ciencia y Tecnología, en 1996, otorgó la máxima distinción nacional de RELEVANTE al trabajo realizado por el Equipo de Manejo Integrado del Tetuán del Boniato y su contribución al incremento de la producción de camote en Cuba (foto 13-4: 20)



Foto 13-4: 1. Adulto del gorgojo del camote *Cylas formicarius* L.

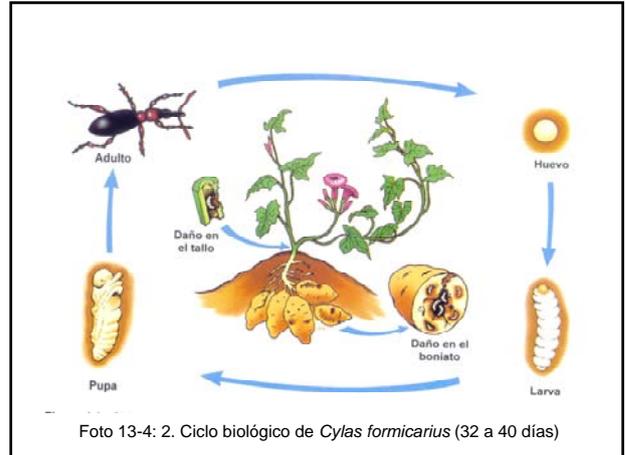


Foto 13-4: 2. Ciclo biológico de *Cylas formicarius* (32 a 40 días)



Foto 13-4: 3. Larva del gorgojo *C. formicarius* barrenando la raíz tuberosa



Foto 13-4: 4. Raíces tuberosas dañadas por larvas del gorgojo *C. formicarius*



Foto 13-4: 5. Parte basal del tallo de camote dañado por *C. formicarius*

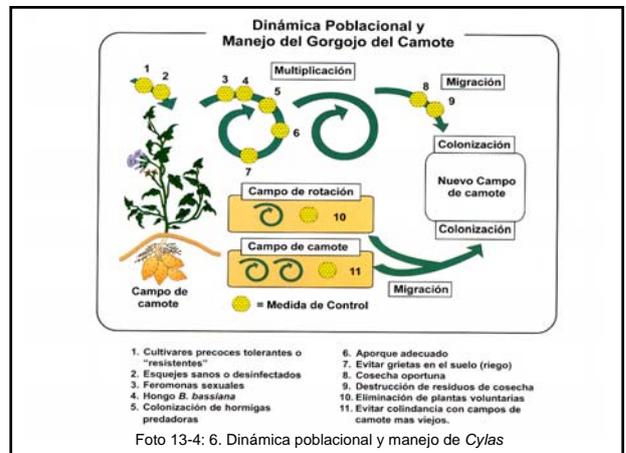


Foto 13-4: 6. Dinámica poblacional y manejo de *Cylas*



Foto 13-4: 7. Tuberización superficial favorece el daño por el gorgojo del camote



Foto 13-4: 8. Plantación de camote destinada a la producción de semilla sana



Foto 13-4: 9. Colocación profunda de esquejes con cuatro nudos enterrados



Foto 13-4: 10. Grietas del suelo, por falta de riego, facilitan ingreso de los gorgojos hasta el camote



Foto 13-4: 11. Adultos del gorgojo del camote muertos por el hongo *Beauveria bassiana*

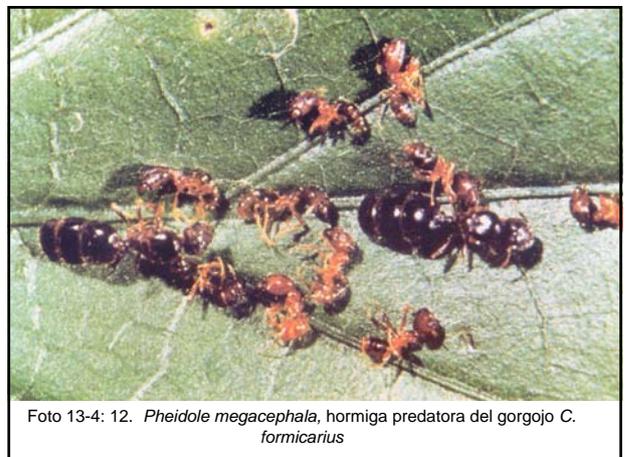


Foto 13-4: 12. *Pheidole megacephala*, hormiga predadora del gorgojo *C. formicarius*



Foto 13-4: 13. Trampas-nido para transportar hormigas predadoras desde los reservorios naturales a los campos de camote



Foto 13-4: 14. Parte inferior de la trampa de feromonas con los gorgojos muertos después de la aplicación de insecticidas dirigida a la trampa. Inserto, septa con feromona.

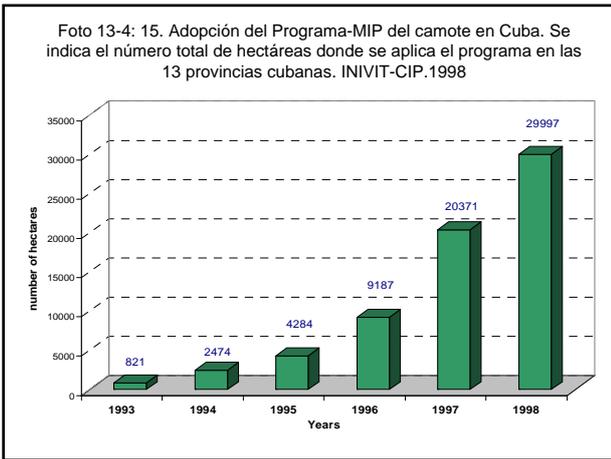


Foto 13-4: 16. Materiales de difusión utilizados durante el proceso de capacitación para la implementación programa-MIP de camote en Cuba



Foto 13-4: 17. Día de campo internacional con personal técnico y autoridades del gobierno cubano, técnicos dominicanos, y miembros del Programa MIP del CIP



Foto 13-4: 18. Participantes del Primer Encuentro Nacional sobre la implementación del programa MIP del camote en Cuba. Instalaciones del INIVIT, Santo Domingo, Villa Clara, 1997



Foto 13-4: 19. Participantes del Segundo Encuentro Nacional sobre la implementación-evaluación del programa MIP del camote en Cuba. INIVIT, Santo Domingo, Villa Clara, 1998.



Foto 13-4: 20. Premiación otorgada por el Gobierno Cubano al Programa MIP-INIVIT. En la foto Jesús Alcázar del CIP y María del Carmen Castellón del INIVIT