



Manejo Integrado del **Gorgojo del Camote**

o Tetuán del boniato,
Cylas formicarius (Fab.),

en Cuba

Fausto Cisneros Vera
Jesús Alcázar Sedano

Manejo Integrado del **Gorgojo del Camote**

o Tetuán del boniato,

Cylas formicarius (Fab.),

en Cuba

Fausto Cisneros Vera

Jesús Alcázar Sedano

Editores

Fausto Cisneros Vera, Ing. Agr., M. Sc., Ph.D. Entomología. Lider Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa (1993-1999). Profesor visitante Escuela de Graduados de la Universidad Nacional Agraria La Molina y consultor privado, al presente.

Jesús Alcázar Sedano, Ing. Agr., M.Sc., Entomología. Investigador Asociado. Centro Internacional de la Papa.

Centro Internacional de la Papa
Apartado 1558
Lima 100, Perú

ISBN 92-9060-210-4
Tiraje: 1,000
Impreso en Lima, Perú
Noviembre, 2001

Citación correcta:

Manejo Integrado del Gorgojo del Camote o Tetuán del boniato, *Cylas formicarius* (Fab.), en Cuba. 2001. Fausto Cisneros y Jesús Alcazar, eds. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 138 p.

Contenido

PRESENTACION (DIRECTOR DEL CIP)

PREFACIO (DIRECTOR DEL INIVIT)

I ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DEL CAMOTE (BONIATO) EN CUBA	1
1 El cultivo del camote y su importancia económica y social en Cuba	3
2 Plagas del camote en Cuba	10
II EL GORGOJO DEL CAMOTE O TETUAN <i>Cylas formicarius</i> (Fab.)	13
3 El gorgojo del camote y su control en Cuba hasta 1992	15
4 Ciclo biológico y ocurrencia estacional del gorgojo	18
III MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) Y LA ESTRATEGIA DE SU IMPLEMENTACION	27
5 Desarrollo del Manejo Integrado de Plagas en Unidades Piloto	29
6 Estrategia básica del manejo del gorgojo en Cuba	38
IV COMPONENTES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DEL CAMOTE	43
7 Selección de clones de camote	45
8 Agentes de control biológico	49
9 Prácticas agronómicas	62
10 Uso de feromonas sexuales	73
11 Uso de insecticidas	82
12 Compatibilidad de los componentes del MIP	84
V IMPLEMENTACION DEL MIP EN LAS UNIDADES PILOTO Y A NIVEL NACIONAL EN CUBA	87
13 Implementación del MIP en las unidades piloto y a nivel nacional	89
14 Estrategia y actividades de difusión	100
15 Materiales de Capacitación	105
VI IMPACTO DEL PROGRAMA MIP EN CUBA	107
16 Daños y pérdidas previos al MIP	109
17 Adopción del MIP del gorgojo en Cuba	112
18 Beneficios del MIP- <i>Cylas</i> en Cuba	121
REFERENCIAS	129

Presentación

El CIP presenta con particular satisfacción esta publicación que recoge las experiencias del *Manejo Integrado del Gorgojo del Camote o Tetuán del Boniato, Cylas formicarius* (Fab.), en Cuba. Las razones para esta satisfacción son muchas, entre ellas, el hecho que este trabajo constituye un ejemplo por excelencia de una fructífera y lograda colaboración.

El Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) han trabajado juntos desde 1993 para combatir al gorgojo, la principal plaga del camote en el Caribe. La intensidad que se dió a la investigación y la difusión de sus resultados nació de una necesidad imperante: el recorte repentino del suministro de insecticidas importados que amenazaba la disponibilidad de este cultivo de primera necesidad en la Isla. Esta situación se enfrentó con un programa de manejo integrado de plagas de bajo costo, gran efectividad y un impacto sumamente positivo sobre el ambiente, la salud y la provisión de alimentos.

La amplia experiencia del Centro en el manejo integrado de plagas de papa sirvió de base para el desarrollo de estrategias para combatir el gorgojo del camote en Cuba. Estas fueron divulgadas a través de intensivos programas de capacitación desarrollados en estrecha colaboración con el INIVIT, e incluyeron el uso de semilla libre de plagas y enfermedades, rotación de cultivos, cosecha oportuna, destrucción de residuos donde podrían esconderse los gorgojos, manejo de la irrigación, selección y uso de variedades adaptadas, uso de feromonas sexuales y control biológico.

Los resultados han sido notables: los daños han disminuido del 50% a menos de 5%, y las técnicas del MIP han sido adoptadas en todas las zonas camoterías de la Isla. Ello nos permite afirmar que con el debido apoyo, compromiso y dedicación, los principios del MIP ofrecen una alternativa sumamente eficaz para el control de plagas, con ventajas económicas y de salud para el productor, el consumidor y el ambiente.

Consideramos que el camote es uno de los cultivos del futuro, como muchos otros tubérculos y raíces. Un reciente estudio: *Raíces y Tubérculos en el sistema alimentario global: Una visión para el año 2020* (CIP, 2000), evidencia este hecho. Según los autores: "Su adaptabilidad a ambientes marginales, su contribución a la seguridad alimentaria doméstica y su gran flexibilidad en sistemas mixtos de finca hace de ellos un importante componente de las estrategias para ayudar a mejorar las condiciones de vida de los granjeros. Al mismo tiempo, vincularán a los pequeños agricultores con los mercados emergentes, proporcionando un rango diversificado de alta calidad y productos competitivos para la alimentación, forraje e industria."

A mis colegas del Centro Internacional de la Papa, y a mi personalmente, nos complace enormemente haber contribuido junto con nuestros colegas cubanos a la realización de este enorme potencial, para el bien de los habitantes de Cuba y del mundo. Quisiera felicitar, en particular a los autores de este libro, Alfredo Morales, María del Carmen Castellón, Nilo Maza, Lilian Morales y Dania Rodríguez del INIVIT, y Fausto Cisneros y Jesús Alcázar del CIP, por su eficaz y dedicada labor.

Hubert Zandstra
Director General
Centro Internacional de la Papa

Prefacio

Cuba es uno de los países del Caribe con mayor potencial agrícola, estimándose que el 65% del área total tiene vocación para la agricultura. El archipiélago cubano posee una extensión de aproximadamente 111,000 km² y una población de 11 millones de habitantes. Desde la época del colonialismo español, el cultivo principal desarrollado en Cuba fue la caña de azúcar con la finalidad de exportar azúcar o sus derivados. Posteriormente y en menor escala se desarrolló el cultivo del tabaco con fines similares. Después de 1959, Cuba inicia una fase de diversificación de cultivos, motivo por el cual se incrementaron las áreas con café, cítricos, arroz, pastos, etc. Actualmente se está trabajando para elevar la producción de un conjunto de cultivos llamados viandas (yuca, boniato, plátano, malanga, ñame, calabaza y papa), que siempre jugaron un papel importante en la alimentación de la población y que tienen prioridad para el estado cubano.

Hasta 1993, la mayor parte de las áreas agrícolas (81%) eran del estado, el 8% pertenecían al sector cooperativo y el 11% al sector privado (campesinos individuales). Hacia fines de ese año comenzó un proceso de cambio con la formación de Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) a partir de las empresas estatales, aunque la tierra es aún del estado. Hay otra forma de producción que son las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) en la cual, varios productores individuales propietarios de tierras se asocian voluntariamente y firman un convenio con el estado contrayendo derechos y obligaciones en cuanto al financiamiento y abastecimiento de insumos y productos. Además existen las cooperativas llamadas de Créditos y Servicios (CCS) conformada por agricultores individuales que son dueños de sus tierras. También hay agricultores que producen en forma independiente para el autoconsumo, para vender al estado y recientemente, para el mercado agropecuario. Actualmente sólo el 26% de las tierras quedan bajo el control estatal, el 59% está bajo el régimen cooperativo y el 15% es de productores independientes.

A partir de 1991 se produce una situación excepcionalmente desfavorable para la economía cubana debido al derrumbe del bloque socialista de Europa del Este, la desaparición de la ex Unión Soviética y el recrudecimiento del bloqueo estadounidense. La agricultura ha sido uno de los sectores más golpeados por el llamado "Período Especial". La carencia de combustibles, lubricantes, fertilizantes y pesticidas químicos trajo como consecuencia una reducción brusca de los niveles anuales de producción en todo el sector; pero especialmente en las raíces y tubérculos. Una de las causas de la reducción de la producción del boniato o camote fue el incremento de las poblaciones del gorgojo o tetuán (*Cylas formicarius* (Fab.) del boniato. Alcanzando niveles de infestaciones superiores al 50% de los tubérculos cosechados.

El interés de los agricultores en nuevas tecnologías se vio impulsado con la reapertura del mercado agropecuario en 1994. Este mercado tiene la particularidad de ser dentro de una economía socialista, un mercado donde impera libremente la ley de la oferta y demanda y cualquier tipo de productor puede concurrir al mismo. La posibilidad de acceder a mejores precios en el nuevo mercado alentó a los productores boniateros a interesarse en tecnologías (como el MIP) que aseguren una producción en cantidad y calidad, de tal manera que garanticen la rentabilidad del cultivo.

En 1993, El Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) y el Centro Internacional de la Papa (CIP) establecieron un convenio de investigación colaborativo para implementar el manejo integrado del *Cylas* (MIP-*Cylas*). Desde entonces, el programa de MIP ha ampliado su cobertura y actualmente se ha convertido en el principal método de control contra esta plaga y ha contribuido a reducir los daños e incrementar la producción del boniato (Alcázar et al 1997), así como a la disminución de la carga contaminante ambiental, por la disminución significativa de la aplicación de pesticidas químicos, los que se han reducido a cero en la mayoría de nuestras regiones productoras.

En este libro se muestran los resultados alcanzados, producto del esfuerzo realizado por el Programa de Manejo Integrado de Plagas del CIP bajo la dirección del Dr. Fausto Cisneros y del Equipo Multidisciplinario de Manejo Integrado de *Cylas* del INIVIT quienes han contado en todo momento con la ayuda y participación activa de los productores cubanos para aplicar y perfeccionar esta tecnología cuyo valor práctico sobrepasa las fronteras de Cuba, ya que puede llegar a ser una herramienta muy valiosa para los productores de boniato de otros países.

Sergio Rodríguez Morales

INIVIT, Director
CUBA

Aspectos generales sobre el cultivo de camote (Boniato) en Cuba

Alfredo Morales Tejón
Nilo Maza Estrada

El cultivo del camote y su importancia económica y social en Cuba

Producción y Consumo de camote en Cuba

Entre las raíces y tubérculos que son fuente de hidratos de carbono en la dieta del pueblo cubano, el camote o boniato, *Ipomoea batatas* L., constituye uno de los dos cultivos alimenticios más importantes conjuntamente con la yuca (*Manihot esculenta*), con la cual comparte áreas similares de siembra y producción. La utilización del camote está por encima de la malanga (*Xanthosoma* spp.), la malanga isleña (*Colocasia esculenta*) y el ñame (*Dioscorea* spp.). El uso del boniato es principalmente para la alimentación humana. Sólo una pequeña parte de la cosecha, sobre todo en el sector campesino es destinada a la alimentación animal.

Apartado 1

CUBA

La República de Cuba ocupa la isla más grande del Caribe con una superficie total de 11.09 millones de ha y una población de 11 millones de habitantes. Tiene clima tropical y subtropical con una temperatura media anual de 25.2 °C y una precipitación promedio anual de 1,375 mm. El mes más frío es Febrero con una temperatura media de 22.1 °C y los meses más calurosos Julio y Agosto con una media de 27.6 °C. El promedio de la humedad relativa anual es de 80% con poca variación durante el año. En el período lluvioso (mayo a octubre) el promedio de precipitación es de 1,059 mm (77%) y en el período seco, de 316 mm (23%).



Tradicionalmente el boniato fue un cultivo marginado y hasta 1959 se encontraba distribuido solamente entre los pequeños agricultores, con vista al consumo familiar y al mercado interno. Después de 1959, con la creación de las Empresas Estatales, comienza el desarrollo de este cultivo en grandes áreas, con un crecimiento sostenido en los últimos 30 años hasta estabilizarse en 1990, cultivándose anualmente alrededor de 60,000 ha. En los últimos años el área destinada al camote se redujo a 48,000 – 50,000 ha como consecuencia de las intensas sequías ocurridas en la época de primavera. Los productores conocen bien que estas condiciones reducen los rendimientos y favorecen los daños causados por el gorgojo del camote, *Cylas formicarius*, llamado tetuán del boniato en Cuba.

Los rendimientos promedio registrados oficialmente son muy bajos (2.5 – 5.0 t/ha), atribuyéndose esta situación a diversas razones que incluyen: calidad de los suelos, escasa disponibilidad de riego y fertilizantes, daños causados por el gorgojo del camote y factores relacionados al sistema de evaluación y registro de los rendimientos. Si bien estos rendimientos pueden encontrarse sub-valorados hay que reconocer que una de las principales razones de pérdida de cosecha es la alta incidencia del gorgojo del camote (tetuán) al que oficialmente se le atribuyen pérdidas del orden del 40% de los rendimientos (MINAGRI, 1993).

La producción anual del camote se estima en 220,000 toneladas, de las cuales el 68% es producido por las empresas estatales y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), 21% por productores individuales y 11% por las cooperativas de producción agropecuaria (CPA). Este volumen de producción garantiza el promedio de consumo per capita de 20 kg anuales. El camote es comercializado a través de varios canales. El principal y más reciente es el mercado agropecuario que existe desde Octubre de 1994. En este mercado el precio del camote está determinado por la oferta y la demanda. Otro canal de comercialización es a través de la Unión Nacional de Acopio, que es una organización estatal responsable de acopiar la producción previamente contratada como venta al estado. Esta Unión recibe la producción y la distribuye a la población a través de diferentes puntos de venta, tanto para consumo de la población de forma normada, como para otros consumidores sociales (centros de salud, educación, etc.). Otro canal de comercialización es a través de la Empresa Nacional de Frutas Selectas que es una organización estatal encargada de abastecer al sector turístico, entre otros.

El autoconsumo en la actualidad se refiere a la producción que se obtienen en diferentes centros de trabajo, con la finalidad de abastecer sus propios comedores de obreros y es vendida a los trabajadores a precio de costo más un pequeño margen comercial del 10%. También se incluye la parte de la producción que los productores independientes destinan para su propio consumo.

El camote usado en la alimentación animal incluye raíces que no poseen la calidad para el consumo humano y la producción destinada para este fin. El camote se utiliza para la alimentación de cerdos y ovinos de pelo principalmente.

Aspectos generales de la planta y el cultivo

El camote, *Ipomoea batatas* L. o boniato como se le llama en Cuba, se cultiva como planta anual aún cuando esta especie tiene todos los atributos de una planta perenne y continúa creciendo en tanto las condiciones sean favorables. No existe un método para establecer la madurez de las raíces tuberosas, pues ellas continúan creciendo durante la vida de la planta, de allí que en su explotación como cultivo anual, la cosecha se realiza cuando las raíces tuberosas han alcanzado el tamaño deseable. En el crecimiento de la planta se distingue un primer período en que la parte aérea (hojas y tallos) desarrolla más rápidamente que las raíces tuberosas hasta que el follaje llega a su máximo crecimiento (en muchas variedades comunes, aproximadamente a los 100 días de la siembra). Posteriormente el incremento de la biomasa se debe principalmente al desarrollo de las raíces tuberosas (Agata, 1982).

Para los propósitos de nuestro programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP), se distinguen tres fases en el desarrollo fenológico de la planta de camote, considerando que cada una de ellas tiene bien diferenciados sus propios requerimientos y relaciones con el gorgojo del camote.

La primera fase se extiende desde el día de la siembra hasta el inicio de la tuberización. En los clones de ciclo corto (tres a cuatro meses) disponibles en Cuba, esto ocurre entre los 30 y 40 días; en clones de ciclo medio (4 a 6 meses), entre 45 y 65 días; y en clones tardíos (más de 6 meses), después de los 65 días de plantado (Morales, 1992). En esta etapa el cultivo no es muy susceptible al daño del gorgojo. Como todavía no existen raíces tuberosas formadas, los gorgojos adultos sólo disponen del follaje para alimentarse y de los tallos más maduros para poner sus huevos y desarrollar sus larvas. Este período, sin embargo, es crítico para la productividad del cultivo pues es cuando se determina el número de raíces tuberosas que se van a formar (Wilson, 1982).

La segunda fase se inicia con la tuberización y termina cuando la planta alcanza su máxima área foliar. Según se trate de clones precoces, medios o tardíos, este período se logra entre los 78 y 80 días; 80 y 100 días o 100 y 125 días, respectivamente. Con esta fase se inicia el período de marcada susceptibilidad al gorgojo. Conforme se desarrolla la raíz tuberosa se presenta un incremento lineal de la infestación que culmina en la siguiente fase (Sutherland, 1986). El inicio de la tuberización no siempre está correlacionado con la época de la cosecha o rendimiento del clon.

La tercera fase se extiende desde que la planta alcanza su máxima área foliar hasta que los camotes se encuentran listos para la cosecha, es decir cuando han alcanzado el tamaño deseable. Este es un período crítico para la planta en relación a los daños del gorgojo. El incremento en el tamaño de las raíces provoca agrietamientos del suelo que permiten su infestación directa por los gorgojos. El agrietamiento es mayor en clones con raíces globosas que con raíces alargadas y en aquellas con raíces superficiales, que las que tienen raíces profundas. Por supuesto que la textura del suelo y las condiciones de humedad también son importantes factores en el agrietamiento del suelo.

En general los clones tardíos son proclives a mayores infestaciones, debido a que permanecen más tiempo en el campo y quedan expuestos a un mayor número de generaciones del gorgojo; pero otro factor importante es la velocidad con que se desarrolla la raíz tuberosa. Son deseables aquellos clones que siendo precoces, tienen raíces tuberosas que se desarrollan rápidamente (O'Hair, 1991).

La práctica del cultivo en Cuba

En Cuba se siembra camote durante todo el año, abarcando un período lluvioso (Mayo - Octubre) y un período de sequía (Noviembre - Abril), en el que se precisa de riego para obtener buenos rendimientos. Como en todos los trópicos, se utilizan como semilla (material propagativo), esquejes que provienen de campos de producción comercial, aunque en años recientes se ha establecido un sistema de producción intensiva de esquejes de mejor calidad.

En la siembra se recomienda poner la parte enterrada del esqueje en forma horizontal para asegurar el brotamiento productivo de tres o cuatro nudos y como consecuencia, mejores rendimientos (Figuras 1.1 y 1.2). Normalmente no se fertiliza, dada la poca disponibilidad de fertilizantes desde 1991; aunque a partir de 1998, hay una tendencia a asignar fertilizantes para este cultivo, es así que en 1998 se fertilizó alrededor del 30% del área de camote. En muchos casos, como siembra de rotación, que sucede al cultivo de papa, el camote aprovecha la fertilización residual de aquel cultivo.

En general el camote en Cuba se utiliza como cultivo de rotación con especies como la papa, tabaco, y algunas hortalizas. Esto hace que alrededor del 70% del área cultivada se siembre en época de primavera (Marzo - Agosto). En este período, la casi totalidad de los productores individuales y las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) establecen sus áreas de



Figura 1.1. La colocación horizontal de la parte basal del esqueje favorece la producción de la planta de camote.



Figura 1.2. Obsérvese la formación de raíces tuberosas en los cuatro nudos enterrados del esqueje.

Apartado 2

La Organización Agrícola en Cuba

El 41% del área total es cultivada, pero se estima que el 65% de la superficie total tiene vocación agrícola. Hasta 1993, la propiedad de la tierra se distribuía de la siguiente manera: propiedad estatal 3,662,352 ha (81%), Sector Cooperativo (CPAs y CCSs) 365,784 ha (8%) y productores individuales 487,712 ha (11%). En la actualidad la distribución es de la siguiente manera: sector estatal (26%); sector cooperativo (59%) y productores individuales (15%).

Las Empresas Estatales disponían de mayor equipamiento y fuerza de trabajo y aportaban los mayores volúmenes de producción al estado. A fines de 1993 comienza un proceso a nivel nacional para la formación de las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPCs), las cuales se conformaron fundamentalmente a partir de las áreas y recursos materiales y humanos pertenecientes a las Empresas Estatales. Estas entidades adoptaron un sistema funcional y organizativo similar a las CPA, pero entre sus rasgos distintivos se aprecia el carácter de la propiedad de la tierra, la cual sigue siendo estatal.

Los campesinos agrupados en Cooperativas de Crédito y Servicios (CCS) y gran parte de los productores individuales son dueños de sus tierras y la producción está destinada fundamentalmente al autoconsumo familiar, o es vendida al estado. Más recientemente estos productores pueden concurrir al Mercado Agropecuario para vender su producción o nombrar un representante que asume la función de comercializador.

Las Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPAs) se conformaron a partir de la unión voluntaria de varios propietarios individuales previo acuerdo con el estado, con el cual contraen derechos y obligaciones en cuanto al financiamiento, abastecimiento material y volúmenes de producción y acopio.

Apartado 3

El camote en la dieta cubana

En relación al sistema alimenticio del pueblo cubano, se conoce con el nombre de “viandas” a un grupo de productos agrícolas (yuca, boniato, plátano, malanga, ñame, y papa) que constituyen la fuente fundamental de hidratos de carbono. El consumo anual per capita es alrededor de 110.7 kg, de los cuales el camote aporta 20 kg, equivalente al 18%.

En un estudio reciente (Pérez y Muñoz, 1991) se estableció que las preferencias del público cubano por las viandas de consumo diario era como sigue: plátano (29.5%), malanga (21.9%), papa (20.2%), yuca (10.9%), camote (10.9%) y ñame (6.6%). Sin embargo, la producción de plátano y malanga, las dos especies más preferidas, ha declinado considerablemente por los altos costos de producción y la aparición de enfermedades en el caso del plátano. Por otro lado, la producción de la papa, tercer lugar en la lista de preferencia, está restringida a unos pocos meses del año y a altos costos de producción. De modo que en términos reales, el camote y la yuca pasan a jugar un papel fundamental en la alimentación del pueblo cubano.

La producción anual de camote se estima en 220,000 toneladas, de las cuales el 68% es producido por las Empresas Estatales y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), el 21% por los Productores Individuales y CCS (Cooperativas de Créditos y Servicios), y el restante 11% por las Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPAs)..

producción con el objeto de aprovechar las lluvias de esta época del año. El 30% restante corresponde casi todo al sector Estatal y a las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), debido a que estas organizaciones por lo general disponen de mayores recursos para el riego de las áreas dedicadas al cultivo.

La siembra se realiza usualmente en forma manual, independientemente de los sectores. Hasta 1992, en algunas provincias, las empresas estatales usaban máquinas sembradoras de camote con muy buenos resultados (siembras de hasta el 20% de las áreas totales). Pero las dificultades materiales ya mencionadas han incidido en una reducción del uso de estas maquinarias a niveles poco significativos.

El Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) ha desarrollado un sistema de siembra con tracción animal que reduce el empleo de 23 jornadas/ha de la siembra manual a 8 jornadas /ha. El método es eficiente, menos laborioso, y se está introduciendo en todos los sectores. La siembra con bueyes debe mantener la calidad de la siembra manual. Es decir, que la distancia entre plantas sea 30 cm y las 2/3 partes del esqueje queden enterrados en forma horizontal a una profundidad de 10 cm. El método consiste en surcar el campo a 90 cm de distancia y colocar el esqueje a un lado del camellón (cara del cantero). Posteriormente se parte el centro del camellón vecino con un arado de vertedera de forma tal que se traslada tierra para cubrir los esquejes. De esta forma se realiza la labor en ambos sentidos.

Una yunta de bueyes, con su conductor y cuatro hombres colocando los esquejes, puede sembrar alrededor de 22,000 esquejes en una jornada de 6 horas. Estos cinco hombres sólo sembrarían 10,000 esquejes manualmente. Experimentos de evaluación han demostrado que los rendimientos de una buena siembra con bueyes es similar a una siembra manual. El único inconveniente es la distribución algo asimétrica de las filas de camote entre surcos que dificulta la cosecha con implementos.

La preparación del suelo se realiza con algunas diferencias entre los productores. Aquellos que siembran grandes extensiones de camote (Empresas Estatales, UBPCs o CPAs) utilizan fundamentalmente maquinaria agrícola, en tanto que los productores individuales, que en su mayoría siembran pequeñas áreas, utilizan fundamentalmente la tracción animal para las labores de preparación del suelo. En los últimos años debido a la carencia de combustible, lubricantes y piezas de repuesto, la tracción animal ha experimentado un gran incremento en todos los productores, independientemente de sus características organizativas.

Todos los productores tienden a usar los mismos clones o variedades, pues los grandes proveedores de semilla para las CPAs y productores individuales son las empresas estatales y las UBPCs. Siete clones recomendados por el INIVIT (Lima y Morales, 1990) ocupan el 95% del área sembrada de camote (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Características de las principales variedades de camote sembradas en Cuba. 1999

Clon	Ciclo de cosecha (meses)	Rendimiento potencial (t/ha)	Color de piel de la raíz	Forma de la raíz	Area de siembra (%)	Año de introducción comercial
CEMSA 74-228	4.5	39.2	Amarillo-rosado	Redonda	4	1978
CEMSA 78-354	4	44.8	Crema	Alargada	65	1982
CEMSA 78-326	4	45.6	Roja	Redonda	3	1982
Yabú 8	5	40.6	Roja	Ovoide	4	1986
CEMSA 85-48	3.0 - 3.3	31 - 36	Roja	Irregular	4	1990
Cautillo	3.3 - 3.5	30 - 32	Roja	Ovoide-alargada	5	1990
INIVIT B-88	3.0 - 3.3	31 - 36	Roja	Ovoide	15	1992

Los deshierbos son habitualmente manuales aunque hasta el año 1992 se hizo uso intensivo de herbicidas. También se ha reducido el uso de maquinaria en esta labor y por otra parte se ha incrementado de manera considerable el uso de la tracción animal como parte de las labores culturales.

La oportunidad de la cosecha del camote se realiza en función de varias consideraciones. Entre ellas: el índice de daños causados por el gorgojo, el ciclo de los clones y las necesidades de rotación de cultivos. La cosecha se realiza usualmente semi-mecanizada; las raíces tuberosas se extraen con maquinaria o tracción animal y se envasan a mano. La selección se realiza al momento del envasado. En el caso de los productores individuales, la cosecha se realiza generalmente en forma gradual, de acuerdo a sus necesidades, extrayendo camotes individualmente, sin sacar la planta totalmente.

Los rendimientos registrados por organismos oficiales parecen estar subvaluados, pues se reconoce un promedio de 4.6 toneladas/ha de camote sano (MINAGRI, 1998), cuando no es raro observar rendimientos de 17 t/ha o más en extensiones mayores de 400 hectáreas en áreas estatales, UBPC o CPA (Cuadro 1.2), en tanto que en extensiones menores pertenecientes a productores individuales se han registrado rendimientos de 25-30 t/ha.

Cuadro 1.2. Registros de rendimiento de camote en Cuba según distintas fuentes de información y fechas de referencia.

Provincia	(área) ^a	Rendimiento (t/ha)	
		1992 (antes de MIP)	1998 (3 - 4 años MIP)
Ciego de Avila	(1 342 ha)	3.4	5.4
Sancti Spiritus	(537 ha)	6.1	13.2
Villa Clara	(3 373 ha)	2.8	4.8
La Habana	(8 052 ha)	6.8	8.5
Organizaciones ^b			
A. Vera - UBPC		9.1	11.5
J. Zaez - CCS		2.0	18.6
Campos controlados por INIVIT ^c			
Santo Domingo	(Primavera)	-	28.8
	(Invierno)	-	34.3
Bermejil	(Primavera)	-	23.1
	(Invierno)	-	29.0
Manacas	(Primavera)	-	23.1
	(Invierno)	-	25.0
^a Información de los delegaciones provinciales del MINAG. ^b Responsables directos de las organizaciones. ^c Campos evaluados por el INIVIT.			

2

Plagas del camote en Cuba

El camote es un cultivo que suele hospedar muchas especies de insectos que se alimentan de alguna parte de la planta. Talekar (mencionado por Jansson y Raman, 1991) registró no menos de 280 especies de insectos y ácaros a nivel mundial que se alimentan del camote en el campo o en almacenes. La inmensa mayoría de estos insectos no causan daño económico al cultivo.

En el caso de Cuba, la especie más importante es el gorgojo del camote o tetuán, *Cylas formicarius* (Fab.). Prácticamente es la única especie considerada como una verdadera plaga por las altas poblaciones que alcanza y la magnitud de los daños que causa en la base del tallo y en las raíces tuberosas que suelen ser muy graves. En la literatura se ha reportado para Cuba la presencia de *Euscepes porcellus* (Boh.) y *E. postfasciatus* (Raman & Alleyne, 1991), pero estas especies no han sido detectadas durante la conducción de los trabajos que se reportan en esta publicación.

Entre otras especies de insectos presentes en los campos de camote de Cuba, generalmente sin causar daño económico, están algunos escarabajos y larvas de lepidópteros que se alimentan del follaje de la planta. Entre ellos, *Diabrotica balteata* (Le Conte) (Figuras 2.1 y 2.2) y *Systema basalis* (Duval) (Chrysomelidae), *Spodoptera latifacia* (Cramer) y *Trichoplusia ni* (Hbn.) (Noctuidae), *Agrius cingulata* (Fab.) (Sphingidae), *Pilocrosis tripunctata* (Fab.) (Pyralidae). También se presenta la mosca minadora *Agromyza jucunda* (Van del Wulp) (Agromyzidae).

Según La Rosa *et al.* (1992), la mosca blanca constituye uno de los principales problemas fitosanitarios de hortalizas, granos y viandas en Cuba desde 1989. Las moscas blancas son típicamente plagas inducidas por el uso excesivo de insecticidas que destruyen a sus enemigos naturales; sin embargo, es interesante anotar que, en el caso del camote, no se ha observado la presencia de la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, a pesar de que este cultivo estuvo sometido a intensos tratamientos de insecticidas hasta 1991.

En el año 1991 se reportaron daños por el gorgojo del camote (*C. formicarius*) de 16% del producto cosechado a pesar del uso de insecticidas; pero en los años 1992 y 1993 en que se presentaron serias dificultades para disponer de riegos oportunos (falta de combustible) y de productos insecticidas en cantidades suficientes para cumplir con la programación de aplicaciones, los porcentajes de raíces tuberosas infestadas a la cosecha ascendieron a más de 40 por ciento.



Figura 2.1. Daños en hojas de camote, ocasionados por el escarabajo *Diabrotica balteata* (Le Conte), Habana, Cuba.



Figura 2.2. Adulto del escarabajo de la hoja del camote *Diabrotica balteata* (Le Conte). Habana, Cuba.



El gorgojo
del camote o tetuán
Cylas formicarius (Fab.)

Lilián Morales Romero
María del Carmen Castellón
Fausto Cisneros Vera
Jesús Alcázar Sedano

El gorgojo del camote y su control en Cuba hasta 1992

Especies de gorgojo y su distribución

Dos especies de gorgojos atacan al camote en el Caribe. Una especie, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire), es indígena de América del Sur pero también se le ha registrado en otros lugares como América Central, diversas islas del Pacífico y la mayor parte de las islas del Caribe, como Barbados, Bermuda, Cuba, Granada, Guadalupe, Haití, Islas Carolinas, Islas Vírgenes, Jamaica, Martinica, República Dominicana, San Vicente y Santa Lucía (Suah, 1981; Raman, 1988, Fielding, 1993). Durante el trabajo de implementación de manejo integrado de plagas de camote en Cuba, esta especie no ha sido encontrada en los campos sometidos a observaciones y evaluaciones,

La otra especie es *Cylas formicarius* (Fab.). Según Wolfe (1991), esta especie de *Cylas* se originó en el Asia aunque todas las otras especies del mismo género tienen su origen en el África. *C. formicarius* es considerada la plaga más importante del camote a nivel mundial (Chalfant *et al.*, 1990), incluyendo el Caribe y el sudeste de los Estados Unidos (Sorensen, 1984). Es una plaga que daña el camote en campo y almacén y está considerada como una de las plagas más difíciles de controlar (Mullen, 1984). Está ampliamente distribuida en Asia, las islas caribeñas y las costas continentales que baña el mar Caribe. En cambio, su presencia en África es más bien esporádica y no tiene la importancia de las especies africanas [*C. brunneus* (Fab.) y *C. puncticollis* (Boheman)].

Wolfe (1991) considera la probabilidad que *C. formicarius* haya sido introducido a las islas del Caribe en camotes infestados traídos de la India por trabajadores inmigrantes a mediados del siglo pasado. El primer registro del gorgojo en los Estados Unidos se hizo en Nueva Orleans en 1875 y se supone que fue introducido desde alguna isla del Caribe (Mullen, 1984). Amargos (1935), da aproximadamente la misma fecha para la presencia de *C. formicarius* en Cuba y la Florida y atribuye su introducción a la inmigración de ciudadanos chinos que llegaban a la isla de Cuba contratados para trabajar en las plantaciones de caña de azúcar. El nombre común de te-tuán en Cuba y pio-gán en la República Dominicana parecería acercarse algo a la fonética china. Amargos también menciona la posibilidad de que Cuba haya sido el centro de distribución del gorgojo en el Caribe. El primer registro de la presencia de *Cylas* en la República Dominicana fue en 1925, aparentemente introducido desde Haití. En la Isla de Gran Cayman se registró la presencia del gorgojo en 1893 y se le consideraba procedente de Cuba o de la isla Pedro donde era abundante (Fielding, 1993). *C. formicarius* es la especie plaga más importante del camote en Cuba y prácticamente la única que amerita control.

Forma de daño

El gorgojo adulto se alimenta de cualquier parte de la planta de camote (hojas, esquejes, tallos y raíces tuberosas) pero las lesiones de alimentación como adulto suelen pasar desapercibidas y no afectan el rendimiento de la planta. El daño de importancia económica es producido por la larva o gusano en las raíces tuberosas (Figura 3.1) y en la base de los tallos (Figura 3.2). En el campo las infestaciones suelen iniciarse en los tallos y continúan en las raíces tuberosas cuando ellas están accesibles. En cuanto a la distribución espacial de la infestación en el campo, las poblaciones se inician en los bordes y van progresivamente hacia el centro; al momento de la cosecha, los daños suelen ser mayores en los bordes (Setokuchi & Nakao, 1991)

Las larvas emergen de los huevos incrustados debajo de la superficie de la raíz tuberosa e inician su desarrollo perforando túneles que se van agrandando conforme crece la larva. La distribución de estos túneles en la masa del camote puede ser indistinta o con alguna tendencia de distribución según las variedades. En todo caso, el camote infestado queda inutilizado para el consumo humano o animal, porque la larva al perforar galerías en el camote induce la formación de terpenoides (furano-terpenoides) y cumarinas (Uritani *et al.*, 1977). Estas sustancias están contenidas en una capa necrótica de color marrón en la superficie de las galerías que dan un sabor amargo muy desagradable; basta un daño ligero para que se produzca este efecto. En condiciones de infestaciones severas pueden encontrarse decenas de larvas en un solo camote. Se trata de un daño directo a las raíces tuberosas cuyo valor económico se aprecia al momento de la cosecha. En los años 1991-1992, alrededor del 50% de la producción de camote en Cuba fue dañada por el gorgojo.

Otra forma de daño es producido por las larvas que se desarrollan en la base de los tallos y el cuello de la raíz. Aún cuando la mayoría de los investigadores considera que estos daños también tienen importancia económica, su evaluación es un tanto difícil. Los tallos dañados se hipertrofian en la zona infestada y se afecta el flujo normal de la savia de las raíces al follaje y viceversa. Algunos autores han cuantificado la reducción de cosecha debido a la severidad del daño en la base del tallo (Mullen *et al.*, 1981, Pillai & Nair, 1981), confirmando su importancia al registrar reducciones de rendimiento cercanos a la pérdida total en los casos más severos. Otros investigadores (Cockerham *et al.*, 1954), en cambio, consideran que esta forma de daño tiene un efecto menor en la reducción de la cosecha. Talekar (1982) sostiene que el rendimiento total del cultivo no está correlacionado con las poblaciones de adultos en el campo ni con las diversas intensidades de daño en las raíces tuberosas o en el cuello de la planta. En cambio si encontró una correlación entre la población de gorgojos y el porcentaje de raíces tuberosas dañadas.

Historia del control

El control del gorgojo del camote en Cuba hasta 1991 se basó en el uso intensivo de insecticidas químicos en casi todas las áreas del país. Aún en la actualidad, la preferencia de los cooperativistas se orienta al control químico utilizando metamidofos (tamarón), dimetoato (Bi-58), dieldrin y carbaryl, aunque su escasa disponibilidad limita su uso. Las dosis recomendadas en el Instructivo Técnico del Cultivo del Boniato por el Instituto de Sanidad Vegetal son :

Bi-58 (dimetoato 38% CE) a 1.5 l/ha/ aplicación
Tamarón (metamidofos 60% CS) a 0.6 l/ha/ aplicación

Teniendo en cuenta que por lo general se realizan 12 aplicaciones de insecticidas por campaña agrícola, tenemos que por hectárea/campaña agrícola de camote se usa 18 litros de Bi-58 o 7.2 litros de tamarón.

En Cuba se siembra anualmente alrededor de 60,000 ha de camote. Sólo las empresas del estado, que poseían el 80% del área sembrada anualmente, empleaban 864,000 litros de Bi-58 (dimetoato) o 345,600 litros de tamarón (metamidofos) por campaña agrícola.



Figura 3.1. Daño causado por las larvas del gorgojo del camote (tetuán del boniato) en raíces tuberosas del camote.



Figura 3.2. Daño causado por las larvas del gorgojo del camote (tetuán del boniato) en tallos del camote.

4

Ciclo de vida

El ciclo de vida del gorgojo ha sido estudiado por varios investigadores en diversas partes del mundo destacando los primeros trabajos de Reinhard (1923), González (1925) y Floyd (1942) y entre los más recientes, Mullen (1981). En cuanto a los estudios realizados por los entomólogos del INIVIT, sus resultados son similares a aquellos registrados por otros autores cubanos como Amargos (1935), Martínez (1958) y Ocano *et al.* (1990); así como por los autores extranjeros antes mencionados, además de Frohlich y Roderwald (1970) y Cabrera *et al.* (1990).

El insecto pasa por cuatro estados de desarrollo: huevo, larva (o gusano), pupa (estado de descanso) y adulto (gorgojo, picudo, o tetuán) (Figura 4.1).

El huevo es pequeño (0.71 mm x 0.45 mm), de forma ovalada, de color blanco cremoso (Figura 4.2a). La hembra deposita los huevos aisladamente en cavidades superficiales que abre ella misma con su proboscis o pico en la raíz tuberosa o en la parte basal del tallo, a una profundidad raramente mayor a 1.5 mm. Las hembras prefieren las raíces tuberosas a los tallos, pero en ausencia de raíces ponen sus huevos en los tallos normalmente. Una vez depositado el huevo, la cavidad es

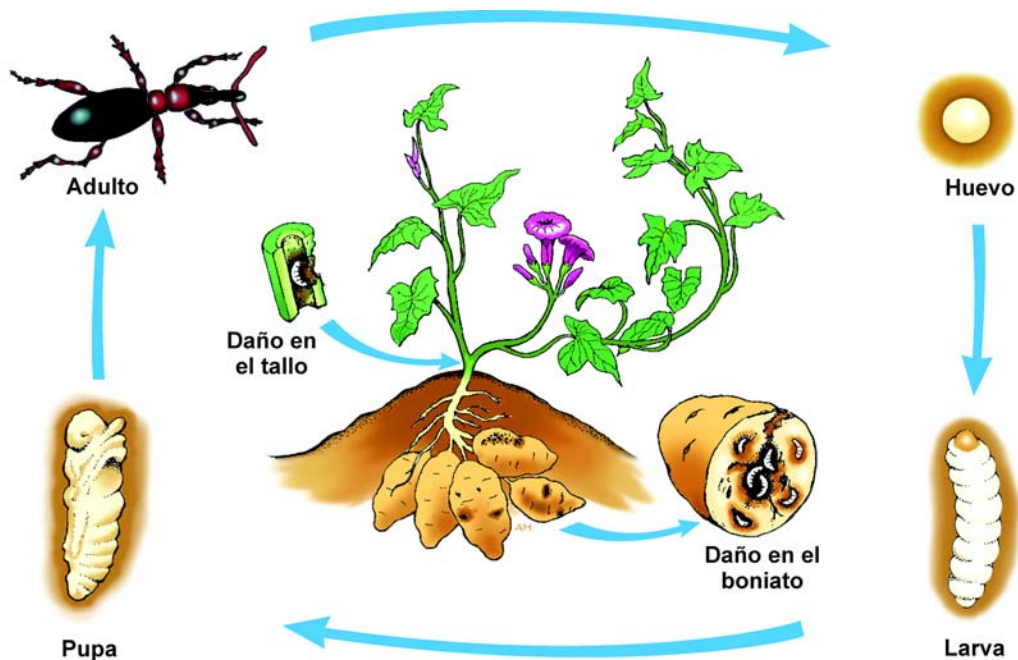


Figura 4.1. Ciclo biológico del tetuán del boniato *Cylas formicarius*



Figura 4.2 a. Estado de huevo del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*.



Figura 4.2 b. Estado de larva del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*.

sellada con una sustancia grisácea que segrega la hembra y que se endurece al poco tiempo dejando un pequeño montículo como única evidencia. En condiciones de Cuba la incubación varía de 5 a 6 días (aproximadamente a 30°C). Mullen (1981) registró 4 días a 30°C y 7.9 días a 20°C.

La larva es ápoda, blanca, de forma cilíndrica, ligeramente curvada, y algo aguzada en el extremo posterior (Figura 4.2b), mide 7.2 mm al terminar su desarrollo después de pasar por tres estadíos que se diferencian por los diámetros de sus cápsulas cefálicas (0.30, 0.46 y 0.75 mm). La cabeza es de color bruno claro o algo bronceado, con mandíbulas bien desarrolladas. La cutícula (piel) presenta ondulaciones y pliegues entre sus segmentos, sobre todo en el dorso y los costados, cubiertas con una pubescencia fina y rala. El desarrollo larval tomó 14 días en condiciones de laboratorio en Cuba (30°C). En latitudes más alejadas del Ecuador se nota marcadas diferencias en la duración del periodo larval entre el invierno y el verano debido a la variación de la temperatura. Según Mullen (1981), a 30°C el desarrollo larval toma 16.2 días y a 20°C, 58.2 días.

La pupa es exarata o libre (Figura 4.2c), algo más pequeña que la larva, de 5.5 mm de largo; recién formada es de color blanco, pero se oscurece con el tiempo tornándose blanco amarillenta, con mandíbulas y ojos negros. Se observan con claridad los segmentos abdominales, las alas pegadas al cuerpo y la presencia de patas y antenas. Después de 6 a 9 días en las condiciones de Cuba (30°C y 25°C, respectivamente), da lugar al adulto. Según Mullen (1981), a 30°C toma 8.6 días y a 20°C, 10.7 días. El empupamiento se produce dentro del tallo o en la raíz tuberosa en una celda que previamente prepara la larva.

El adulto emerge 1 a 3 días después de salir de la cobertura pupal. Cuando aún permanece en la cámara pupal, su color es blanquecino o cremoso y blando, pero luego se endurece y adquiere la coloración típica de la especie (Figura 4.2d); cabeza negra, lisa y lustrosa, con proboscis o pico negro y curvado; protórax estrecho y de color naranja; élitros de color azul oscuro y patas de color rojizo. La longitud de los adultos varía entre 5 y 7 mm. Entonces, los adultos salen de la cámara pupal y están en condiciones de aparearse.

Los gorgojos hembras y machos presentan similar coloración, pero pueden distinguirse fácilmente por las características de las antenas. En ambos sexos las antenas terminan en un segmento en forma de maza, pero en el caso del macho, la longitud de este segmento es el doble o más que la longitud del de la hembra. Otras diferencias son el tamaño de las alas membranosas (más grandes en los machos) y el tamaño de los ojos compuestos y las facetas que los forman (más grandes en los machos) (Figura 4.3a y b) (Starr *et al.*, 1997).

La duración del ciclo biológico (del estado de huevo al de adulto que inicia oviposición), varía ampliamente según las condiciones climáticas, principalmente la temperatura. Para las condiciones de Cuba, el ciclo biológico se completa en 32 a 40 días para el verano (30°C) e invierno (25°C) respectivamente, produciéndose de 8 a 10 generaciones al año. Otros autores han registrado diferentes rangos; de 33 a 85 días, para las temperaturas de 30°C y 20°C (Mullen, 1981), y de 33 días a temperaturas entre 27 y 30° (Chalfant *et al.*, 1990).

La longevidad del adulto varía mucho según las condiciones de temperatura y disponibilidad de alimento, en menor grado según el sexo y condiciones de apareamiento. Trabajos realizados por Mullen (1981), demostraron que a la temperatura relativamente baja de 15°C, los gorgojos hembras y machos, apareados, con disponibilidad de alimento, vivieron 238 días, pero sin alimento, solamente 31 días. A 30°C, los adultos vivieron 97 días con alimento y 7.5 días sin alimento. En condiciones similares, Gonzales (1925), registró longevidades de 63-120 días para machos y 81-107 días para hembras. En trabajos de laboratorio realizados en INIVIT (alrededor de 26°C y 70% de humedad relativa), la longevidad fue de 72 a 80 días con disponibilidad de alimento, pero se han registrado longevidades de hasta 8 meses. Los machos sin alimento vivieron 9 días y las hembras, 14 días.



Figura 4.2c. Estado de pupa del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*.



Figura 4.2d. Estado de adulto del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*.



Figura 4.3a. Diferencia morfológica externa del gorgojo macho de *Cylas formicarius* en el último segmento antenal en forma aplanada.



Figura 4.3b. Diferencia morfológica externa del gorgojo hembra de *Cylas formicarius* en el último segmento antenal en forma de clava.

Comportamiento

Los adultos pueden alimentarse de cualquier parte de la planta de camote (raíces tuberosas, tallos, esquejes o bejucos y hojas), pero solamente ponen huevos en raíces tuberosas y en la parte basal de los tallos. Las raíces tuberosas quedan expuestas en el campo por su localización superficial, por agrietamiento del suelo, como residuos de cosecha, o si están almacenados. Las hojas y las raíces tuberosas emiten sustancias volátiles que atraen a las hembras. La alimentación de la hembra, a su vez, estimula la síntesis de nuevos atrayentes volátiles que atraen un mayor número de hembras a las raíces tuberosas (Wang & Kays, 1997). La larva abre galerías en la raíz tuberosa o en el tallo. Al principio la galería es superficial pero luego se profundiza conforme se va desarrollando. Cada túnel contiene un larva. Los túneles vacíos indican que la larva ha completado su desarrollo, ha empupado y el adulto ha abandonado la galería. Cuando se acerca a la madurez, la larva se dirige hacia la superficie, dejando sólo una delgada lámina que la separa del exterior; allí forma la cámara pupal donde se transforma en pupa. El período preparatorio de la larva previo al empupamiento o período prepupal, dura de 1 a 5 días, y se caracteriza porque el insecto no se alimenta y permanece inmóvil, salvo que se le toque. Finalmente, de la pupa emerge el adulto (picudo o gorgojo) que deja las perforaciones de salida que se observan en la superficie del camote.

En condiciones naturales, las actividades de los adultos (alimentación, apareamiento y oviposición) son fundamentalmente nocturnas, pero en los campos donde se han colocado trampas con feromonas sexuales, se ha encontrado que los gorgojos también se mantienen activos durante el día. Los gorgojos tienen la característica de fingir estar muertos cuando se les molesta (efecto de tanatosis).

En condiciones de confinamiento en el campo (en jaulas), a los machos se les encuentra activos en la planta y en las paredes de la jaula, en tanto que las hembras aparentemente menos activas que los machos, prefieren estar en el suelo. Esto ocurre en condiciones calurosas, como las predominantes en Cuba; pero en condiciones de frío, machos y hembras permanecen en el suelo (Sakuratani *et al.*, 1994). En condiciones de campo, considerando todos los estados de desarrollo del gorgojo, las poblaciones son más abundantes en las raíces tuberosas que en los tallos y la mayoría de los individuos se encuentran a 15 cm debajo del cuello de la planta y 10 cm sobre ella (Jansson *et al.*, 1990).

En las condiciones de Cuba, los gorgojos se mantienen activos durante todo el año. En otros lugares donde hay temperaturas bajas durante el invierno, los gorgojos se inactivan pero restablecen su actividad normal al aumentar la temperatura.

Dispersión

Los insectos, sobre todo los machos, tienen una gran capacidad de vuelo. Se han determinado vuelos hasta de 1,800 m para machos. Sugimoto *et al.* (1994) han calculado la dispersión diaria de los machos en 55m en áreas desprovistas de cultivos de camote. No se sabe si el desplazamiento es diferente cuando hay alimento en abundancia. La dispersión de los machos no necesariamente equivale a la dispersión de las hembras, sobre las que existe muy poca información. Por lo pronto, el tamaño de sus alas membranosas (las únicas activas durante el vuelo) son mas pequeñas que en los machos y su movimiento dentro del campo es menos activo que en los machos. La mayoría de los autores estima que la forma más importante de diseminación de la plaga a campos nuevos es la siembra de esquejes infestados. Para un eventual programa de erradicación del gorgojo, se considera que debe haber una distancia mínima de 2-4 Km libre de camote para evitar reinfestaciones (Miyataki *et al.*, 1997).

Apareamiento, oviposición y fecundidad

Muestreos masivos de poblaciones de gorgojos en el campo mostraron una proporción de sexos de 1:1, similar a lo registrado por otros autores (Mullen, 1981). Los adultos se aparean

inmediatamente después de la emergencia. En observaciones realizadas en el INIVIT, las hembras comenzaron a ovipositar a las 24 horas de haberse apareado. Otros autores registran períodos de pre-oviposición más largos. Mullen (1981) y Reinhard *et al.* (1923) notaron períodos de pre-oviposición de 4.5 días para 30°C y 7.7 días para 20°C. Según observaciones de Sakuratani *et al.* (1994), las hembras se aparean en la planta y luego se dirigen al suelo para ovipositar

El apareamiento es imprescindible para que las hembras pongan huevos. En experimentos de laboratorio realizados en el INIVIT, las hembras vírgenes con alimento disponible no ovipositaron. En cambio las hembras que copularon ovipositaron a las 24 horas y la fertilidad de los huevos fue de 95%. En pruebas con parejas aisladas, el primer día se obtuvo un promedio de 4.3 (3.1-5.6) huevos por hembra. Durante 37 días de oviposición, las hembras pusieron un promedio de 9.7 huevos diarios (3.1-12.1), es decir un total de 359 huevos (314-400) en el período indicado. Otros autores han registrado valores diversos; así Chalfant *et al.* (1990) mencionan de 56 a 256 huevos por hembra; Jansson y Hunsberger (1991) registraron 122 ± 10.6 huevos por hembra, de los cuales el 75% fueron ovipositados durante la noche.

En un estudio más detallado, Mullen (1981) encontró que la fecundidad del gorgojo depende del número de apareamientos, densidad de la población y el tiempo en que machos y hembras conviven. Las hembras que copularon una sola vez pusieron en promedio solamente 11.5 huevos; en cambio, las hembras que permanecieron con el macho por más tiempo, entre 7 días y en forma continua, pusieron 74 a 87 huevos estando confinadas en parejas y de 151 a 179 huevos cuando los machos y las hembras estaban en grupos.

Influencia estacional

En general, las poblaciones del gorgojo del camote son más abundantes en la estación calurosa que durante la estación fría en los lugares donde son marcadas las estaciones de invierno y verano. Igualmente es mayor en lugares y en épocas secas (Noviembre a Abril en el caso de Cuba) que en lugares y épocas húmedas (Mayo a Octubre en el caso de Cuba) (Figura 4.4). Los daños registrados para el gorgojo del camote siguen la misma tendencia (Figura 4.5). Dentro de un cultivo, la población aumenta con la permanencia del cultivo en el campo.

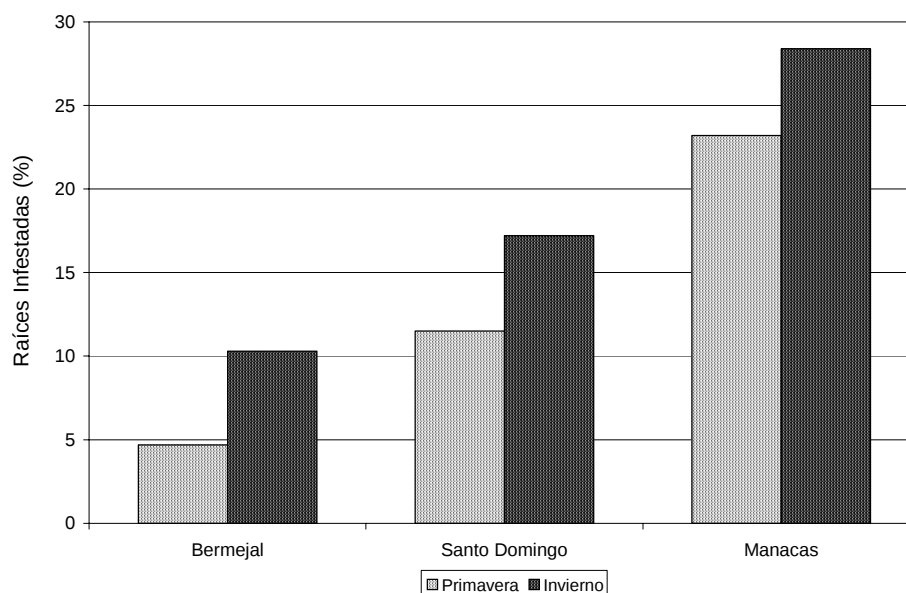


Figura 4.5. Registros de niveles de daño en Primavera e Invierno en tres localidades para el clon CEMSA 78-354, Cuba 1998-99.

Plantas hospedantes

El gorgojo *C. formicarius* y otras especies del mismo género son de origen asiático o africano en tanto que el camote (*Ipomoea batatas*) es originario de Sudamérica. Se trata pues, de un caso de adaptación de un insecto a una nueva planta para alimentarse y reproducirse. Otras especies del género *Ipomoea*, como las campanillas de los campos de Cuba y otros lugares, y especies del género *Convolvulus* hospedan y permiten la reproducción del gorgojo. Según Cockerham *et al.* (1954), mencionado por Mullen (1984), el gorgojo del camote puede alimentarse como adulto de numerosas especies de plantas, incluyendo *Amaranthus* spp., *Cuscuta* sp., *Physalis orinoccensis*, *Sida* spp., *Solanum* spp., y *Vigna sinensis*. Austin *et al.* (1991) mencionan 35 especies de Convolvulaceae como plantas hospedantes del gorgojo. Das (1992) revisó los registros de plantas hospedantes del gorgojo que se habían publicado entre 1925 y 1991 correspondiente a especies que no pertenecen a la familia Convolvulacea (la familia del camote). El mencionado autor encontró referencias a 14 especies entre las familias Euphorbiaceae, Solanaceae, Phytolaccaceae, Fabaceae y Malvaceae.



Manejo Integrado de Plagas (MIP) y la estrategia de su implementación

Fausto Cisneros Vera
Jesús Alcázar Sedano

Manejo Integrado de Plagas (MIP) y la estrategia de su implementación en unidades piloto

Desarrollo del Manejo Integrado de Plagas (MIP) en unidades piloto

El Concepto MIP

El Manejo Integrado de Plagas agrícolas (MIP) es un sistema de lucha contra las plagas que tiene una orientación ecológica y multilateral. La orientación es ecológica (Figura 5.1), porque considera que los campos de cultivo son ecosistemas agrícolas (o agroecosistemas) y porque los principales componentes del MIP (métodos de control) son factores que existen en la naturaleza causando mortalidad a los insectos dañinos (agentes de control biológico) o siendo adversos para su establecimiento y desarrollo (prácticas culturales, clones resistentes). Es multilateral (Figura 5.2) porque utiliza simultánea o sucesivamente varios componentes buscando la estabilidad del sistema en contraste con los enfoques unilaterales que son poco estables o insuficientes, con pocas excepciones (algunos casos de control biológico). El objetivo del MIP es controlar las plagas, sin pretender erradicarlas, pero manteniéndolas en poblaciones bajas que no causen daño económico. Para que el MIP sea aceptado por los agricultores, tiene que ser un sistema económico y relativamente simple (o simplificado), adaptado al sistema de cultivos y a la idiosincrasia de los agricultores.

En el MIP, la utilización de insecticidas es un recurso de emergencia que en algunas circunstancias resulta inevitable, pero que no debe transformarse en el eje del sistema, para no convertir el MIP en lo que podemos llamar manejo de insecticidas. Recordemos que con el MIP se trata de reducir el uso de insecticidas buscando alternativas más compatibles con el medio ambiente para reducir o evitar las secuelas generadas por el uso de sustancias tóxicas (este tema se trata en el capítulo siguiente). Precisamente por esta razón, el MIP es reconocido también como un medio efectivo para proteger el medio ambiente agrícola y la salud de los agricultores.

La utilización rutinaria de los insecticidas tiende a deformar el concepto MIP aún cuando su aplicación se base en la noción del umbral de daño económico que se establece para las poblaciones plaga como límite tolerable de infestación. En el MIP las plagas deben mantenerse debajo de ese nivel con las medidas previstas en el programa, pero si esto no se logra habría que reducir la población de manera rápida. Por lo general se hace uso de insecticidas cuya oportunidad de aplicación es determinada por un umbral de acción. Este procedimiento representa un mejor uso de los insecticidas (corrigiendo el abuso que se hace de ellos cuando las aplicaciones son calendarizadas o a intervalos pre-establecidos), pero no es suficiente para constituir un programa

El MIP y los Componentes del Ecosistema Agrícola:

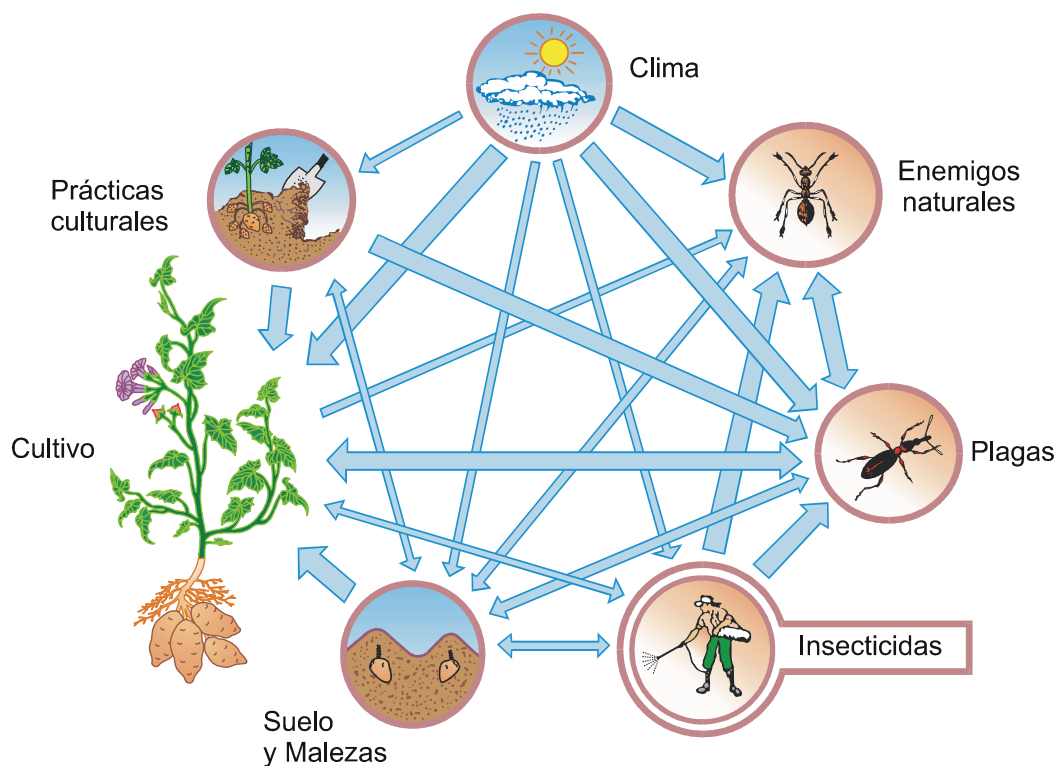


Figura 5.1. Interacciones entre los principales componentes de un ecosistema Agrícola (enfoque ecológico del MIP).

El MIP y los Componentes del Ecosistema Agrícola:

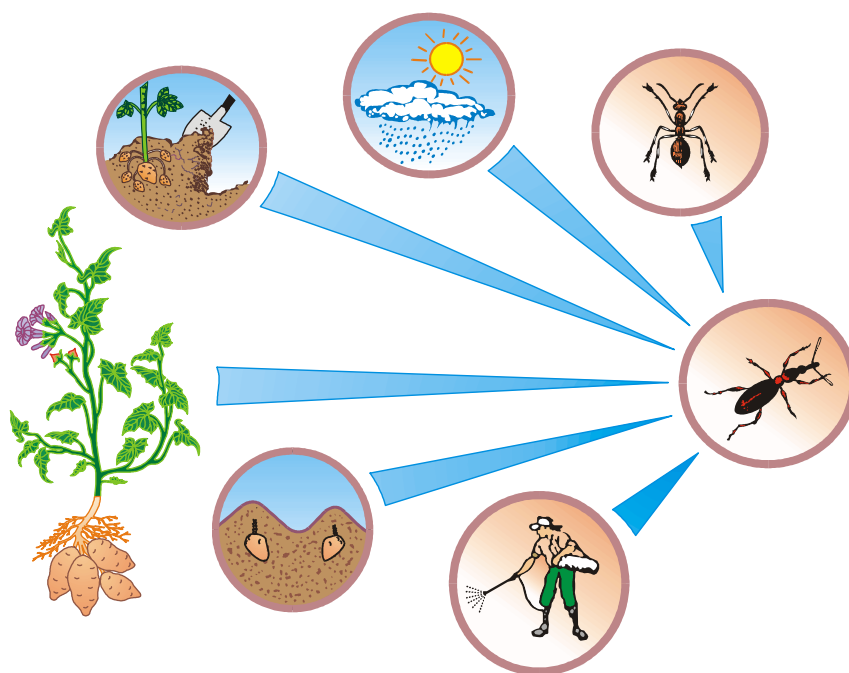


Figura 5.2. Componentes del Ecosistema Agrícola en el manejo de una plaga (enfoque multilateral del MIP).

de manejo integrado (Radcliffe, 1991). En el MIP hay que mantener el objetivo de que la plaga no alcance el nivel de daño económico priorizando los otros componentes del manejo.

El concepto MIP se inició en relación al control de plagas de insectos (Stern *et al.*, 1959) con el nombre de control integrado de plagas. Pronto se hizo evidente la conveniencia de incluir enfoques similares para el control de enfermedades (Apple *et al.*, 1977) y malezas (Buchanan, 1976) en lo que podría denominarse Protección Integrada del Cultivo. El término control devino en manejo para indicar que no sólo se trataba de represión de plagas sino de evitar que sus poblaciones alcancen niveles dañinos. Recientemente se ha adoptado el término MIPE para referirse al manejo integrado de plagas y enfermedades. Ninguno de estos sistemas de manejo (plagas, enfermedades y malezas) funciona independientemente de los propósitos y prácticas del cultivo; al contrario, necesitan integrarse a las otras prácticas agrícolas para coadyuvar al objetivo final que es la producción del cultivo. Así, se ha acuñado el término Manejo Integrado del Cultivo (MIC) para incluir las diversas actividades agrícolas como un todo. El manejo integrado del cultivo supone el manejo de todos los factores de la producción agrícola, incluyendo el manejo del suelo, agua, fertilizantes, semillas, fisiología del cultivo y, por supuesto, el manejo de plagas, enfermedades y malezas. Todo dentro de un contexto ecológico y económico. Ocasionalmente el manejo de un factor resulta preponderante respecto a los otros, como el manejo del gorgojo del camote en Cuba; pero aún así, las prácticas de su manejo deben estar integradas a la conducción del cultivo. Con esta idea, el INIVIT integró el manejo del gorgojo del camote en el contexto del manejo del camote en Cuba.

Los factores comúnmente involucrados en el sistema MIP cuyo desarrollo van a constituir los componentes MIP son los clones resistentes o tolerantes a las plagas, los enemigos naturales (agentes de control biológico) que matan o causan enfermedades a los insectos dañinos, las diversas prácticas culturales que resultan adversas al desarrollo de las plagas, la utilización de sustancias que gobiernan el comportamiento de los insectos (feromonas y otros estímulos) y dispositivos para atraparlos. El manejo integrado de plagas es una especie de respuesta correctiva al control de plagas con base en el uso de insecticidas (enfoque químico unilateral) tratando de reducir o evitar los problemas que genera este método. Para los casos de emergencia se prefieren los insecticidas de uso selectivo en oposición a los productos de amplio espectro.

Limitaciones del control químico

Las secuelas que produce el uso de insecticidas y que el MIP trata de evitar, son muy conocidas y están relacionadas con las plagas, la salud de los agricultores y de los consumidores, la economía de la producción y la calidad del medio ambiente.

Con relación a su efectividad contra las plagas, los insecticidas casi sin excepción terminan perdiendo eficacia debido al desarrollo de resistencia. Ciertas especies de plagas son proclives a volverse resistentes más rápido que otras, a lo que hay que agregar el número de generaciones y la intensidad de las aplicaciones de insecticidas, como factores que aceleran la aparición de resistencia. Independientemente de este fenómeno ocurre la aparición de nuevas plagas (moscas blancas y cochinillas harinosas, son ejemplos típicos). Se trata de especies que normalmente son muy tolerantes a los insecticidas y que se encuentran bajo un efectivo control biológico natural. El incremento de poblaciones se debe a la destrucción de enemigos naturales por causa de los insecticidas utilizados para combatir otras plagas.

Los insecticidas ponen en riesgo la salud de los campesinos que utilizan estos productos, así como también la del público que consume alimentos con residuos porque estos productos son, por su misma naturaleza, sustancias tóxicas. Hay efectos inmediatos de toxicidad aguda y efectos de toxicidad crónica (que son más difíciles de medir). Más recientemente se ha atribuido a los insecticidas y a otros pesticidas efectos negativos sobre el sistema inmunitario (Repetto y Baliga, 1996) de las personas, exponiéndolas a mayores riesgos para desarrollar enfermedades.

Comúnmente se considera que la aplicación de insecticidas es una manera económica de controlar plagas y sin duda en muchos casos lo es. Pero cuando el agricultor, en su afán de contrarrestar el desarrollo de resistencia de las plagas y la aparición de nuevas plagas, utiliza dosis mayores del producto, hace mezclas de insecticidas y los aplica con mayor frecuencia sus costos de control pueden resultar antieconómicos. A lo que hay que agregar mayores riesgos para la salud.

Finalmente, en los últimos años ha crecido la preocupación por la calidad del medio ambiente. Entre las diversas sustancias químicas contaminantes destacan los pesticidas por tratarse de tóxicos que expresamente se aplican al medio rural y doméstico. En eso difieren de otras sustancias contaminadoras que generalmente son subproductos de algún proceso industrial o minero. Residuos de insecticidas se han detectado en aire, tierra y agua. Un paso positivo ha sido la eliminación del uso agrícola de los insecticidas clorados estables pero la mayoría de los otros compuestos siguen constituyendo un riesgo ambiental y una amenaza para la fauna silvestre, doméstica y la calidad de vida rural si se mantiene su uso masivo (Pimentel *et al.*, 1991).

El MIP en la perspectiva del agricultor

En el control convencional de plagas mediante el uso de insecticidas, las acciones de control se toman en función de la ocurrencia (real, supuesta, o esperada) de la plaga problema, buscando su máxima mortalidad o erradicación temporal. El agricultor observa la rápida muerte del insecto después de una aplicación de insecticida, o la ausencia de la plaga como resultado de sus aplicaciones preventivas. De esa manera el agricultor siente haber eliminado el factor riesgo de daño en su proceso de producción

En el MIP, en cambio, la plaga es considerada como un constituyente del ecosistema agrícola, el mismo que mantiene una serie de interacciones con otros componentes biológicos y no-biológicos del ecosistema. El manejo de estos componentes contribuye a dificultar el desarrollo de la plaga y a incrementar su mortalidad, de modo que no existe la espectacularidad de ver a los insectos muertos después de una aplicación de insecticidas y la mayoría de las medidas no son curativas de último momento. Al contrario, hay que programar toda una estrategia previa destinada a dificultar el desarrollo de poblaciones dañinas de la plaga recurriendo a diversos componentes cada uno de los cuales aporta algo contra la plaga en forma más o menos duradera. Es natural que este enfoque provoque inicialmente cierta incredulidad entre los agricultores y una sensación de riesgo que los vendedores de pesticidas saben aprovechar para su beneficio.

Para que los agricultores acepten un programa MIP, dicho programa debe ser visto por ellos como una alternativa real y ventajosa a lo que comúnmente practican. Las consideraciones económicas son esenciales. Después de todo, la agricultura es una actividad económica en donde el agricultor hace las inversiones (dinero, mano de obra y tiempo) y corre el riesgo de perder su cultivo. Es natural que su actitud sea conservadora y sólo acepte las cosas tangibles, evidentes, demostradas. Los razonamientos bien intencionados pero abstractos, los argumentos técnicos especulativos y los objetivos ecológicos altruistas juegan roles menores cuando el agricultor tiene que tomar decisiones que conlleven riesgos para sus cultivos o ingresos económicos. En la perspectiva del agricultor, la propuesta MIP debe controlar las plagas eficientemente, reducir los costos de producción del cultivo (o la relación costo/beneficio) y ser lo suficientemente simple para facilitar su adopción.

Como lograr que el MIP sea una realidad en el campo

Hacer del MIP una alternativa real no es tarea simple. Es mucho más fácil decirlo que hacerlo, de allí la poca relación entre la abundante literatura sobre el tema y los pocos casos en que el MIP ha llegado a ser una práctica en campos de agricultores. Con frecuencia la literatura sobre MIP trata de los principios ecológicos de su enfoque (Smith & van den Bosch, 1967; Apple & Smith, 1976;

Cisneros, 1992) y culmina con descripciones de las diversas medidas de control que se pueden utilizar contra una o varias plagas del cultivo (por ejemplo: Falcon & Smith, 1974; FAO, 1979; Bottrell, 1979; van Huis, 1981; Radcliffe *et al.*, 1991; Jansson & Raman, 1991; El-Zik & Frisbie, 1991). Se supone que los agentes de extensión o los mismos agricultores, son reponsables de decidir cuales medidas escoger y que estrategia seguir para su implementación. El argumento usualmente esgrimido es que cada programa MIP debe ser diseñado para las condiciones especiales en que se va a aplicar. Lo que es cierto en gran parte, pero en tanto no se demuestre que el sistema MIP funciona en el campo, es decir, en las condiciones del agricultor, la brecha entre la literatura y la implementación continuará ampliándose. Difícilmente los agricultores correrán el riesgo de adoptar nuevos métodos cuyas ventajas prácticas en las condiciones de campo y sus beneficios económicos no se hayan demostrado.

Por otro lado, los extensionistas al no haber participado en el desarrollo de la tecnología, carecen de la experiencia requerida para asegurar al agricultor que están frente a una opción real y ventajosa. Por estas consideraciones el Programa de Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa ha desarrollado el sistema de Unidades Piloto en campos de agricultores como una estrategia para investigar, implementar y difundir el manejo integrado de plagas.

La validez de la estrategia de las Unidades Piloto MIP ha sido demostrada en el manejo de plagas de papa en los países Andinos (Cisneros *et al.*, 1995), donde las plagas claves son diversas especies de gorgojos de los Andes o gusanos blancos, *Premnotrypes* spp. (Alcázar y Cisneros, 1997), polillas de la papa, *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias* y *Tecia solanivora* (Palacios y Cisneros, 1997) y moscas minadoras, *Liriomyza huidobrensis* (Mujica y Cisneros, 1997).

Diversas Unidades Piloto han sido desarrolladas en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, con la activa participación de organismos nacionales gubernamentales y no-gubernamentales (ONGs). La estrategia completa se detalla en el siguiente capítulo, mientras tanto se puede indicar que la experiencia exitosa del manejo del gorgojo del camote en Cuba, motivo de esta publicación, corrobora la utilidad de las Unidades Piloto y su rol en la difusión del sistema MIP a gran escala. En este caso la organización directamente involucrada en la ejecución del programa fue el Instituto de Investigación en Viandas Tropicales (INIVIT), que es el organismo nacional que tiene responsabilidades sobre el manejo del cultivo mismo.

Descripción de la estrategia de las UNIDADES PILOTO para el desarrollo de programas MIP

Para desarrollar un programa de manejo integrado de plagas, las preguntas obvias que debemos plantearnos son: ¿qué problemas vamos a resolver? ¿con qué recursos y medios tecnológicos contamos? ¿qué nueva información debe generarse? y ¿qué medios vamos a utilizar para difundir efectivamente la tecnología entre los agricultores?.

La estrategia para desarrollar programas MIP puesta en práctica por el Programa de Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa desde comienzos de la década del 90, consiste de cinco fases (Figura 5.3): a) evaluación de la importancia de la(s) plaga(s), su caracterización biológica y las condiciones económicas y sociales en que se presenta; b) desarrollo de componentes de manejo de la(s) plaga(s) (métodos de control); c) integración de los componentes claves (compatibilidades entre si y con la realidad económica y social del medio); d) implementación de Unidades Piloto en campos de agricultores como áreas de constatación, adaptación y adopción de las tecnologías y centros de capacitación y difusión; y finalmente, e) difusión del MIP en gran escala con la participación colaborativa de diversas instituciones. Estas fases son en gran parte consecutivas (por lo que pueden utilizarse para caracterizar el grado de desarrollo de cualquier programa MIP), pero no son excluyentes. De modo que un programa básico puede ser mejorado conforme se amplía o mejora cada fase.

En el caso del manejo integrado del gorgojo del camote en Cuba, las diversas fases se definieron de la siguiente manera:

a) Evaluación de la importancia de la plaga, su caracterización biológica, y las condiciones económicas y sociales en que se presenta.

Normalmente se requiere hacer una evaluación técnica de los daños que causa la plaga y un estudio de la percepción que tiene el agricultor sobre su importancia. Si hay coincidencia entre ambos, se dan las condiciones apropiadas para llevar a cabo un proyecto de manejo integrado de plagas. Si el daño que se atribuye a la plaga no es real, carece de sentido proseguir con alguna acción salvo la de enseñar a los agricultores que aplicar insecticidas en esas circunstancias es un gasto innecesario. Si el daño es real pero el agricultor no lo percibe como problema, sea porque aplica insecticidas exitosa y económicamente o porque el daño no le parece evidente (como suele suceder con los daños producidos por nematodos), se corre el riesgo de no contar con su interés por nuevas alternativas o métodos de control y, consecuentemente, las perspectivas de éxito sean mínimas.

En el caso del gorgojo del camote en Cuba la situación era muy clara. Al no disponerse de insecticidas, los daños del gorgojo se habían incrementado entre 40 y 50% de la producción de camotes infestados a la cosecha, habiendo tenido previamente daños de 10 a 16% con 12 aplicaciones de insecticidas subvencionados por el gobierno. Se había llegado a la situación en que muchos agricultores mostraban cierta resistencia a mantener las áreas sembradas de camote; de hecho, muchos de ellos redujeron las áreas de siembra y algunos dejaron de sembrar camote porque sus rendimientos de camote sano eran muy bajos.

Otra consideración importante de esta fase, es la caracterización socioeconómica del agricultor y sus sistemas de cultivos. En Cuba era evidente la importancia del camote como cultivo de rotación y como alimento básico de la población. La producción se daba en todas las modalidades de propiedad y asociación: sea estatal, cooperativa o individual. En todos los casos el nivel de escolaridad del productor era bastante alto (por lo menos de 5 años) lo que constituyó un factor favorable para entender y adoptar el MIP.

Finalmente, el gorgojo del camote, *Cylas formicarius*, es prácticamente la única plaga de este cultivo en Cuba y su ciclo de vida y otros aspectos biológicos han sido estudiados por diversos investigadores. Se requirió, sin embargo, completar esta información con algunas nuevas investigaciones y verificar otras para las condiciones de Cuba, trabajo que llevaron a cabo los entomólogos del INIVIT.

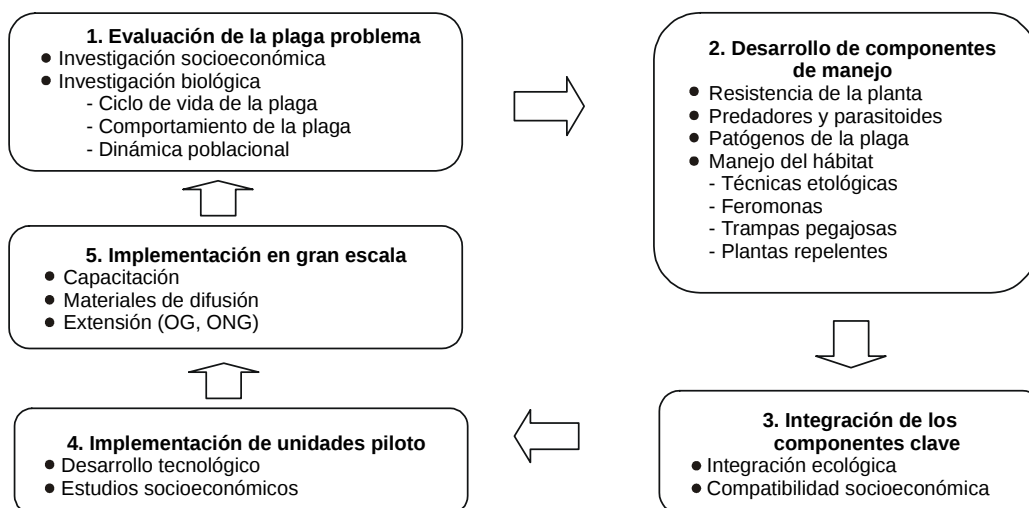


Figura 5.3. Esquema del desarrollo de un programa de manejo integrado de plagas, desde la evaluación del problema (s) plaga, hasta la implementación del programa MIP a gran escala.

b) Desarrollo de componentes del manejo integrado

Todas las prácticas de control son componentes potenciales del manejo integrado de plagas. Son prioritarias aquellas que se relacionan con el incremento de la resistencia del medio al desarrollo de la plaga (prácticas culturales, clones resistentes), que producen mortalidad natural (agentes de control biológico) o que permiten manipular el comportamiento de los insectos (repelentes y atrayentes, incluyendo feromonas y colores), para alejarlos de las plantas o, al contrario, atraerlos y destruirlos. También son válidas las investigaciones sobre el uso selectivo de los insecticidas.

Las fuentes de investigación de los componentes MIP son diversas; entre ellas, las mismas prácticas del agricultor, las referencias de la literatura y las que se generan dentro del propio programa. Es necesario verificar el efecto real que tienen las prácticas comunes de los agricultores; algunas de ellas son efectivas o susceptibles de mejoras; otras no tienen el efecto que se les atribuye. Todas las referencias encontradas en la literatura para las plagas específicas o para plagas similares deben ser verificadas en las nuevas condiciones. Finalmente, las investigaciones propias deben tener en cuenta la fauna benéfica presente, las variedades disponibles, las condiciones en que se realizan los cultivos y las posibilidades de usar atrayentes y trampas.

En el caso de Cuba, se cumplieron con todas estas consideraciones. El desarrollo de cada uno de los componentes (alrededor de 12), para manejar el gorgojo del camote se trata en forma detallada en otros capítulos de esta publicación por lo que sólo mencionaremos aquí que el único componente clave desarrollado fuera de Cuba fue el uso de las feromonas sexuales.

c) Integración de los componentes claves

No todos los componentes MIP son intrínsecamente compatibles entre sí o compatibles con las prácticas locales propias del cultivo, las condiciones económicas, la realidad social de los agricultores y los aspectos ecológicos locales.

La consideración más obvia es la compatibilidad o incompatibilidad entre los agentes de control biológico y los pesticidas. En nuestro caso, el uso intensivo del hongo *Beauveria bassiana* fue posible porque en el cultivo de camote no se utilizan fungicidas que puedan afectar su eficacia. Los insecticidas pueden ser usados conjuntamente con las hormigas predatoras sólo si las aplicaciones son localizadas, limitándose a los lugares donde se han colocado las trampas con feromonas y no se efectúan aplicaciones a todo el campo. Ambos agentes biológicos (hongo y hormigas), requieren suelos húmedos para su establecimiento por lo que resultan incompatibles con suelos predominantemente secos sin disponibilidad de riego. La cosecha oportuna para acortar el período de exposición a la plaga puede estar supeditada a las fluctuaciones de los precios en el incipiente mercado libre cubano; una cosecha puede demorarse para lograr mejores precios a expensas de incrementar los riesgos de infestaciones por gorgojo. Para compatibilizar las aplicaciones localizadas de insecticidas en los alrededores de las trampas y evitar la pérdida de atractividad de las feromonas fue necesario diseñar un sistema de rotación en la localización de las trampas.

d) Implementación del MIP en Unidades Piloto

La implementación del MIP bajo las condiciones de un grupo de agricultores constituye el área piloto; es la fase crítica y característica de esta estrategia, el nexo entre los trabajos de investigación y la realidad del productor. Las operaciones se realizan con la participación directa de los agricultores y durante esta experiencia los técnicos deben estar alerta a sus reacciones y opiniones. Es la oportunidad para comparar las nuevas alternativas con las prácticas convencionales; para efectuar los cambios o reajustes necesarios en los componentes y una vez que la unidad piloto se ha consolidado se convierte en un centro de capacitación y difusión del sistema MIP. Al establecer áreas piloto deben considerarse varios factores.

El agricultor juega un rol principal. Al fin de cuentas, de su decisión depende que adopte o no el sistema MIP y lo considere como mejor alternativa a lo que viene poniendo en práctica. El primer paso es seleccionar un grupo adecuado de agricultores que muestren inquietud por mejorar su situación y tengan algún sistema de organización. Este grupo debe recibir la capacitación necesaria para que sea capaz de comprender la naturaleza del problema y los fundamentos de los componentes MIP. Si la decisión para optar el MIP es consciente por parte del agricultor se ha dado un gran paso hacia la sostenibilidad del sistema. El agricultor tiene que hacer su propio análisis de las ventajas y desventajas de las medidas que se proponen o ejecutan en el campo.

Mediante explicaciones por parte de capacitadores y observaciones de campo, el agricultor se familiariza con el ciclo de vida del insecto y su comportamiento, la forma en que causa daño al cultivo y los fundamentos de los diversos componentes MIP. El agricultor, motivado por nuevos conocimientos comprobables en su propio medio, suele adoptar una actitud participativa muy beneficiosa para el éxito del área piloto.

Los agricultores deben aprender a evaluar las poblaciones de la plaga y tener alguna idea sobre los umbrales de acción ante la eventualidad de verse precisados a usar insecticidas para superar emergencias. Por umbral de acción se entiende el nivel de la población de la plaga y/o de la magnitud del daño que hace necesario un tratamiento químico para evitar que la infestación reduzca la cosecha. Este concepto está asociado al umbral de daño económico descrito por diversos autores pero en una versión más sencilla y flexible.

Para evaluar periódicamente las poblaciones de las plagas (y sus enemigos naturales) en el campo (conteo de plagas o monitoreo), se debe diseñar cartillas de campo sencillas para ser llenadas con las evaluaciones y observaciones que realizan los agricultores o personal especializado en esta labor. La información registrada (generalmente en evaluaciones semanales) debe trasladarse a cartillas resumen diseñadas para cada campo. En ella queda la historia de manejo del campo por campaña agrícola o por año.

Los técnicos deben mantener el programa lo más simple posible; aún cuando la investigación para desarrollar los componentes haya sido compleja. Si los componentes MIP, que se presentan como opciones a los agricultores, consideran el uso de insumos éstos deben estar disponibles localmente, de lo contrario el agricultor pierde credibilidad en todo el programa.

El programa de capacitación a los agricultores debe considerar un taller previo al inicio de la campaña agrícola para discutir su ejecución, días de campo durante la campaña con participación activa de los agricultores para demostrar el avance y consolidar la comprensión de los trabajos que se realizan y un taller al final de la campaña para discutir los resultados, incluyendo los beneficios logrados y las dificultades encontradas. Es conveniente aprovechar estas actividades para dar a conocer la experiencia a otros agricultores o comunidades y a representantes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (ONGs) ligadas al bienestar campesino o al desarrollo agrícola. Las organizaciones interesadas son potenciales difusoras del MIP en la última fase de difusión a gran escala.

Durante esta etapa se deben producir los materiales de difusión del MIP que incluye muestrarios, afiches, boletines, series de diapositivas, videos y rotafolios. Se verifica la efectividad de estos materiales con los mismos agricultores y se procede a su multiplicación para uso de las organizaciones que participarán en la difusión del MIP a gran escala.

En el caso de Cuba, las primeras unidades piloto se establecieron en Arimao, Municipio de Cumanayagua, en la Provincia de Cienfuegos y en cinco localidades de la Provincia de Villa Clara. Las actividades en estas unidades piloto se describen en acápite aparte.

e) Implementación del MIP a gran escala

Solamente cuando se ha demostrado el valor práctico del programa MIP en el área piloto y el agricultor lo acepta como una mejor alternativa, se procede a su implementación en gran escala y a su difusión masiva. Este es un gran esfuerzo que requiere la participación de personal debidamente entrenado de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, universidades, asociaciones de agricultores, comunidades y asociaciones diversas interesadas en el bienestar y quehacer campesino. Este personal debe estar bien informado y conocer las experiencias en las áreas piloto para actuar con seguridad técnica y no poner en riesgo la credibilidad del programa. Es preferible que inicialmente la instrucción de este personal esté a cargo de los mismos investigadores que desarrollaron el programa y tengan, aunque sea parcialmente, la vivencia de las unidades piloto.

La difusión del manejo integrado del gorgojo del camote en Cuba desde las unidades piloto en Cienfuegos y Villa Clara a todas las provincias cubanas, abarcando a la fecha casi la mitad del área dedicada al camote en la isla, es el mejor ejemplo que tenemos para esta fase. En este caso la responsabilidad nacional del INIVIT en la investigación y producción de camote ha sido un factor decisivo para el éxito del programa.

6

Estrategia básica del manejo del gorgojo del camote en Cuba

Caracterización económico-social

Los productores de boniato en sus diferentes modalidades de organización, desde agricultores individuales hasta las empresas asociativas, y los organismos del Ministerio de Agricultura, en particular INIVIT, buscaron solucionar el problema del gorgojo del camote. Esta plaga se había constituido en el factor limitante para la producción del camote que, a su vez, es un cultivo estratégico para la alimentación del pueblo cubano. Estas circunstancias constituyeron un marco favorable para el desarrollo e implementación de un programa de manejo integrado con el modelo de las Unidades Piloto. Se deben agregar dos consideraciones favorables adicionales; el nivel de escolaridad relativamente alto de los productores cubanos y el liderazgo de INIVIT en el mejoramiento y manejo del camote a nivel nacional.

Caracterización técnica del problema

- a) El gorgojo del camote, *Cylas formicarius*, es la única plaga importante del camote en Cuba.
- b) Los productores habían adoptado durante varios años el control del gorgojo a base de aplicaciones intensivas de insecticidas.
- c) A pesar de las aplicaciones (10 a 12 por campaña), los daños se mantenían en 10% - 14% al momento de la cosecha.
- d) Dada la orientación química del control del gorgojo, muchas labores culturales recomendadas previamente contra la plaga dejaron de practicarse.
- e) La carencia de insecticidas a partir de 1992 para continuar con el sistema de control químico agravó la magnitud del daño que alcanzó 40 a 50 % de camote infestado a la cosecha.
- g) El gorgojo tiene pocos enemigos naturales, entre ellos dos especies de hormigas predatoras presentes en Cuba.
- h) En Cuba existe una red de laboratorios (Centros de reproducción de entomógenos y entomopatógenos, CREE) para producir entomopatógenos, entre ellos el hongo *Beauveria bassiana* que se había usado para controlar el gorgojo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus* y que es igualmente efectivo contra el gorgojo del camote.
- i) El gorgojo del camote en Cuba es básicamente un problema de campo. El camote no se almacena por períodos prolongados de allí que el gorgojo no es considerado plaga de almacén como en otros lugares.

Identificación de las fuentes de infestación

Las infestaciones del gorgojo en los campos de camote en Cuba tienen las mismas fuentes que se han identificado en otros lugares. En ellas, la plaga se multiplica y desde allí migra a los campos nuevos. Su identificación orienta la aplicación de algunas medidas culturales que deben adoptarse en el cultivo y que en nuestro caso, se tratan en el siguiente capítulo sobre componentes para el manejo del gorgojo. Las principales fuentes de infestación son las siguientes:

Residuos de cosecha dejados en el campo. Las raíces tuberosas y los tallos infestados que quedan después de la cosecha contienen numerosas larvas que continúan su desarrollo hasta completar el ciclo. Además, los camotes sanos remanentes en el suelo permiten nuevos ciclos del insecto y dan origen a plantas voluntarias en los campos de rotación donde el gorgojo continúa multiplicándose. Las raíces fibrosas, en cambio, carecen de importancia, pues los gorgojos no se reproducen en ellas.

Material de siembra. Los tallos infestados usados como material de siembra constituyen una fuente común de infestación en campos nuevos. La ausencia de un sistema de producción de semilla sana hizo que la mala calidad del material de siembra fuera un problema muy agudo que facilita la propagación del gorgojo y deteriora la pureza varietal del camote.

Campos maduros infestados. Las condiciones favorables para la producción del camote durante todo el año en Cuba favorece la colindancia de campos de diferente edad. En estas circunstancias, los campos maduros se convierten en fuentes de infestación de los campos más jóvenes.

Plantas silvestres hospedantes del gorgojo. Aunque es común mencionar a otras plantas del género *Ipomoea*, incluyendo especies de campanilla, como hospedantes del gorgojo con capacidad de multiplicarse en ellas, su importancia como fuente de infestación parece ser bastante limitada comparada con las mencionadas anteriormente.

Almacenes de camote. En Cuba casi todo el camote se consume inmediatamente después de la cosecha, por lo que no existe el problema de otros países donde se almacena por algunas semanas o pocos meses, dando oportunidad a la multiplicación del gorgojo en los almacenes y su posterior migración hacia los campos. Lo que se ha observado son amontonamientos de camote infestado en corrales de animales que, sin duda, facilitan la multiplicación del gorgojo.

Campos abandonados. Excepcionalmente, campos fuertemente infestados no llegan a cosecharse y quedan abandonados. Estos se convierten en centros de multiplicación intensa del gorgojo. Afortunadamente, estos casos no se han presentado en Cuba.

Plantas voluntarias en campos de rotación. Las raíces tuberosas que quedan en el campo después de la cosecha, brotan con el nuevo cultivo y dan origen a las llamadas plantas voluntarias de camote donde se multiplican los gorgojos; esta población puede migrar o quedarse como población remanente hasta la nueva siembra de camote.

Tecnologías disponibles o en proceso de desarrollo

- Disponibilidad de variedades precoces de camote y de tuberización relativamente profunda. El INIVIT había desarrollado variedades con mejores rendimientos y características ventajosas sobre las variedades antiguas, en gran parte tardías y muchas de ellas de tuberización superficial, que las hacían muy susceptibles a los ataques del gorgojo.
- El INIVIT rescató el uso de trampas para trasladar nidos de hormigas predatoras, *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense*, de sus fuentes naturales hacia los campos de camote y ha estado evaluando la capacidad predatora de estas especies.
- El INIVIT comprobó la efectividad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* contra el gorgojo del camote. Este hongo era multiplicado en diversos laboratorios (CREE)

establecidos en la Isla para ser usado contra el gorgojo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus*.

- d) Se tenía conocimientos sobre las diversas prácticas agronómicas conducentes a reducir el efecto perjudicial de la plaga y estaba en proceso la experimentación necesaria para documentar las ventajas de estas medidas.

Nuevas tecnologías

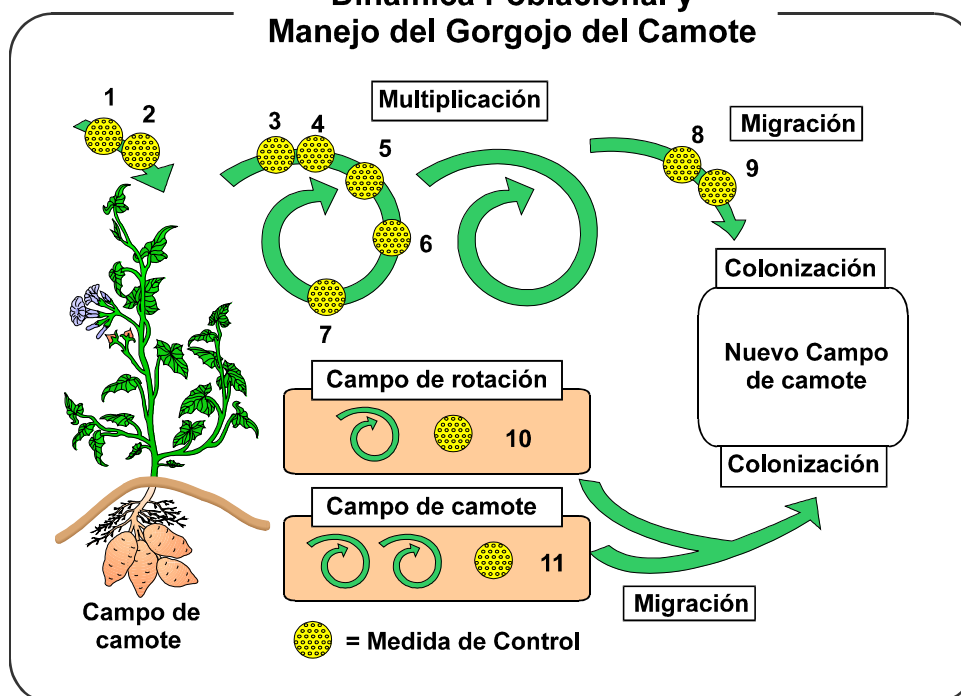
- a) El Centro Internacional de la Papa (CIP) experimentó satisfactoriamente el uso de feromonas sexuales en trampas de captura masiva del gorgojo, complementado con un efecto de confusión de machos, como una manera de reducir la tasa de incremento de la población y el daño de la plaga.
- b) El CIP diseñó una estrategia de implementación de manejo integrado de plagas en base a Unidades Piloto y su posterior difusión a gran escala. Las condiciones que se daban en Cuba cumplían con los requerimientos previstos en tal estrategia.
- c) Varios de los componentes disponibles o en desarrollo se perfeccionaron con la colaboración del Programa de Manejo Integrado de Plagas del CIP.

Esquema del manejo

En el esquema adjunto (Figura 6.1), se visualiza una representación simplificada de la dinámica poblacional del gorgojo y de las medidas para su manejo. En primer lugar están representados dos campos de camote; a la izquierda, por una planta de camote, el campo donde se van a efectuar las diversas medidas de manejo y a la derecha, un nuevo campo que será sembrado de camote posteriormente. Los espirales indican los ciclos del gorgojo durante el desarrollo del cultivo, que determinan la multiplicación de la plaga hasta que emigran al nuevo campo y lo colonizan. Otra migración al nuevo campo proviene de los campos de rotación donde han quedado residuos de cosecha de camote y han crecido plantas voluntarias donde se ha multiplicado el gorgojo.

Los círculos sombreados representan las medidas específicas de manejo. Así, previa a la siembra, se escogen los cultivares tolerantes (1) y se desinfestan los esquejes (2). Durante el cultivo, las posibles medidas son: uso de feromonas (3), aplicaciones del hongo *B. bassiana* (4), colonización de hormigas predadoras (5), efectuar aporques altos (6) y manejar el riego (7) para evitar grietas en el suelo, y efectuar una cosecha temprana (8). El nuevo campo debe provenir de una rotación de cultivos (9). En el campo cosechado debe eliminarse los residuos de cosecha (10) para evitar las plantas voluntarias que, en todo caso deben eliminarse (11). Finalmente, para evitar la migración masiva de gorgojos de campos maduros al nuevo campo, debe evitarse la colindancia entre ellos (12).

Dinámica Poblacional y Manejo del Gorgojo del Camote



- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Cultivares precoces tolerantes o “resistentes” 2. Esquejes sanos o desinfectados 3. Feromonas sexuales 4. Hongo <i>B. bassiana</i> 5. Colonización de hormigas predadoras | <ol style="list-style-type: none"> 6. Aporque adecuado 7. Evitar grietas en el suelo (riego) 8. Cosecha oportuna 9. Destrucción de residuos de cosecha 10. Eliminación de plantas voluntarias 11. Evitar colindancia con campos de camote mas viejos. |
|--|---|

Figura 6.1. Representación esquemática de la dinámica poblacional del gorgojo del camote y su manejo.

IV

Componentes para el Manejo Integrado del camote

**María del Carmen Castellón
Alfredo Morales Tejón
Lilián Morales Romero
Nilo Maza Estrada
Dania Rodríguez
Jesús Alcázar Sedano
Fausto Cisneros Vera**

Selección de clones de camote

Hasta 1967, los únicos clones disponibles de camote eran clones nativos que habían cultivado los agricultores cubanos desde épocas precolombinas y los cuales no habían sido objeto de ninguna evaluación salvo la preferencia de los mismos agricultores. Por ese año se identificó un grupo de clones con mejores rendimientos, estabilidad y adaptabilidad que ocupó la mayor parte del área cultivada en Cuba durante seis o más años. Posteriormente se desarrollaron nuevos clones, en los que además del germoplasma nativo se incluyó material genético proveniente de Asia, África y América. Los nuevos materiales tienen mejores rendimientos, adaptación a siembras durante todo el año, precocidad, buena calidad culinaria, buen vigor vegetativo, y aptitud para la cosecha mecanizada. A partir de 1982 se agregaron nuevas características: resistencia a nematodos, mecanismos de escape al gorgojo, adaptación a condiciones de sequía y baja fertilidad, tolerancia a la salinidad y posible uso en alimentación animal.

Características de los clones modernos

En la actualidad los clones disponibles son resistentes al nematodo del nudo (*Meloidogyne* spp.), algunos con buena respuesta a condiciones de sequía y baja fertilidad. En cuanto a resistencia al gorgojo, aún no se dispone de clones que puedan calificarse como resistentes; es decir, que no sean escogidos por las hembras del gorgojo para poner sus huevos (mecanismo de no-preferencia) o que las larvas no se desarrollen normalmente (antibiosis) en el tallo o en las raíces tuberosas.

A nivel mundial, varios investigadores han registrado casos de resistencia moderada (Lema, 1989) o han registrado mecanismos de menor preferencia (Nottingham *et al.*, 1987), que podrían contribuir, aunque modestamente, a programas de manejo. Casos de resistencia de mayor magnitud se han mencionado en ocasiones, pero la resistencia invariablemente ha resultado inestable (Talekar, 1982, 1987), aparentemente por su sensibilidad a los factores ambientales y agronómicos. Se ha sostenido que las plantas de camote con tallos delgados son más resistentes que las de tallos gruesos (Pole, 1988), pero plantas de estas características resultaron totalmente dañadas en condiciones de campo (Mageny & Smit, 1994).

Mientras se espera el desarrollo de clones verdaderamente resistentes, en Cuba se dispone de clones que tienen características que influyen en forma notoria sobre el grado de infestación que los camotes pueden sufrir en el campo. Estas características son la precocidad y la profundidad de tuberización.

El grado de precocidad es un factor muy importante que determina cuánto tiempo un cultivar va a estar en el campo expuesto a las infestaciones del gorgojo. Los clones nativos, con ciclos vegetativos de 6 o más meses, están mucho más expuestos que los clones precoces desarrollados por INIVIT, cuyo ciclo vegetativo es de 3 a 4 meses. En Cuba se consideran ciclos medios de 120 a 180 días y ciclos tardíos de más de 180 días.



Figura 7. La profundidad de tuberización y su relación con la susceptibilidad al daño del gorgojo del camote *Cylas formicarius*. Variedad Cautillo, superficial más susceptible.



Figura 7.1b. Profundidad de tuberización y su relación con la susceptibilidad al daño del gorgojo del camote *Cylas formicarius*. Clon INIVIT B-88, profundo menos susceptible.

El inicio de las infestaciones coincide con el comienzo de la formación de raíces tuberosas, lo que ocurre entre los 30 y 40 días en los clones precoces, entre los 45 y 65 días en los clones de ciclo medio y después de los 65 días de plantado en los clones tardíos. Esto significa que las raíces tuberosas de los clones precoces están expuestas por 2 a 2 ½ meses, los clones medios, por 2 ½ a 4 ½ meses y los clones tardíos, aún por mayor tiempo. Si tomamos en cuenta la tasa de reproducción del gorgojo, la generación siguiente es muchas veces mayor que la generación previa. De allí la importancia que tiene el sembrar clones precoces para reducir el número de generaciones del gorgojo. Bajo las mismas condiciones de campo, experimentos llevados a cabo por INIVIT han dado como resultado que los clones de ciclo medio presentaron a la cosecha 2 veces más camotes dañados que las variedades precoces y los clones tardíos, 3 a 4 veces más.

La profundidad de tuberización influye notoriamente en el grado de infestación del gorgojo. Como regla general, a mayor profundidad, menor infestación. Los clones que tuberizan superficialmente son extremadamente vulnerables a las infestaciones. Clones como INIVIT B-88, Yabú-8, y CEMSA 78-326, tuberizan a profundidades mayores de 8 cm (Figura 7.1a y b). En cambio el clon CEMSA 78-354, tuberiza superficialmente (1 cm) (Lima, 1992). En pruebas de campo realizadas con estos clones bajo las mismas condiciones, el último clon resultó tres veces más afectado que los tres primeros. En un experimento reciente se compararon nuevos clones de tuberización profunda con un clon de tuberización superficial (CEMSA 78-354) (Cuadro 7.1).

Los clones que tuberizan superficialmente producen fácilmente grietas en la superficie del suelo a diferencia de los que tuberizan profundamente. Las grietas permiten que los gorgojos accedan directamente hasta los camotes en crecimiento para poner sus huevos. Si se da el caso de grietas en suelos arcillosos hasta los camotes profundos, incluyendo los pedunculados, pueden presentar este tipo de infestación. Con los camotes superficiales, además de la infestación mencionada, se presentan comúnmente infestaciones en la parte de la raíz tuberosa que se inserta a la planta. Se trata de larvas que iniciaron su desarrollo en el tallo y que fueron profundizándose hasta llegar al camote.

Por lo expuesto, al elegir el material se deben evitar los clones que tuberizan superficialmente y preferir aquellos que lo hacen profundamente, de preferencia pedunculados, pues hay una relación directa entre la longitud de los pedúnculos (unión del tubérculo al tallo) y la profundidad de tuberización. De la misma manera se deben escoger los clones precoces y desechar los clones tardíos. En el cuadro 7.1 se presenta la relación de los clones precoces que han tenido mejor aceptación en Cuba, entre ellos destacan los clones CEMSA 78-354 e INIVIT B-88 que ocupan el 82% del área sembrada anualmente.

Cuadro 7.1. Nuevos clones de tuberización profunda comparados con un clon de tuberización superficial expuestos a infestación natural del gorgojo *Cylas formicarius*. Pruebas realizadas en tres localidades y en dos estaciones del año (primavera e invierno). La cosecha se realizó a los 120 días de la siembra. Villa Clara. Cuba. 1998-99.

Clones de tuberización profunda	Santo Domingo		Bermejil		Manacas	
	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno
INIVIT - 98- 3	1.5	3.1	0	2.7	5.1	7.3
INIVIT - 98- 7	4.3	6	2.5	5.5	14.3	12.4
INIVIT - 98- 9	3	7.6	1.8	3.9	10.8	11.2
INIVIT - 98- 8	6.9	5.3	2	7.4	9.1	13.6
INIVIT - 98- 4	6	9.3	3.7	7	13.6	12.1
Promedio	4.3	6.3	2	5.3	10.6	11.3
Clones de tuberización superficial						
CEMSA 78-354	11.5	17.2	4.7	10.3	23.2	28.4

Cuadro 7.2. Evaluación del rendimiento y adaptabilidad de nuevos clones de camote desarrollados por el INIVIT, cosechados a los 120 días de la siembra. Villa Clara, Cuba. 1998 - 1999

Clones	Santo Domingo		Bermejál		Manacas	
	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno
INIVIT - 98- 2	26.8 cd	32.3 cd	26.7 bc	35.8 b	27.6 b	29.8 b
INIVIT - 98- 3	44.4 a	48.0 a	42.9 a	49.6 a	40.5 a	43.8 a
INIVIT - 98- 4	34.2 b	32.8 cd	17.0 b	23.7 cd	9.9 d	8.8 e
INIVIT - 98- 5	26.8 cd	30.7 d	23.3 cd	20.9 d	28.4 b	25.2 c
INIVIT - 98- 6	25.9 d	32.0 cd	21.9 d	25.2 c	20.5 c	24.0 c
INIVIT - 98- 7	30.5 bc	36.2 bc	25.3 bcd	33.6 b	23.7 bc	27.1 bc
INIVIT - 98- 8	24.1 d	25.4 e	7.3 f	14.1 e	11.0 d	16.6 d
INIVIT - 98- 9	18.5 c	34.1 bcd	15.9 e	21.3 cd	18.7 c	23.6 c
CEMSA 78-354 (T)	27.8 cd	37.4 b	28.0 b	36.4 b	27.3 b	30.2 b
Promedio	28.8	34.3	23.1	29.0	23.1	25.5

Apartado 4

Resistencia del camote al gorgojo

La utilización de clones resistentes al gorgojo del camote es lo más adecuado para controlar esta plaga. Desafortunadamente no existen tales clones. Los investigadores han hecho múltiples esfuerzos para producir clones resistentes pero no ha sido posible obtenerla hasta ahora. En un grupo de clones de camote es común encontrar diferentes grados de susceptibilidad que los investigadores han asociado con diversos factores como el color, textura y presencia de sustancias químicas de la piel del camote, color y textura de la pulpa, y presencia de caroteno, azúcar, látex, grosor de tallo, etc.. En ningún caso los clones menos susceptibles pueden calificarse como clones resistentes (Thompson *et al.*, 1992, 1997).

Ocasionalmente se ha reportado la ocurrencia de altos niveles de resistencia en material experimental pero por alguna razón tal resistencia resultó inestable. Hay una serie de factores que parecen contribuir al poco éxito en la obtención de resistencia, entre ellos, la poca consistencia de los métodos de evaluación de la resistencia, la complejidad de la herencia genética del camote por tratarse de una planta hexaploide, la naturaleza multifactorial de la resistencia, la aparente influencia de los factores del ambiente y la fertilización en la expresión de la resistencia (Marti *et al.*, 1991), la polémica correlación entre los daños del tallo y de las raíces tuberosas, y finalmente, que la naturaleza no ha desarrollado fuentes de resistencia. El gorgojo *Cylas formicarius* de origen asiático no ha coevolucionado junto con la planta de camote (Austin *et al.*, 1991), de origen americano y, aunque económicamente importante, el daño no constituye un mecanismo de selección pues las plantas dañadas mantienen su capacidad de propagarse.

La única esperanza para obtener plantas resistentes es recurriendo a las nuevas tecnologías para introducir fuentes exóticas de resistencia. Un gen de *Bacillus thuringiensis* que produzca toxinas contra el gorgojo es una opción. Otra opción que está siendo investigada en el CIP es un gen que produce inhibidores de proteínasa (Espinoza *et al.*, 1995).

Ante la ausencia de una verdadera resistencia (no-preferencia o antibiosis), la opción adoptada por el momento en Cuba es el mecanismo de escape al daño que se logra con clones precoces y clones de tuberización profunda.

Agentes de control biológico

La lista de enemigos naturales del gorgojo del camote es pequeña. No se conocen insectos parasitoides importantes que ataquen a esta plaga. En la Florida, EUA se ha registrado la presencia de la avispa parasitoide *Euderus purpureas*, pero produce escasa mortalidad (Jansson y Lecrone, 1991). En general, los insectos parasitoides no juegan un papel importante en la regulación del gorgojo en ninguna parte del mundo. En Cuba, por ejemplo, no se ha detectado la ocurrencia de parasitoides en los numerosos muestreos realizados.

Entre los pocos enemigos naturales encontrados, se ha dado especial atención a los nematodos parásitos porque son capaces de producir alta mortalidad cuando las condiciones de humedad y suelo son favorables. Desafortunadamente, esas condiciones no siempre se dan cuando se cultiva el camote, sobre todo si hay escasez de lluvia o no se dispone de riego. La especie *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (strain HP88) ha sido evaluada en La Florida como muy eficaz, con capacidad de matar larvas del gorgojo que se encuentran dentro de las galerías del camote. En las condiciones ensayadas fue capaz de proteger al cultivo de nuevas infestaciones con una sola aplicación, pues perdura en el suelo de 130 a 250 días (Jansson *et al.*, 1991). Recientemente se ha encontrado en Villa Clara, Cuba, una especie de nematodo (*Heterorhabditis* sp., aislamiento HI-24), parasitando adultos del gorgojo del camote. En pruebas de laboratorio el nematodo ha mostrado alta patogenicidad y las investigaciones continúan para determinar su efectividad en el campo.

Para los propósitos del manejo del gorgojo en Cuba, se ha encontrado efectiva la utilización del hongo patógeno de insectos *Beauveria bassiana* y más recientemente de *Metarrhizium anisopliae*. En ambos casos el patógeno tiene que ser multiplicado artificialmente. También hay dos especies de hormigas predadoras, *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense*. Estos agentes biológicos, no son específicos contra el gorgojo pero juegan roles importantes como agentes de mortalidad de esta plaga. Los hongos deben ser aplicados periódicamente en forma total o parcial en el campo; en tanto que en el caso de las hormigas, si no están presentes, se busca su establecimiento o colonización permanente en los campos de camote.

Utilización de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*

Como alternativa a los tratamientos químicos, en Cuba se investigó la utilización del hongo entomopatógeno, *B. bassiana*. Entre las ventajas de esta alternativa están su compatibilidad ecológica, pues no es tóxico para los humanos ni animales domésticos o silvestres, su producción es local y económica, y permite ahorrar divisas. Sin embargo, existen algunas limitaciones para su utilización especialmente relacionadas con los requerimientos de humedad, condición imprescindible para asegurar la supervivencia y efectividad del hongo. Las condiciones secas son notoriamente desfavorables. Por el momento, *B. bassiana* es la especie más ampliamente utilizada y se han determinado cepas con diferentes grados de virulencia (Castiñeiras, *et al.*, 1984; Khan *et al.*, 1990).

También se han evaluado otros hongos entomopatógenos contra el gorgojo, entre ellos *M. anisopliae* tanto en Cuba (Castiñeiras *et al.*, 1984), como en otros países (Villacarlos *et al.*, 1995). En las pruebas realizadas en el INIVIT, tanto *B. bassiana* como *M. anisopliae* han demostrado ser efectivos con una tendencia en este último de producir un mayor número de esporas y mejor establecimiento en el campo.

El proceso de infección del hongo se inicia cuando las conidias se ponen en contacto con la superficie del cuerpo del insecto. La conidia emite un tubo germinativo que por acción mecánica y bioquímica penetra la pared del cuerpo e invade el interior del insecto, colonizando sus órganos y emitiendo sustancias tóxicas. El insecto muere, el cuerpo se vuelve rígido, lleno de micelio del hongo. Al continuar su desarrollo, el hongo brota por las aberturas naturales del insecto y por las articulaciones, cubriendo el cuerpo con una eflorescencia blanca algodonosa constituida por micelio y conidias. (Ferrón, 1981; Su, 1989) (Figura 8.1). La efectividad del hongo no es afectada por la temperatura entre 20°C y 30°C. Bajo condiciones de laboratorio, a las 24-48 horas después de la inoculación se produce la destrucción del cuerpo graso del insecto; a las 72 horas se desarrolla micelio en el cuerpo y a las 120 horas la cavidad del cuerpo está lleno de micelio y conidias (Su, 1989).

La producción del hongo *B. bassiana* en Cuba se realiza en 221 Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) (Figura 8.2). Estos centros también producen otros organismos, tales como *Verticillium lecanii*, *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma* sp.

Formas de aplicación. El hongo *B. bassiana* se utiliza como sucedáneo de los insecticidas en el tratamiento de los esquejes (Figura 8.3), que se van a sembrar y en las aplicaciones al cultivo en el campo. El tratamiento consiste en sumergir los esquejes durante 2 a 3 minutos en una suspensión del hongo al 5% que debe mantenerse en agitación constante. La agitación de la mezcla es fundamental pues las esporas del hongo tienden a flotar en el agua y consecuentemente a adherirse a los primeros mazos de esquejes.



Figura 8.1. Adulto del gorgojo del camote muerto por el hongo *Beauveria bassiana*. Obsérvese la formación algodonosa constituida por micelios del hongo.

Figura 8.2.
Producción de
Beauveria
bassiana en los
centros de
reproducción de
Entomófagos y
Entomopatógenos
(CREE). Villa
Clara, Cuba.



Figura 8.3.
Tratamiento de un
mazo de esquejes
en una suspensión
de *Beauveria*
bassiana
para
eliminar la presencia
del gorgojo del
camote *Cylas*
formicarius, antes de
la siembra.





Figura 8.4. Aplicación del hongo *Beauveria bassiana* en un campo de camote. Villa Clara, Cuba.



Figura 8.5. Aplicación del hongo *Beauveria bassiana* para controlar adultos del gorgojo del camote *Cylas formicarius* atraídos por la trampa de feromona. Villa Clara, Cuba.

Apartado 5

Multiplicación del hongo *Beauveria bassiana*

En Cuba, la multiplicación del hongo *B. bassiana* se realiza sobre sustratos sólidos y líquidos. Para la multiplicación en medio líquido, se utilizan frascos de cristal que contienen una suspensión acuosa de algún cereal molido (cebada, cabecilla de arroz, etc.). Después de esterilizar en el autoclave los frascos con su contenido, se realiza la inoculación del hongo empleando una suspensión de esporas. El cultivo se desarrolla en la superficie y en el sobrenadante del medio del cultivo.

Los frascos se almacenan a 25-28 °C y la cosecha se realiza entre los 10 y 15 días después de la inoculación, dependiendo del sustrato utilizado. El contenido de los frascos se extrae manualmente y se homogeniza en una licuadora o batidora. El producto final consiste en una mezcla del medio de cultivo, micelios y esporas del hongo y agua. Este producto se deposita en recipientes de mayor capacidad para ser llevado al campo donde se realizan las aplicaciones.

Para el método sólido se prepara un medio inoculante a base de cabecilla de arroz o harina de maíz previamente inoculado con el hongo. Posteriormente se le siembra en un sustrato que puede estar constituido por cabecilla de arroz, cáscara de café, trigo, aserrín de madera blanca entre otros, a razón de 100 ml por cada 500 g de sustrato empleado. Después de inoculado y homogenizado, el sustrato se envasa en bolsas plásticas, las que a su vez se depositan sobre bandejas. El material se mantiene a temperaturas entre 25 y 28 °C. Al cabo de 5 a 6 días el producto está listo para ser cosechado.

En el campo (Figura 8.4), la suspensión del hongo (denominada biopreparado en Cuba), se aplica a partir de los 15 días de la plantación en dosis de 5 hasta 10 litros/ha, cuando la formulación es *Beauveria* líquida o 1 kg/ha de la formulación sólida (previamente diluida en agua), lo que equivale aproximadamente a 10^{11} - 10^{12} conidias/ha. Se aplica con una frecuencia de 7 a 10 días hasta que el hongo se establezca en el suelo, para lo que debe existir humedad y sombra. No se ha determinado con exactitud la forma en que el hongo sobrevive en el suelo, excepto que se le encuentra en los gorgojos muertos. Cuando se hacen aplicaciones en sustrato (arroz o tallos de maíz), el hongo permanece por dos a cuatro semanas (Amalin *et al.*, 1990).

Finalmente, la suspensión del hongo se aplica, en lugar de insecticidas, para controlar los adultos atraídos en las trampas de feromonas (Figura 8.5). En estos casos los gorgojos mueren al segundo o tercer día del tratamiento.

En áreas bajo control, para evaluar la eficiencia del hongo se ha observado una significativa reducción de la infestación de las raíces tuberosas a la cosecha, comparable o superior a los insecticidas, repercutiendo favorablemente con respecto a la reducción de los daños e incremento de los rendimientos (Castellón *et al.*, 1992) (Figuras 8.6 y 8.7).

Utilización de hormigas predadoras

Unas pocas especies predadoras, principalmente hormigas, pueden jugar un rol importante en la represión del gorgojo del camote y plagas de otros cultivos. En Cuba se han identificado dos especies de hormigas como importantes predadores del gorgojo. Ellas son *Pheidole megacephala* (F) y *Tetramorium guineense* (Mayr.). En Louisiana, Estados Unidos, la llamada hormiga argentina, *Iridomyrmex humilis* (Mayr.) también está registrada como predadora del gorgojo, pero esta especie es considerada perjudicial por ser muy agresiva en las casas y en los corrales de animales domésticos.

También es necesario mencionar que cuando los cultivos tienen como plagas importantes insectos que segregan melaza (pulgones y cochinillas), de la cual se alimentan las hormigas

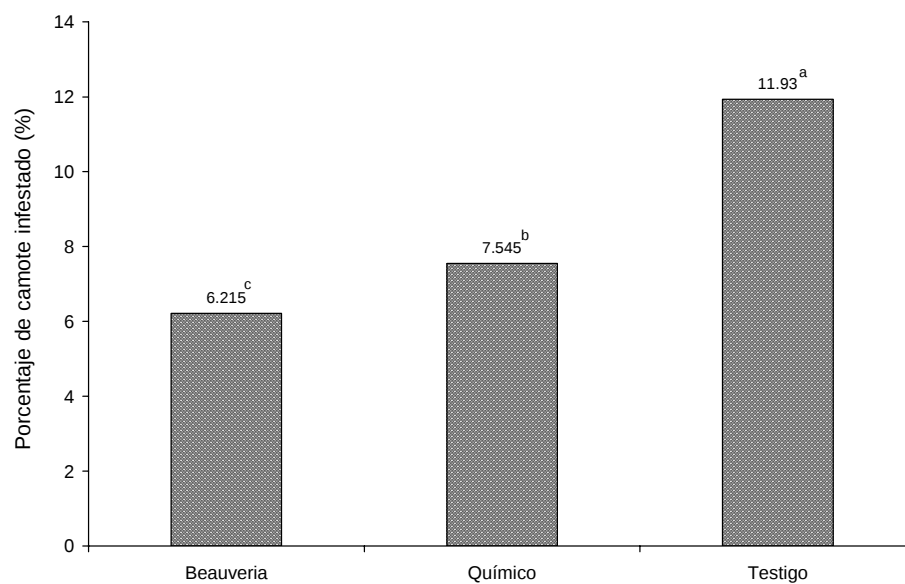


Figura 8.6. Porcentaje de raíces de camote infestado por *Cylas formicarius* en parcelas tratadas con el hongo *Beauveria bassiana*, insecticida y testigo. Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. 1992.

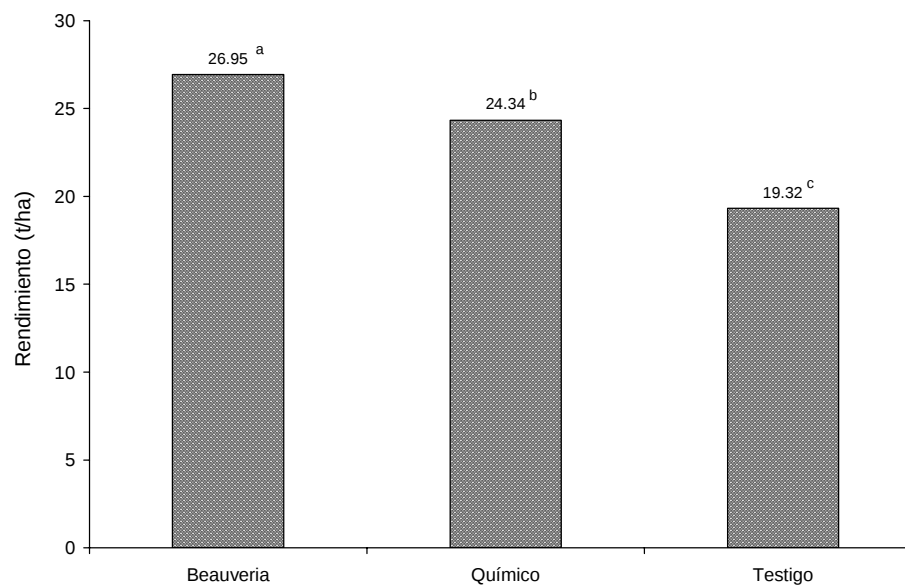


Figura 8.7. Rendimiento de camote en parcelas tratadas con el hongo *Beauveria bassiana* insecticida y testigo. Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. 1992.

pueden interferir en la acción los enemigos naturales de las plagas y por consiguiente son indeseables. Según Annecke (1959) y Steyn (1954), la presencia de *Pheidole megacephala* (Fab.) en plantaciones de cítricos en África del Sur es perjudicial. También se ha comprobado en Cuba que la ocurrencia de esta hormiga en los campos de piña es indeseable porque dan protección al piojo harinoso

La hormiga *Pheidole megacephala* (Figura 8.8), es conocida comúnmente en Cuba como hormiga leona. También se le encuentra en otros lugares del Caribe. Según Jansson (1991), esta especie se encuentra en la Florida, pero no se le considera un predator importante del gorgojo y por consiguiente, no se ha desarrollado un método para su utilización. Más aún, como en Cuba, la presencia de esta hormiga en los campos de piña es indeseable, pues es un factor de protección del piojo harinoso. Desde muchos años atrás, los campesinos cubanos han tenido la costumbre de sembrar camote en los lugares donde abunda la hormiga leona para evitar los daños del gorgojo. El rol de las hormigas como predatoras es ampliamente aceptado (Sweetman, 1958; DeBach, 1965) pero su rol específico contra el gorgojo del camote ha sido descrito por Martínez (1965). Posteriormente, Castiñeiras *et al.* (1982) demostraron que en las condiciones de Cuba, las poblaciones naturales de la hormiga leona o la introducción de colonias a los campos de camote, ejercen un control más eficiente que los insecticidas.

La hormiga *Tetramorium guineense* (Figura 8.9). Es otra especie que se encuentra en Cuba y que tradicionalmente se utiliza como predator del picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus*, (Castellón *et al.*, 1990). Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en las regiones tropicales del mundo aunque se considera que el género *Tetramorium* es originario del África. Varios autores han estudiado la acción predatora de esta hormiga contra el picudo negro en Cuba (Roche, 1975, Roche y Abreu, 1982; Roche y Pérez, 1983) y contra el perforador (borer) de la caña de azúcar en China (Che Lung, 1976).

Las hormigas en general son insectos de vida social; viven en colonias dominadas por la abundancia de hembras estériles (obreras, soldados, etc.) que carecen de alas y que se encargan de las actividades rutinarias de la colonia. Las únicas hembras fértiles son las reinas y sus huevos dan lugar a todos los miembros de la colonia. Los machos tienen una vida relativamente fugaz y su único papel es fecundar a la hembra, lo que ocurre una sola vez en la vida de ésta. La reina virgen y los machos son alados; las obreras y soldados no tienen alas.

Establecimiento de colonias. Las condiciones favorables para el establecimiento de las hormigas en los campos de camote están bien definidas; los suelos deben estar húmedos y sombreados. Es común encontrar colonias de hormigas en jardines, arboledas, viveros, debajo de macetas y en plantaciones diversas. La profundidad de la galería varía entre los 2 y 20 cm según la distribución de la humedad.

La dieta de la hormiga leona es muy variable e incluye ácaros, ciempiés, milpiés, lombrices de tierra, insectos diversos, animales muertos y residuos de todo tipo de alimentos. Entre los insectos, ataca a todos los estados de desarrollo y sólo la dureza de algunos coleópteros puede dificultar que se conviertan en su presa. Cuando el alimento es abundante, la población de hormigas se incrementa rápidamente y coloniza nuevos territorios. Bajo buenas condiciones de humedad y temperatura, las hormigas se mantienen activas durante el día y la noche.

Todo parece indicar que las hormigas *Pheidole* no son atacadas por el hongo *B. bassiana* que se utiliza contra el gorgojo. Según Castiñeiras (1984), ésta y otras especies de hormigas tienen un mecanismo de protección contra los entomopatógenos del suelo mediante secreciones de la glándula metatorácica. Sin embargo, es conocido que entre los éxitos del uso de *B. bassiana* está su introducción y establecimiento en La Florida para el control de las colonias de la hormiga *Solenopsis invicta* (Alves y Stimac, 1988; Stimac *et al.*, 1990).



Figura 8.8. Especímenes de la hormiga leona *Pheidole megacephala*.

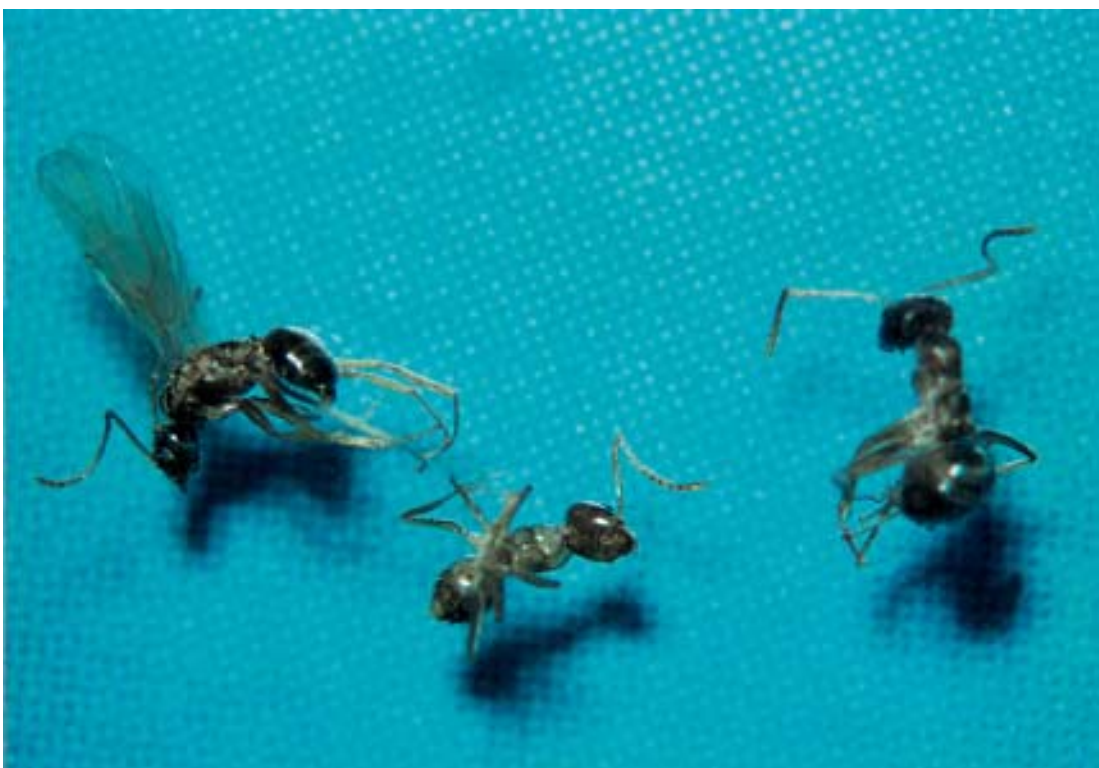


Figura 8.9. Especímenes de la hormiga *Tetramorium guineense*.

Manejo de las hormigas

La estrategia de utilización de las hormigas consiste en: a) descubrir o crear nuevos reservorios de la hormiga, b) mantener y explotar tales reservorios y c) transferir colonias de hormigas de los reservorios a los campos de camote.

Reservorios. Es necesario encontrar un reservorio natural de la hormiga o crear uno donde se pueda mantener una población alta de hormigas. La presencia de gran número de hormigas en un lugar determinado, indica que allí se dan las condiciones favorables para su mantenimiento, desarrollo y multiplicación. Las áreas permanentemente sombreadas y húmedas son lugares apropiados. Es importante que el área seleccionada esté libre de otras especies de hormigas para evitar la competencia que puede afectar sus poblaciones. Estas condiciones suelen darse donde existen arbustos y árboles de gran tamaño. Se han registrado casos en que una especie de hormiga ha eliminado por completo a otra especie (O'Connor, 1950). En el caso de *Tetramorium guineense*, los reservorios naturales se dan generalmente en las plantaciones de plátano (Figura 8.10a y b). Las colonias, aunque poseen más de una reina, no son tan populosas como las del *Pheidole*.

Para fomentar el incremento de la población del reservorio se colocan trozos de pseudotallo de plátano de 50 a 60 cm de longitud. Entre las envolturas del pseudotallo las hormigas encuentran condiciones de humedad y protección adecuadas para su multiplicación. En caso de que la población inicial sea insuficiente, se pueden transferir colonias de hormigas desde otros reservorios utilizando nidos o trampas de hojas secas de plátano, las mismas que se utilizan para llevar colonias al campo y cuya construcción se explicará más adelante.

Para mantener y explotar el reservorio como fuente de colonias es muy importante mantener apropiadamente la humedad del suelo, sin exceso ni falta, de lo contrario las hormigas emigrarán a otros lugares. Tampoco debe perturbarse el área con ningún tipo de labor (desmalezado, guataquea o chapea). Una vez que toda el área está colonizada con una población vigorosa, se inicia la extracción de colonias. Para tal efecto se utilizan trampas de hojas secas de plátano que se ubican dentro del reservorio. La trampa consiste en un lío o mazo hecho con hojas secas de plátano (Figura 8.11). Las trampas se colocan en hileras paralelas distantes 0.5m entre si. Los mejores resultados se han obtenido cuando se realiza un riego profundo en la tarde y al día siguiente se colocan las trampas muy temprano en la mañana. Se requiere un mínimo de tres días y un máximo de 12 días para que las hormigas, incluyendo las reinas colonicen las trampas y se observe la presencia de huevos. El traslado de las trampas al campo debe realizarse de preferencia en horas tempranas de la mañana.

La colonización de los campos de camote por las hormigas se realiza a partir de los 30 días de la siembra. Recuérdese que las hormigas requieren de sombra y humedad del suelo para establecerse. Esto puede requerir un riego previo a la colocación de las trampas. Se colocan cien trampas/ha, distribuidas en líneas, protegidas por el follaje de las plantas de camote. A los diez días de la colocación de trampas se comprueba el éxito de la colonización. Si el establecimiento de las hormigas no ha sido positivo, se realiza una nueva introducción asegurándose que se den las condiciones de humedad y sombreado necesarios. Las hormigas tienen una gran capacidad de desplazamiento y se mudan con rapidez de la trampa en que fueron transportadas a un nuevo hormiguero en el campo.

Eficiencia predatora. La capacidad de supervivencia y eficiencia predatora de las especies de hormigas mencionadas son características propias de cada especie de hormiga y deben tomarse en cuenta para lograr mejores resultados en su utilización. Las hormigas predatan preferentemente adultos del gorgojo ya que es difícil su acceso a los estados inmaduros (larvas y pupas) que se encuentran dentro de las galerías de la raíz tuberosa; aún así, ocasionalmente se ha observado hormigas dentro de raíces dañadas depredando larvas y pupas del gorgojo. La efectividad de las hormigas está determinada por su acción predatora y por interferir con la actividad de oviposición del gorgojo (Castiñeiras, 1989).



Figura 8.10a. Plantaciones de plátano reservorios naturales de la hormiga *Tetramorium guineense*. Villa Clara, Cuba.



Figura 8.10b. Colonia establecida de la hormiga *Tetramorium guineense* en restos de tallo de plátano. Villa Clara , Cuba.



Figura 8.11a. Seudotallos de plátano usados como trampas o nidos artificiales para transportar colonias de hormigas (*Tetramorium guineense*) de los reservorios naturales a los campos de camote. Villa Clara, Cuba.



Figura 8.11b. Hojas de plátanos usadas como trampas o nidos artificiales para transportar colonias de hormigas (*Tetramorium guineense*) de los reservorios naturales hacia los campos de camote. Villa Clara, Cuba.

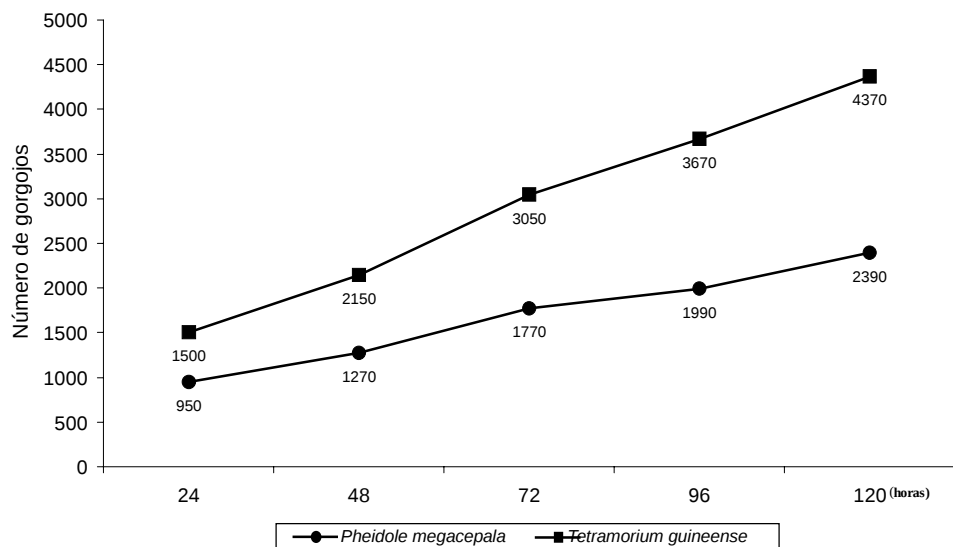


Figura 8.12. Capacidad de predación de *Cylas formicarius* por colonias de *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense* en condiciones artificiales controladas. INIVIT, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba 1994.

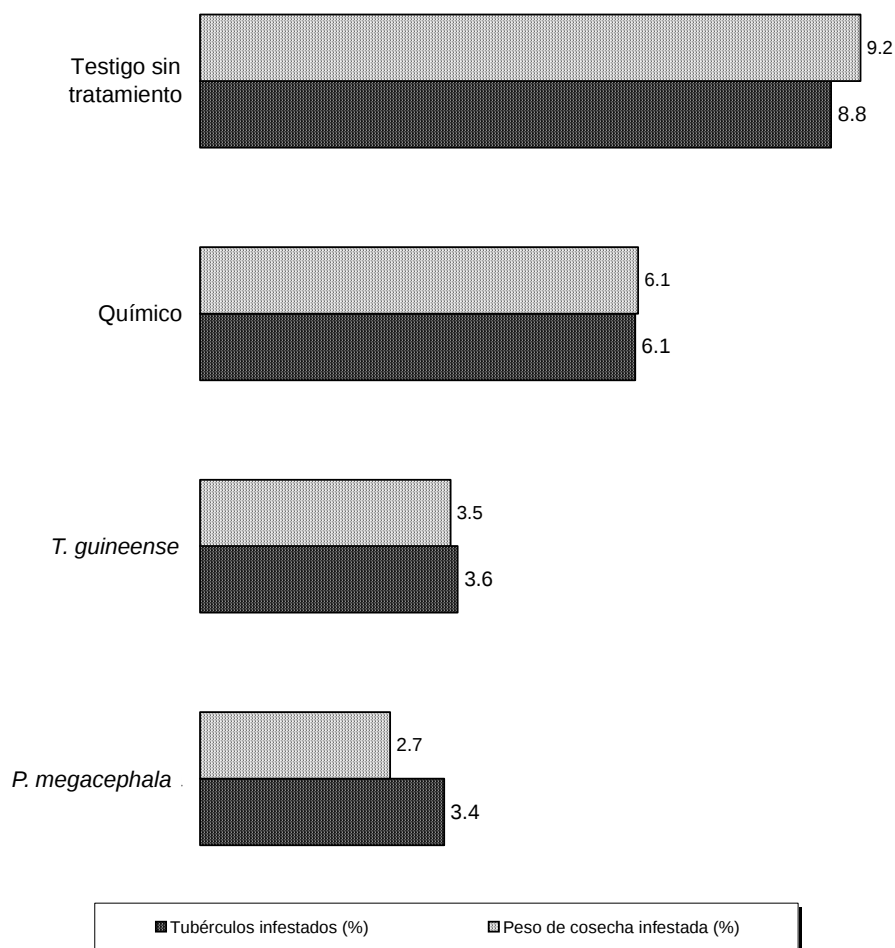


Fig. 8.13. Daño expresado en porcentaje de raíces tuberosas infestadas y peso de cosecha en parcelas protegidas contra el gorgojo de camote usando hormigas predadoras (*Tetramorium guineense* y *Pheidole megacephala*) y control químico. Villa Clara, Cuba. 19

Ambas especies tienen capacidad para sobrevivir días de lluvia excesiva si disponen de refugios alternos. La especie *T. guineense* abandona el suelo y trepa a los pseudotallos del plátano, hojas y malezas. En forma similar *P. megacephala* traslada los cálices del suelo hacia las ramas situadas más favorablemente. Las inundaciones prolongadas sin duda son adversas para ambas especies. La presencia de numerosas reinas, especialmente en el caso de *P. megacephala* facilita la supervivencia y recuperación de las colonias, aún cuando muchas reinas lleguen a morir. La destrucción de uno o varios nidos no conduce necesariamente a la desaparición de la colonia, pues normalmente los pocos nidos que queden vivos suelen crecer rápidamente y fundar nuevos hormigueros.

La efectividad de las hormigas se conoce desde mucho tiempo atrás. Castiñeiras (1982) señaló que el rendimiento neto de áreas de camote sembradas con protección de hormigas duplicó los rendimientos obtenidos en los campos tratados con insecticidas. En estos casos se observó la presencia de *P. megacephala* desde el inicio del desarrollo del cultivo.

La capacidad de captura es igualmente importante. Experimentalmente se comparó el número de gorgojos que eran capturados por una colonia de hormigas. A las 24 horas, la colonia de *T. guineense* eliminó un total de 1,511 individuos, mientras que *P. megacephala* hizo lo mismo con 961 individuos. El consumo de gorgojos por las hormigas fue disminuyendo con el tiempo. Así, a las 120 horas *T. guineense* consumió 632 individuos y *P. megacephala*, 404. En total las colonias de las especies mencionadas consumieron 4,188 y 2,422 individuos respectivamente (Figura 8.12).

Número de colonias. Se ha evaluado el efecto del número de trampas (nidos o colonias) que deben transportarse al campo para obtener buenos resultados. Se han probado de 60 a 110 trampas/ha y se ha concluido que 100 trampas/ha es el número adecuado. El efecto de las hormigas predatoras en el control del gorgojo del camote es altamente eficiente y rentable. Comparando los porcentajes de camotes infestados en parcelas sometidas a la acción de las hormigas y al control con insecticidas se encontró que la parcela con *P. megacephala* tuvo 2.65% de camotes infestados, aquella con *T. guineense* tuvo 3.49% y la parcela con insecticidas, 6.10% (Figura 8.13).

El costo de la colonización de hormigas es sumamente bajo. Para las condiciones de Cuba en 1995, esta práctica representó 1.72 pesos/ha en tanto que una aplicación de insecticidas costó 63.82 pesos/ha. La infestación de camote a la cosecha fue de 3.4% y 3.6% para las hormigas *P. megacephala* y *T. guineense* respectivamente y 6.1% para el control químico.

9

Prácticas agronómicas

Las prácticas culturales constituyen la base del manejo del cultivo ya que en ellas se tiende a integrar todos los componentes de la producción y si se llevan a cabo con propiedad, aseguran buenos rendimientos del cultivo. Pequeñas variaciones o especial cuidado en la ejecución de algunas de ellas pueden tener un impacto muy grande sobre la población del gorgojo, su dispersión, supervivencia o magnitud del daño que ocasiona. Estas prácticas constituyen el control cultural del gorgojo y pueden ser catalogadas en tres clases: consideraciones previas a la siembra, las prácticas agronómicas propiamente dichas y algunas prácticas complementarias.

Consideraciones previas a la siembra:

Colindancia entre campos de camote. El gorgojo del camote es un insecto que tiene una gran capacidad de migración y fácilmente se desplaza de un campo a otro. Sin embargo, existen pocos estudios específicos sobre la capacidad de vuelo de este insecto. Según Díaz (1982), el macho posee una mayor actividad de vuelo que la hembra, pudiendo llegar a desplazarse hasta 1,800m. Según Miyatake *et al.*(1995), los desplazamientos llegan hasta 1,000m con variaciones estacionales. Tomando estas referencias como base, el INIVIT realizó un experimento donde se estableció como fuente de infestación una parcela altamente infestada con gorgojo; luego se sembraron, con intervalos de 15 días (hasta llegar a los 90 días), parcelas a diversas distancias (20,

Cuadro 9.1. Efecto de la distancia entre campos de camote de diferentes edades en la población de gorgojos de camote machos capturados en los nuevos campos.

Diferencia de edad en días*	Distancias a la fuente de infestación (m) y población capturada					Total
	200	400	700	1000	1400	
15	3 615	1 707	201	64	9	4 596
30	4 862	1 123	245	49	28	6 307
45	5 014	1 815	216	76	11	7 132
60	9 415	2 710	314	109	4	12 552
75	17 982	3 005	368	92	36	21 483
90	29 248	3 713	522	86	41	33 610
Total	70 136	13 073	1 866	476	129	85 680
%	83	14	2.4	0.5	0.1	100

* De los campos colindantes.

400, 700, 1,000 y 1,400m) de la fuente de infestación. El propósito fue determinar el efecto de la distancia entre parcelas y la diferencia de edad del cultivo en la migración del gorgojo. Los resultados se presentan en el Cuadro 9.1

Podemos asumir que, cuando se trata de campos de edad similar, la migración entre los campos vecinos es recíproca y no alcanza diferencias prácticas, a menos que las medidas de protección entre campos difieran, en tal magnitud que se favorezca una migración de los campos más infestados a los menos infestados. Pero cuando los campos vecinos difieren en edad, la migración es creciente con la magnitud de la diferencia. Cuando la diferencia de edad fue de tres meses, la migración hacia el campo más joven fue 8 veces más alta que cuando la diferencia de edad fue sólo de 15 días. La migración se incrementa rápidamente cuando la diferencia de edad alcanza los 45 días. La influencia de la distancia entre campos es aún mayor. En un experimento, el 80.9% de la población capturada y marcada emigró al campo contiguo (a 20m) y un 16.2% a un campo situado a 400 m; es decir, hasta los 400 m se registró la captura del 97.1% de la población marcada. A 700 m se capturó sólo el 2.02%, y en proporciones aún menores (0.6 y 0.1%) a 1,000 y 1,400 m.

Por los resultados hasta ahora obtenidos, se recomienda que las plantaciones nuevas se hagan en lo posible a distancias mayores de 1,000m de las plantaciones de camote mayores de 30 días.

Rotación de cultivos. No debe sembrarse campañas continuas de camote en el mismo campo. La rotación es una práctica universal que se realiza por diversas razones con beneficios múltiples. Una de las razones más importantes es la disminución de la ocurrencia de plagas y enfermedades. En las rotaciones están involucrados cultivos que tienen diferentes plagas y enfermedades y entre los factores que influyen en su eficiencia están, la duración de la rotación y los cultivos involucrados en ella. Nada es más perjudicial que sembrar el mismo cultivo sucesivamente. En el caso del camote y la incidencia del gorgojo hay que tomar las mismas consideraciones.

En las condiciones de Cuba, el 20% del área de camote se rota con papa, de modo que el intervalo entre siembras de camote es un año. El intenso control químico que se aplica en papa y el alto volumen de agua que se utiliza, eliminan la posibilidad de sobrevivencia del gorgojo. Por otro lado el camote se beneficia del efecto residual de las aplicaciones de fertilizantes en el cultivo de papa.

Para el resto del cultivo de camote, las rotaciones con otros cultivos producen intervalos de 18 a 30 meses entre dos siembras de camote. Se han hecho una serie de evaluaciones para medir la importancia del tiempo de la rotación (Figura 9.1). Cuanto más prolongada es la rotación más eficiente es el efecto contra el gorgojo. En algunos casos se han encontrado gorgojos 14 meses después de una rotación con yuca. Pero para un mismo período de rotación, el efecto es mayor si se tienen dos cultivos intermedios en lugar de uno. Para optimizar los efectos de la rotación debe evitarse la colindancia con campos de camote infestados al momento de plantar el nuevo campo de camote (Talekar, 1983).

Prácticas agronómicas propiamente dichas

Selección de campos para semilla. El uso de esquejes sanos, libres de huevos, larvas y adultos del gorgojo, es la mejor manera de comenzar un cultivo de camote. Lo ideal sería obtener los esquejes de un campo libre de la plaga. Cuando los esquejes provienen de campos infestados no solamente existe la posibilidad de llevar huevos, larvas y pupas del gorgojo dentro de los esquejes semilla hacia los nuevos campos, sino que es posible también llevar insectos adultos que son atraídos por los esquejes cortados. Debido a la dificultad para encontrar campos de camote sanos, el INIVIT ha establecido un sistema de producción intensivo de semilla de camote (Morales, 1980), en Cuba a base de Bancos de Semilla (Figura 9.2), que permite un índice de multiplicación de esquejes de 1:10 en un período de 60-80 días después de la siembra y un índice similar de 60 días después del primer corte. Así, una hectárea de estos llamados bancos de semilla producen suficientes esquejes para sembrar 20 ha en un período de 120-140 días. Este sistema provee semilla de buena calidad, sana, que responde a la variedad seleccionada y a un costo muy bajo. Por las grandes áreas involucradas en la producción de semilla y siembra de campos, el sistema ha sido adoptado principalmente por las empresas estatales.

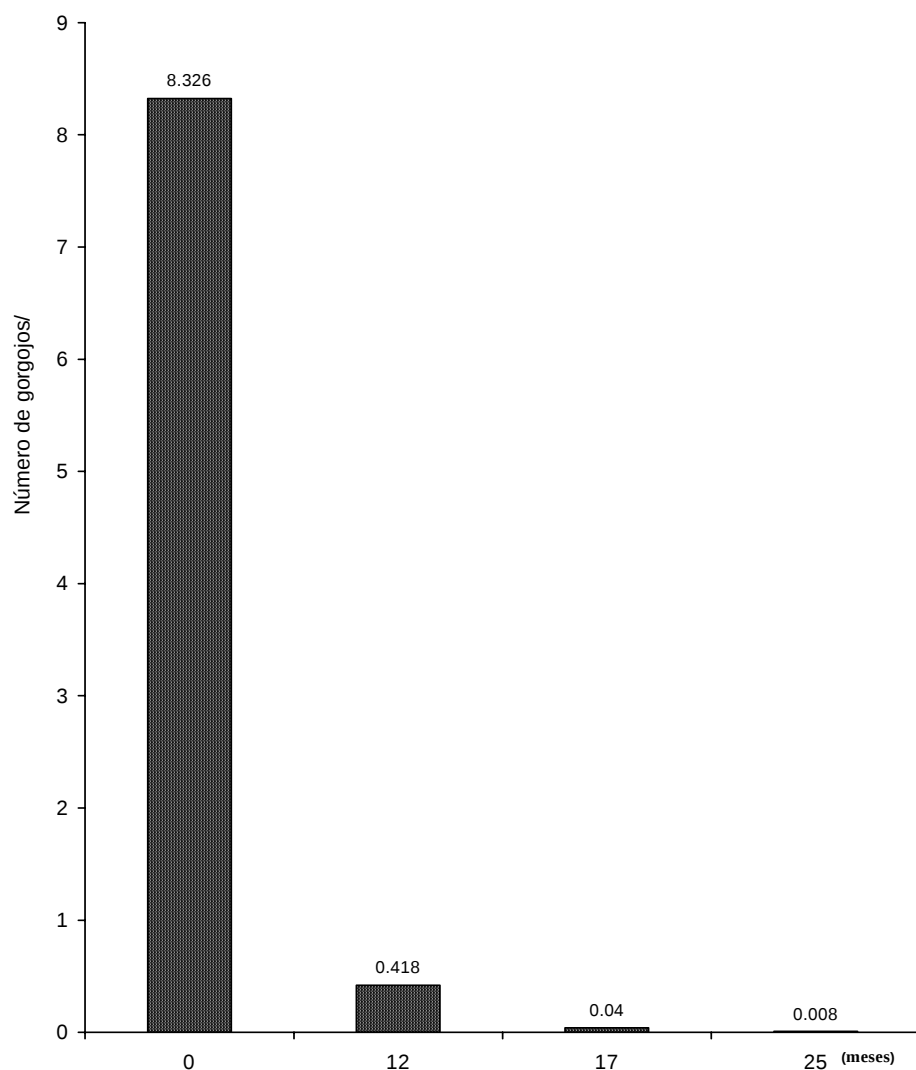


Figura 9.1. Influencia del intervalo de tiempo en meses entre dos cultivos de camote en el mismo campo, sobre la población de gorgojos adultos machos capturados en el nuevo cultivo. INIVIT Cuba.

Cuadro 9.2. Influencia de la longitud del esqueje de camote, medida a partir del cuello del tallo, en el número de huevos depositados por la hembra del gorgojo del camote para los principales clones de de camote en Cuba*. 1995

Clon	Longitud del esqueje (cm)								
	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 35	36 - 40	41 - 45	46 - 50	51 - 55	56 - 60
C-74-228	10	2	0	1	0	0	0	0	0
C-78-354	16	2	1	1	0	0	0	0	0
C-78-326	11	3	0	0	0	0	0	0	0
Yabú 8	8	2	1	1	0	0	0	0	0
C-85-48	13	5	4	1	1	0	1	0	0
INIVIT	12	2	0	1	0	0	0	0	0
Total	70	16	6	5	1	0	1	0	0

* Las evaluaciones se realizaron en un cultivo de 100 días.



Figura 9.2 Banco de semilla de camote establecido por INIVIT. Santiago de Cuba. Cuba. 1999.

Selección de esquejes (bejucos). Cuando no se dispone de bancos de semilla y los esquejes deben obtenerse de campos de producción comercial hay que tomar una serie de medidas para reducir el riesgo de llevar semilla infestada. En primer lugar hay que escoger los campos menos infestados. Luego, escoger la parte del tallo que no esté infestada, es decir, que no tenga huevos, larvas, pupas, ni adultos del insecto. Se ha determinado que casi la totalidad de los huevos del gorgojo y el consecuente desarrollo de las larvas, ocurre en los 40 cm de la base del tallo (Cuadro 9.2). El 71% de los huevos se localizan en los primeros 10 cm basales y el resto en los 30 cm siguientes. De allí hasta el ápice, los tallos están libres de la plaga y consecuentemente, pueden ser usados como esquejes. Como regla general, se recomienda usar solamente la parte final de la guía o punta. Eventualmente puede usarse también la parte siguiente de la guía o prepunta. Los esquejes deben medir de 25 a 30 cm de largo (Figura 9.3). La mayoría de los clones cubanos tienen guías bastante largas (de 1.6 a 2.8 m) (Lima *et al.*, 1990), similares a los obtenidos en AVRDC, Taiwan (AVRDC, 1990; Talekar, 1995).

Tratamiento de los esquejes. Los esquejes libres de huevos y larvas, dispuestos en atados, gavillas o mazos para su transporte, todavía pueden llevar algunos adultos. Se ha demostrado que los gorgojos adultos se alimentan de cualquier parte del follaje, incluyendo las hojas tiernas. También se ha observado que los esquejes recién cortados ejercen cierta atracción por parte de los adultos. Para eliminar a los adultos es necesario tratar los atados de esquejes por inmersión en una dilución de insecticidas. Talekar (1995), recomienda la inmersión de los esquejes en una dilución de carbofurán por 30 minutos que proporciona protección hasta por 6 semanas; Pillai *et al.*, (1993), recomiendan monocrotofos al 0.05% por 10 minutos. Ambos productos son extremadamente tóxicos.

Desde hace algunos años, en Cuba se utiliza el hongo *B. bassiana* como alternativa a los insecticidas. El hongo tiene un efecto relativamente lento (los gorgojos mueren a los 2-3 días después del tratamiento), pero no es tóxico, no es necesario usar guantes, caretas, ni capas de protección, es inocuo para el medio ambiente, es más barato y está disponible en cualquier parte de Cuba ya que es de producción local. La concentración de esporas de la suspensión debe ser de 10^8 .



Figura 9.3. Semilla (esquejes) de camote utilizada para la siembra. Se recomienda usar la punta o pre-punta de 25 a 30 cm de longitud.

El tratamiento de los atados de esquejes debe hacerse lejos de los campos que se van a sembrar, por lo menos a 2 km de distancia. Es necesario disponer de un recipiente donde pueda ser sumergido todo el atado. En muestreos de 8 campos sembrado con semilla tratada y 8 campos con semilla no tratada, se encontró que a los 70 días, la población de gorgojos del campo no tratado era tres veces mayor que en el campo tratado (Cuadro 9.3). La siembra de esquejes tiernos, libres de la plaga, es considerada la medida más efectiva para reducir las infestaciones en los nuevos campos (Talekar, 1995)

Siembras tempranas y época de siembra. En los países donde la producción de camote es estacional, que no es el caso de Cuba, la siembra temprana conjuntamente con la cosecha temprana reducen substancialmente el daño del gorgojo. Al contrario, las siembras y cosechas tardías resultan las más dañadas. Esta recomendación no es aplicable en Cuba, cuyas condiciones climáticas permiten la producción de camote durante todo el año. Aún así, en Cuba se ha determinado que la época del año influye en el nivel de infestación del gorgojo. La incidencia es 19% mayor en época de frío, en comparación con las siembras de primavera; de la misma manera los rendimientos en la época fría son superiores en 7% respecto a la época de primavera.

Profundidad de siembra. Algunos autores han señalado que la profundidad de siembra de los esquejes podría constituir una medida para disminuir las pérdidas provocadas por el gorgojo (O'Hair, 1991). Para verificar esta recomendación, se evaluó el efecto de la profundidad de siembra sobre los rendimientos y grados de ataque del gorgojo. Se usaron dos clones: CEMSA 78-354 e INIVIT B-88, en las dos épocas comunes de siembra: primavera (Mayo - Octubre) e invierno (Noviembre - Abril), durante dos años, en la Estación Experimental del INIVIT, Santo Domingo, Cuba. Se evaluaron cuatro profundidades de siembra (5, 10, 15 y 20 cm).

Se obtuvieron los siguientes resultados: La profundidad de siembra influyó en los rendimientos; los rendimientos más altos se lograron con siembras a 10 cm, mientras que los rendimientos más bajos correspondieron a las siembras a 20 cm. Los niveles de infestación fueron a la inversa; las afectaciones más bajas ocurrieron con las siembras a 20 cm. Tomando en cuenta ambos factores, el mayor rendimiento sano se obtuvo con las siembras a 10 cm con diferencias significativas respecto a los otros tratamientos (Cuadro 9.4). Se observó que a medida que se incrementa la profundidad

de siembra, los rendimientos se concentran en los primeros dos o tres nudos; mientras que en las siembras menos profundas (5 y 10 cm), el rendimiento se muestra más compartido entre todos los nudos (Morales, 1996).

Aporques y Cultivos. El uso de cultivos y aporques en el camote en Cuba, constituyen prácticas frecuentes entre los agricultores. Se utiliza tracción animal o tractores. Los cultivos se realizan con una frecuencia semanal después de los siete días de sembrado el campo con el objetivo fundamental de eliminar malezas y tener la tierra removida que permite la aereación del suelo y el desarrollo normal de la planta. Esta labor sólo puede realizarse tres o cuatro veces, pues el crecimiento del follaje no lo permite. El último cultivo constituye un aporque, con el fin de conformar definitivamente el camellón del surco. Todas estas labores se realizan durante los primeros 40 días después de la siembra. Sería deseable continuar con los cultivos para evitar las grietas del suelo que favorecen el ingreso del gorgojo hasta las raíces tuberosas, pero desgraciadamente esto es imposible por que las plantas cubren toda la superficie. Por esta razón se considera que los cultivos y aporques que pueden llevarse a cabo aseguran un buen desarrollo de la planta pero en realidad no constituyen prácticas para el control del gorgojo.

Cuadro 9.3. Influencia del tratamiento de los esquejes de camote con el hongo *Beauveria bassiana* sobre la infestación y los daños producidos por *Cylas formicarius*. INIVIT. Cuba. 1995

Muestreos (70 días)	Semilla tratada		Semilla no tratada	
	Gorgojos	plantas	Gorgojos	plantas
	capturados (no.)	infestadas (%)	capturados (no.)	infestadas (%)
1	642	1.6	1 518	4.6
2	920	1.8	1 420	4.3
3	468	0.8	2 140	6.1
4	1 136	3.1	2 065	5.8
5	94	0.2	1 213	3.9
6	386	0.6	1 325	4.4
7	820	1.5	1 618	4.6
8	585	0.9	2 955	5.8
Promedio	631	1.31	1 782	4.93

Cuadro 9.4. Efecto de la profundidad de siembra de esquejes de camote sobre la infestación por *Cylas formicarius* y su incidencia en el rendimiento total y para raíces infestadas y sanas de los clones INIVIT B-88 (clon A) y CEMSA 78-354 (clon B). Cuba 1997.

Profundidad (cm)	Rendimiento (tm/ha)		Infestación (%)		Raíces infestadas (tm/ha)		Raíces sanas (tm/ha)	
	Clon A	Clon B	Clon A	Clon B	Clon A	Clon B	Clon A	Clon B
5	33.5 b	34.5 ab*	26.5 a	32.0 a	9.6 a	11.1 a	24.6 b	23.4 b
10	45.0 a	41.0 a	15.5 b	24.0 b	8.1 b	12.2 a	38.0 a	30.9 a
15	23.0 c	28.0 bc	11.5 bc	19.0 bc	4.9 c	5.5 b	20.4 bc	22.7 b
20	18.0 d	22.0 c	8.0 c	16.5 c	2.9 c	3.7 c	16.6 c	18.1 b
C.V (%)	10.5	15.8	18.4	17.0	14.0	13.6	13.1	19.3
* Medias seguidas de diferentes letras son significativamente diferentes a un nivel del 5 %								

Manejo del agua (Uso del riego). En Cuba, como en otras partes del mundo, la incidencia más severa del gorgojo del camote se da en condiciones de sequía. Podría decirse que la disponibilidad de agua, sea de lluvia o de riego, es un componente muy importante en el manejo de esta plaga. Aproximadamente el 70% del área de camote (42,000 ha) en Cuba se siembra en la época de lluvias; el resto en la época seca, con muy poca disponibilidad de riego, especialmente en el sector campesino.

Las condiciones de humedad del suelo, además de propiciar un desarrollo vigoroso de la planta, resultan desfavorables para el desarrollo del gorgojo en el campo (O'Hair, 1991). El suelo húmedo no es favorable para la formación de grietas en el suelo, la vía más importante que tienen los gorgojos para llegar a las raíces tuberosas y dañarlos directamente (Figura 9.4). La humedad del suelo facilita los aporques y favorece el establecimiento de las hormigas predadoras y la acción del hongo *B. bassiana*.

Un período crítico en el desarrollo de la planta de camote y su susceptibilidad al gorgojo se da a partir de los 80-90 días después de la siembra, cuando se produce el mayor desarrollo de grietas como consecuencia del desarrollo de las raíces tuberosas. Este período suele ser coincidente con altas poblaciones de gorgojos. Es muy conveniente disponer de riego en esos momentos para reducir el acceso directo de los insectos hasta las raíces tuberosas y evitar pérdidas considerables. Comparando campos de camote con riego y sin riego en el periodo seco del cultivo, se encontró que los campos no regados tenían 4-5 veces más daños que los campos regados. Ninguno de los campos evaluados recibió medidas complementarias de protección sanitaria.

Un trabajo experimental conducido por el INIVIT consistió en mantener cerradas las grietas del suelo en forma manual hasta el momento de la cosecha, dejando las grietas abiertas en las otras parcelas. En las parcelas con las grietas cubiertas se registró una infestación promedio de 26 % de raíces tuberosas, mientras que en las parcelas con grietas abiertas la infestación fue de 73.8%. La infestación de las raíces tuberosas en las parcelas con grietas tapadas se debió principalmente a larvas que ingresaron por los tallos. Es decir, alrededor del 47.6% de los daños se debió a los



Figura 9.4. Agrietamiento del suelo que favorece el ingreso de las hembras del gorgojo del camote *Cylas formicarius* para depositar sus huevos en las raíces tuberosas del camote. Villa Clara, Cuba.

insectos que ingresaron directamente por las grietas. Del 100% de camotes dañados, 35% se debió al ingreso de larvas a través del tallo y 65% por el acceso directo de los adultos a través de las grietas.

Por supuesto existen otros factores que alteran esta proporción. Por ejemplo, el clon CEMSA 78-354 tuvo 20 % más de incidencia que el INIVIT-B-88, debido a la menor profundidad de tuberización (1-3 cm vs >8 cm). En cuanto a la influencia del suelo, la incidencia en las raíces tuberosas fue ligeramente mayor en suelos arcillosos en comparación con los suelos arenosos (Morales, 1995). La naturaleza pesada de los suelos arcillosos favorece la producción de grietas más profundas.

Cosecha oportuna. Cada clon de camote tiene un ciclo natural de desarrollo que culmina cuando las raíces tuberosas alcanzan su madurez y están listas para ser cosechadas. Entre los productores, sin embargo, existe la tendencia de dejar el camote en el campo más tiempo con propósitos diversos; por ejemplo, lograr mayores rendimientos, esperar mejores precios o simplemente, como una forma de almacenamiento temporal. Si los campos están completamente libres de la plaga no habría mayores objeciones, aunque el aumento de rendimiento una vez que el clon alcanza su ciclo productivo es lento. Pero si, como en el caso de Cuba, los campos están ineludiblemente infestados, postergar la cosecha suele resultar extremadamente peligroso.

Uno de los períodos más vulnerables es la fase final cuando las raíces están más desarrolladas, existiendo un incremento geométrico de la plaga (Jansson *et al.*, 1990). Eso no ocurre con el rendimiento de las raíces, pues una vez que un clon alcanza su ciclo productivo, el aumento del rendimiento se muestra lento (Morales, 1992).

Como se ha indicado antes, el número de insectos de una generación se multiplica varias veces para pasar a la siguiente generación. Experimentos en el INIVIT han demostrado que en el caso de clones precoces, postergar una cosecha de los 90 a 120 días significa cuadruplicar los daños del gorgojo (Cuadro 9.5). Para evitar estas situaciones, junto con la madurez fisiológica del cultivo, se ha establecido como criterio de cosecha (índice de cosecha), un máximo de 3% de infestación y no permitir postergación alguna una vez alcanzado este índice.

Destrucción de residuos de cosecha. Una de las medidas sanitarias más importantes es la eliminación de los restos de cosecha (tallos, tocones, raíces tuberosas pequeñas, dañadas o deformes), que quedan en el campo, aunque hay agricultores que son algo renuentes a darle a esta práctica la prioridad que se merece. En razón de que esta práctica se efectúa después de la cosecha, ciertos agricultores la consideran onerosa y que no tiene, o no parece tener, una repercusión inmediata en su beneficio. Sin embargo, los residuos de cosecha que quedan en el campo suelen constituir la fuente más importante de multiplicación y migración del gorgojo a

Cuadro 9.5. Importancia de la cosecha en el momento oportuno en el incremento de los porcentajes de tubérculos infestados por *Cylas formicarius* al retrasar la cosecha por 30 días Villa Clara, Cuba, 1997

Areas	A los 90 días	A los 120 días
1	0.3	2.6
2	2.8	9.3
3	5.1	16.0
4	9.4	27.5
5	16.7	69.3
6	22.0	91.6
Promedio	9.4	36.1

nuevos campos de camote (Figura 9.5). Además, algunos de estos materiales tienen capacidad de brotar y dar lugar a plantas voluntarias que igualmente hospedan y permiten la multiplicación de la plaga. Muestreos de residuos de cosecha en Cuba indican que por hectárea quedan alrededor de 700 kg de restos de camote que pueden albergar larvas de gorgojos.

La mayor parte de los residuos que quedan en el campo son camotes infestados, con daños mecánicos, de pequeño tamaño, o que se quedaron enterrados durante la cosecha. Si consideramos solamente el 20% del potencial de reproducción del gorgojo en este material (2,400 gorgojos por kg de camote de la variedad CEMSA 78-354 tendríamos la posibilidad de producir 336,000 nuevos gorgojos, la mitad de los cuales serían hembras con capacidad de poner 300 huevos cada una. Si sólo dos de cada 100 hembras lograra reproducirse, se tendría la capacidad de producir 1 ½ millones de huevos en nuevos campos de camote. Estas cifras nos dan una idea de la tremenda importancia que tiene la destrucción de los residuos de cosecha.

Antiguamente se recomendaba en los Estados Unidos de Norte América (USDA, 1960) aprovechar los residuos de cosecha (raíces tuberosas deformes, pequeñas o cortadas) sanos para utilizarlos como cebo para atraer gorgojos. Los restos eran colocados en grupos en la periferie del campo y se echaba insecticida en polvo alrededor. Treinta días después se recogían los residuos y se quemaban. También se ha recomendado la inundación de los campos cosechados para destruir la población remanente de gorgojos (Talekar, 1987, 1991). Esta práctica, aunque fuera efectiva, no puede ser aplicada en las condiciones de Cuba por la poca disponibilidad de agua en el momento oportuno y por la topografía del terreno.

Para proceder a la cosecha, primero se elimina el follaje, operación que se realiza en diferentes formas. Una de las más comunes consiste en cortar el follaje con una cortadora (chapeadora) acoplada a un tractor y 72 horas después se procede a la cosecha una vez que el follaje se ha secado. Otra forma igualmente común consiste en sacar el follaje hacia los extremos del campo, donde se quema posteriormente para eliminar los insectos que pudieron quedar en los tallos de las plantas. En los países donde se tiene sólo una campaña agrícola al año, se recomienda pasar el arado una o dos veces durante el invierno y recoger todo el material que queda desenterrado. En el caso de los pequeños campesinos que cosechan para el consumo familiar diario, la práctica de eliminación del follaje no procede pues ellos sólo cosechan manualmente los camotes más grandes de cada planta y dejan enterrados los demás para cosechas posteriores.

Práctica complementaria

Eliminación de plantas hospedantes silvestres. En Cuba existen varias especies de plantas del mismo género que el camote (*Ipomoea*) y que se ha comprobado que son hospedantes del gorgojo. Sutherland (1986) menciona alrededor de 30 especies de hospedantes del gorgojo y varios autores recomiendan su eliminación como una medida de control efectiva (Ho, 1970; Jayaramaiah, 1975; Wood, 1976 y Talekar, 1983).

En Cuba existen varias especies de *Ipomoea* registradas como susceptibles al gorgojo y que se han comprobado como hospedantes del insecto. Se han detectado plantas con larvas y pupas en el interior del tallo pero no se ha logrado determinar con precisión su importancia en la dinámica poblacional del gorgojo. Entre ellas se encuentran *I. tiliacea*, *I. triloba* e *I. trifida*. Estas especies, conocidas como campanillas (Figura 9.6) son perennes y se encuentran distribuidas en toda la isla, incluyendo las áreas donde se siembra camote. Las campanillas son muy importantes en la producción apícola del país y su destrucción podría afectar la producción de miel que es un renglón de exportación para Cuba.

El número de gorgojos capturados en plantas silvestres de *Ipomoea* en áreas distantes más de 7 km de las plantaciones más cercanas de camote en Cuba usando trampas de feromonas sexuales (total de gorgojos en cuatro trampas por lugar durante una semana), muestran un papel menor en la propagación del gorgojo (Cuadro 9.6).



Figura 9.5. Residuos de cosecha de camote, dejados en el campo y convertidos en fuente de multiplicación del gorgojo del camote *Cylas formicarius*. Villa Clara, Cuba.



Figura 9.6. Las campanillas silvestres son hospedantes del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*. Al mismo tiempo son plantas importantes para la producción de miel de abeja en Cuba.

Cuadro 9.6. Número de insectos capturados en ciertas especies silvestres del genero *Ipomoea* que son hospedantes de *Cylas formicarius*.

Muestreos número	Insectos capturados
1	168
2	4
3	96
4	392
5	24
6	130
Promedio	136

Uso de feromonas sexuales

Las feromonas sexuales son poderosos atrayentes químicos producidos por un insecto para atraer a su pareja. En el caso del gorgojo de camote *Cylas formicarius*, como en muchas otras especies, es la hembra quien produce la feromona en tanto que el macho tiene la extraordinaria capacidad de percibir el olor desde algunos cientos de metros de distancia. La identificación, síntesis química, y primeros usos para determinar niveles poblacionales del gorgojo del camote en el campo, fueron realizados por Heath y colaboradores (Heath *et al.*, 1986, 1988) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. En la actualidad la feromona sexual del gorgojo del camote se encuentra disponible comercialmente y se le recomienda para detectar o verificar la presencia del gorgojo en un lugar cualquiera. También se usa para rastrear (monitorear) poblaciones del insecto en el campo y para realizar estudios de abundancia estacional de la plaga, sobre la base del número de individuos machos capturados. Su utilización en la República Dominicana (Alvarez *et al.*, 1996) y en Cuba (Alcázar *et al.*, 1996) se ha orientado más al control directo de la plaga, capturando adultos machos en forma masiva. El efecto esperado sobre la población de la plaga es reducir la tasa de reproducción de la misma disminuyendo la fecundidad y fertilidad de las hembras mediante la eliminación de los machos. Una cápsula cebada con 0.1 mg de feromona sintética atrae más gorgojos machos que un grupo de 5 hembras vírgenes (Talekar & Lee, 1989).

La destrucción de los gorgojos machos atraídos por la feromona sexual puede hacerse de dos formas; mediante trampas que tienen algún dispositivo para capturar a los insectos (por ejemplo, un recipiente con agua y detergente) o aplicando insecticidas (o un hongo patógeno como *Beauveria bassiana* o *Metarrhizium anisopliae*) en forma localizada en los alrededores de la trampa donde se concentran los insectos.

La cápsula con feromona

Una trampa consiste en un elemento de atracción, que es la feromona y un dispositivo de captura que puede tener diferentes características (Jansson *et al.*, 1993). La efectividad de la trampa está dada por la eficiencia de estos dos componentes. La feromona se impregna en una pequeña cápsula de jebe de donde se volatiliza lentamente durante un período que normalmente es de varios meses. Las variables en este componente son la cápsula misma y la concentración de la feromona (cantidad de ingrediente activo por cápsula).

Las cápsulas impregnadas en el Centro Internacional de de la Papa son de tipo convencional, disponibles en el mercado. Por limitaciones locales, en Cuba fué necesario reemplazar estas septas por tapas de jebe de frascos de penicilina (Figura 10.1), logrando prácticamente la misma eficiencia (Maza *et al.*, 1993). En ensayos de verificación de campo, durante toda una campaña agrícola se logró atrapar 108,055 gorgojos con las septas importadas y 115,518 con las “cápsulas locales” (Castellón *et al.*, 1997) (Cuadro 10.1).



Figura 10.1. Septas o dispersores de jebe, nacionales (derecha) e importados (izquierda) para impregnar la feromona sexual del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*.

Cada cápsula se impregna con 1 mg de ingrediente activo. En Cuba, siguiendo el protocolo de formulación proporcionado por el CIP, se utilizó inicialmente la misma dosis pero la rápida expansión del programa de manejo integrado del gorgojo del camote creó la necesidad de probar dosis menores y de esa manera cubrir extensiones más grandes con la misma cantidad de ingrediente activo. En efecto, pruebas realizadas por Castellón *et al.* (1997) han demostrado que las dosis de 0.5 y 0.1 mg/cápsula no difieren significativamente de las cápsulas con 1 mg en atractividad y duración (Cuadro 10.1, Figura 10.2). Jansson *et al.* (1990), recomiendan la dosis de 0.01 mg/cápsula para fines de monitoreo de la plaga. Actualmente se ha generalizado la dosis de 0.5mg/cápsula lográndose cubrir un área doble al uso convencional (1mg/cápsula). Eventualmente se reducirá la dosis para habilitar un área aún mayor. El Gobierno Cubano está destinando divisas para la importación de feromonas, pero dada la situación económica del país, la solución sostenible en Cuba es desarrollar la capacidad para su producción local.

Diseño de la trampa

El dispositivo de captura inicial fue similar a un diseño desarrollado por Proshold *et al.*, (1986). Este consistía de un embudo plástico sostenido por una estructura de malla de alambre, un recipiente plástico para colectar los gorgojos y una tapa plástica para proteger del sol y la lluvia la cápsula (septa) con feromona. Se trataba de un diseño demasiado costoso para ser usado en forma extensiva. Otros modelos fueron experimentados por Jansson *et al.* (1992). Estos modelos fueron simplificados por el CIP en la República Dominicana utilizando recipientes plásticos descartables de un galón de capacidad (galoneras de aceite de motor). A los lados del recipiente se hacen aberturas para el ingreso de los gorgojos y en el fondo se echa agua con detergente (una cucharadita de detergente por trampa), para que los gorgojos mueran por ahogamiento (Figura 10.3). Los insectos capturados son extraídos semanalmente al tiempo que se cambia el agua con detergente. Aún este modelo resultó poco viable para Cuba dada la escasez de galoneras. Los técnicos y agricultores cubanos han llegado a simplificaciones extremas con varias alternativas de insumos disponibles localmente. La cápsula con feromona (gomita o teterita, en el decir del campesino cubano), queda suspendida y protegida de la insolación y la lluvia mediante una lámina

Cuadro 10.1. Número de machos de *Cylas formicarius* capturados durante el desarrollo del cultivo de camote utilizando dispersores importados y locales, empleando tres dosis de feromona sexual. Cuba, 1994.

Semana de captura	Dispersor importado (mg/septa)			Dispersor nacional (mg/septa)		
	1	0.5	0.1	1	0.5	0.1
1	2 968	1 577	1 891	3 273	2 293	2 381
2	1 237	4 053	1 818	2 804	3 607	1 401
3	3 513	6 681	3 038	4 628	5 232	2 997
4	3883	3 566	3 226	5 708	6 786	2 980
5	3 108	4 822	2 780	3 995	5 236	1 442
6	6 729	7 550	6 024	4 378	3 196	2 927
7	2 311	2 211	1 548	1 325	936	1 173
8	1 038	898	2 023	2 240	1753	1 698
9	1 759	984	1 760	5 215	2 458	4 169
10	3 058	2 323	1 384	1 401	1 266	1 747
11	5 426	1 830	3 860	9 356	3 552	4 340
12	2 328	1 020	2 593	2 950	850	1 677
13	516	322	410	1 284	617	1 055
Total	37 873	37 827	32 355	47 657	37 874	29 987
Promedio	2 913	2 909	2 488	3 665	2 913	2 506

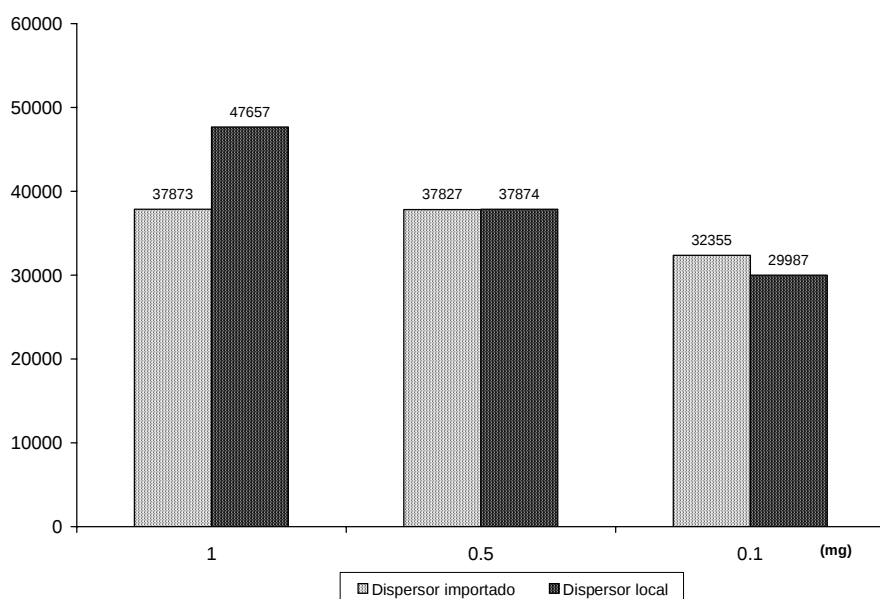


Figura 10.2. Total de especímenes machos de *Cylas formicarius* capturados utilizando dispersores importados y dispersores locales, a diferentes dosis de feromona sexual. Cuba. 1994.



Figura 10.3. Recipiente de plástico descartable, usado como trampa para capturar adultos del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*. República Dominicana.

clavada a una estaca. La lámina puede ser cualquier material, desde un pedazo de hojalata a un pedazo de yagua (vaina de palmera) (Figura 10.4). El dispositivo de captura puede ser cualquier recipiente a medio llenar con agua y detergente o ceniza colocado debajo de la cápsula de feromona. Algunos agricultores utilizan melaza de caña diluida en agua.

La aplicación localizada de insecticidas en los alrededores de la trampa es una alternativa para no usar ningún recipiente con agua. Basta asperjar periódicamente el área que rodea la trampa con un insecticida o con el hongo *B. bassiana* para matar a los insectos atraídos por la feromona (Figura 10.5).

Número de trampas por hectárea.

En Cuba se han realizado experimentos con diferentes distanciamientos entre trampas, buscando las capturas de gorgojos más eficientes y económicas por área y por trampa (Cuadro 10.2). Como resultado, se recomienda colocar las trampas distantes 25 m entre sí (equivalente a 16 trampas/ha o 215 trampas/caballería, la medida rural cubana), con lo que cada trampa cubre un área de 625 m². La colocación de trampas se realiza entre los 30 y 35 días después de sembrado el camote. Otros investigadores recomiendan la colocación de las trampas desde el primer día de la siembra (Pillai *et al.*, 1993). En Taiwan se ha usado 40 trampas /ha (Huang & Hung, 1991) y en la India 100 trampas/ha (Pillai *et al.*, 1993).

Las septas con feromonas deben mantenerse a 10 cm de altura por encima del follaje. En esta posición las trampas capturan 46% más gorgojos que si se encuentran a ras del suelo o entre el follaje. Alturas mayores (20 o 30 cm) son igualmente efectivas (pero la construcción de la trampa es más costosa). Los insectos capturados deben ser extraídos semanalmente y quemados, pues muchos de ellos sobreviven en el agua por tres días.



Figura 10.4. Trampa con feromona sexual del gorgojo del camote, *Cylas formicarius* hecha con una estaca y yagua (vaina de palmera). Villa Clara, Cuba.



Figura 10.5. Gorgojos del camote *Cylas formicarius* muertos alrededor de la trampa con feromona sexual mediante la aplicación localizada de insecticidas. Villa Clara, Cuba.

Cuadro 10.2. Gorgojos del camote *Cylas formicarius* capturados con trampas de feromona sexual utilizando cinco densidades por hectárea. Cuba.

No. de trampas/ha distancia entre trampas	No. de gorgojos capturados por semana	
	por trampa	por hectárea
5 (45 x 45)	4 726 c	23 630 c
10 (40 x 25)	3 785 b	37 850 b
16 (25 x 25)	3 812 a	60 992 a
25 (20 x 20)	2 541 a	63 525 a
44 (15 x 15)	1 566 a	68 640 a

Los insectos se desplazan hacia la trampa volando en sentido opuesto al viento. La velocidad del viento influye en el grado de volatilización de la feromona y consecuentemente en su dispersión. En Cuba se ha determinado que en el rango de 1 a 30 km/hora, a mayor velocidad de viento, mayor atracción de insectos (Figura 10.6). Bajo condiciones naturales, el gorgojo es de actividad nocturna, pero en los campos con trampas de feromonas se les ve caminando activamente también durante el día, aparentemente estimulados por la presencia de la feromona.

Insecticidas en las trampas

Cuando se decide matar a los gorgojos atraídos por las feromonas usando insecticidas o aplicando un hongo patógeno en lugar de capturarlos con las trampas antes descritas, se debe tomar algunas consideraciones. En primer lugar, inmediatamente antes de aplicar el insecticida se retira la cápsula con feromona. Luego la aplicación del producto se limita al área circundante a la ubicación de la feromona, donde los gorgojos se encuentran aglomerados; es decir, se cubre un círculo de aproximadamente 2m de diámetro. En este caso el gasto de insecticidas es mínimo pues sólo se aplican 64m² por hectárea (16 trampas; con aproximadamente 4 m² por trampa). Otra consideración importante es la conveniencia de cambiar la ubicación de las feromonas (Morales *et al.*, 1994).

Ensayos realizados por INIVIT indican que la aplicación de insecticidas en las cercanías de la trampa disminuye la atracción de gorgojos. Por otro lado, si se mantiene en un mismo lugar una feromona en condiciones de altas poblaciones de gorgojos, los daños de estos insectos en el follaje se concentran en un área relativamente pequeña y se hacen notorios. Por estas razones se ha diseñado un sistema de rotación de trampas cada vez que se hacen aplicaciones de insecticidas, generalmente una vez por semana (Figura 10.7). Se ha demostrado que la captura de gorgojos es 48.5% más alta cuando se desplazan las trampas que cuando se mantienen en su lugar. Cada trampa se desplaza semanalmente 4m en un mismo sentido de modo que a la cuarta semana ha alcanzado la ubicación original de la trampa vecina (a 12m de distancia), entonces se cambia de sentido en ángulo recto por cuatro semanas más. Así, sucesivamente hasta la finalización del cultivo.

Si en lugar de insecticidas se usa el hongo *Beauveria*, no hay necesidad de que el cambio de ubicación de las trampas se haga semanalmente, salvo que los daños causados por los gorgojos en el follaje sean severos. Lo usual es mantener la trampa en la misma ubicación por dos o tres semanas consecutivas y luego proceder a cambiar su ubicación como se indicó anteriormente, sólo que en este caso es preferible un desplazamiento de 12.5m.

No se han encontrado diferencias significativas entre los tratamientos con insecticidas y los tratamientos con *Beauveria* alrededor de las trampas de feromonas. Ambas opciones son efectivas contra los gorgojos atraídos por las trampas (Castellón *et al.*, 1993).

Eficiencia de las trampas con feromonas

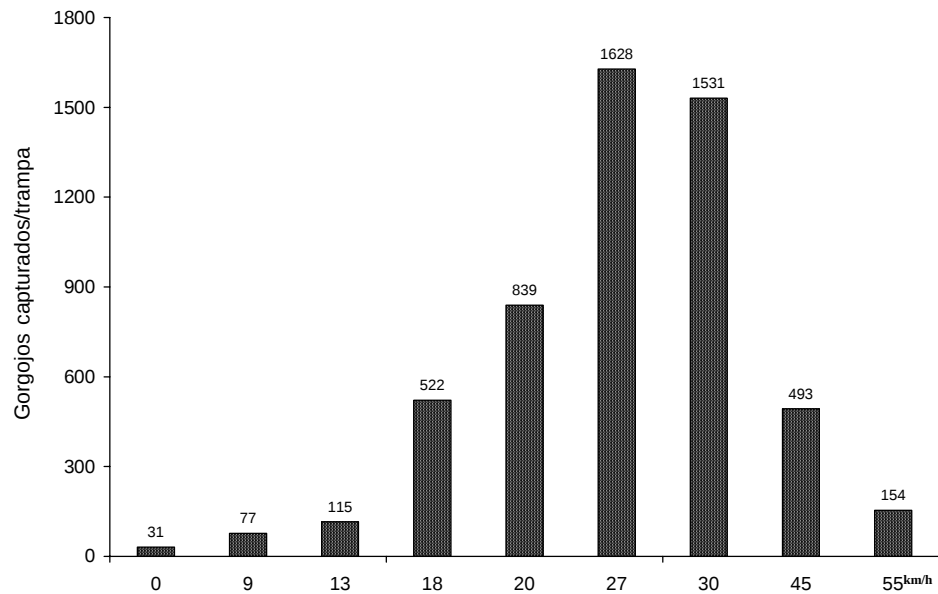


Figura 10.6. Influencia de la velocidad del viento en la captura de machos de *Cylas formicarius* en trampas con feromona sexual. INIVIT, Santo Domingo, Cuba. 1995.

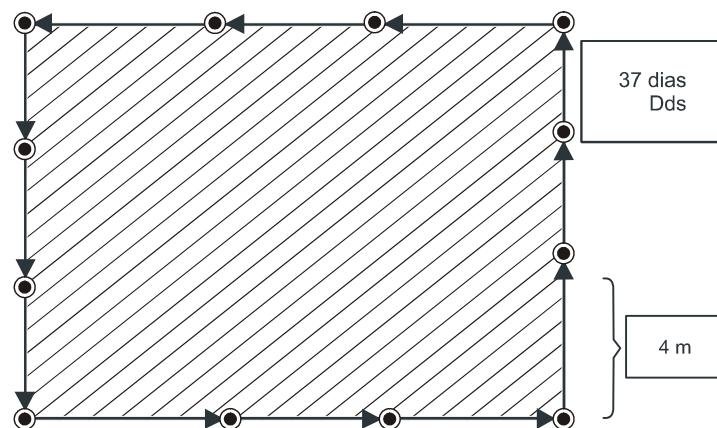


Figura 10.7. Cuando se usan insecticidas las trampas rotan semanalmente su posición. Según el esquema las trampas deben retirarse antes de la aplicación de insecticida.

Diversos experimentos en Cuba han demostrado que la utilización de trampas con feromonas sexuales, a 16 trampas/ha, efectivamente reducen la población y el grado de ataque del gorgojo del camote (Figuras 10.8 y 10.9, Cuadro 10.3), sea que se utilicen dispositivos para capturar gorgojos o se hagan aplicaciones localizadas de insecticidas alrededor de las trampas. En otros lugares, aunque usando un mayor número de trampas por hectárea se han obtenido igualmente resultados favorables. En Taiwan, con 40 trampas/ha, se redujo el daño del gorgojo en 65% (Huang & Hung, 1991), y en la India con 100 trampas/ha se incrementó la cantidad de camotes comerciales en 53% (Pillai *et al.*, 1993).

El uso de feromonas ha tenido otro efecto complementario muy importante. Los agricultores se han visto muy impresionados por el extraordinario efecto atrayente de las cápsulas de feromonas y todos coinciden en que su utilización se ha vuelto imprescindible en los programas de manejo del gorgojo del camote. Esto es una ventaja por un lado y una desventaja por otro. La ventaja es que los agricultores adoptan fácilmente el programa de manejo cuando disponen de la feromona. La desventaja es que hasta la fecha, la feromona constituye el único elemento externo a la producción cubana y consecuentemente depende de la disponibilidad de divisas para su adquisición.

Cuadro 10.3. Efecto de la feromona sexual y otros componentes de control del gorgojo del camote *Cylas formicarius*. INIVIT, Cuba. 1993.

Tratamiento	Rdto total	Infest.	Pérdida	Rdto. comercial	Valor prod.	Costo trat.	Costo total	Ganancia neta
	(t/ha)	(%)	(%)	(t/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)
Feromona	32.5	1.4	1.6	31.6	4 429.6	1.4	1 393.77	3 035.83
Pheidole	30.1	3.4	2.7	29.3	4 104.8	1.7	1 394.19	2 710.61
Beauveria	28.8	6.7	6.2	27.0	3 782.8	5.9	1 398.35	2 384.45
Tetramor.	31.2	3.6	3.5	30.1	4 208.4	1.7	1 394.19	2 814.21
Químico	27.5	6.1	6.1	25.9	3 620.4	63.8	1 456.29	2 164.11
Fer + Beau	33.8	0.6	1.4	33.3	4 660.6	7.2	1 399.65	3 260.95
Fer + Phei	30.7	0.6	1.1	30.3	4 246.2	3.1	1 395.49	2 850.71
Phei + Beau	35.0	2.6	2.0	34.3	4 802	7.6	1 400.07	3 401.98
F + Ph + B	34.3	0.2	0.9	34.0	4 765	9.0	1 401.37	3 351.63
Testigo	27.0	8.8	9.2	24.4	3 591	0.0	1 392.42	2 198.58

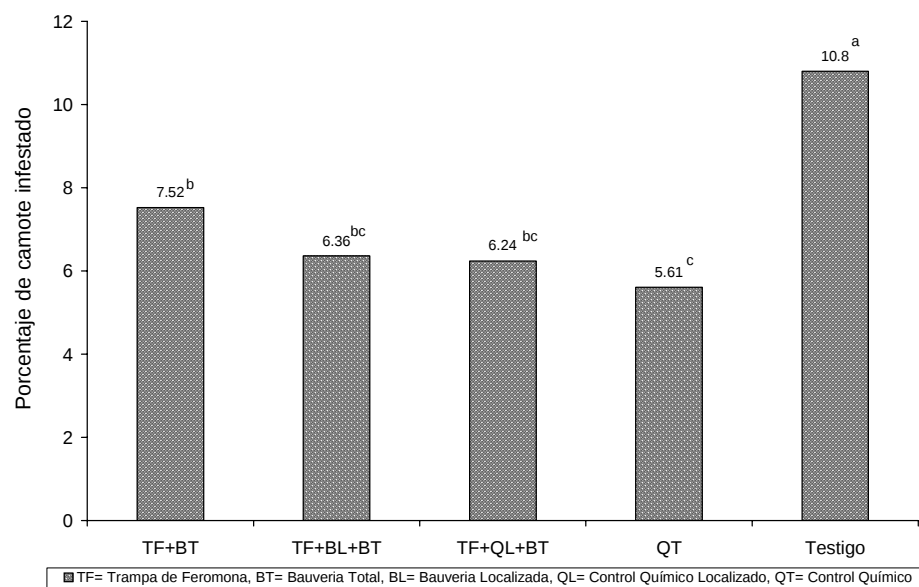


Figura 10.8. Efecto de la utilización de trampas con feromona sexual (16 trampas/ha) para el control del gorgojo de camote *Cylas formicarius*.

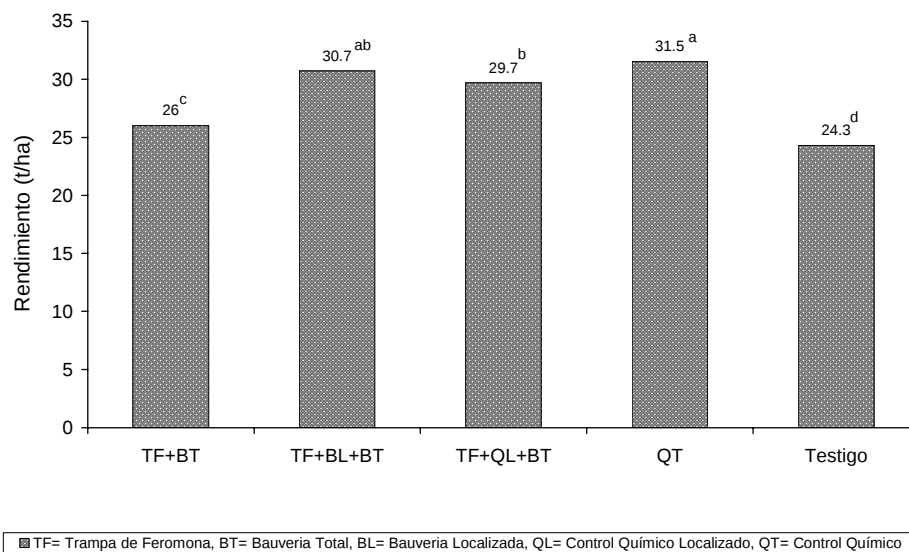


Figura 10.9. Efecto sobre el rendimiento de camote utilizando trampas con feromona sexual para el control del gorgojo de camote *Cylas formicarius*

Uso de insecticidas

En el manejo integrado de plagas, el uso de insecticidas es considerado siempre un recurso de emergencia. En el programa de manejo del gorgojo en Cuba el uso de insecticidas está restringido a las aplicaciones semanales del área circundante a las trampas con feromonas y sólo como alternativa a aplicaciones de *Beauveria*. Este uso significa tratar solamente 60 o 70 m² por cada 10,000 m² que mide la hectárea por lo que ninguno de los efectos limitantes del uso de insecticidas se hace evidente. Hasta el año 1992, sin embargo, la orientación del control del gorgojo era fundamentalmente a base de insecticidas. Aún hoy utilizamos parcelas con control químico para comparar la efectividad de otros tratamientos.

Solamente los adultos del gorgojo están expuestos a las aplicaciones de insecticidas. Los huevos, larvas, y pupas se encuentran dentro de las raíces tuberosas o en la base de los tallos fuera del alcance de la mayoría de los productos químicos. El tratamiento de la semilla antes de la siembra combinado con aplicaciones semanales, ha sido el esquema básico de control por muchos años. Los productos recomendados han sido los siguientes:

Tamarón 60CS (metamidofos)(0.6 - 0.8 L/ha)
Bi-58 38EC (dimetoato)(1.5 L/ha)
Dieldrin 18.5EC (1.0 L/ha)
Carbaryl 85PM (3.0 kg/ha)

En general se recomendaban aplicaciones a partir de los 15 días de la siembra, seguidas de aplicaciones semanales, hasta 20 días antes de la cosecha. Se hacían 12 aplicaciones como promedio.

Este sistema de control es sumamente costoso, destruye a los enemigos naturales del gorgojo (hormigas) y de otras plagas, pone en riesgo la salud de los agricultores y contamina el medio ambiente rural. La escasa disponibilidad de divisas para adquirir estos productos en Cuba es una limitación adicional.

Al margen de las reconocidas limitaciones del control químico es pertinente anotar que en condiciones húmedas, que favorecen la acción del control biológico (hormigas predatoras y el hongo *Beauveria*), éste control era tan efectivo como el control químico; mientras que en condiciones de sequía y falta de riego el control químico proporcionaba mejor control (Cuadro 11.1).

Una variante importante en el control químico es la combinación de éste con las trampas de feromonas. Se trata de la aplicación localizada de insecticidas en el área que rodea la trampa con un metro de radio. Las recomendaciones para la aplicación convencional de toda el área, según el Instructivo Técnico del Cultivo de Boniato por el Instituto de Sanidad Vegetal es de 1.5 litros de Bi-58 (dimetoato 38%EC) o 0.6 litros de tamarón (metamidofos 60%CS) por hectárea, por aplicación.

Con el método de aplicación localizada, la cantidad de insecticida por hectárea disminuye considerablemente. Se aplica alrededor de 3.15 m² por trampa, lo que hace un total de 50.5 m² de superficie por hectárea (16 trampas), el equivalente a 0.5% de la superficie de una hectárea. Con la misma cantidad de insecticida requerida para aplicar una hectárea con el método convencional se puede tratar 200 ha con el método de aplicación localizada.

Cuadro 11.1. Efecto del control químico y otros componentes MIP sobre el gorgojo del camote, expresado en daño (% de raíces infestadas) y rendimiento en campos experimentales con riego y sin riego sembrados en primavera, INIVIT, Villa clara, Cuba. 1994.

Componentes de MIP (%)	Con Riego		Sin Riego	
	Daño (t/ha)	Rendimiento (%)	Daño (t/ha)	Rendimiento ^a
Insecticida	0.4 c	28.7 c	17.4 c	14.5 a
Feromona	2.3 c	37.3 abc	21.4 bc	12.5 b
Beauveria bassiana	5.8 b	29.9 bc	27.1 ab	9.0 c
Feromona + B. bassiana	0.6 de	34.9 a	18.4 c	12.9 ab
Pheidole megacephala	2.7 c	31.8 abc	25.9 ab	10.2 c
Tetramorium guineense	4.4 b	31.5 abc	25.8 ab	9.9 c
Feromona + Pheidole	1.6 cd	34.0 a	18.9 c	11.9 b
B. bassiana + Pheidole	2.0 c	33.5 ab	21.8 bc	10.2 c
Fer. + Beau. + Phei.	0.1 de	35.4 a	17.8 c	12.7 b
Testigo	8.2 a	22.3 d	29.4 a	7.1 d

^aTamaño de la parcela 1250 m². Se empleó la prueba múltiple de Duncan para la separación de medias

Compatibilidad de los componentes MIP

Los componentes MIP suelen desarrollarse y evaluarse individualmente en la fase de investigación. Pero en el proceso de implementación del manejo integrado de plagas en el campo, los componentes seleccionados deben actuar simultáneamente o sucesivamente de una manera compatible y en el contexto económico, técnico, cultural y social de los agricultores. Para ello es necesario determinar con anticipación el grado de compatibilidad de los componentes entre sí y con los factores del entorno del productor. Con esta información, el agricultor está en mejores condiciones para seleccionar con propiedad los componentes que se le ofrecen y evitar la selección de componentes que podrían mediatizar sus resultados cuando van juntos y que resulten económicamente contraproducentes o inapropiados para los intereses del agricultor. No hay que perder de vista que en el MIP la integración de un mayor número de componentes suele dar mejores resultados en términos de efectividad y estabilidad (Talekar *et al.*, 1989).

En primer lugar hay que conocer la compatibilidad de los componentes en el aspecto ecológico. En general es incompatible la aplicación generalizada de un insecticida de amplio espectro y la liberación de parasitoides o predadores o la aplicación de un fungicida y el uso de hongos entomopatógenos. Igualmente importante es que las medidas que se tomen sean compatibles con la economía del agricultor, las condiciones del mercado, la disponibilidad de mano de obra o maquinaria, etc., que haga de la aplicación de los componentes, alternativas prácticas y económicas para el agricultor. En el caso del manejo del gorgojo del camote en Cuba se resaltan los siguientes casos de compatibilidad de componentes MIP agrupados desde el punto de vista ecológico y económico.

Con relación a la compatibilidad ecológica, la primera consideración es que la aplicación total del campo con los insecticidas de amplio espectro que solían utilizarse en Cuba (metamidofofos, dimetoato, dieldrin, y carbaryl), resultaría incompatible con la colonización del mismo campo por las hormigas predatoras *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense*. Una situación de compromiso se logra si en lugar de una aplicación total del campo se opta por aplicaciones localizadas alrededor de las trampas de feromonas. La aplicación localizada cubre alrededor de 32m² en lugar de 10,000 m² de una aplicación total. De esta manera se logra un nivel práctico de compatibilidad entre los insecticidas y la colonización de las hormigas. En otros casos cierto grado de compatibilidad se logra con productos tóxicamente selectivos, sea por la naturaleza misma del producto por su formulación o por la forma y oportunidad de aplicación.

Las trampas de feromonas sexuales del gorgojo del camote son compatibles con todos los otros componentes con una atingencia especial cuando se usa insecticida alrededor de la trampa. Los investigadores del INIVIT encontraron una significativa reducción de la capacidad de atracción de las trampas de feromonas cuando se aplicaba insecticidas alrededor de ellas. Para evitar este efecto, se adoptó la práctica de retirar las cápsulas de feromonas antes de efectuar la aplicación del insecticida y seguidamente, reubicar la trampa a unos cuatro metros de distancia, fuera de la influencia de la aplicación.

El hongo *Beauveria bassiana* (*Matarrhizium anisoplia* o cualquiera otra especie de hongo) presenta una serie de interacciones con su medio, que deben tomarse en cuenta al momento de decidir su uso. Afortunadamente, en el cultivo del camote no se usan fungicidas, por lo que la incompatibilidad entre estos compuestos y el hongo carece de importancia. Pero los hongos entomopatógenos requieren humedad en el suelo para sobrevivir. La ocurrencia de lluvias o la disponibilidad de riego aseguran su efectividad en Cuba. En cambio las condiciones de sequía son adversas. La utilización de estos hongos en lugares secos donde se produce camote, como ciertas áreas de Africa, tienen pocas posibilidades de éxito.

Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* son patógenos no específicos y atacan a diversas especies de insectos, entre ellas larvas de lepidópteros y adultos de escarabajos. Contrariamente a lo que podría esperarse, experiencias locales en Cuba han demostrado que las aplicaciones generalizadas del hongo son compatibles con la colonización de las hormigas predatoras. Esto se debería a que las hormigas *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense* disponen de algún mecanismo de protección natural contra el hongo (Castiñeiras y Calderón, 1982). Podría ser que no se trate de una generalización para todas las especies de hormigas, pues Stimac *et al.* (1989) demostraron que el hongo *B. bassiana* es efectivo controlando la especie *Solenopsis invicta*.

Las hormigas predatoras, *P. megacephala* y *T. guineense*, requieren de humedad en el suelo para que la colonización sea exitosa. La ausencia de lluvias o la no-disponibilidad de riego resultan incompatibles con la utilización de estos predadores. Tampoco es recomendable la colonización simultánea de un campo por ambas especies. Entre ellas se establece una competencia que suele terminar con el desplazamiento de una de las especies. Por lo general, la especie *T. guineense* termina predominando.

En principio, la utilización de clones precoces y las prácticas culturales recomendadas son compatibles con todos los otros componentes del manejo del gorgojo. Pero un análisis más detallado puede hacer notar ciertas incompatibilidades entre las recomendaciones y la factibilidad de su aplicación. La recomendación de usar semilla sana proveniente de campos libres de gorgojo resulta incompatible con la realidad a menos que se tomen medidas para resolverla, tal como se hizo en Cuba con el establecimiento de los bancos de semilla. La recomendación de usar feromonas no sería factible si INIVIT o el Ministerio de Agricultura no toman las medidas para hacer que estos productos importados estén al alcance de los agricultores. Esta situación podría mejorar si se lograra su producción local.

La recomendación de evitar la colindancia de campos nuevos con plantaciones maduras de camote pueden ser aplicadas sin dificultad por las empresas asociativas que disponen de suficiente área para planificar sus siembras. En cambio, la misma recomendación resulta incompatible con la realidad de numerosos pequeños productores individuales, cuya disponibilidad de área para la siembra de camote es relativamente reducida y tienen productores vecinos muy cercanos.

Otras recomendaciones pueden resultar temporalmente incompatibles con los intereses del agricultor, especialmente por consideraciones económicas.

La cosecha oportuna puede ser incompatible con el interés económico del productor si coincide con la abundancia del camote en el mercado y los precios están muy bajos. El agricultor en esos casos sopesa el riesgo de exponer su cultivo a una mayor infestación al no cosechar oportunamente, con la esperanza de lograr mejores precios posteriormente que superen las posibles pérdidas por la plaga.

La recomendación de eliminar las plantas silvestres hospedantes del gorgojo del camote, conocidas como campanillas tiene en Cuba una connotación especial. La abundante floración de las campanillas constituye una importante fuente de néctar para la industria apícola, y su destrucción afectaría la economía de los apicultores y una fuente de divisas para el país.

V

Implementación del MIP en las unidades piloto y a nivel nacional en Cuba

**Alfredo Morales Tejón
María del Carmen Castellón
Lilián Morales Romero
Nilo Maza Estrada
Fausto Cisneros Vera
Jesús Alcázar Sedano**

Implementación del MIP en las unidades piloto y a nivel nacional en Cuba

Caracterización de las Unidades Piloto en Cuba

Inicialmente se establecieron dos unidades piloto de MIP, una en la provincia de Cienfuegos y la otra en Villa Clara. La Unidad piloto de Cienfuegos está ubicada en la zona de Arimao, Municipio de Cumanayagua a una altitud de 200 msnm. La provincia de Cienfuegos abarca un territorio de 4,150 Km² con 1,300 ha dedicadas al cultivo de camote, lo que representa cerca del 2% del área total de este cultivo en Cuba.

Desde el punto de vista geográfico el área piloto de Cienfuegos posee cierto aislamiento, ya que por el oeste limita con la Ciénaga de Zapata, por este con la Cordillera del Escambray, por el sur con el Mar Caribe y por el norte con un macizo cañero. El área piloto contó con 150 ha dedicadas al camote, que representa el 30% del área total destinada a los cultivos de raíces, tubérculos y hortalizas, para satisfacer la demanda de una población de 25,000 habitantes.

La reciente historia del cultivo de camote en la zona de Arimao puede resumirse de la siguiente manera; durante los años 1990, 1991 y 1992, se sembraron aproximadamente 150 ha de camote anualmente; el 73% en la época de primavera y el 27% restante en época de frío con un rendimiento promedio oficial de 5.6 t/ha y un índice de ataque del gorgojo que oscilaba entre 35 y 45%. Es decir, se cosechaba 3.85 t/ha de camote sano y se perdía 1.73 t/ha de camote infestado. Los daños equivalían a la cosecha total de 67.5 ha de camote y en término monetarios a 18,270 pesos, además de no satisfacer la demanda de la población.

Los agricultores de la provincia estaban reticentes a continuar con el cultivo del camote dada la magnitud del daño causado por el gorgojo. De modo que era urgente llevar alternativas concretas a los agricultores y demostrarles que bajo sus propias condiciones de campo era posible reducir los daños del gorgojo y hacer del camote un cultivo rentable.

Villa Clara es una de las 14 provincias, que surgen después de la nueva división político-administrativa que se implantó a partir de 1975. Esta provincia se encuentra situada en la región Central de Cuba, limitando al sur con la provincia de Cienfuegos, al oeste con Matanzas y al este con Santi Spiritus. Actualmente su área de cultivo de camote está alrededor de 170 ha o sea alrededor del 3 % del área del país dedicada cada año a este cultivo. El área piloto en esta provincia se encuentra ubicada en la zona de Manacas, del municipio de Santo Domingo, a una altura de 40 metros sobre el nivel del mar. El municipio de Santo Domingo está ubicado al oeste de la provincia de Villa Clara, teniendo límites con las provincias de Matanzas y Cienfuegos y con otros 5 municipios de la propia provincia. Posee un área de 883 km² y una población de 54,900 habitantes, de la cual el 86% es urbano.

Manacas, es una zona destinada a la producción agropecuaria desde hace más de 40 años, donde existen diferentes tipos de producciones, destinada a disímiles cultivos. Se encuentra rodeada por un macizo cañero y áreas de pastoreo de una empresa dedicada a producciones pecuarias. Dentro de la zona de Manacas, el boniato ha sido y es parte importante, pues constituye aproximadamente el 25% del área cultivada de la provincia.

Como ya se conoce, la situación económica reinante en Cuba a partir de 1990, presentó un fuerte impacto en el sector agrícola en todas las regiones del país y Manacas no fue la excepción. Las áreas de boniato comenzaron a presentar altos índices de ataque del tetuán, llegando a daños superiores al 40% en los años 1992 y 1993. Por su cercanía al INIVIT y el gran peso en la producción de boniato, es que se decide establecer el área piloto en esta zona del país.

En las dos zonas existen tres tipos de productores: empresas estatales, cooperativas de producción agropecuaria (CPA) y productores individuales. En Arimao, una parte de los agricultores mostraron interés en llevar a cabo la experiencia. Ellos representaron un área de 67 ha, mientras que otro grupo que abarcaba 82 ha no estuvo dispuesto a nuevas experiencias. El programa se inició a partir de marzo de 1993, con la siembra de primavera. Previamente se llevaron a cabo cursos de capacitación entre los productores que habían mostrado interés en participar. Al mismo tiempo se hizo encuestas orientadas a registrar la percepción de los agricultores sobre sus propios problemas. Una parte de ellos carecían de recursos para regar sus cultivos, pero como se trataba de una siembra de primavera esta limitación no se hizo sentir.

En Manacas existen también diferentes tipos de productores: estatales, cooperativistas y campesinos individuales, pero el 85% del camote actualmente es sembrado por la Empresa Estatal.

Apartado 6

El Instituto Nacional de Investigación en Viandas Tropicales (INIVIT)

El INIVIT es la entidad que dirige las investigaciones de camote, yuca, aráceas, dioscoreas, plátano y bananos, y participa en investigaciones relacionadas con hortalizas y frutales. Fue fundado en 1967 y está ubicado en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, en la región central de Cuba.

Entre los principales objetivos de trabajo destacan, la obtención de cultivares de alto rendimiento, definición de tecnologías para el control de las principales plagas y enfermedades, desarrollo de técnicas biotecnológicas, ajuste de la fitotecnia de los cultivos, conservación de los recursos fitogenéticos, producción de semilla original, generalización de los resultados científicos, obtención de kits de diagnóstico de las principales enfermedades y la determinación de métodos acelerados y convencionales para producir semilla básica original. A la fecha, el instituto ha obtenido 82 resultados científicos que han sido oficialmente registrados, la mayoría de los cuales están relacionados con nuevos cultivares de alto rendimiento con resistencia a plagas y enfermedades, así como tecnologías de producción de semillas en las raíces y tubérculos tropicales.

El instituto cuenta con personal científico y técnico con grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Master en ciencias, ingenieros agrónomos, biólogos, ciberneticos, químicos, economistas y técnicos. Dispone de instalaciones y laboratorios en diferentes especialidades con equipamiento moderno. También cuenta con áreas agrícolas de suelos representativos del país y con toda la infraestructura necesaria para desarrollar las investigaciones y otras actividades de campo.

Las líneas de trabajo más destacadas son sobre fitomejoramiento, biotecnología, control biológico, nutrición, citogenética, fitopatología, socioeconomía, entomología, semillas, nematología y conservación y evaluación del germoplasma nacional en raíces y tubérculos, plátano y banano. Entre los servicios que ofrece se encuentran paquetes tecnológicos integrales sobre los resultados científicos, material de propagación *in vitro*, material de propagación agámica de variedades de alto potencial productivo, semilla botánica de cultivares de gran importancia económica, asesoría, cursos y adiestramientos e información científico técnica actualizada.

Inicialmente fueron establecidos con MIP un total de 250 hectáreas (60%), entre los tres tipos de productores. El Programa se inició a partir de la primavera de 1993. Se realizaron cursos de capacitación con los agricultores, tanto los que iban a participar, como aquellos que inicialmente no estuvieron de acuerdo. La feromonas sexuales fueron suministradas por el INIVIT y los medios biológicos producidos y entregados por el CREE de la Empresa de Cultivos Varios Manacas.

Posteriormente, por la seriedad de sus productores y confiabilidad de los resultados obtenidos, Manacas fue seleccionada para la evaluación y desarrollo de nuevos elementos a ser incorporados a la tecnología de Manejo Integrado del gorgojo del camote.

Implementación y resultados

Principales componentes

Al iniciarse la implementación del MIP en las unidades piloto se disponía de una serie de técnicas o prácticas para el control de la plaga que habían sido desarrolladas en Cuba, en otras partes del Caribe y en otros lugares del mundo donde la plaga está presente. La mayor parte de estas técnicas habían sido sometidas a una evaluación experimental de su efectividad y se les consideraba componentes potenciales para el MIP. Estos mismos componentes fueron sometidos a verificaciones en las condiciones de los productores de camote en el proceso de implementación de las unidades piloto. La estrategia de integración de los componentes de manejo del gorgojo fue presentada en la Sección III (capítulo 6) y cada uno de los componentes MIP fue desarrollado en la sección IV (capítulos del 7 al 12).

En este capítulo sólo se hará una breve revisión de las tecnologías disponibles como componentes MIP, al inicio del programa y cuyo uso se fue perfeccionando en el transcurso de su aplicación en el campo.

Algunas técnicas no químicas han sido utilizadas por los agricultores cubanos para controlar el tetuán desde décadas atrás, entre ellas el manejo del riego y el uso de la hormiga leona (*Pheidole megacephala*). Sin embargo, durante las dos décadas previas al inicio del programa MIP el método predominante de control del gorgojo fue la aplicación de insecticidas. Diseñar e implementar un programa de manejo integrado del gorgojo del camote sin usar insecticidas o con el mínimo uso fue el objetivo del convenio de investigación colaborativa entre el INIVIT y el CIP. De esta manera, los componentes de manejo comenzaron a usarse en forma integrada desde 1993, primero en áreas piloto y luego en otras zonas de producción de camote en Cuba hasta cubrir todas las provincias.

Control genético. Hasta 1967, las únicas variedades de boniato disponibles en Cuba eran las variedades nativas que habían cultivado los agricultores desde épocas precolombinas. Posteriormente el INIVIT desarrollaron nuevos clones de mejores rendimientos, adaptación a siembras durante todo el año, precocidad, buena calidad culinaria, buen vigor vegetativo y aptitud para la cosecha mecanizada. Si bien no se dispone de clones que puedan calificarse como resistentes, existen clones con características que influyen en el grado con que son infestados en el campo. Estas características son la precocidad y la profundidad de tuberización. Hay clones que forman raíces muy superficiales (p.e. Cemsá 78-354) que quedan expuestas al daño (Lima y Morales, 1992). Otros clones desarrollados por el INIVIT, como el INIVIT B-88, el Yabú-8 y el CEMSA 78-326 forman raíces a profundidades mayores a los 8 cm que les da cierto nivel de protección. Las variedades con periodos vegetativos mayores a los seis meses están más expuestas al daño comparadas con las variedades precoces de tres a cuatro meses (Morales *et al.*, 1994a).

Control biológico. Se cuenta con un hongo entomopatógeno y dos especies de hormigas predatoras.

- El hongo *Beauveria bassiana* usado originalmente para el control del gorgojo negro del plátano resultó efectivo para el control del gorgojo del camote. No es tóxico para humanos ni animales y se produce en muchos centros especiales del país en forma económica. También

puede usarse el hongo *Metarrhizium anisopliae*; pero en general *Beauveria* fue considerado más efectivo. El hongo se usa para controlar el gorgojo en los esquejes usados como material de siembra, para aplicaciones en todo el campo y para aplicaciones alrededor de las trampas con feromona.

- Existen dos especies de hormigas que han sido reportadas como predatoras del gorgojo del camote, *Pheidole megacephala* (Martínez, 1965) y *Tetramorium guineense* (Morales, 1993). Ambas especies se pueden manejar usando nidos artificiales hechos con hojas de plátano y se pueden usar a razón de 100 colonias (nidos) por hectárea. Una vez que se establecen en el campo, las hormigas ejercen un control eficiente.

Control cultural. Las prácticas culturales que reducen las posibilidades de ataque del tetuán, aparte de contribuir a mejorar los rendimientos del boniato son las siguientes (Morales, 1980; Morales *et al.*, 1994b):

- **Rotación de cultivos.** Práctica ampliamente conocida que se realiza por varias razones con beneficios múltiples. En este caso se trata de evitar el incremento de la población inicial del gorgojo. No debe realizarse más de una siembra al año en el mismo campo.
- **Establecimiento de bancos de semilla.** Es una tecnología creada por el INIVIT y puesta a disposición de los productores desde 1980. Consiste en sembrar campos con el propósito específico de ser usados para semilla. Esto permite obtener semilla de buena calidad, es decir, esquejes sanos, vigorosos y sin infestación por gorgojo en un corto periodo de tiempo (entre 60 a 140 días).
- **Selección de semilla.** Especialmente cuando se usa semilla de campos comerciales se recomienda usar sólo la parte apical de la guía o bejuco, ya que en estas partes la hembra del tetuán no oviposita.
- **Desinfección de la semilla.** Antes de la siembra los esquejes que serán usados para la siembra deben ser tratados sumergiéndolos en una suspensión de conidias de *B. bassiana* al 5% durante 2 a 3 minutos. Se puede utilizar también algún producto químico. El objetivo de esta práctica es eliminar insectos adultos.
- **Riego.** Es conocido que durante la época lluviosa existe menos ataque del tetuán. De manera similar, el riego evita el agrietamiento del suelo y por tanto el acceso del insecto a las raíces. Además, la humedad del suelo facilita el desarrollo de hongos entomopatógenos que controlan al insecto.
- **Cosecha oportuna.** La cosecha debe realizarse tan pronto como la planta haya alcanzado su ciclo natural de desarrollo o cuando exista un 3% de infestación en las raíces como máximo. En términos generales, mientras más tiempo permanezcan las raíces del boniato en el campo sin cosechar, mayor será el riesgo de perder parte de la cosecha debido al gorgojo.
- **Eliminación de residuos de cosecha.** Los restos de tallos, tocones y raíces son la fuente más importante de multiplicación y emigración del tetuán a otros campos. Se sugiere recoger y eliminar estos residuos, lo cual se puede hacer manualmente o con maquinaria.
- **Eliminación de plantas hospedantes.** El gorgojo puede reproducirse también en plantas nativas como las campanillas. Donde existe mucha campanilla, se recomienda su eliminación para evitar la multiplicación del insecto.

Control etológico. El uso de trampas con feromona sexual es uno de los componentes que ha dado mejores resultados (Castellón *et al.*, 1994). La utilización de la feromona en Cuba se logró mediante el esfuerzo colaborativo entre CIP e INIVIT en 1993. Desde entonces su uso ha aumentado considerablemente. Se recomienda usar 16 trampas por hectárea, instaladas aproximadamente un mes después de la siembra. El tipo de trampa ha evolucionado a través de los años y se ha adaptado a las condiciones de la agricultura boniatera en Cuba. Se inició usando recipientes con agua y ceniza, como sucedáneo de detergente, para capturar los insectos, luego se usaron también recipientes con melaza, finalmente se utiliza simplemente una estaca de madera y un cobertor para proteger a la feromona de la lluvia y otras inclemencias del tiempo. Algunos productores usan menos de 16 trampas por hectárea, pero las cambian de lugar en el campo cada semana y van eliminando a los insectos que se concentran alrededor de estas con aplicaciones localizadas del hongo *Beauveria* o de insecticidas.

Inicialmente, el ingrediente activo para la impregnación de los dispersores (cápsulas), fue proporcionado por el CIP como parte del proyecto colaborativo que se desarrolló desde 1993. Siguiendo la técnica aprendida en el CIP, el INIVIT impregnó exitosamente dispersores de goma de producción local. En 1998 el gobierno de Cuba decidió invertir para importar feromonas, las cuales se han comenzado a distribuir entre los productores de camote.

Control químico. En forma restringida se emplean insecticidas para matar a los insectos atraídos por las trampas de feromonas. Estas aplicaciones localizadas resultan en un ahorro considerable de insecticida (Maza *et al.*, 1994).

El Cuadro 13.1 presenta un resumen de las prácticas descritas y las características en cuanto a su origen y existencia antes de iniciar un programa colaborativo de manejo del gorgojo.

Los diferentes componentes del MIP han sido desarrollados a través del tiempo en diferentes etapas. Algunos de ellos como las variedades, la rotación, el riego, el uso de semilla de banco y el uso de insecticidas eran prácticas ya conocidas por los agricultores. En cambio la selección de semilla, la eliminación de residuos, el uso de las feromonas, la cosecha oportuna, evitar la colindancia, desinfectar la semilla y la utilización de la hormiga *T. guineense* han sido componentes nuevos introducidos por el programa. Por otro lado, hay componentes a los que el agricultor tiene acceso dentro de su finca y otros que tiene que conseguirlos fuera de ella. Esto puede tener influencia en la adopción y en la sostenibilidad de las prácticas, como se discute en la Sección VI (Impacto).

Cuadro 13.1. Características de los componentes MIP adoptados para el control de *Cylas formicarius* en Cuba.

Prácticas	Origen	Tipo *	Acceso
Variedades de tuberización profunda	INIVIT	Existente	Interno
Rotación	Agricultores	Existente	Interno
Selección de semilla	INIVIT	Nuevo	Interno
Eliminación de residuos	INIVIT-CIP	Nuevo	Interno
Uso de trampas con feromona sexual	CIP-INIVIT	Nuevo	Externo
Cosecha oportuna	INIVIT-CIP	Nuevo	Interno
Riego	Agricultores	Existente	Interno
Uso de semilla de banco	INIVIT	Existente	Externo
Evitar la colindancia	INIVIT-CIP	Nuevo	Interno
Desinfección de semilla***	INIVIT-CIP	Nuevo	Externo
Uso del hongo <i>Beauveria</i>	INISAV****-INIVIT	Existente	Externo
Hormiga **	INIVIT	Nuevo	Interno
Uso de insecticidas	Agricultores	Existente	Externo
Eliminación de campanillas	INIVIT-CIP	Nuevo	Interno

* El tipo se define si ya existía como práctica de los agricultores (existente) o si fue introducida con el proyecto (nuevo).

** El uso de la hormiga *Pheidole megacephala* era conocido antes del proyecto, sin embargo, el uso de *Tetramorium guineense* en el control del gorgojo del camote constituyó la modificación en este sentido.

*** Esta práctica se realiza tradicionalmente con productos químicos, en la nueva tecnología se recomienda el uso del hongo *B. bassiana*.

**** INISAV: Instituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal.

Primera campaña en la unidad piloto de Arimao

Los resultados de la primera campaña entre los agricultores que participaron en el Programa MIP y aquellos que no fueron parte del programa se presentan en el cuadro 13.2. La reducción en la magnitud de las pérdidas (de 43 a 14%) y el incremento en los rendimientos se hicieron evidentes. Como consecuencia, nuevos productores de camote expresaron su deseo de participar en el programa. Las actividades de entrenamiento continuaron y se realizaron talleres para intercambiar experiencias y pareceres entre los agricultores participantes, con participación de los nuevos interesados.

La unidad piloto de Arimao a los cuatro años

Después de cuatro años de implementación del programa y con la progresiva incorporación de nuevos participantes, hasta incluir a la mayoría de los productores de la zona de Arimao, provincia de Cienfuegos, el programa MIP quedó consolidado. Los resultados reportados en Agosto de 1996 se presentan en el cuadro 13.3.

Con cuatro años de práctica MIP, el daño por gorgojo disminuyó desde un promedio inicial de 44% a 5.2% y al mismo tiempo, el rendimiento del cultivo se elevó en forma significativa (de 13.5 t/ha a 21 t/ha). Para el logro de estos resultados ha contribuido no sólo el control del gorgojo sino también un mayor conocimiento sobre el manejo del cultivo, adquirido por los agricultores que participaron en los cursos de capacitación. Otros factores involucrados son la introducción de variedades mejoradas de camote y la disponibilidad de semilla de mejor calidad, cuya aceptación estuvo ligada a la adopción del programa de manejo integrado del gorgojo.

Conocimientos de los productores de las unidades piloto a los dos años

Con el fin de determinar el nivel de conocimientos de los productores respecto a la biología y comportamiento del gorgojo del camote, se llevaron a cabo encuestas entre los productores de las unidades piloto y sus áreas de influencia. Esta información fue necesaria para programar las actividades de capacitación en forma adecuada. Las primeras encuestas se realizaron a los dos años de iniciado el programa en las unidades piloto de Arimao y de Manacas (Cuadro 13.4).

Cuadro 13.2. Efecto del programa MIP en la unidad piloto de Arimao Cienfuegos, al finalizar el primer año de su implementación.

	Campos con MIP	Campos sin MIP
Perdidas (%)	13.96	43.1
Rendimiento (t/ha)	18.2	13.5
Aumento de Produc. (total t)	316.6	
Beneficio del MIP (\$)	49 449.58	

Cuadro 13.3. Efecto del programa MIP en la unidad piloto de Arimao Cienfuegos, a los cuatro años de su implementación.

	Campos con MIP	Campos sin MIP
Perdidas (%)	5.2	36
Rendimiento (t/ha)	21.3	14.1
Aumento de Produc. (total t)	472.4	
Beneficio del MIP (\$)	73 694.4	

Cuadro 13.4. Nivel de conocimiento de los agricultores en las unidades piloto de Arimao, Cienfuegos y Manacas. Villa Clara, Cuba, a dos años de iniciado el programa.

Conocimientos sobre el gorgojo	Sector empresarial		
	Estatal	Cooperativo	Campesino
Aspectos biológicos			
Conoce el daño	100%	100%	100%
Conoce los estados de desarrollo	100%	40%	33%
Donde se desarrolla y sobrevive	86%	40%	40%
Fuentes de infestación			
Lugares de refugio	80%	60%	67%
Papel de las campanillas	72%	100%	100%
Restos de la cosecha	28%	0%	0%
Métodos de control			
Uso de hormigas	85%	100%	100%
Uso de <i>B. bassiana</i>	85%	80%	0%
Uso de feromona	43%	60%	0%

Posteriormente se realizaron encuestas en diversas partes del país conjuntamente con la expansión del programa MIP a gran escala.

En las encuestas se hizo evidente que, inicialmente, los productores participantes de las empresas estatales estaban mejor informados que los productores de los otros sectores empresariales. Esta situación fue corregida reforzando la capacitación de estos productores sobre aspectos biológicos de la plaga y la identificación de los lugares de refugio y sobrevivencia. Inicialmente los productores de todos los sectores empresariales, no reconocieron la importancia de los residuos de cosecha en la persistencia y multiplicación de la plaga y los productores individuales carecieron de la información adecuada sobre el uso de *B. bassiana* y la utilización de las feromonas. Esta falta de conocimientos fue corregida posteriormente, al punto que con el tiempo muchos productores individuales registraron los menores daños por el gorgojo y los más altos rendimientos.

Resultados en la unidad piloto de Villa Clara

En la Unidad Piloto de Villa Clara, por ser la más próxima a la estación experimental del INIVIT, se realizaron frecuentes verificaciones de la efectividad de los diversos componentes MIP. Algunos resultados se presentan en el cuadro 11.1. Las evaluaciones tuvieron un doble propósito: verificar la efectividad de los componentes MIP bajo distintas condiciones y demostrar los beneficios del programa a nuevos productores. La prueba más reciente se condujo en cuatro localidades diferentes (Cuadro 13.5). A partir de 1997 se establecieron campos especiales para monitorear el progreso de los resultados del programa MIP en cinco localidades (Cuadro 13.6). Estos resultados muestran la notable disminución del daño del gorgojo y su tendencia a continuar decreciendo con el tiempo, aunque a un ritmo menor. El promedio de daños causado por el gorgojo fue solamente 4.0% en 1997 y 2.6% en 1999. La adopción de mejores variedades y prácticas agronómicas permitieron incrementar el rendimiento promedio de camote por hectárea que fue de 25.0 t/ha en 1997 y 28.8 t/ha en 1999. Considerando el tamaño de los campos de evaluación (aproximadamente 2.0 ha cada uno), resulta evidente que los rendimientos indicados reflejan el potencial real de productividad del camote en Cuba.

Cuadro 13.6. Rendimiento de camote y magnitud del daño causado por el gorgojo del camote *Cylas formicarius* en campos de monitoreo del Programa MIP en cinco localidades de la unidad piloto de Villa Clara en tres años consecutivos. Cuba. 1999

Localidad	Raíces infestadas (%)			Rendimiento (TM/ha)		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999
ECV Manacas	4.3 b	3.6 a	2.6 bc	17.7 c	21.0 d	24.9 b
UBPC Cayo Bejuco Cascajal	5.2 b	4.7 b	3.8 d	28.8 b	29.0 b	28.8 a
Est. Bermejál	3.4 a	2.2 a	1.3 a	31.4 a	32.1 a	31.9 a
EMA Jibacoa	4.6 b	4.3 b	3.3 cd	28.1 c	23.6 c	25.6 b
CPA N. Veitia Santo Domingo	3.6 a	2.8 a	1.9 ab	31.5 a	31.5 a	31.8 a
Promedio	4.0 c	3.5 b	2.6 a	25.8 c	27.4 b	28.8 a

Con el tiempo se fueron incorporando nuevos agricultores al programa MIP de las unidades piloto, incluyendo a productores que inicialmente se mostraron reticentes a participar. En 1997 todos los agricultores de las áreas piloto y sus zonas de influencia practicaban un buen número de las medidas recomendadas en el programa MIP.

Conjuntamente con el programa que se conducía en Arimao, Cienfuegos, y las cinco localidades de Villa Clara, se desarrollaron actividades MIP en otras provincias, aunque con menor concentración de esfuerzos. Aún así, los resultados fueron muy alentadores. La inmensa mayoría de productores se ha vuelto receptiva a la expansión del programa y muchos adelantaron la adopción de algunos componentes, particularmente el uso de feromonas, aún antes de haber tenido la oportunidad de recibir la adecuada capacitación en MIP.

Resultados a nivel nacional

El éxito del programa MIP a nivel de las unidades piloto fue evidente desde un inicio, en términos de reducción de daño, mejores rendimientos, mínimo uso de insecticidas y aceptación por los productores. Por estas razones y dada la urgencia nacional de reducir los daños del gorgojo del camote en todo el país, se procedió a la inmediata difusión del programa a otras provincias. Las actividades de difusión y los materiales utilizados se detallan en los capítulos 15 y 16 respectivamente y el análisis de los beneficios derivados de este trabajo se presentan en la Sección VI (capítulos 18 al 23). En el presente capítulo se presenta el grado de adopción del MIP a nivel nacional, la preferencia selectiva de los componentes, algunas evaluaciones de la aplicación del programa MIP y algunos comentarios finales.

Grado de adopción a nivel nacional. Como consecuencia del proceso de difusión del programa por el grupo MIP del INIVIT, un año después de establecidas las unidades piloto, se inició la implementación del MIP del gorgojo del camote en cada una de las trece provincias de Cuba (Cuadro 13.7). El área de adopción se duplicó en cada uno de los cuatro primeros años (de 2,474 ha en 1994 a 20,371 en 1997). En 1998 más de la mitad del área sembrada de camote había adoptado el sistema MIP.

La preferencia selectiva de los componentes MIP. En la oferta de doce componentes MIP a los productores se daba un margen de flexibilidad para adoptar aquellos componentes considerados viables o más apropiados en las condiciones de las diversas provincias. De allí que hubo ciertos componentes que fueron adoptados en todas las provincias (como semilla sana, desinfestación de esquejes, manejo de riego, rotación de cultivos, cosecha oportuna y uso de feromonas). En tanto que otros componentes tuvieron distintos grados de aplicación según su disponibilidad local (Cuadro 13.8).

Cuadro 13.7. Area de adopción del manejo integrado del gorgojo del camote *Cylas formicarius* en Cuba a partir de la experiencia de las unidades pilotos. 1999.

Provincia	Hectáreas por año					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Cienfuegos	250	639	908	1 207	1 208	2 085
Villa Clara	120	500	620	1 114	1 715	2 456
La Habana	200	268	388	623	5 500	6 984
Santiago de Cuba	200	341	393	601	2 800	2 532
Sancti Spiritus	30	81	149	331	880	2 738
Ciego de Avila	20	67	81	1 340	933	2 183
Guantánamo	1	81	106	213	465	1 335
Holguín	-	13	513	733	1 520	2 482
Granma	-	134	634	684	1 350	2 127
Las Tunas	-	94	120	438	1 100	1 630
Camaguey	-	54	106	244	700	1 280
Pinar del rio	-	54	70	97	460	2 420
Matanzas	-	148	196	1 562	1 740	2 315
Total	821	2 474	4 248	9 187	20 371	32 517

Cuadro 13.8. Lista de componentes MIP adoptados preferentemente en las diversas provincias de Cuba según reportes de las delegaciones provinciales del MINAG en 1999.

Provincia	Componentes de manejo											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pinar del rio	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X
La Habana	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	X
Matanzas	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X
Villa Clara	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cienfuegos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sancti Spiritus	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ciego de Avila	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X
Camaguey	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	X
Holguín	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-
Granma	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	X
Las Tunas	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-
Santiago de Cuba	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X
Guantánamo	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-

(1) Semilla limpia, (2) Semilla desinfectada, (3) Evitar colindancia, (4) Destrucción de plantas hospedantes, (5) Manejo del riego, (6) Rotación de cultivos, (7) Destrucción de los residuos de la cosecha, (8) Cosecha oportuna, (9) Uso de *Beauveria bassiana*, (10) Uso de hormigas predatoras, (11) Feromonas sexuales, (12) Variedades precoces.

Efecto del programa sobre el grado de infestación y rendimientos. Con el fin de monitorear la implementación del manejo integrado del gorgojo del camote en cada una de las provincias, se han establecido áreas de monitoreo de aproximadamente 4.0 ha. En el Cuadro 13.9 se registran los rendimientos y los niveles de infestación del gorgojo correspondientes al año 1999. El rango de infestación de las raíces tuberosas de los promedios provinciales fue de 2.5% a 7.7% y el promedio nacional fue de 5.2%.

En el Segundo Taller Nacional de Manejo Integrado del gorgojo del camote (1998), con la asistencia de representantes de seis provincias y representantes de empresas asociativas y productores individuales, se hizo un recuento de la situación del programa MIP y sus logros respecto a la situación original (antes de la implementación del MIP), en cada una de estas provincias (Cuadro 13.10). El nivel de daño (porcentaje de raíces tuberosas infestadas), antes de la implementación del MIP estuvo en el rango de 30% y 65%, sin considerar la provincia de La Habana que disponiendo de control químico, registró un daño del 15%. Este nivel de infestación se bajó entre 2% y 20% con un promedio de 8.2% a los tres años de implementación. La reducción del daño fue aún mayor en las organizaciones y agricultores individuales cuyo nivel de daño varió de 1% a 5%. Los rendimientos subieron de un promedio general para las seis provincias de 3,928 kg /ha, antes del MIP, a 6,221 kg/ha, tres años después. El incremento en rendimiento para las organizaciones y productores individuales fue de una producción inicial promedio de 8,340 kg/ha antes del MIP, a 13,130 kg/ha en 1998.

En el más reciente Taller Regional de los productores de camote que han adoptado el MIP (Diciembre, 1999 en Santiago de Cuba), los participantes presentaron información sobre los daños del gorgojo y los rendimientos de camote en sus respectivas entidades. La información se refiere a las condiciones de infestación y rendimientos antes de la implementación del programa MIP y los resultados obtenidos en las campañas 1998 y 1999 (Cuadro 13.11). En el caso de Santiago de Cuba se registraron infestaciones muy altas (20% a 80% de raíces tuberosas dañadas a la cosecha) y rendimientos uniformemente muy bajos (2,500 a 2,720 kg/ha), con anterioridad a la aplicación del programa MIP. Esta situación ha cambiado drásticamente y durante la última campaña agrícola, se han reportado infestaciones muy bajas (1% a 7%), con una tendencia a menores infestaciones. Al mismo tiempo, los rendimientos han subido significativamente, con un rango de 3,390 a 15,257 kg/ha.

Cuadro 13.9. Promedio de daño del gorgojo del camote y rendimiento en áreas demostrativas (4 ha) en las provincias de Cuba. 1999.

Provincia (%)	Infestacion (Tm/ha)	Rendimiento
Pinar del Rio	5.9 ef	27.7 f
Habana	3.3 b	31.6 ab
Matanzas	4.1 c	30.4 cd
Villa Clara	5.1 ed	29.1 e
Cienfuegos	2.5 a	31.8 a
Sancti Spiritus	4.7 d	29.6 de
Ciego de Avila	3.7 bc	30.6 bc
Camaguey	6.4 fg	27.2 fg
Holguín	7.7 h	26.4 g
Granma	5.4 de	28.9 e
Tunas	7.5 gh	26.2 g
Santiago de Cuba	4.2 c	29.5 de
Guantanamo	7.2 fg	26.9 fg

Cuadro 13.10. Resultados de la implementación del manejo integrado del gorgojo del camote en seis provincias de Cuba según datos proporcionados por los participantes del Segundo Taller Nacional del MIP en Camote. 1998

Provincias	Antes del MIP			Con MIP (1998)			Año de inicio
	Area (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Daño (%)	Area (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Daño (%)	
Ciego de Avila	1 342	3 386	30	2 820	5 417	2	1996
Gramma	5 368	1 691	65	1 744	4 741	20	1995
Sancti Spiritus	537	6 096	30	564	13 208	5	1996
Villa Clara	3 373	2 834	40	3 369	4 832	12	1995
Santiago de Cuba	4 000	2 032	30	4 026	5 200	5	1995
La Habana	8 052	6 773	15	7 582	8 466	5	1995
Total/Promedio	22 671	3 928	42 *	20 105	6 977	8	
Organizaciones							
Yaguajay-CPA	27	25 654	45	27	26 755	2	1998
Alfonso Vera UBPC	242	9 144	30	456	11 514	4	1996
Julio Zaez-CCS	7	2 032	50	7	18 627	1	1995
Harold Cano-UBE	326	2 500	33	215	4 064	5	1993
Robert Hady-UBE	671	2 370	33	407	5 757	5	1998
Total/Promedio	1 272	8 340	38	1 107	13 130	3	

* Excluyendo La Habana donde se aplicaban insecticidas.

Cuadro 13.11. Area sembrada, rendimiento y daño del gorgojo del camote, *Cylas formicarius*, en la provincia de Santiago de Cuba, reportados durante el Primer Taller Regional del MIP en camote realizado en Santiago de Cuba, Diciembre, 1999.

Institución	Antes del MIP			Con MIP		
	Area	Rendimiento	Daño	Area	Rendimiento	Daño
	(ha)	(kg/ha)	(%)	(ha)	(kg/ha)	(%)
C.V. Palma	33.5	2 720	60 - 70	335.5	6 780	4 - 5
UBPC Aduana. C.V. Palma	-	-	-	26.8	6 780	0 - 1
CPA Victoria de Jirón y sector campesino	13.4	2 720	30 - 35	26.8	10 171	1.8 - 2.1
UBPC Cerquera	-	-	-	13.4	6 780	20
C.V. Laguna Blanca	1 006.5	2 720	81	335.5	13 562	2.5 - 3
UBPC 5 Laguna Blanca	67.1	2 034	50	13.4	15 257	0 - 2
Sector campesino Laguna Blanca	26.8	2 034	20	67.1	4 408	1 - 2
C.V. La Maya	201.3	2 500	35 - 40	130.4	4 068	5 - 7
UBPC California	26.8	2 500	35 - 40	26.8	3 390	5

Estrategia y actividad de difusión

La capacitación del MIP

Para implementar el manejo integrado de plagas se requiere que agricultores y técnicos comprendan los principios ecológicos y biológicos sobre los que se sustenta el sistema, así como los alcances (efectividad y limitaciones) de cada uno de los componentes MIP disponibles. Así, los agricultores y técnicos que participan en el programa están en condiciones no solamente de aplicar las técnicas aprendidas sino de aportar sus propias ideas para mejorar las alternativas que ha decidido adoptar. Por estas razones es necesario poner especial énfasis en las actividades de capacitación.

Siguiendo la estrategia desarrollada por el Programa de Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa, primero se considera la capacitación de los agricultores que van a participar en la unidad piloto. El agricultor queda capacitado para elegir apropiadamente las alternativas (componentes de manejo de la plaga) que se le ofrecen dentro del programa MIP. Luego la capacitación se orienta a consolidar la unidad piloto, mediante la participación de los mismos agricultores, técnicos y estudiantes de escuelas rurales y organizaciones locales involucradas en el quehacer agrícola. Una vez consolidada la unidad piloto, se le utiliza como centro de capacitación para técnicos de organismos nacionales gubernamentales y no gubernamentales (ONGs) con miras a la difusión de la experiencia MIP a otras localidades. En este proceso se incluye actividades de capacitación en diferentes modalidades, producción de diversos materiales de difusión y ocasionalmente, consultorías a organizaciones que desean implementar programas de MIP en base a las unidades piloto. En el caso de Cuba, la participación de INIVIT como organismo gubernamental, facilitó este proceso.

Las actividades de capacitación y la preparación de materiales de difusión recibieron especial atención para desarrollar la fase de implementación a gran escala del Programa de Manejo Integrado del gorgojo del camote en Cuba. A partir de 1993 se llevaron a cabo diferentes actividades de capacitación como charlas, días de campo, cursos cortos, talleres nacionales e internacionales, y encuentros nacionales de productores involucrados en el Manejo Integrado del gorgojo del camote. Para la realización de estas actividades de capacitación y llegar a un gran número de técnicos y agricultores con el mensaje correcto fue necesario la preparación de materiales de capacitación como: afiches, plegables, boletines, videos y juegos de diapositivas. En el presente capítulo se describen con mayor detalle las principales actividades de capacitación que se han realizado así como los materiales de difusión que fueron preparados.

Actividades de Capacitación

El equipo técnico de Manejo Integrado del gorgojo del camote del INIVIT cuyos miembros habían participado en un curso-taller auspiciado por CIP en República Dominicana y/o visitado el

Programa de Manejo de Plagas del CIP en el Perú, inició sus actividades de capacitación a técnicos de las empresas asociativas y agricultores individuales en las provincias de Cienfuegos y Villa Clara. Para entonces, en la Estación Experimental del INIVIT en Santo Domingo, Villa Clara, se tenían campos demostrativos de la utilización de algunos de los componentes desarrollados hasta la fecha. En este período se dieron charlas, cursos cortos y días de campo, en ambas provincias seleccionadas como unidades piloto. El éxito de las actividades de capacitación fue paralela a la exitosa implementación del programa MIP en el campo. Por esta razón las autoridades del Ministerio de Agricultura pidieron extender la capacitación sobre el MIP del gorgojo del camote a todas las provincias del país, hacia donde viajó el personal del INIVIT para difundir el control integrado del gorgojo del camote. Entre los años 1993 y 1996 se realizaron 4 cursos cortos, 78 charlas, 23 días de campo y numerosas visitas y asesoramiento a productores, logrando beneficiar a un total de 4,987 participantes. Las actividades de capacitación se continuaron en el período 1994-1999 conjuntamente con la expansión del programa MIP en toda la isla (Cuadro 14.1).

Las unidades piloto establecidas en Cuba han sido visitadas por especialistas del CIP procedentes del centro este del Africa (1997) y sureste de Asia (1998) donde el gorgojo también causa serios daños a la producción del camote.

Taller Nacional

El 1ro. de Julio de 1997 se realizó el primer taller nacional sobre manejo del gorgojo del camote, al que se le denominó "Primer Encuentro Nacional de Productores Participantes en el Programa de Control Integrado del Tetuán del Boniato", en Santo Domingo, Santa Clara, Cuba, organizado por el INIVIT y el CIP, con el objetivo de intercambiar experiencias, analizar las fortalezas y debilidades del programa y proponer los ajustes necesarios y asegurar su expansión a nivel nacional. Participaron 40 personas, entre productores y técnicos, representantes de 10 provincias de las 13 que tiene el país. Todos los participantes coincidieron en que el manejo del gorgojo del camote en Cuba tenía amplia aceptación entre los productores con una demanda aún insatisfecha. Las principales conclusiones fueron: Pedir al Ministerio de Agricultura que considere la compra de feromona sexual como sucedáneo de insecticidas en la priorización del uso de divisas, buscar los medios para que la feromona pueda ser producida localmente, incrementar el número de bancos de material propagativo de camote, buscar la manera más práctica para eliminar los residuos de cosecha, y ampliar la disponibilidad de clones precoces de camote para escapar al daño del gorgojo (Figura 14.1). Posteriormente se realizó el II Taller Nacional (1998) en Santa Clara (Figura 14.2) y el I Taller Regional en Santiago de Cuba en 1999.

Cursos-taller internacionales

Adicionalmente a la participación de especialistas del INIVIT y del Proyecto MIP de República Dominicana en cursos internacionales llevados a cabo en la sede central del CIP en el Perú sobre la estrategia de implementación de programas de manejo integrado de plagas en papa, se realizaron dos cursos-taller internacionales en el Caribe, orientados al manejo del gorgojo del camote que han tenido gran influencia en la implementación de estos programas en la República Dominicana y en Cuba.

Cuadro 14.1. Número de participantes en las actividades de Capacitación y Difusión relacionados al Manejo Integrado del Gorgojo del Camote en Cuba. 1992 - 1999.

Actividad	1992 - 1996	1997	1998	1999
Cursos	89	65	132	105
Charlas	1 960	1 200	332	1 800
Días de Campo	280	316	260	315
Talleres	18	40	24	23
Monitoreo de agricultores	2 640	500	220	495
Total	4 987	2 121	968	2 738



Figura 14.1. Participantes en el I Encuentro Nacional sobre Manejo Integrado del Tetuán del boniato *Cylas formicarius*. INIVIT, Santo Domingo, Villa Clara. Cuba. 1997



Figura 14.2. Participantes en el II Encuentro de Productores de boniato que utilizan el Manejo Integrado de Plagas. INIVIT, Santo Domingo, Villa Clara. Cuba 1998.

También se han realizado importantes eventos internacionales, como el Taller de Manejo Integrado de *Cylas formicarius*, en República Dominicana en 1994, con la participación de técnicos cubanos, peruanos y dominicanos y el Curso Internacional de Manejo Integrado de *Cylas formicarius* en Cuba, en 1996, con la participación de técnicos dominicanos, venezolanos y peruanos. En estos últimos años, en vista de que el control integrado de esta plaga se está difundiendo a gran escala en todo el país, se ha puesto especial atención en los talleres nacionales anuales para intercambiar experiencias en la ejecución del programa.

El primer taller internacional de manejo integrado de *C. formicarius* se realizó del 20 al 23 de Julio de 1994 en Santo Domingo, República Dominicana, con la participación de técnicos dominicanos, cubanos y peruanos, en total 29 especialistas de 7 instituciones. Fue organizado por el Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas (MIP) de la República Dominicana y el Centro Internacional de la Papa (CIP). El objetivo fue analizar los avances en el desarrollo de componentes para el control integrado de esta plaga en la región, revisar la estrategia de implementación del MIP, intercambiar experiencias entre los especialistas de las organizaciones participantes, preparar material de difusión que pueda ser usado en ambos países y explorar las posibilidades de futuras colaboraciones. El taller fue inaugurado por el Ministro de Agricultura. En general el taller fue muy productivo cumpliéndose con el objetivo propuesto. Se revisaron las primeras acciones en las unidades piloto y se generaron nuevas ideas para continuar las investigaciones en los años siguientes. La documentación presentada por los participantes sobre sus investigaciones y experiencias sirvió para preparar la Memoria del Taller. Se identificaron nuevas áreas de colaboración entre los especialistas cubanos y dominicanos. Se acordó la preparación de afiches y boletines sobre la biología y control del gorgojo del camote.

El segundo taller internacional de manejo integrado del *C. formicarius*, se realizó del 26 de Febrero al 1ro. de Marzo, 1996, en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Santa Clara, Cuba. Fue organizado por el INIVIT y el CIP, con el apoyo económico de OPEC. Participaron 22 especialistas de Cuba, Perú, República Dominicana y Venezuela, Fig. 14.3. Los objetivos fueron: dar a conocer el progreso del programa desarrollado en Cuba sobre el



Figura 14.3. Participantes del Curso Internacional de Manejo Integrado, del Tetuán del boniato, *Cylas formicarius*. Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. 1996.

manejo del gorgojo, intercambiar experiencias entre los especialistas y elaborar nuevos planes de trabajo y colaboración en la región del Caribe.

Los especialistas del INIVIT expusieron los logros de su exitoso programa de manejo del gorgojo del camote; se hicieron visitas a laboratorios, campos de camote bajo el programa de manejo, a los centros de reproducción de entomógenos y entomopatógenos (CREEs) y a la primera unidad piloto que se estableció en Cuba, Cienfuegos, donde se sostuvo reuniones con los agricultores.

Como resultado del intercambio de ideas y experiencias entre los especialistas participantes, se aclararon dudas y se hicieron algunos planteamientos para nuevas investigaciones. Entre los puntos discutidos están: relación entre las poblaciones de gorgojo, intensidad de daño y pérdida de rendimiento, persistencia del efecto de la feromona, estudios sobre plantas repelentes, distribución espacial de la población de insectos y daño en el campo y la relación del daño con la fenología del cultivo. Finalmente se consideró de gran necesidad disponer de una publicación sobre el manejo del gorgojo del camote basado en las experiencias del Caribe con la dirección del Programa de Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa.

Distinción al INIVIT por el Gobierno Cubano

Es importante mencionar que el gobierno cubano ha reconocido la labor realizada por INIVIT en el desarrollo e implementación del manejo del gorgojo distinguiendo a sus especialistas con premios de gran significado nacional. El Fórum Nacional de Ciencia y Tecnología, en 1996, otorgó la máxima distinción de RELEVANTE al trabajo realizado por el equipo de Manejo Integrado del Tetuán del Boniato y su contribución en el incremento de la producción de camote en Cuba. Todos los miembros del equipo MIP del INIVIT, fueron distinguidos por el gobierno cubano.

Materiales de capacitación

Las actividades de capacitación se complementan con materiales que dan claridad y permanencia a los mensajes que se han transmitido en los cursos y talleres. La disponibilidad de estos materiales facilita la labor de los técnicos encargados de la difusión del manejo del gorgojo del camote. El material producido, afiches, boletines, trípticos, series de diapositivas y videos (Figura 15.1), lleva mensajes muy claros, expresados con sencillez, recurriendo más a diagramas, dibujos y fotografías que a textos. Los principales materiales de difusión utilizados en el programa de manejo del gorgojo de camote en Cuba, diseñados y producidos por la colaboración de INIVIT y CIP, son los siguientes:

Afiches

Así vive el tetuán del boniato. En este afiche (60cm x 40 cm) a colores, se muestran fotografías originales de cada uno de los estados de desarrollo del gorgojo: huevo, larva, pupa y adulto. Así mismo se muestran los daños en las raíces y tallos. De tal manera que el agricultor pueda reconocer cada estado biológico de la plaga y el lugar donde puede encontrarlo. Se hizo una réplica de este afiche para la República Dominicana utilizando las denominaciones locales para el gorgojo y el camote: **Así vive el piogán de la batata.**

Manejo Integrado del Tetuán del Boniato. Este afiche (51cm x 36cm) a colores, contiene un diagrama que señala todas las medidas para el control del gorgojo y las oportunidades para su aplicación desde antes de la siembra y durante el desarrollo del cultivo, relacionando la fenología del cultivo con el ciclo biológico de la plaga. Es un afiche destinado más a los técnicos que a los gricultores.

Así se controla el Tetuán del Boniato. Este afiche (60cm x 40cm) a colores presenta en 15 fotografías, a agricultores cubanos en ejecución de todas las medidas de control del gorgojo de manera secuencial, desde la siembra hasta la cosecha.

Boletines

Control Integrado del Tetuan del Boniato. Este boletín (18 pp.) destinado a agricultores, presenta los diversos componentes del manejo del gorgojo del camote en forma de historieta donde la plaga y sus enemigos naturales son los principales personajes. La original y amena presentación del boletín y la manera sencilla en que describe la esencia del programa le ha dado gran aceptación entre técnicos, productores y estudiantes.

Así se Controla el Tetuán del Boniato. Este boletín (14 páginas) presenta todas las medidas que contribuyen al control del gorgojo del camote. Cada una de ellas es descrita brevemente y va acompañada de una fotografía a colores (15 en total), mostrando tal como se practica en Cuba.

Plegables

Uso de la feromona sexual para el control del Tetuán (*Cylas formicarius*) del boniato (*Ipomoea batatas*). Este tríptico, preparado por el INIVIT sobre el uso de la feromona sexual, presenta información sobre la importancia de este componente en el manejo del gorgojo, el mecanismo de atracción, la estructura de la trampa, la disposición de las trampas, el control sin colectores, el control con colectores y el desplazamiento de las trampas.

Metodología para el Control Integrado del Tetuán (*Cylas formicarius*) en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas*). Este tríptico presenta en forma muy resumida la metodología para el control de la plaga y recomienda todas las medidas o alternativas de control.

Videos

El Control del Tetuán del Boniato. Este primer video sobre el control del tetuán del boniato, fue producido en 1994 por el Ministerio de Agricultura (MINAG) y la televisión cubana sobre la base de una entrevista al Dr. Alfredo Morales y a la Ing. María del Carmen Castellón, ambos del INIVIT, para el programa televisivo cubano "Tierra, sol y ... algo más". Se describen todas las medidas de control y al final se entrevistan a algunos agricultores. Esta cinta tiene una duración de 15 minutos.

Manejo Integrado del Tetuán del Boniato. Este segundo video fue producido en 1997 por el INIVIT con el apoyo del CIP. El guión de la filmación incluye la presentación técnica de la biología de la plaga, todas las medidas de control explicadas en detalle y los testimonios de algunos agricultores que practican el manejo integrado del gorgojo. Esta cinta tiene una duración de 18 minutos.

Serie de Diapositivas

Control Integrado del Tetuán del boniato, *Cylas formicarius*. Esta serie de diapositivas sobre el control integrado del gorgojo del camote consta de 44 diapositivas originales y comprende la biología de la plaga y las medidas de control.



Figura 14.3. Materiales de capacitación producidos durante la implementación del Programa de manejo Integrado de *Cylas formicarius*: Afiches, boletines, trípticos, videos y diapositivas.

VI

Impacto del programa MIP Cuba

**Nilo Maza Estrada
Alfredo Morales Tejón
Oscar Ortiz
Paul Winters
Jesús Alcázar Sedano
Gregory Scott**

Daños y pérdidas previos al MIP

Introducción al estudio de impacto

Esta Sección describe la evolución del MIP-Cylas y el proceso de adopción de las prácticas de control. Además, estima el impacto de esta tecnología y los logros del esfuerzo colaborativo entre el INIVIT y el CIP para solucionar los problemas de plagas en el cultivo del camote.

Las preguntas de investigación que intenta responder este estudio son:

- ¿En qué medida las prácticas de MIP han sido adoptadas por los agricultores cubanos?
- ¿Cuál es la reducción del daño por adopción del MIP?
- ¿Cuál es el beneficio económico generado para los agricultores?
- ¿Cuál es la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto?

El estudio se basa en el análisis de fuentes secundarias de información como los archivos mantenidos por el INIVIT y el MINAG de Cuba, en el análisis de datos obtenidos de una muestra de 50 campos de camote a través de una encuesta y en discusiones grupales conducidas con productores y técnicos involucrados.

El estudio presenta una reseña de las prácticas de control que componen el MIP. Se describe cómo se ha difundido la información sobre esta tecnología, cómo ha cambiado el conocimiento y la adopción de las diferentes prácticas según el sistema de producción. También se estiman los costos de las prácticas y finalmente se estiman el valor del beneficio y la tasa interna de retorno del proyecto.

Situación de daños y pérdidas antes del MIP

Varios factores inciden en los bajos rendimientos del camote en Cuba. Entre los factores más importantes se destaca el daño producido por el gorgojo o tetuán, el cual es prácticamente la única plaga de importancia en este cultivo. En casos extremos los daños pueden afectar al 100% de las raíces tuberosas.

Según reportes oficiales, el promedio de daño en 1991 fue de 16% de la producción comercial. En esa época, el control de este insecto se basaba fundamentalmente en aplicaciones intensivas de insecticidas (de 12 a 15 veces por campaña) como metamidofos, dimetoato, dieldrín y carbaryl. Antes de 1991 los insecticidas eran fácilmente disponibles para el agricultor cubano dada la situación económica existente.

Después de 1991, estos insecticidas ya no estuvieron disponibles para los agricultores debido a la crisis económica. Esto ocasionó que la población del tetuán se incrementara significativamente y también los daños causados por el insecto. En 1993, el INIVIT realizó evaluaciones en las principales

provincias productoras de camote en aproximadamente 10% a 15% de las áreas y concluyó que había daños promedios entre 40% a 50%, lo cual generó una crisis entre los productores y comenzó una reducción de las áreas de cultivo de camote en las provincias más afectadas.

Otros reportes (Cuadro 16.1) indican porcentajes de daños variados según la provincia, siendo La Habana, la provincia con menores daños en esa época dado que aún se mantenía, aunque en menor escala, el uso de insecticidas. En las otras provincias los daños variaron de 20% a 65%.

La información proporcionada tanto por el INIVIT como por los representantes del MINAG indican que los daños causados por el gorgojo eran como mínimo 33% entre 1993 y 1994 en zonas donde aún no se utilizaba el manejo integrado. Con respecto a los rendimientos, Castellón (1994) reporta datos experimentales de 8.9 t/ha en campos donde no se utilizó ninguna medida de control y con las variedades más comunes. Este es el dato más confiable para estimar la pérdida en pesos cubanos a precios de 1998, asumiendo que un productor vendería 50% de la producción comercial al estado (a 170 pesos cubanos/t) y el otro 50% en el mercado agropecuario (a 710 pesos cubanos/tm), que son precios promedios obtenidos en encuestas a productores en 1998. El cuadro 16.2 muestra este cálculo.

La pérdida valorizada en dólares al cambio libre en Cuba (US\$ 21 por peso cubano), es aproximadamente 55 US\$/ha. Es necesario mencionar que el precio del camote en el mercado interno cubano es inferior al precio del camote en países vecinos. Por ejemplo, Alvarez *et al.* (1996) indica que en República Dominicana el precio varía según la calidad entre 120 y 160 US\$/t para mercado interno y exportación respectivamente mientras que en Cuba oscila entre 8 y 33 US\$/t de acuerdo al mercado donde se comercialice. El boniato para consumo animal en República Dominicana es valorizado en 40 US\$/t, comparado con aproximadamente 2 US\$/t que se paga en Cuba. Las distorsiones en los precios explican por qué la pérdida estimada es menor a los 300 US\$/ha reportados por Swindale (1992), en la República Dominicana con un promedio de daño causado por el gorgojo de 39%.

Cuadro 16.1 Promedio del porcentaje de daño causado por tetuán en algunas de las principales provincias boniateras de Cuba, antes del uso del MIP, 1993-1994.

Provincia	Daño (%)
La Habana	15
Villa Clara	40
Sancti Spiritus	30
Ciego de Avila	30
Granma	65
Santiago de Cuba	20 *
Promedio	33.3

Fuente: Informes brindados por los funcionarios del MINAG, responsables Provinciales del cultivo del boniato, en el II Encuentro de Productores que utilizan el MIP-Cylas, realizado en el INIVIT, 3-4 de Diciembre de 1998.

* Un reporte de 1998, presentado en Santiago de Cuba corrigió esta cifra, indicando un promedio de daño del 46 % para el período 1993-94.

Cuadro 16.2 Pérdida económica por hectárea causada por *Cylas formicarius*, considerando precios distorsionados del boniato en Cuba.

Cálculo		Valor en USA (\$/ha)
Rendimiento Total (t/ha)	8.9	
Daño (%)	33.0	
Rendimiento sano (t/ha)	6.0	
Rendimiento dañado (t/ha)	2.9	
Valor del rendimiento sano:		
- 50 % vendido al estado (\$ 170 /t)	510.0	24.3
- 50 % vendido al mercado (710 /t)	2 130	101.4
- Valor total:	2 640	125.7
- Valor del rendimiento dañado (\$ 40/t)	116.0	5.5
Ingreso real por venta del camote	2 756	131.2
Valor potencial del rendimiento total:		
- 50 % vendido al estado (\$ 170/t):	756.5	36.0
- 50 % vendido al mercado (\$ 710/t):	3 159.5	150.4
- Valor potencial:	3 916	186.5
Pérdida causada por el daño:		
Valor potencial - Valor real:	1 160	55.2

Adopción del manejo integrado del tetuán en Cuba

Adopción del manejo integrado del tetuán en Cuba

Para la evaluación del impacto es necesario tener información precisa sobre la adopción de una tecnología a nivel de campo. Los resultados de la encuesta que se aplicó a 50 productores en las principales provincias productoras de boniato en Cuba en 1998 se analizaron para evaluar la adopción. Además, se utilizaron como fuentes secundarias los informes del INIVIT y del MINAG.

En la muestra analizada en 1998, se incluyeron 58% de productores pertenecientes a cooperativas, 24% fueron agricultores independientes, 14% fueron de granjas de nuevo tipo y 4% del sector estatal.

En general se analizaron fincas de aproximadamente 98 ha, las cuales dedicaban un promedio de 3.5 ha al cultivo de boniato al momento de la entrevista. Las fincas analizadas sembraban hasta 32 diferentes cultivos, siendo los más importantes el boniato, la yuca, el plátano, las hortalizas, el maíz y el tomate.

El clon de boniato más comúnmente sembrado fue CEMSA 78-354 en 80% de los campos analizados. De las fincas analizadas, 78% tenían acceso a riego para el boniato, de las cuales 50% era riego por aspersión y 28% por gravedad.

Desde 1993, se ha observado un progresivo incremento en el uso de las prácticas de MIP. Esto fue facilitado posiblemente porque no existía otra alternativa de control, ya que el uso de insecticidas era y es actualmente muy restringido y porque los agricultores habían observado la eficiencia del MIP. También se detectaron cambios del conocimiento de los agricultores participantes sobre la biología del insecto y la progresiva adopción de las prácticas de MIP.

Cambios en el conocimiento

Los agricultores cubanos se pueden dividir en 3 grandes grupos. Los que pertenecen al sector estatal, al sector cooperativo y los productores individuales. Evaluaciones realizadas por el INIVIT en 1993 y 1996 arrojan los resultados que se aprecian en el Cuadro 17.1. Aunque es necesario mencionar que las muestras no fueron las mismas, estos datos indican una tendencia en cuanto a mejoras en el conocimiento.

En el sector estatal los cambios son poco notorios, ya que la mayoría de los responsables de manejo de los campos son profesionales agrícolas debidamente capacitados. Aún así se observó mejora del conocimiento en temas como el comportamiento del insecto y el conocimiento de las fuentes de infestación, especialmente el conocimiento relacionado a los residuos de cosecha como

Cuadro 17.1 Cambios en el conocimiento de los agricultores en las áreas piloto entre 1993 y 1996.

Temas: Conoce:	Tipos de agricultor y años de evaluación *					
	Estatal		Cooperativo		Individual	
	1993	1996	1993	1996	1993	1996
El ciclo biológico	100	100	40	60	33	45
El comportamiento del insecto	86	100	40	80	40	80
El daño	100	100	100	100	100	100
Las fuentes de infestación	80	100	60	90	67	75
Los residuos de cosecha * *	28	100	0	80	0	60
Las hormigas predadoras	85	100	100	100	100	100
El hongo <i>Beauveria</i>	85	100	80	80	0	40
La feromona sexual	43	100	60	60	0	40

* Expresado en porcentaje de agricultores que conocían los temas indicados.

** Conoce los residuos de cosecha como la principal fuente de infestación.

Fuente: Evaluaciones realizadas por el INIVIT a una muestra de 50 productores en 1993 y 50 productores en 1996 en las principales provincias productoras de boniato.

una de las principales fuentes para la multiplicación del insecto. Respecto a algunas de las prácticas de control, el conocimiento sobre el uso de trampas con feromona también aumentó de 43% de entrevistados en 1993 a 100% en 1996.

En el sector cooperativo, la proporción de entrevistados que conocían la biología del insecto se incrementó entre 20% y 40%. La identificación de fuentes de infestación se incrementó en 30% y especialmente el reconocimiento de los residuos como fuente de infestación creció de 0% (nadie la conocía) a 80%. Respecto al conocimiento de las prácticas de control (hormigas, hongo y feromona) no hubo variación, ya que los encargados de Sanidad Vegetal fueron los que recibieron la capacitación y ellos no necesariamente capacitaron al personal de campo.

En el sector de los agricultores independientes, se observa un incremento de las proporciones de entrevistados que conocían aspectos de la biología del insecto entre 12% a 40%. Respecto al conocimiento de los residuos de cosecha como fuente de infestación la proporción creció de 0% a 60%. La hormiga era ya conocida como un buen controlador por todos los agricultores. En cambio, los agricultores que conocían el hongo *Beauveria* y la feromona sexual se incrementaron de 0% a 40% en ambos casos.

En términos generales, el sector estatal es el que conoce mejor los principios y las prácticas del MIP, ya que como se indicó anteriormente, los responsables de los campos son en su mayor parte profesionales. Menor conocimiento existe entre los campesinos cooperativistas e individuales según los datos de 1996. Esto influye en la adopción de las prácticas como se aprecia más adelante.

Cambios en el uso de prácticas de control

Las prácticas de MIP-*Cylas* pueden ser divididas en dos grupos. El primero consiste en aquellas prácticas que eran conocidas por los agricultores antes del comienzo del programa, por ejemplo, la rotación, el uso de hormigas predadoras, el riego. El segundo grupo son todas las prácticas que comenzaron a usarse como parte del programa de MIP desde 1993, primero en las áreas piloto y luego en otras zonas de Cuba. En esta sección analizamos la adopción de las prácticas basada en la evidencia recolectada en 1998 de 50 campos de producción de boniato.

Rotación. Esta práctica es la más utilizada por los productores. Ningún campo evaluado se

había sembrado sobre rastrojo de un boniato anterior. Es un ejemplo del buen manejo cultural que realizan los productores, reforzado porque han comprendido que las poblaciones del insecto se incrementan considerablemente cuando no se rota.

Selección de semilla. Esta es una de las prácticas que ha tenido mayor aceptación entre los productores de boniato en Cuba. El uso de punta y pre-punta del bejuco es actualmente una práctica generalizada que no implica mayor inversión. Generalmente los obreros se encargan de realizar esta labor según las indicaciones de los responsables de los campos o de los propietarios

Eliminación de residuos. Según los resultados de la encuesta, en la mayoría de campos (98%), se realiza una eliminación de los residuos de la cosecha anterior. Sin embargo, este dato habría que analizarlo con mayor profundidad. En realidad sólo 52% de entrevistados pagó mano de obra para que recojan los residuos y el 46% permitió que pobladores aledaños ingresen a los campos después de la cosecha y recogieran los restos de raíces. En realidad habría dudas de la eficiencia de la labor de eliminación ya que las personas sólo estarían interesadas en los boniatos sanos que puedan ser utilizados para la alimentación humana o animal; en cambio los dañados quedarían en el campo como fuente de infestación.

Uso de trampas con feromona sexual. Esta es la práctica clave que ha despertado mayor curiosidad e interés. Fue introducida a Cuba en 1993 y actualmente tiene buena aceptación entre los productores. En el 88 % de los campos evaluados se habían instalado trampas con feromona. La Figura 17.1 indica el crecimiento del número de dispersores de feromona distribuidos por el INIVIT entre 1993 y 1998. Según los datos de 1998, los agricultores usan en promedio 14 trampas por hectárea, variando de 8 a 25. Esto quiere decir que trampas con feromona se estarían usando en aproximadamente entre 4,000 a 12,000 ha por campaña. Considerando que hay dos campañas por año, la feromona se estaría usando como método de control entre 8,000 a 24,000 ha, sin contar el área tratada con feromonas importadas y distribuidas directamente por el gobierno.

Es importante destacar que las trampas con feromona han ido cambiando a través del tiempo y

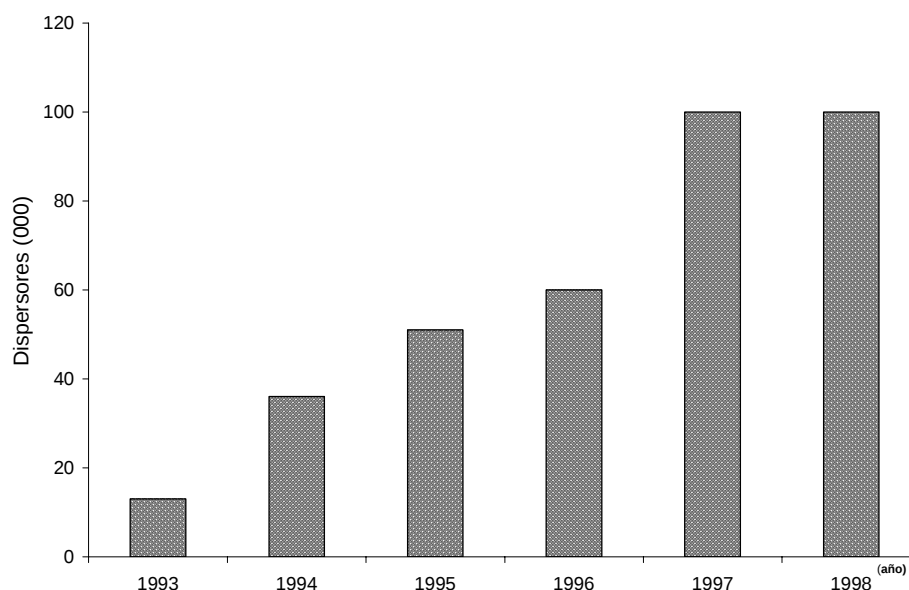


Figura 17.1 Número de dispersores de feromona sexual del gorgojo de camote (*Cylas formicarius*) distribuidos por el INIVIT entre 1993 y 1998.

actualmente se utilizan en combinación con el hongo *B. bassiana* o con insecticidas. Este es el componente que ha tenido mayor aceptación entre los productores, quienes en algunos casos utilizan menos de 16 trampas por hectárea y las van rotando. Hay casos en que las usan por horas para concentrar a los insectos y eliminarlos y luego recogen los dispersores y los guardan en el refrigerador para poder utilizarlos por más tiempo. Todas estas son adaptaciones que el agricultor ha realizado según su experiencia. Ellos perciben que la feromona es subsidiada y es barata comparada con otros componentes, pero confían en su eficiencia y estarían dispuestos a pagar hasta el equivalente a un dólar por dispersor para poder seguir utilizándola.

Cosecha oportuna. De la muestra evaluada, 88% de entrevistados cosecharon el boniato tan pronto como alcanzó la madurez fisiológica. Los precios atractivos en el mercado y el temor a tener mayores daños (lo que implica mayor pérdida), han contribuido para que los agricultores cosechen a tiempo.

Riego. Esta es una práctica ampliamente conocida por los agricultores. Todos ellos consideran al riego como un control efectivo contra el tetuán. En la muestra analizada, todos los agricultores que tenían disponibilidad de riego (78% de la muestra) lo usaron tanto para satisfacer la demanda de agua del cultivo, como para bajar la incidencia del insecto. El 52% de campos tenían acceso a riego por aspersión y 28% tenían riego por gravedad. En ambos casos los agricultores tenían que invertir en combustible para el bombeo.

Uso de semilla de banco semillero. Otra práctica que tiene adopción media es el uso de material propagativo procedente de los bancos semilleros que generalmente son instalados en las empresas o en las cooperativas. Según la muestra, se utilizó este tipo de semilla en 72% de los campos. Es más fácil para aquellos agricultores dentro de las empresas o cooperativas tener acceso a la semilla de calidad que para los agricultores independientes.

Evitar la colindancia: El 68% de los agricultores entrevistados indicaron que ellos trataban de no sembrar campos de boniato contiguos, especialmente si en el campo más viejo había tenido alta infestación del tetuán. Los agricultores que indicaron no realizar esta práctica explicaron que el problema era que no tenían suficiente área como para evitar la colindancia.

Desinfección de semilla: De los agricultores entrevistados, 66% indicó que había desinfectado la semilla (esquejes de boniato) antes de la siembra. La mayoría (60%) utilizó soluciones del hongo *B. bassiana* para bañar los bejucos y sólo el 6% utilizó el insecticida metamidofos.

Uso del hongo *B. bassiana*: Dado que en Cuba existen 221 Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE), es relativamente fácil tener a disposición el hongo *B. bassiana*. Generalmente cada empresa estatal y cooperativa tienen un CREE. Para los agricultores individuales es un poco más difícil conseguir el hongo. Según la encuesta realizada, el hongo se utilizó en 64% de los campos, generalmente en forma combinada con las trampas de feromona.

Uso de hormiga depredadora: Sólo el 32% de entrevistados reportaron usar la hormiga como método de control del tetuán. Dentro de este grupo sólo 6% indicó que manejaba las hormigas, es decir, fabricaba los nidos artificiales y luego los trasladaba a los campos. El 26% restante indicó que trataba de mantener las hormigas que naturalmente existían en sus campos. Esta es una práctica que tiene una baja adopción generalmente porque hay campos donde no se dan las condiciones para el establecimiento de las hormigas, por ejemplo, no hay humedad suficiente. Los agricultores también indicaron que habían otras prácticas de control que eran más eficientes, como las feromonas, el riego y el hongo.

Uso de insecticidas. En 24% de los campos evaluados se habían usado insecticidas para el control del tetuán. Se usan hasta 3 aplicaciones totales combinadas con aplicaciones localizadas, lo cual comparado con el 100% de campos que los usaban antes de 1992, indica que actualmente el control del tetuán depende de prácticas no químicas. Los insecticidas más utilizados son los fosforados en 18% de los casos indicados.

Eliminación de campanillas. Ningún agricultor mencionó haber eliminado campanillas de sus campos. La razón indicada más frecuentemente es que, en algunos casos no existe dicha planta en las cercanías y en otros casos la flor de la campanilla es valorada como fuente de néctar para mantener la producción de miel de abeja, el cual es un rubro exportable y por lo tanto valorado.

Comentario sobre el uso de prácticas de control

En general, los agricultores realizan un mínimo de 4 prácticas y un máximo de 10 prácticas que tienen efecto de control contra el gorgojo. El 66% de la muestra realizan entre 7 y 9 prácticas de control. Dentro de la muestra analizada, no hubo ningún campo donde no se usara por lo menos una práctica relacionada al MIP. Aproximadamente la mitad de las áreas productoras de camote en Cuba, utilizan varios componentes del MIP, entre ellos la feromona sexual. Sin embargo, en el resto no podemos descartar que se use algún componente. Por ejemplo, la rotación de cultivos es utilizada como una práctica común entre los productores de manera general.

La conclusión que se desprende de la evidencia presentada es que la tasa de adopción de la mayoría de prácticas es alta o media dentro del grupo de campos analizados. Sin embargo, un aspecto muy importante es estimar en qué medida la adopción será sostenible. Este punto se analiza a continuación.

Evolución de la adopción del MIP en Cuba y su sostenibilidad

El INIVIT y el MINAG han evaluado las áreas boniateras en las cuales se ha utilizado el MIP en los últimos años. La información muestra que el incremento de área bajo MIP ha sido significativo. La Figura 17.2 presenta la evolución de las áreas bajo MIP entre 1993 y 1998.

La tendencia es clara en cuanto a la adopción y ha existido un incremento significativo de áreas adoptando esta tecnología. La explicación de este rápido incremento es el sistema de extensión que existe en Cuba. Este sistema permite que la información y la tecnología se diseminen rápidamente ya que existen especialistas de Sanidad Vegetal en la totalidad de las empresas estatales, cooperativas y municipalidades, lo cual es apoyado por el marco legal y político existente. Por otro lado, el control unilateral utilizando sólo insecticidas no es posible dadas las actuales condiciones económicas.

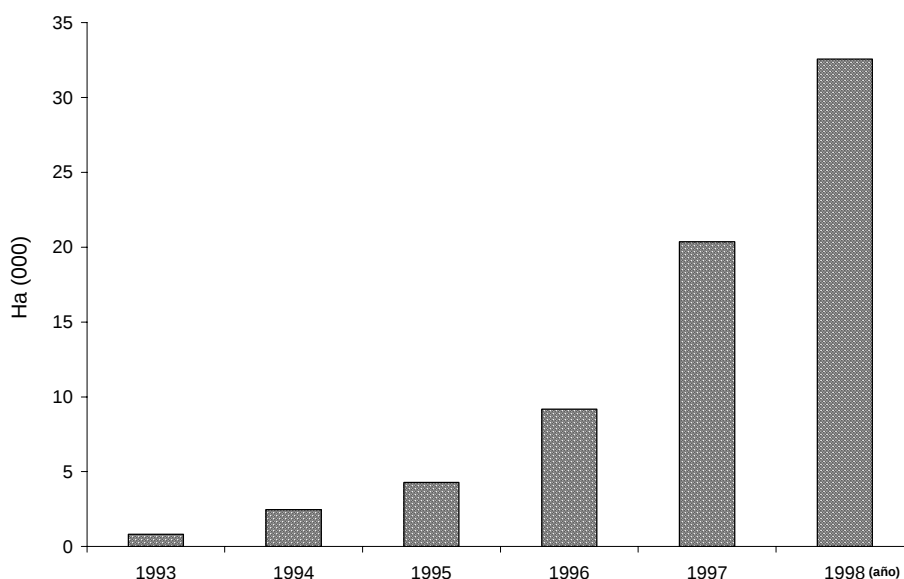


Figura 17.2 Áreas bajo Manejo Integrado del gorgojo de camote (*Cylas formicarius*). INIVIT, 1993 - 1998.

Cuadro 17.2 Adopción de las prácticas de MIP-Cylas en 50 campos evaluados en 1998.

Práctica	Adopción (% de campos)	Adopción (calificación)
Rotación	100	Alta
Selección de semilla	98	
Eliminación de residuos	98	
Uso de trampas con feromona sexual	88	
Cosecha oportuna	88	
Riego	78	Media
Uso de semilla de banco	72	
Evitan la colindancia	68	
Desinfección de semilla	66	
Uso del hongo <i>Beauveria</i>	64	
Hormiga	32	Baja
Uso de insecticidas	24	
Eliminación de campanillas	0	

La eficacia de la tecnología para controlar el gorgojo del camote fue otra razón clara para la adopción rápida del MIP. Aproximadamente 60% de los entrevistados indicaron que ellos consideraban que el daño causado por el gorgojo había disminuido en los últimos años. Por otro lado, 28% opinó que los niveles de daño se mantenían sin variar y sólo 12% indicó que el daño había aumentado. Sin embargo, los entrevistados dejaron claro que el daño dependía de las condiciones particulares y el manejo de cada campo.

En cuanto a la sostenibilidad de las prácticas, el Cuadro 17.3 presenta una estimación de dicha sostenibilidad basada en el acceso a insumos para realizar cada práctica. Uno de los aspectos más importantes en la adopción de prácticas es determinar en qué medida la adopción será sostenible en el tiempo. Una forma de medir esto es determinando una potencialidad de sostenibilidad basada en la procedencia de los insumos que se usan en cada práctica, lo que a su vez está relacionada con el costo. En el Cuadro 17.3 se aprecia que siete de las trece prácticas analizadas tienen una alta potencialidad de ser sostenibles ya que utilizan recursos existentes dentro de las fincas como la mano de obra o el uso de hormigas. Hay otro grupo de prácticas con mediana sostenibilidad ya que además de la mano de obra se necesita un insumo o recurso que no existe dentro de la finca, tal es el caso del combustible para el riego y el hongo *B. bassiana*. Hay dos prácticas que tienen baja potencialidad de ser sostenibles dadas las condiciones actuales. Estás son las feromonas y los insecticidas, los cuales tienen que ser importados. El caso de las feromonas es particularmente importante porque es uno de los componentes clave del programa que ha despertado la motivación y el interés al capturar miles de insectos; sin embargo, su sostenibilidad como práctica de control no está asegurada. Los insecticidas son importados por el gobierno directamente y distribuidos a los productores. Las feromonas han sido canalizadas a través del programa de colaboración CIP-INIVIT y difundidas en forma subsidiada. El precio que se cobra por dispersor está entre 1 a 2 pesos cubanos (entre 0.05 y 0.1 dólar), lo que no permite establecer un fondo para la continua compra de feromonas. Aunque el estado ha invertido en la compra de feromonas desde 1996, no se conoce cual será la inversión futura en este sentido para mantener una continua provisión de este insumo a los productores, por lo que es el componente más débil. Los planes futuros deberán incluir un mecanismo para que el gobierno cubano importe directamente el ingrediente activo de la feromona y establezca un fondo rotatorio para mantener una continua provisión del insumo. Una posibilidad sería crear condiciones para sintetizar la feromona en el país.

Cuadro 17.3 Principales características de las prácticas de manejo integrado del tetúan del boniato en Cuba.

Práctica	Costo	Sostenibilidad	Insumo principal	Eficiencia **
Rotación	+	Alta	MO	1
Selección de semilla	++	Alta	MO	2
Eliminación de residuos	++	Alta	MO	1
Uso de trampas con feromona sexual	+++	Baja	Feromona importada	1
Cosecha oportuna	+	Alta	MO	2
Riego	++	Mediana	MO y combustible	1
Uso de semilla de banco	++	Mediana	MO	2
Evitan la colindancia	+	Alta	Disponibilidad de terreno	2
Desinfección de semilla	++	Mediana	MO y producto***	2
Uso del hongo <i>Beauveria</i>	+++	Mediana	Hongo	1
Hormiga	+	Alta	Hormiga y MO	1
Uso de insecticidas	+++	Baja	Insecticida y MO	1
Eliminación de campanillas	+	Alta	MO	3

Clave: + Bajo costo, generalmente sólo mano de obra; ++ mediano costo posible de cubrir con recursos propios; +++ alto costo (generalmente subsidiado). Mayor información sobre costos en la sección sobre costos de las prácticas.

* La sostenibilidad depende si se utilizan insumos que se pueden conseguir dentro de la finca (alta o media) o son insumos importados (baja).

Un factor adicional que se debe considerar al analizar la sostenibilidad es el factor de riesgo de contaminación del medio ambiente. De todas las prácticas mostradas en el Cuadro 17.3, solamente el uso de insecticidas en campo y para la desinfección de semilla plantea un riesgo de contaminación, principalmente porque se utilizan productos fosforados. Las demás prácticas no generan riesgo al medio ambiente ni a las personas.

Tipo de productor y adopción de las prácticas

Como se ha indicado anteriormente, existen varios sistemas de producción en Cuba que se agrupan en el sector estatal, cooperativo e individual. Considerando esto, se puede decir que hay dos tipos de tomadores de decisiones en el sistema. Un grupo mayor que toma decisiones en forma colectiva porque pertenece a empresas estatales, cooperativas o granjas y un grupo menor que toma decisiones en forma independiente. Si comparamos la adopción de las prácticas con el tipo de tomadores de decisiones, se obtienen los resultados que se presentan en el Cuadro 17.4.

Estos resultados indican que hay prácticas cuya adopción depende del sistema de producción. Por ejemplo, el uso de trampas con feromona sexual es mayor en el sistema colectivo, posiblemente porque tienen un acceso más fácil a estos insumos. Lo mismo ocurre con el uso de semilla de banco ya que los sistemas colectivos son los que tienen bancos de semilla. Las prácticas de evitar la colindancia, desinfección de semilla, uso del hongo *B. bassiana* y riego también se usan más en el sector colectivo. Por el contrario, las hormigas son más usadas por agricultores independientes. No hay diferencias significativas en las otras prácticas de control.

La evidencia sugiere que la adopción de prácticas claves en el manejo del tetúan es mayor en el sector colectivo por dos razones básicas. La primera es que la información ha llegado más fácilmente a este sector. La segunda es que los agricultores de éste sector tienen mayores facilidades para acceder a los insumos o facilidades relacionadas al MIP.

Cuadro 17.4 El uso de prácticas de MIP según el sistema de producción (n=50)

Prácticas de MIP	Individual	Colectivo	Diferencia
Rotación	100	100	
Selección de material propagativo	96	100	
Eliminación de residuos	96	100	
Uso de trampas con feromona sexual	75	100	**
Cosecha oportuna	96	100	
Riego	66	88	
Uso de semilla del banco	58	85	**
Evitan la colindancia	42	92	**
Desinfección de la semilla	37	92	**
Uso del hongo <i>Beauveria</i>	33	96	**
Hormiga	46	19	
Uso de insecticidas	21	27	
Eliminación de campanillas	0	0	

** Existen diferencias significativas con un nivel de significación de 0.05

Opinión de los agricultores sobre la importancia de las prácticas de MIP

Una parte de la encuesta y las discusiones grupales que se realizaron en 1998 estuvieron orientadas a determinar cuál es la opinión de los agricultores sobre la importancia relativa de las diferentes prácticas para controlar al gorgojo. Los resultados se aprecian en el Cuadro 17.5.

Es claro que para 84% de agricultores entrevistados el riego juega un papel importante para el control del tetuán, seguido de las trampas de feromona combinadas con el hongo *B. bassiana* o insecticidas, que fue indicado por 74% de ellos. Los insecticidas son importantes para 26% de los entrevistados. Las rotaciones, selección y desinfección de semilla y uso de hormigas son importantes para 18% y 16% de la muestra. La eliminación de residuos sólo es mencionada por 12% como importantes. Luego hay un grupo de prácticas que son mencionadas sólo por entre 2% y 4% de entrevistados, las cuales no son importantes para los agricultores.

Si se hace una correlación entre el porcentaje de adopción y la frecuencia de importancia, se observa que no existe una asociación significativa, lo cual sugiere que algunas de las prácticas culturales como selección y desinfección de semilla, rotación y eliminación de residuos se hacen como parte del manejo del cultivo; pero no tienen una intención clara de controlar al insecto. Si se separan las prácticas de riego, uso de feromonas, hongo *B. bassiana*, insecticidas y hormiga y se repite la correlación entre adopción e importancia, se aprecia una correlación de 0.8, lo cual indica que estas prácticas son consideradas esenciales para el control por los agricultores y las demás serían complementarias.

En términos generales, 90% de entrevistados indicaron que ellos continuarían utilizando las prácticas de MIP aunque hubiera libre disponibilidad de insecticidas. El 10% restante indicó que ellos preferirían utilizar insecticidas sistémicos, lo cual reduciría sus costos de mano de obra, obviamente si los insecticidas estuvieran disponibles a un precio asequible.

Cuadro 17.5 Prácticas de MIP mencionadas como las más eficientes para controlar el tetúan en orden de frecuencia (n=50).

Práctica	Frecuencia * (%)
Riego	84
Trampas de feromona combinada con hongo o insecticida	74
Uso del hongo en aplicaciones totales	46
Insecticidas	26
Rotación	18
Selección y desinfección de semilla	16
Uso de la hormiga	16
Eliminación de residuos	12
Buena preparación del suelo	4
Todas las prácticas como un sistema	4
Uso del estiércol de vacuno	2
Cosecha oportuna	2
Siembra profunda	2
Eliminación de campanilla	2

* El total no suma 100% porque los agricultores mencionaron más de una práctica como importante.

Beneficios del MIP-Cylas en Cuba

Los costos de las prácticas de MIP

Estimar cuánto cuesta para los agricultores cubanos cada práctica de MIP plantea un reto debido a que algunas prácticas pueden ser valorizadas en dólares y otras están subsidiadas por el estado, especialmente la mano de obra. Además, el dólar tiene dos tipos de cambio, uno oficial que es 1 peso cubano por dólar (US\$) y uno del mercado libre que fluctúa alrededor de 21 pesos cubanos por dólar.

En esta sección tratamos de estimar los costos de los componentes del MIP-Cylas para tener una idea del costo que significa usar esta tecnología. En el Cuadro 18.1 se aprecian los costos subsidiados en Cuba y también valorados a precios internacionales.

Las feromonas son el método más costoso seguidas de los insecticidas. Los otros componentes como uso del hongo *Beuveria bassiana*, selección y desinfección de semilla, eliminación de residuos y uso de hormigas son relativamente baratos ya que mayormente utilizan la mano de obra disponible en las fincas. Además, es difícil estimar su valor real a precios internacionales, dadas las distorsiones existentes. En el Cuadro 18.1 sólo se incluyen los costos de los componentes que requieren de inversión adicional.

Fuentes de beneficio del MIP-Cylas en Cuba

Debido a las distorsiones de precios existentes tanto en los insumos como en el producto (camote), valorizar las fuentes de beneficio plantea un reto. Por este motivo, se plantean varios escenarios para el cálculo del beneficio económico. Los elementos de cada escenario se indican en el Cuadro 18.2.

En el primer escenario se estima el beneficio considerando precios distorsionados y la comparación de un punto base sin MIP en 1993 con un periodo con MIP en 1997. En el segundo escenario se estima el beneficio con similares condiciones, pero con precios internacionales.

En el tercer escenario se estima el beneficio de cambiar el uso de insecticidas (12 aplicaciones), antes de 1993 a usar el MIP en 1997. El ahorro en el uso de insecticidas contribuye al beneficio.

En el cuarto escenario se estima el beneficio de la contribución del CIP al proyecto, para lo cual se aísla el efecto de las feromonas para reducir el daño, usando los datos experimentales indicados en Alcázar *et al.* (1997).

En el quinto escenario se estima el beneficio de la contribución del CIP considerando un cambio del uso de pesticidas al uso de feromonas, con el consiguiente ahorro en el valor de los pesticidas.

Cuadro 18.1 Costos por hectárea de los componentes MIP en pesos cubanos y dólares norteamericanos.

Componente	Costo en pesos Cubanos (valor con subsidio)	Costo en US dolares al cambio libre ^a (valor con subsidio)	Costo en US dólares a precios internacionales (valor sin subsidio)
Selección de semilla	11	0.5	5.0
Desinfección de semilla	28	1.3	13.0
Trampas de feromona* (16/ha)	100	4.8	38.5
Insecticidas** (3 aplicaciones/ha)	250	11.9	18.8
Hongo <i>B. bassiana</i>	61	2.9	29.0
Hormiga	11	0.5	5.0
Eliminación de residuos	20	1.0	10.0
Costo total si se usaran todas las prácticas	481	23.0	119.3

* El costo se ha tratado de estimar en pesos cubanos, tratando de incluir el costo del ingrediente activo de la impregnación en Cuba. No es el precio de venta al productor que está muy subsidiado (1 peso cubano por dispersor).

** Sólo incluye el valor del producto químico.

^a 21 pesos Cubanos/dolar US \$

Nota: Los costos a precios internacionales se calcularon usando el valor en dólares de los insumos importados. Para los componentes locales se asumió que el valor subsidiado era el 100% del valor real.

Cuadro 18.2 Elementos de los diferentes escenarios usados para el estimado de beneficios.

Escenario	Tipo de precios	Periodo base	Atribuciones
1. Antes y después del MIP	Distorsionados	1993	Proyecto total
2. Antes y después del MIP	Internacionales	1993	Proyecto total
3. Con insecticidas y con MIP	Internacionales	antes de 1993	Proyecto total
4. Antes y después del MIP (uso de feromonas)	Internacionales	1993	Contribución del CIP
5. Con insecticidas y con MIP	Internacionales	antes de 1993	Contribución del CIP

Estimado del beneficio con precios distorsionados

Este estimado se hace utilizando los valores de los insumos a precios pagados en Cuba y el precio promedio pagado por el boniato. Se compara la situación antes del MIP, cuando ya no se usaban pesticidas y la situación después del MIP. El cálculo se aprecia en el Cuadro 18.3.

El beneficio económico por hectárea a precios distorsionados es de US\$ 43.5. Con este valor se puede calcular la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) del proyecto.

La reducción de los niveles de daño está corroborada por la disminución de las poblaciones de insectos según evaluaciones realizadas en el INIVIT en 1992 y 1996. Se aprecia claramente que las capturas semanales de insectos en las trampas ha disminuido considerablemente (CIP, 1998)

Otra fuente de beneficio es el incremento del rendimiento que se obtiene al controlar mejor la plaga. Los datos obtenidos de los campos indican que existe una correlación significativa entre el daño y el rendimiento (Figura 18.1), esto explica la diferencia de 10.6 t/ha cuando se usa MIP y 8.9 t/ha cuando no se usa. En República Dominicana, Alvarez *et al.* (1996) reportan diferencias de 8.8 t/ha y 8 t/ha en los mismos casos respectivamente. Cuando se usa la ecuación de regresión, el

rendimiento correspondiente a 33% de daño sería de 5.8 t/ha. Sin embargo, con el afán de minimizar beneficios, se usa 8.9t/ha reportado por Castellón (1994).

Un beneficio adicional, que en este caso no fue evaluado es la recuperación del peso de las raíces sanas en comparación con las que están dañadas. Swindale (1992) estimó que las raíces dañadas pesan sólo el 82% de las sanas. En el caso cubano, esta ganancia de peso no se evaluó. Sin embargo, se asume que la diferencia de 1.7 t/ha entre antes y después del MIP incluiría la recuperación de peso.

Cuadro 18.3 Estimación del beneficio económico por hectárea a precios distorsionados (valorizado en US\$)

	Sin MIP	Con MIP
Rendimiento (t/ha)	8.9	10.6
Daño (%)	33.0	12.5
Rendimiento sano (t/ha)	6.0	9.3
Rendimiento dañado (t/ha)	2.9	1.3
Valor del rendimiento sano*:	126.3	195.8
- 50 % vendido a US \$ 8.1/t	24.3	37.7
- 50 % vendido a US \$ 34/t	102.0	158.1
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US \$ 1.9/t	5.5	2.5
Ingreso bruto por ha (US \$)	131.8	198.3
Costo de MIP* *	0.0	23.0
Ingreso neto por ha (US \$)	131.8	175.3
Diferencia de ingreso		43.5

* Ventas al estado y al mercado agropecuario respectivamente.

** Se asume el costo total del MIP para minimizar beneficios y que los demás costos de producción no varían.

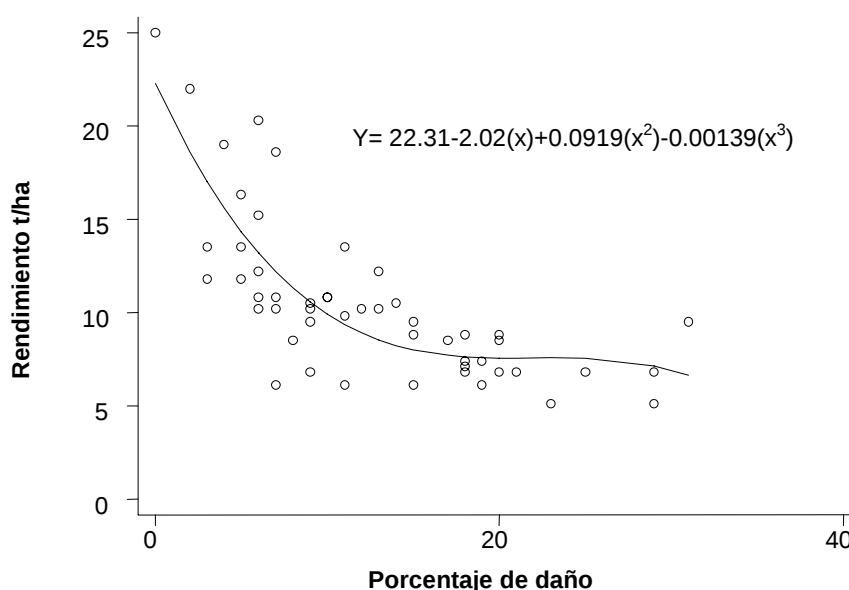


Figura 18.1 Correlación entre el daño por el gorgojo del camote *Cylas formicarius* en la raíces del camote y rendimiento por hectárea.

Estimado del beneficio a precios internacionales

Otra forma de evaluar el beneficio es dando valores aproximados a los reales. En este caso, se valoraron los insumos a precios internacionales, especialmente insecticidas y feromonas, que constituyen más del 70% de los costos de control. Los costos reales de los otros componentes se estimaron asumiendo que el valor subsidiado era el 10% del valor real, tomando como referencia las diferencias de precios de boniato. El cálculo del beneficio se aprecia en el Cuadro 18.4.

El incremento del ingreso neto entre usar y no usar MIP es de US\$ 148.7/ha. Con este valor se calcula la TIR y el VAN.

Estimado del beneficio incluyendo el ahorro de insecticidas

Otro escenario para estimar el beneficio es cuando se considera el ahorro de insecticidas como parte del beneficio económico obtenido. En este caso se compara la situación antes del MIP, cuando se usaban 12 aplicaciones de insecticidas y se tenía un daño promedio de 16%, con la situación después del MIP en que se usan tres aplicaciones de insecticidas, combinadas con otras prácticas de MIP y se tiene un daño promedio de 12.5%. El cálculo se aprecia en el Cuadro 18.5. El cálculo de los rendimientos se realizó con la ecuación de regresión mostrada en la Figura 18.1. El rendimiento de 7.8 t/ha estimado con uso intensivo de insecticidas, que es menor a 8.9t/ha que se obtienen con uso de MIP, se considera correcto debido a que hay prácticas de MIP como el uso de semilla certificada que contribuyen a mejorar el rendimiento. En este estimado, lo importante no es el valor absoluto del rendimiento sino la diferencia entre la situación con insecticidas y con MIP.

El incremento del ingreso entre los dos escenarios considerados es de US\$ 136.6/ha. Con este ingreso se calcula la TIR y el VAN del proyecto.

Cuadro 18.4 Estimado del beneficio económico por hectárea a precios internacionales (valorizado en US \$).

	Sin MIP	Con MIP
Rendimiento (t/ha)	8.9	10.6
Daño (%)	33.0	12.5
Rendimiento sano (t/ha)	6.0	9.3
Rendimiento dañado (t/ha)	2.9	1.3
Valor del rendimiento sano:		
- Vendido a US \$ 120.0/t*	720.0	1 116
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US \$ 80/t	232.0	104.0
Ingreso bruto por ha (US \$)	952.0	1 220
Costo de MIP **	0.0	119.3
Ingreso neto por ha (US \$)	952.0	1 100.7
Diferencia de ingreso		148.7

* Se considera el valor del boniato para consumo local y el valor del boniato dañado en la República Dominicana indicado por Alvarez et al. 1996.

** Se estimaron valores reales de las feromonas a US \$ 2.75 por trampa y de los insecticidas. Para estimar el valor real de las otras prácticas se asumió que el valor subsidiado era el 10 % del valor real. Se asume que los demás costos de producción no varían.

Cuadro 18.5 Estimado del beneficio por hectárea a precios reales, incluyendo el ahorro de insecticidas.

	Sin MIP	Con MIP
Rendimiento* (t/ha)	7.8	8.9
Daño (%)	16.0	12.5
Rendimiento sano (t/ha)	6.6	7.8
Rendimiento dañado (t/ha)	1.2	1.1
Valor del rendimiento sano:		
- Vendido a US \$ 120/t **	792.0	936.0
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US \$ 80/t	96.0	88.0
Ingreso bruto por ha (US \$)	888.0	1 024.0
Costo del control***	69.4	119.3
Ingreso neto por ha (US \$)	818.6	904.7
Diferencia de ingreso	—	86.1
Ahorro en el uso de insecticidas: ***	—	50.5
Diferencia de ingreso incluyendo ahorro de insecticidas		136.6

* Se utilizó la ecuación de regresión mostrada en la Figura 18.1 para estimar los rendimientos.

** Se considera el valor del boniato para consumo local y el valor del boniato dañado en República Dominicana indicado por Alvarez et al. 1996.

*** Se estimaron valores reales de las feromonas a US \$ 2.75 por trampa y de los insecticidas. Para estimar el valor real de las otras prácticas se asumió que el valor subsidiado era el 10 % del valor real. Se asume que los demás costos de producción no varían.

Estimado del beneficio económico del proyecto desde el punto de vista de la inversión realizada por el CIP

Los escenarios anteriores consideran los costos de la investigación desde 1980 que es cuando se reporta por primera vez una investigación sobre componentes de MIP-*Cylas* en Cuba. En esta sección se estima el beneficio de la contribución del CIP a este proyecto. Para este cálculo se asume que la principal contribución del CIP ha sido el uso de la feromona sexual. No existe una correlación estadística que nos indique el porcentaje de reducción de daño que se puede atribuir al uso de feromonas; por lo tanto, se asume que la reducción de daño sólo por el uso de feromonas sería de 33% a 24%, usando datos experimentales reportados por Alcázar *et al.* (1997) como base para estimar la reducción. Además se considera que el CIP empezó a invertir en el desarrollo del MIP-*Cylas* desde 1988 en República Dominicana, antes de comenzar las actividades en Cuba. Se consideran los mismos costos del programa usados para el cálculo del beneficio en el reporte de Alvarez *et al.* (1996). Este cálculo se muestra en el Cuadro 18.6.

El incremento del ingreso neto por hectárea debido a la introducción de feromonas sería de US\$ 181.5. Con este valor se estima la TIR y el VAN.

Estimado del beneficio económico del proyecto desde el punto de vista de la inversión realizada por el CIP, asumiendo un cambio del uso de insecticidas al uso de feromonas.

Este escenario considera también que la contribución principal del CIP al proyecto ha sido el uso de feromonas; pero compara una situación de uso de insecticidas (12 aplicaciones), con una situación de uso de feromonas. Se estiman los rendimientos usando la ecuación de regresión de la

Figura 18.1. Se asume que el efecto de las feromonas para reducir el daño es el 68% de la diferencia indicada en el escenario 3 y Cuadro 18.5. El periodo que se analiza también comienza en 1988 y va hasta el 2020. Este cálculo se aprecia en el Cuadro 18.7.

El incremento de ingreso neto por hectárea incluyendo el ahorro en el uso de insecticidas es de US\$ 145.4, con el cual se estima una TIR de 68% y un VAN de 24 millones de dólares.

La evaluación del proyecto MIP-*Cylas* en Cuba

Después de siete años del proyecto colaborativo entre INIVIT y CIP se han observado resultados alentadores respecto a los beneficios generados por el manejo integrado del tetuán del boniato. Basados en estos datos, se puede estimar la tasa interna de retorno y el valor actual neto del proyecto asumiendo varios escenarios. El Cuadro 18.6 presenta las tasas internas de retorno bajo diferentes escenarios.

El escenario más conservador en la estimación del beneficio es cuando se consideran precios distorsionados (No. 1 en el Cuadro 18.6). Sin embargo, este escenario tiene una TIR de 49% que es mucho mayor que las TIR calculadas para otros proyectos de manejo integrado de plagas como 27% para el caso del control del *Cylas formicarius* con feromona sexual en República Dominicana (Alvarez *et al.*, 1996) o el 30% para el control integrado del gorgojo de los Andes en Perú (Ortiz *et al.*, 1996). El valor actual neto es de 3.4 millones de dólares para este escenario, lo cual da una referencia de la rentabilidad del proyecto. Los otros escenarios tienen TIR y un VAN mayores, lo cual indica que la inversión realizada para la investigación y difusión del MIP-*Cylas* en Cuba ha sido rentable.

Conclusiones del estudio de impacto

El programa de manejo integrado del tetuán del boniato en Cuba representa un caso interesante y particular de la implementación del manejo integrado del gorgojo del camote (tetuán), dadas las particulares condiciones de la economía cubana. Por ejemplo, el servicio de extensión es centralista, pero organizado y eficiente, lo cual ha permitido que la tecnología del MIP haya llegado a 51% del área productora de camote total en siete años. Otro aspecto interesante a destacar es la combinación de prácticas de control biológico, etológico y cultural que se han utilizado, con un mínimo uso de agroquímicos. Es también un caso especial ya que no ha existido la interferencia de empresas comercializadoras de pesticidas como ocurre en otros países con economías de libre mercado.

Un factor adicional que ha contribuido a la adopción del MIP en Cuba ha sido la apertura del mercado agropecuario donde los precios son fijados por la oferta y la demanda. De esta manera, se ha incentivado la innovación tecnológica para lograr mejores rendimientos con la calidad adecuada para la venta y mayores posibilidades de obtener rentabilidad con el cultivo del boniato.

Como se aprecia, una serie de factores coyunturales, además de la eficiencia de control, han contribuido a hacer de las prácticas del MIP una tecnología atractiva para los agricultores. Dentro de este contexto se ha analizado la adopción de cada práctica. Entre las más aceptadas por los agricultores están la rotación de cultivos, la selección de semilla, la eliminación de residuos, el uso de trampas con feromona, la cosecha oportuna, el manejo del riego y el uso de semilla certificada. Hay otras prácticas con una aceptación media, tales como: evitar la colindancia, la desinfección de semilla, el uso del hongo *B. bassiana* y el uso de semilla certificada. Finalmente, hay algunas prácticas con baja aceptación, ellas son el uso de hormigas y el uso de insecticidas. Hay una práctica, la eliminación de campanillas, que ningún productor la ha realizado. Cada finca y productor han combinado las prácticas según sus condiciones y por tanto no existe un patrón uniforme sino diversidad de combinaciones en las diferentes provincias cubanas que cultivan el boniato. Sin embargo, los agricultores consideran el riego, el uso de trampas de feromonas

Cuadro 18.7 Beneficio por hectárea a precios reales, incluyendo el ahorro de insecticidas asumiendo un cambio de pesticidas a feromonas.

	Con insecticidas	Con feromonas
Rendimiento* (t/ha)	7.8	8.3
Daño (%) **	16.0	13.6
Rendimiento sano (t/ha)	6.6	7.2
Rendimiento dañado (t/ha)	1.2	1.1
Valor del rendimiento sano:		
- Vendido a US \$ 120/t ***	792.0	864.0
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US \$ 80/t	96.0	88.0
Ingreso bruto por ha (US \$)	888.0	952.0
Costo del control****	69.4	38.5
Ingreso neto por ha (US \$)	818.6	913.5
Diferencia de ingreso	—	94.9
Ahorro en el uso de insecticidas:	—	50.5
Diferencia de ingreso incluyendo ahorro de insecticidas		145.4

* Se utilizó la ecuación de regresión mostrada en la Figura 19.1 para estimar los rendimientos.

** Se asume que las feromonas contribuyen con el 68 % en la disminución del daño indicado en el escenario 3, según datos de Alcazar et al. (1997).

*** Se considera el valor del boniato para consumo local y el valor del boniato dañado en República Dominicana indicado por Alvarez et al., 1996.

**** Se estimaron valores reales de las feromonas a US \$ 2.75 por trampa.

Cuadro 18.8 Tasas internas de retorno para el proyecto MIP-Cylas bajo diferentes escenarios.

Escenarios ^a	TIR ^a	VAN (US \$) ^a (millones)
1. Considerando un beneficio neto de US \$ 43.5 estimado con precios distorsionados (ver Cuadro 19.3).	49	3.4
2. Considerando un beneficio neto de US \$ 148.7 estimado con precios reales (ver Cuadro 19.4).	63	12.0
3. Considerando un beneficio neto de US \$ 86.1/ha más un ahorro de insecticidas de US 50.52/ha (ver Cuadro 19.5).	62	10.6
4. Considerando un beneficio neto de US \$ 181.5 estimado como la contribución del CIP (uso de feromonas) al proyecto (ver Cuadro 19.6).	73	31.3
5. Considerando un beneficio neto de US \$ 145.42 estimado como la contribución del CIP al proyecto, cambiando el uso de insecticidas al uso de feromonas (ver Cuadro 19.7).	68	24.9

^a Las proyecciones consideran un techo de adopción de 50 000 ha hasta el año 2020. Se usa una tasa de descuento del 10 %.

combinadas con el hongo o insecticidas, el uso del hongo en forma total y la selección y desinfección de semilla como prácticas esenciales de control.

Existen componentes de control que no son sostenibles en el tiempo y que dependen de que se mantenga la colaboración entre el INIVIT y una fuente externa del insumo que se utiliza. Este es el caso del uso de las trampas con feromonas sexuales que actualmente se usan en forma subsidiada. Hasta el momento no se han establecido mecanismos para lograr su uso sostenido. A partir de 1996, el estado cubano ha invertido en la compra de cápsulas impregnadas de feromona, las cuales vende a los productores, pero no existe la seguridad de mantener este suministro en los próximos años. Sin embargo, esta es la práctica que genera el máximo valor de retorno a la inversión y que además no tiene ningún riesgo de contaminación al medio ambiente o a las personas, por lo que invertir en mantener su uso estaría ampliamente justificado.

En la encuesta realizada en 1998 no se pudo obtener información de campos que no usaran MIP, por lo que no se cuenta con evidencia de la influencia de cada práctica de MIP para reducir el daño. Sin embargo, la evidencia de cómo era la situación en 1991, cuando el control se basaba en el uso intensivo de insecticidas, en 1993 cuando no se usaban otros métodos de control, y en 1998 usando el MIP, demuestra la efectividad de esta tecnología para reducir el daño y la población del gorgojo del camote.

Las fuentes de beneficio que ha generado este proyecto son, primero, la disminución del porcentaje de daño de las raíces, lo cual ha originado que los productores tengan mayor volumen para venta; segundo, un incremento del rendimiento debido a una menor incidencia del insecto y mejor manejo. El porcentaje de daño en las raíces ha disminuido en términos promedios y conservadores de 33% a 12.5% y el rendimiento se ha incrementado de 8.9 a 10.6 t/ha.

Teniendo en cuenta la disminución del porcentaje de daño y el incremento del rendimiento estimados para diferentes escenarios, se puede calcular el incremento del ingreso neto considerando que sólo cambiaron los costos de control y los demás costos se mantuvieron invariables. Dadas las características de la economía actual se han asumido varios escenarios para el cálculo del ingreso neto por hectárea. En el extremo más conservador y distorsionado, este ingreso estaría alrededor de 43 US\$/ha. En el otro extremo, se podría obtener un beneficio de 181 US\$ si se omite el efecto de las feromonas y se incluye el ahorro de pesticidas, usando como referencia los precios de la República Dominicana.

Al evaluar el proyecto en términos de la tasa interna de retorno, se aprecia que en el escenario más conservador la TIR es de 49%. Con escenarios más optimistas se obtiene una TIR entre 62% y 73%, la cual es altamente atractiva y demuestra la rentabilidad del programa colaborativo para la investigación y difusión del MIP-*Cylas* en Cuba.

Los estimados demuestran que la inversión realizada por el INIVIT y el CIP para investigación y extensión relacionada al MIP-*Cylas* es rentable y el retorno es bastante atractivo comparado con inversiones similares en otros programas de MIP; sin embargo, el programa depende en gran medida de que se mantenga la colaboración entre el CIP y el INIVIT o que el estado cubano decida invertir para mantener la disponibilidad de insumos para el MIP (caso de feromonas) en el futuro.

Referencias

REFERENCIAS I: Aspectos generales sobre el Camote en Cuba

- Agata, W.** 1982. The characteristics of dry matter and yield production in sweet potato under field conditions, pp.119-127. In R.L. Villarreal & T.D. Griggs, eds. Sweet potato. Proceedings of the first international symposium. Asian Vegetable Research and Development Center Publ. No. 82-172, Tainan, Taiwan.
- La Rosa, J.; Ocano, C.; Castiñeiras, A.; Zayar, M. A. y Riveron, R.** 1992. Enemigos naturales de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en Cuba. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal. II Taller sobre diagnóstico de plagas. La Habana. Cuba.
- Lima, M. y Morales, A.** 1990. Status de clones comerciales de boniato en Cuba. Memorias III Jornada Científica INIVIT. Santo Domingo. Villa Clara. Cuba.
- Martínez, A. A.** 1958. Plagas Agrícolas de Cuba. Edición Revolucionaria.
- MINAGRI, 1993.** Informe Anual. Ministerio de Agricultura. Ciudad de la Habana. Cuba. (Mimeografiado).
- O'Hair, S.K.** 1991. Growth of the sweet potato in relation to attack by the sweet potato weevils. In Sweet potato pest management, a global perspective. R.K Jansson y K.V. Raman, eds.
- Pérez Marín, E. y Muñoz Baños, E.** 1991. Agricultura y alimentación en Cuba. Edición Ciencias Sociales. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Sutherland, J. A.** 1986. Damage of *Cylas formicarius* (Fab.) to sweet potato vines and tubers, and the effect of infestations on total yield in Papua New Guinea. Pest Manage. 32: 316-323
- Wilson, L.A.** 1982. Tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). pp. 79-94. In R.L. Villarreal & T.D. Griggs, eds. Sweet potato. Proceedings of the first international symposium. Asian Vegetable Research and Development Center Publ. No. 82-172, Tainan, Taiwan

REFERENCIAS II: El gorgojo del camote

- Agata, W.** 1982. The characteristics of dry matter and yield production in sweet potato under field conditions, pp.119-127. In R.L. Villarreal & T.D. Griggs, eds. Sweet potato. Proceedings of the first international symposium. Asian Vegetable Research and Development Center Publ. No. 82-172, Tainan, Taiwan.
- Amargos, M.A.** 1935. El señor tetuán. Revista Agricultura 5(16):8-21.
- Austin, D. F.; Jansson, R. K., Wolfe, G. W.** 1991. Convolvulaceae and *Cylas*: a proposed hypothesis of this plant/insect relationship. Tropical Agriculture. 68(2): 162-170.

- Cabrera, I., Cruz, C., Acosta, N. y Armstrong, A.** 1990. Ciclo de vida del piche de la batata, *Cylas formicarius* var. *elegantulus* (Coleoptera: Curculionidae), en Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 74(1): 61-67
- Chalfant, R.B., Jansson R.K., Seal D.R., Schalk J.M.** 1990. Ecology and management of sweet potato insects. Annu. Rev. Entomol. 35: 157-180.
- Cockerham, K. L., Deen, O. T., Christian, M. B. & Newsom, L. D.** 1954. The Biology of the Sweetpotato Weevil. Louisiana Tech. Bull. 483: 1-30
- Das, G. P.** 1992. Alternative host of the sweetpotato weevils, *Cylas formicarius* complex. Tropical Science. 33(1): 101-103
- Díaz, S.J.** 1980. Biología de *Cylas formicarius* var. *elegantulus* (Sun.) en condiciones de laboratorio. Centro Agrícola 7 (2): 81-88.
- Fielding, W. J.** 1993. A History of the Sweet Potato Weevils with Special Reference to their Control Measures. Research & Development Division, Ministry of Agriculture, Kingston, Jamaica. Special Publication Number 3, 24 p.
- Floyd, E. H.** 1942. Notes on the Biology and Seasonal History of the Sweetpotato Weevil, *Cylas formicarius* (Fab.). Louisiana Agr. Expt. Sta. Bull. 350
- Frohlich, G. y W. Roderwald.** 1970. Enfermedades y plagas de las plantas tropicales. Edit. Leipzig. 183 - 186.
- Jansson, R. K., Hunsberger, A.G. B.** 1991. Diel and ontogenic patterns of oviposition in the sweetpotato weevil (Coleoptera : Curculionidae). Environmental Entomology. 20(2): 545-550.
- Jansson, R. K., Hunsberger, A.G.B., Lecrone, S. H., O'Hair, S. K.** 1990. Seasonal abundance, population growth, and within-plant ditribution of sweet potato weevil (Coleoptera: Curculionidae) on sweet potato in southern Florida. Environmental Entomology. 19(2): 313-321
- Gonzales, S. S.** 1925. The sweetpotato Weevil (*Cylas formicarius*, Fab.) Philippines Agriculturist 14: 259-81.
- La Rosa, J., Ocano, C., Castiñeiras, A., Zayar, M. A., Riveron, R.** 1992. Enemigos naturales de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en Cuba. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. II Taller sobre diagnóstico de plagas. La Habana. 2p.
- Lima, M. y Morales, A.** 1990. Status de clones comerciales de boniato en Cuba. Memorias III Jornada Científica INIVIT. Santo Domingo. Villa Clara. Cuba.
- Martínez, A..A.** 1958. Plagas agrícolas de Cuba. La Habana. Edición Revolucionaria.
- Masso, C. E., Neyra, M.** 1990. Lucha química contra las plagas en viandas (boniato y yuca). Intituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal. Memorias Quinquenio 1981-1985. La Habana. 113-114.
- Miyatake, T., Moriya, S., Shimaji. Y.** 1997. Dispersal potential of male *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae) over land and water. Environmental Entomology 26(2): 272-276.
- Mullen, M. A.** 1981. Sweetpotato Weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers): Development, Fecundity, and Longevity. Ann. Entomol. Soc. Amer. 74: 478-81
- Mullen, M. A.** 1984. Biology of the Sweetpotato Weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers), and selection for resistance in the sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Proceedings del Sweetpotato Weevil Workshop. New Orleans, January 24, 1984. 17-29.
- Mullen, M. A., Jones, A., Arbogast, R. T., Paterson, D. R. y Boswell T. E.** 1981. Resistance of sweetpotato lines to infestations of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers). HortScience 16: 539-40.
- Ocano, C., Ruiz, M., Julia La Roza.** 1990. Biología del tetuán del boniato, *Cylas formicarius* en condiciones de laboratorio. Ciencia y Técnica en Agricultura. Protección de plantas 13 (2): 39. La Habana.
- O'Hair, S.K.** 1991. Growth of the sweet potato in relation to attack by the sweet potato weevils. In Sweet potato pest management, a global perspective. R.K Jansson and K.V. Raman eds.
- Pérez Marín, E y Muñoz Baños, E.** 1991. Agricultura y alimentación en Cuba. Edición. Ciencias Sociales. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Raman, K.V.** 1988. Strategies to develop sweetpotatoes with weevil resistance in developing countries, pp. 203-211. In Improvement of sweetpotato (*Ipomoea batatas*) in Asia. International Potato Center, Lima, Peru.
- Raman, K.V., Alleyne, E.H.** 1991 Biology and management of the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus*, pp 263-281. In Sweet Potato Pest Managment, a global perspective. R.K. Jansson and K.V Raman, eds.

- Reinhard, H. J.** 1923. The Sweetpotato Weevil. Tex. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 308: 1-90
- Sakuratani, Y.; Sugimoto, T.; Setokuchi, O.; Kamikado, T.; Kiritani, K. y Okada, T.** 1994. Diurnal change in micro-habitat usage and behavior of *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) adults. Applied Entomolgy and Zoology (Japan). 29(3): 307-315.
- Setokuchi, O. y Nakao, N.** 1991. In-field damage by sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius) to sweet potato. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu. 37:104-106.
- Sorensen, K. A.** 1984. Impact of the sweetpotato weevil in the South East. Proceedings Sweetpotato weevil Workshop. New Orleans, January 24, 1984. 1-16.
- Starr, C. K., Wilson, D.D., Severson, R. F., Kays, S. J.** 1997. Sexual dimorphism in the sweet potato weevil, *Cylas formicarius* (F) (Coleoptera: Brentidae). The Canadian Entomologist. 129:61-69.
- Sugimoto, T., Sakuratani, Y., Setokuchi, O., Kamikado, T., Kiritani, K., Okada, T.** 1994. Estimations of attractive area of pheromone traps and dispersal distance, of male adults of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (F) (Coleoptera: Curculionidae). Applied Entomology and Zoology Japan). 29(3): 349-358.
- Suah, J.R.** 1981. Major pests of root crops in the Caribbean. Paper delivered at a short course o integrated pest management of tropical crops. Fac. Agric., Univ. West Indies, St. Augustine, Trinidad.
- Sutherland, J. A.** 1986. Damage of *Cylas formicarius* (Fab.) to sweet potato vines and tubers, and the effect of infestations on total yield in Papua New Guinea. Pest Manage. 32: 316-323.
- Talekar, N. S.** 1982. Effects of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae) infestation on sweetpotato root yields. J. Econ. Entomol. 75(6): 1042-1044.
- Uritani, I., Saito, T., Honda, H., Kim W. K.** 1977. Induction of furano-terpenoids in sweetpotato roots by the larval components of the sweet potato weevils. Agricultural and Biological Chemistry (Japan). 39(3):1857-1862.
- Wang, Y. y Kays, S. J.** 1997. Induction of adult femalesweetpotato weevil (*Cylas formicarius elegantulus* Summers) volatile attractant triggered by root epiderm feeding. HortScience. 32(3): 511.
- Wilson, L.A.** 1982. Tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.).pp. 79-94. In R.L. Villareal & T.D.Griggs eds. Sweet potato. Proceedings of the first international symposium. Asian Vegetable Research and Development Center Publ. No. 82-172, Tanian, Taiwan.
- Wolfe, G.W.** 1991. The origin and dispersal of the pest species of *Cylas* with a key to the pest species groups of the world, pp. 13-43. In Sweet Potato Pest Management, a global perspective. R.K. Jansson y K.V. Raman eds.
- Wilson, L.A.** 1982. Tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.).pp. 79-94. In R.L. Villareal & T.D.Griggs,eds. Sweet potato. Proceedings of the first international symposium. Asian Vegetable Research and Development Center Publ. No. 82-172, Tanian, Taiwan

REFERENCIAS III: Manejo de Plagas

- Alcázar, J. y Cisneros, F.** 1997. Integrated management for Andean Potato Weevils in Pilot Units. Internatinal Potato Center. Program Report 1995-96: 169-176
- Apple, J. L.; Horsfal, J. G. y Cowling, E. B.,** eds. 1977. The Theory of Disease Management. Plant Disease: An advanced Treatise. Vol. I. How Disease is Managed. Academic Press, New York. 79-101.
- Apple, J. L. y Smith R. F.,** eds. 1976. Integrated Pest Management. Plenum Press. 200 pp
- Bottrell, D. G.** 1979. Guidelines for Integrated Control of Maize Pests. FAO Plant Production and Protection Papers. Rome. 91p.
- 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 Arthropod, Disease and Weed Pests of Cotton, Grain, Sorghum and Deciduos Fruit. Texas Agr. Exp. Sta. MP-1276. P. 168-184.

- Cisneros, F. H.** 1992. El Manejo integrado de Plagas, Guía de Investigación 7. Centro Internacional de la Papa. 38p.
- Cisneros, F., Alcázar, J., Palacios, M., Ortiz, O.** 1995. Una Estrategia para el Desarrollo e Implementación del Manejo Integrado de Plagas. Circular CIP. 21(3): 2-7.
- El-Zik, K. M., Frisbie, R. E.** 1991. Integrated Crop Management Systems for Pest Control. In Handbook of Pest Management of Agriculture, 2nd edition. David Pimentel, ed. Vol III: 3-104.
- Falcon, L. A. y Smith, R. F.** 1974. Manual de Control Integrado de Plagas del Algodonero. FAO. Roma, AGPP; Misc. 18., 87p.
- FAO.** 1979. Manual de Control Integrado de Plagas del Arroz. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal. Roma. 123p.
- Jansson, R. K., Raman, K. V.** eds. 1991. Sweetpotato Pest Management, a Global Perspective. Westview Press. 458p.
- Mujica, N., Cisneros, F.** 1997. Developing IPM components for Leafminer Fly in the Cañete Valley of Peru. International Potato Center. Program Report 1995-96: 177-184.
- Palacios, M., Cisneros, F.** 1997. Integrated Management for the Potato Tuber Moth in Pilot Units in the Andean Region and the Dominican Republic. International Potato Center. Program Report 1995-96: 162-168.
- Pimentel, D., McLaughlin, L., Zepp, A., Lakitan, B. Kraus, T., Kleinman, P., Vancini, F., Roach, W. J., Graap, E., Keeton, W. S., Selig, G.** 1991. Environmental and Economic Impact of Reducing U.S. Agricultural Pesticide Use. In Handbook of Pest Management in Agriculture, 2nd edition. David Pimentel, ed. C.R.C Press. vol I: 679-718.
- Radcliffe, E. B., Flanders, K. L., Ragsdale, D. W., Noetzel D. M.** 1991. Pest Management System for Potato Insects. In Handbook of Pest Management in Agriculture, 2nd edition. David Pimentel, ed. C.R.C. Press. Volumen III: 587-621.
- Repetto, R., Baliga, S. S.** 1996. Los Plaguicidas y el Sistema Inmunitario. World Resources Institute. 112 p.
- Smith, R. F., van den Bosch, R.** 1967. Integrated Control., en Pest Control – Biological, Physical and Selected Chemical Methods. Kilgore, W.W. and Dout, R. L, eds. Academic Press, New York: 295-340.
- Stern, V. M., Smith, R.F., van den Bosch, R., Hagen, K. S.** 1959. The Integrated Control Concept. Hilgardia 29:81-101.
- Van Huis, A.** 1981. Integrated Pest Management in the Small Farmer's Maize Crops in Nicaragua. Dept. of Entomology. Agricultural University. Wageningen. The Netherlands. 221 p.

REFERENCIAS IV: Componentes MIP gorgojo

- Alayo, P.** 1974. Introducción al estudio de los himenópteros de Cuba. La Habana. Academia de Ciencias de Cuba 53: 59.
- Alves, S. B., Stimac J. L.** 1988. Suscetibilidade de *Solenopsis invicta* Buren e *S. saevissima* Fr. Smith, a isolados de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. An. Soc. ent. Brasil, 17 (2): 381 – 387.
- Amalin, D. M., Zaag, P. vander, Aguda, R.** 1990. Mass production of white muscardine fungus, *Beauveria bassiana* Bals., and its efficacy against sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Fabr.). In The potato and sweetpotato in Southeast Asia and the Pacific Region. (CIP). Manila. 115-121.
- Annecke, D.P.** 1959. The effect of parathion and ants on *Coccus hesperidum* L. (Coccidae: Hemiptera) and its natural enemies. Jour. Ent. Soc. So. Africa. 22: 245-274.
- AVRDC,** 1990. Progress report summaries 1990. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, Republic of China. In Integrated Control of *Cylas formicarius*. In Sweetpotato Pest Management.
- Castellón, María del C., Lilian Morales, A. Morales.** 1993. Optimización de algunos componentes para el control de *Cylas formicarius* (F). IX Forum de Ciencia y Técnica. Santo Domingo. Villa Clara, Cuba. 8 pp.
- Castellón, María del C.** 1990. Controles biológicos. Las Villas. INIVIT. Material mimeografiado. 12pp.

- Castellón, María del C., Lilian Morales, A. Morales, N. Maza, Dania Rodríguez, H. Fuentes.** 1997. Feromona sexual en el control del Tetuán (*Cylas formicarius*) utilizando dispersores nacionales e importados en Cuba. Revista Peruana de Entomol. (40): 165-167. Lima, Peru.
- Castiñeiras, A.** 1984. Virulencia de tres cepas de *B. bassiana* sobre adultos de *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae). Cuba. Cienc. Tec. Agric. Prot. Plantas. 7:67-74.
- Castiñeiras, A.** 1989. Relaciones de *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) con *Cylas formicarius elegantulus* (Coleoptera: Curculionidae) en el cultivo del boniato, *Ipomoea batatas*. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie: Protección de Plantas (Cuba) 12(4):15-19.
- Castiñeiras, A., Calderón, A.** 1982. Susceptibilidad e *Pheidole megacephala* a tres insecticidas microbianos: Dipel, Bitoxibacillin 202 y *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie: Protección de Plantas (Cuba). 61-66.
- Castiñeiras, A.; Caballero, S., Rego, G., Gonzales, M.** 1982. Efectividad técnico-económica del empleo de la hormiga leona *Pheidole megacephala* en el control del tetuán del boniato, *Cylas formicarius elegantulus*. Ciencia y Tecnología en la Agricultura. Serie: Protección de Plantas (Cuba) 103-109.
- Castiñeiras, A., Cabrera, T., Calderón, A., Obregón, O.** 1984. Virulencia de cuatro cepas de *Beauveria bassiana* sobre adultos de *Cylas formicarius elegantulus* (Coleoptera: Curculionidae). Ciencia y Tecnología en la Agricultura. Serie: Protección de Plantas (Cuba). 7(1):65-74.
- Castiñeiras, A.; Perez, M.; Obregón, O., Castañeda, I.** 1984. Virulencia de tres cepas de *Metarrhizium anisopliae* sobre adultos de *Cylas formicarius elegantulus* (Coleoptera: Curculionidae). Ciencia y Tecnología en la Agricultura. Serie: Protección de Plantas (Cuba) 7(1): 129-136.
- Coffelt, J. A., Vick, K.W., Sower, L.L., McClellan W.T.** 1978. Sex pheromone of the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius elegantulus*: laboratory bioassay and evidence for a multiple component system. Environ. Entomol. 7:756-758.
- Che Lung, P.** 1975. Biological control of pests in China, Acta Ent. Sinica. 19 (3) 251 pp.
- DeBach.** 1965. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. La Habana. Edición Revolucionaria, Instituto del Libro. Pp 550-569.
- Díaz, J. S.** 1982. Biología, Ecología y Control de *Cylas formicarius* (Fab.). Reseña Bibliográfica. Fac. Cienc. Agric. UCLV. Cuba. 28 p.
- Espinoza, C., Panta, A., Golmirzaie, A. M., Ghislain, M.** 1995. Construcción genética de un gen quimérico para la resistencia a insectos en camote. Congreso Peruano de Genética . Resúmenes. Sociedad Peruana de Genética . Lima . Perú. 81-82.
- Heath, R. R., Coffelt, J.A. Proshold, F.I. Jansson, R.K., Sonnet, P.E.** 1991. Sex Pheromone of *Cylas formicarius*: History and Implications of Chemistry in Weevil Management. In Sweetpotato Pest Management, A Global Perspective. R. K. Jansson and K. V. Raman, eds. Westview Press. 79-96.
- Heath, R. R., J. A. Coffelt, J.A., Sonnet, P.E., Proshold, F.I., Dueven, B., Tumlinson, J.H.** 1986. Identification of a sex pheromone produced by female sweetpotato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers). J. Chem. Ecol. 12: 1489-1503.
- Ho, T. H.** 1970. Studies of some major pests of sweetpotato and their control. Malay. Agric. J. 47: 437-452.
- Hwang, J. S., Hung, C. C.** 1991. Evaluation of the effect of integrated control of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Fab.), with sex pheromone and insecticides. Chinese Journal of Entomology 11(2): 140-146.
- Jansson, R.K.** 1991. Biological control of *Cylas* spp. In Sweet potato pest management, a global perspective. Jansson, R.K. y K.V. Raman, eds.: 169-201.
- Jansson, R. K., Proshold, F. I., Mason, L. J., Heath, R. R., Locrone, S. H.** 1990. Monitoring sweetpotato weevil (Coleoptera: Curculionidae) with sex pheromone: effects of dosage and age of septa. Tropical Pest Management 36(3): 263-269.
- Jansson, R. K., Locrone, S. H.** 1991. *Euderus purpureus* (Hymenoptera: Eulophidae) a parasitoid of sweetpotato weevil (Coleoptera :Apionidae) in southern Florida. Florida Entomologist 74(4):596-598.
- Jansson, R. K., Mason, L. J., Heath, R.R.** 1991. Use of Sex Pheromone for monitoring and Managing *Cylas formicarius*. Jansson, R. K. and K. V. Raman, eds. Sweetpotato Pest Management A Global Perspective. 97-138.
- Jansson, R. K., Gaugler, R. R., Mannion, C. M., Locrone, S. H.** 1991. Recent advances in biological control of *Cylas formicarius* with entomopathogenic nematodes. En Caribbean meetings on Biological Control. Pavis, C. y Kermarrec, A., eds. Paris. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA); Centre Technique de Cooperation Agricole et Rural (CTA) 167-182.

- Jansson, R. K., Mason, L. J.; Heath, R. R.; Sorensen, K. A.; Hammond, A. M., Robinson, J. V.** 1992. Pheromone-trap monitoring system for sweetpotato weevil (Coleoptera: Apionidae) in southern United States: effect of trap type and pheromone dose. *J. Econ. Entomol.* 85(2):416-423.
- Jansson, R. K., Mason, L. J., Heath, R. R., Locrone, S. H., Forey, D. E.** 1993. Pheromone trap monitoring system for sweetpotato weevil (Coleoptera: Apionidae) in the southern United States: Effects of lure types, age, and duration in storage. *J. Econ. Entomol.* 86(4): 1109-1115.
- Jayaramaiah, M.** 1975. Reaction of sweetpotato varieties in the damage of the weevil *Cylas formicarius* (Fab.) and the possibility of picking up infestation by weevil. *Mysore J. Agric. Sci.* 9: 418-421.
- Khan, H. K., Jayaraj, S., Rabindra, R. J.** 1990. Evaluation of micopathogens against sweetpotato weevil *Cylas formicarius* (Fab.). *Journal of Biological Control.* 4(2):109-111.
- Lima, M., Morales, A.** 1990. Status de clones comerciales de boniato en Cuba. *Proceedings en III Jornada Científica del INIVIT, Santo Domingo, Villa Clara. Cuba.*
- Lima, M., Morales A.** 1992. Estudios comparativos de clones precoces de boniato. Tesis para Ing. Agrónomo. Universidad Central de las Villas. Villa Clara. Cuba.
- Lema, K.M.** 1992. Reducing weevil damage in sweetpotato, using host-plant resistance and early planting and harvesting. In *Tropical Root Crops, promotion of root crop-based industries: An incentive for research development.* Akoroda, M. O. y Arene, O. B., eds. Ibadan (Nigeria). ISTRC; IITA. 345-346.
- Magenya, E.V., Smit, N. E. J. M.** 1994. On farm screening test for weevil (*Cylas* spp.) resistance among various sweetpotato cultivars in Kenya. In *Root and Tuber Pest Management in East and Southern Africa.* *Proceedings of a Regional Workshop, Mombasa, Kenya, 10-14 August, 1992:* 89-96.
- Marti, H. R.; Mills, H. A., Kays S. J.** 1991. Boehmeryl acetate (BAC) accumulation in sweetpotato storage roots as influenced by plant nutrition. *HortScience (USA)* 26(6): 702.
- Martínez, A.** 1965. Plagas agrícolas de Cuba. La Habana. Dirección General de Capacitación. INRA. 48.
- Maza, N., Morales, L., Castellón M. del C., Morales, A.** 1993. Sustitución de dispersores importados por nacionales en el control de *Cylas formicarius* (Fab.). Fondo de Manuscrito. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba. 8 pp.
- Ministerio de Agricultura.** 1993. Reporte Anual. Ciudad de la Habana, Cuba. (Mimeografiado).
- Miyatake, T., Kawasaki, K., Kohama, T., Moriya S., Shimoji Y.** 1995. Dispersal of male sweetpotato weevils (Coleoptera: Curculionidae) in fields with or without sweetpotato plants. *Environ. Entomol.* 24(5): 1167-1174.
- Morales, A.** 1987. Estudio de algunos parámetros genéticos y de estabilidad en clones de boniato en la República de Cuba. Tesis PhD, Universidad de Godollo, Hungría.
- Morales Tejón, A.** 1980. Metodología para la producción intensiva de semilla de boniato. Monog. CIDA, La Habana. 12 pp.
- Morales, A.** 1995. Vías de acceso e importancia de los daños de *Cylas formicarius* en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas*). Ponencia. X Fórum de Ciencia y Técnica. INIVIT. Santo Domingo. Villa Clara. Cuba.
- Morales, A.** 1996. Influencia de la profundidad de plantación sobre el rendimiento y daños por tuteo (*Cylas formicarius*) en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas*). Ponencia. XI Fórum de Ciencia y Técnica. INIVIT, Santo Domingo. Villa Clara. Cuba.
- Morales, A., Castellón, M. del C., Morales, L.** 1994. Efectividad del movimiento de trampas de feromona sexual dentro de un campo de boniato. INIVIT. Santo Domingo, Villa Clara, Cuba 5pp.
- Morales, A., Lima, M.** 1992. Estudios fisiológicos y su relación con el ataque de *Cylas formicarius*. INIVIT. Villa Clara, Cuba (informe interno).
- Nottingham, S. F., Wilson, D. D., Severson, R. F., Kays, S. J.** 1987. Feeding and oviposition preferences of the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (L.) on the outer periderm and exposed inner core of storage roots of selected sweetpotato cultivars. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 45: 271 – 275.
- O'Connor, B.A.** 1950. Premature nutfall of coconuts in the British Solomon Islands Protectorate. *Agric. Jour. (Fiji),* 21: 22 pp.
- O'Hair, S.K.** 1991. Growth of the sweet potato in relation to attack by sweet potato weevils. In *Sweet Potato Pest Management, a global perspective.* Jansson R. K. and Raman K. V., eds. Boulder, Colorado, Westview Press. 59-78.
- Pillai, K. S., Rajama, P., Palaniswami, M. S.** 1993. New technique in the control of sweetpotato weevil using synthetic sex pheromone in India. *International Journal of Pest Management (UK).* 39(1): 84-89.

- Pole, F. S. 1988.** Vine thickness in sweetpotato; its inheritance and relationship to weevil damage. M. A. Thesis. University of the Southern Pacific, Western Samoa.
- Proshold, F. I., Gonzalez, J. L., Ascencio, C., Heath R.R.** 1986. A trap for monitoring the sweetpotato weevil (Coleoptera: Curculionidae) using pheromone of live female as bait. J. Econ. Entomol. 79: 641-647.
- Roche, R. S. Abreu.** 1982. Cría artificial de la hormiga *Tetramorium guineense* en condiciones de laboratorio. Ciencia de la Agricultura: 47.
- Steyn, J.J.** 1954. The effect of the cosmopolitan brown house ant (*Pheidole megacephala* F.) on citrus red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.) at Letaba. Jour. Ent. Soc. So. Africa. 17: 252- 264.
- Stimac, J. L., Alves S. B., Camargo M. T. V.** 1989. Controle de *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: formicidae) com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Em condições de laboratorio e campo. An. Soc. Ent. Brasil, 18(1): 95-103.
- Su, C. Y.** 1989. Observations of disease process and pathogenicity of the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius*, infected with *Beauveria bassiana*. Plant Protection Bulletin. Taiwan 31(4):317-324.
- Sutherland, J. A.** 1986. A review of the biology and control of the sweetpotato weevil *Cylas formicarius* (Fab.). Trop. Pest. Managem. 32: 304-315.
- Sweetman, H.** 1958. The principles of biological control. Jowa, C. Brown Co. Pub. P 130-319.
- Talekar, N. S.** 1982. A search for sources of resistance to sweetpotato weevil. En Villareal, R. L. & Griggs, T.D., eds. Sweet Potato. Proceedings of the First International Symposium, AVRDC. Tainan, Taiwan, 23-27 March 1981. AVRDC, Shanhu, Taiwan. 147-156.
- Talekar, N. S.** 1983. Infestation of sweetpotato weevil (Coleoptera: Curculionidae) as influenced by pest management techniques. J. Econ. Entomol. 76(2): 342-344.
- Talekar, N. S.** 1987. Resistance in sweetpotato to sweetpotato weevil. In Recent Advances in Research on Tropical Entomology, Nairobi, Kenya, 31 August-5 September, 1986. Insect Science and its Application 8(4-6): 271-275.
- Talekar, N. S.** 1991. Integrated control of *Cylas formicarius*. In Sweetpotato pest management, a global perspective. Jansson, R. K. y Raman K.V., eds. Westview Press, Inc. 139-156.
- Talekar, N. S.** 1995. Characteristics of infestation of sweetpotato by weevil *Cylas formicarius* (Coleoptera: Apionidae). International Journal of Pest Management (UK) 41(4):238-242.
- Talekar, N. S., Lee, S. T.** 1989. Studies on the utilization of a sex pheromone for the management of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (F) (Coleoptera: Curculionidae). Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 28(4): 281-288.
- Talekar, N. S., Lai, R. M., Cheng, K. W.** 1989. Integrated control of sweetpotato weevil at Penghu Island. Plant Protection Bulletin. Taiwan. 31(2): 185-191.
- Thompson, P. G.; Schneider, J. C., Graves, B.** 1992. Heritability for sweetpotato weevil resistance. En Sweetpotato technology for the 21st. Century, eds. Hill, W.A.; Bonsi, C. K. y Loretan, P. A. Tuskegee University (USA). 565-570.
- Thompson, P. G.; Graves, B y Schneider, J. C.** 1997. Sweetpotato weevil resistance to stem and root injury. Sweetpotato plant introductions. HortScience (USA): 32(3):498-499.
- Villacarlos, L. T.; Vásquez, E. A., Mandran, B. T.** 1995. Field evaluation of pheromone and *Metarhizium anisopliae* for the control of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Fab.). In The Potato and Sweetpotato in South East Asia and the Pacific Region (CIP). Manila. 178-186.
- Wood, I. J. L.** 1976. Sweetpotato growing in Queensland. Queensland Agric. J. 102: 553-566.

REFERENCIAS V: Compatibilidad

- Talekar, N. S., Lai, R. M. y Cheng, K. W.** 1989. Integrated control of sweetpotato weevil at Penghu Island. Plant Protection Bulletin. Taiwan. 31(2): 185-191.
- Castiñeiras, A. y Calderón, A.** 1982. Susceptibilidad de *Pheidole megacephala* a tres insecticidas microbianos: Dipel, Bitoxibacillin 202 y *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie: Protección de Plantas (Cuba). 61-66.

Referencias VI.

IMPACTO DEL PROGRAMA MIP EN CUBA

- Alcázar, J., F. Cisneros, y A. Morales.** 1997. Large-scale implementation of IPM for sweetpotato weevil in Cuba: A collaborative effort. En CIP Program Report 1995-96. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. pp 185-190.
- Alvarez, P., V. Escarramán, E. Gómez, A. Villar, R. Jiménez, O. Ortiz, J. Alcázar, y M. Palacios.** 1996. Economic impact of managing sweetpotato weevil (*Cylas formicarius*) with sex pheromones in the Dominican Republic. En Case studies of the economic impact of CIP-related technology. T. Walker y C. Crissman, eds. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. pp 83-94.
- Castellón M., A. Morales, L. Morales, N. Maza, D. Rodríguez, y H. Fuentes.** 1994. Uso del control químico y del hongo *Beauveria bassiana* en la eliminación del tetuán. Artículo presentado en el Taller de manejo integrado de *Cylas Formicarius*. Santo Domingo, República Dominicana. 20-23 de junio de 1994.
- Castellón M., A. Morales, L. Morales, N. Maza, D. Rodríguez, y H. Fuentes.** 1994. Uso de la feromona sexual en Cuba. Artículo presentado en el Taller de manejo integrado de *Cylas formicarius*. Santo Domingo, República Dominicana. 20-23 de junio de 1994.
- CIP.** 1998. Reporte Anual. Proyecto 4303. CIP.
- Maza, N., A. Morales, O. Ortiz, P. Winters, J. Alcázar, G. Scott.** 2000. Impacto del Manejo Integrado del Tetuán del boniato (*Cylas formicarius*) en Cuba. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 52 p.
- Ortiz, O., J. Alcázar, W. Catalán, W. Villano, V. Cerna, H. Fano y T. Walker.** 1996. Economic impact of IPM practices on the Andean potato weevil in Perú. En Case studies of the economic impact of CIP-related technology. T. Walker y C. Crissman, eds. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. pp 95-110.
- Swindale, A.** 1992. Measurement of the economic importance of sweetpotato weevil. Draft discussion paper. Departamento de Ciencias Sociales. CIP. Lima, Perú.

Créditos

Editores

Fausto Cisneros Vera
Jesús Alcázar Sedano

Editor Asistente

Teresa Ames

Diseño gráfico

Milton Hidalgo

Gráficos

Anselmo Morales
Víctor Madrid

Cuadros y figuras

Ruperto García

Fotografías

Jesús Alcázar Sedano
Jesús García Ruíz
Raymundo Medina
Candelaria Atalaya

Coordinación

Cecilia Laffose
Godolfredo Lagos

Agradecimientos

Al Dr. Sergio Rodríguez, Director de Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales y a todo el personal del INIVIT, por el apoyo y colaboración en la ejecución de este trabajo.

Al Dr. Aziz Lagnaoui, Líder del Proyecto Manejo Integrado de Plagas para Raíces y Tubérculos, del Centro Internacional de la Papa y a todo el equipo de Entomología del CIP por el apoyo y colaboración en la realización y publicación de este trabajo.



El Centro Internacional de la Papa (CIP) busca reducir la pobreza y alcanzar la seguridad alimentaria sobre bases sustentables en los países en desarrollo, mediante la investigación científica y actividades relacionadas en papa, camote y otras raíces y tubérculos y un mejor manejo de los recursos naturales en los Andes y otras zonas de montaña.

**FUTURE
HARVEST**



El CIP pertenece a Future Harvest (Cosecha del Futuro), un grupo de centros que recibe la mayor parte de su financiamiento de los 58 gobiernos, fundaciones privadas y organizaciones internacionales y regionales que conforman el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Future Harvest promueve el reconocimiento y el apoyo a la investigación alimentaria y medioambiental como medio para lograr un mundo con menos pobreza, una comunidad humana más sana, niños bien alimentados y mayor salud ambiental. Future Harvest apoya la investigación, promueve la colaboración y auspicia proyectos para poner al servicio de las comunidades rurales, agricultores y familias de África, América Latina y Asia los resultados de sus investigaciones.