

Tabla 4. Estimación de la pérdida económica por hectárea causada por el *Cylas formicarius* al cultivo del boniato, considerando precios distorsionados del boniato en Cuba.

Cálculo	Valor en US\$/ha	
Rendimiento total (t/ha)	8.9	
Daño (%)	33	
Rendimiento sano (t/ha)	6	
Rendimiento dañado (t/ha)	2.9	
Valor del rendimiento sano:		
- 50% vendido al estado (170 pesos/t):	510	24.3
- 50% vendido al mercado (710 pesos/t):	2130	101.4
- Valor total:	2640	125.7
Valor del rendimiento dañado (40 pesos/t):	116	5.5
Ingreso real por venta de boniato	2756	131.2
Valor potencial del rendimiento total:		
- 50% vendido al estado (170 pesos/t):	756.5	36.0
- 50% vendido al mercado (710 pesos/t):	3159.5	150.4
- Valor potencial:	3916	186.5
Pérdida causada por el daño:		
Valor potencial – valor real:	1160	55.2

animal en la 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\$ reportados por Swindale (1992) como pérdida por ha en la República Dominicana, con un promedio de daño por tetuán de 39%.

Reseña histórica de las prácticas de manejo integrado del tetuán en Cuba

Los agricultores cubanos han utilizado algunas técnicas no químicas para controlar el tetuán desde hace décadas. Un ejemplo claro es el uso del riego, que aún hoy es reportado como una de las principales prácticas de control. Otro ejemplo es el uso de la hormiga leona (*Pheidole megacephala*). Sin embargo, antes de 1993 no existía un programa de MIP como tal. Diseñar e implementar un programa de este tipo fue el objetivo del convenio de investigación colaborativa entre el INIVIT y el CIP. A

continuación se describe brevemente el desarrollo de los componentes de control del MIP-Cylas. Sin embargo, es necesario mencionar que estos componentes comenzaron a ser usados en forma integrada desde 1993, primero en áreas piloto y luego en otras zonas boniateras de Cuba.

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 desarrolló nuevas variedades que tuvieron mejores rendimientos, adaptación a siembras durante todo el año, precocidad, buena calidad culinaria, buen vigor vegetativo y aptitud para la cosecha mecanizada. En cuanto a resistencia al tetuán, aún no se dispone de clones que puedan calificarse como resistentes. Sin embargo, existen clones con características que influyen en el grado de infestación y en el daño. Estas características son la precocidad y la profundidad de tuberización. Hay clones que forman raíces muy superficialmente (p.e. CEMSA 78-354), lo cual los expone al daño (Lima y Morales, 1992). Algunos nuevos 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, lo cual les da cierto nivel de protección. Las variedades con periodos vegetativos por sobre 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 uso del hongo *Beauveria bassiana*: Castiñeiras et al (1984) investigó las posibilidades de utilizar este hongo como controlador del tetuán. Entre las ventajas encontradas se pueden mencionar la compatibilidad ecológica, dada su inexistente toxicidad para humanos y animales y la producción, que puede ser hecha a nivel local y en forma económica. Los mismos autores mencionan la posibilidad de usar otros hongos como *Metarhizium anisopliae*, pero en general *B. bassiana* fue considerado más efectivo. El hongo se puede usar para desinfección de semilla, para aplicaciones en todo el campo y para aplicaciones alrededor de las trampas con feromona.
- El uso de las hormigas predatoras: Existen dos especies de hormigas que han sido reportadas como predatoras del tetuán. Entre las principales están la *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 por hectárea, según trabajos de

investigación realizados en el INIVIT. Lo deseable es que las hormigas se establezcan en el campo, lo cual significa una medida de control casi 100% efectiva.

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

- La rotación de cultivos: Esta es una práctica ampliamente conocida y se realiza por varias razones. En el caso del boniato, es recomendable no sembrarlo continuamente en el mismo campo ya que se incrementa considerablemente la población del tetuán. Una nueva siembra en el mismo campo no debe realizarse antes de un año.
- Establecimiento de bancos de semilla: Esta 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 tetuán, en un corto periodo de tiempo (entre 60 a 140 días).
- Selección de semilla: Cuando no se cuenta con bancos de semilla y es necesario obtenerla de algún campo de producción convencional, se recomienda usar sólo la parte apical de la guía o bejuco, ya que en estas partes la hembra del tetuán no oviposita. Este insecto concentra las posturas hasta los 40 cm. basales del tallo.
- Desinfección de la semilla: Antes de la siembra, los esquejes que serán usados para la siembra deben ser desinfectados. Para esto se sumerge la semilla en una solución 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 o algún otro estado que puedan estar en el material de siembra y evitar que se traslade la plaga al nuevo campo.
- El riego: Esta es una práctica conocida y comprobada ya que durante la época lluviosa existe menos ataque del tetuán. Posiblemente el riego evita el agrietamiento del suelo y por tanto el acceso del insecto a las raíces. Además, la humedad facilita el desarrollo de hongos entomopatógenos que controlan al insecto.
- Cosecha oportuna: 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 tetuán. 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.

- Eliminación de residuos de cosecha: Los restos de tallos, tocones y raíces son la fuente más importante de multiplicación e infestación del tetuán a otros campos. Se sugiere que después de la cosecha se recojan estos residuos y se les elimine, lo cual se puede hacer manualmente o con maquinaria.
- Eliminación de plantas hospederas: El tetuán puede reproducirse también en plantas nativas como las "campanillas", que son una especie silvestre de boniato. Hay lugares donde existe mucha campanilla y se recomienda eliminar las que están en los alrededores del campo 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 feromona se introdujo a Cuba gracias al esfuerzo colaborativo entre el CIP y el INIVIT en 1993. Desde entonces su uso ha aumentado considerablemente. Se recomiendan 16 trampas por hectárea, instaladas aproximadamente al 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 para capturar los insectos, luego se usaron también recipientes con melaza, finalmente se utiliza simplemente una estaca de madera y un cobertor (pedazo de madera o cualquier material) 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 éstas con aplicaciones localizadas del hongo *B. bassiana* o de insecticidas. Una ventaja adicional de las feromonas es que no tienen ningún riesgo para el medio ambiente o las personas.

El ingrediente activo para la impregnación de los dispersores de feromona ha sido proporcionado por el CIP como parte del proyecto colaborativo que se está desarrollando desde 1993. El CIP también capacitó a los técnicos cubanos en la preparación e impregnación de las feromonas. El INIVIT impregnó esta sustancia en dispersores de goma. Por otro lado, en 1998, el gobierno de Cuba decidió invertir para importar dispersores con feromonas, los cuales se han comenzado a distribuir entre los productores boniateros.

Control químico: Este control forma parte del MIP ya que se le combina con las trampas con feromona y sólo se aplica en forma localizada en áreas reducidas, lo cual resulta en un ahorro considerable de insecticida (Maza et al 1994). Este ha sido un método recomendado por el INIVIT y al cual los agricultores a través de su experiencia con el uso de diferentes

prácticas de MIP han introducido sus propias modificaciones. Los insecticidas que se usan son generalmente fosforados.

La Tabla 5 presenta un resumen de las prácticas descritas y las diferencias en cuanto a su origen, tipo y accesibilidad.

La difusión de información sobre el manejo integrado del tetuán en Cuba

Desde 1993 el INIVIT ha desarrollado un programa de capacitación intensivo en Cuba dirigido a los profesionales que están ligados al área de sanidad y a los productores. La información se diseminó del INIVIT a tres niveles, que a continuación se describen.

Tabla 5. Las prácticas de control del MIP para el control del *Cylas formicarius*.

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>B. bassiana</i>	INISAV-INIVIT	Existente	Externo
Hormiga***	INIVIT	Nuevo	Interno
Uso de insecticidas	INISAV-Agricultores	Existente	Externo
Eliminación de campanillas	INIVIT-CIP	Nuevo	Interno

* Tipo: existente, cuando ya existía como práctica de los agricultores; nuevo, si fue introducida con el proyecto.

** Acceso: interno, cuando la mano de obra o el insumo para realizar una práctica existe dentro de la finca; externo, si la mano de obra o el insumo provienen de fuera de la finca.

*** Anteriormente se utilizaban insecticidas para la desinfección, actualmente se usa el hongo *B. bassiana*.

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

El primer nivel fue el de las empresas estatales, dentro de las cuales existe un equipo de Sanidad Vegetal compuesto por profesionales agrónomos. Este equipo fue capacitado por el INIVIT y ellos se encargaron de asesorar a los jefes de campo quienes son los que toman las decisiones de manejo del cultivo de boniato. Los jefes de campo no necesariamente recibieron capacitación en MIP-Cylas, pero recibieron la asistencia técnica del personal de Sanidad Vegetal. Es así que la información sobre MIP llegó mayoritariamente a los responsables de los campos en las Unidades Básicas de Producción Agropecuaria, en las granjas y en las fincas que forman parte de las empresas estatales.

El segundo nivel fue en las Cooperativas de Producción Agropecuaria, dentro de las cuales también había personal de sanidad, quienes fueron capacitados por el INIVIT. A su vez, ellos asesoraron a los jefes de campo para el manejo integrado de plagas.

El tercer nivel es la atención a los agricultores independientes, quienes pertenecían a una Cooperativa de Créditos y Servicios o eran totalmente independientes. El INIVIT capacitó a personal de sanidad de los municipios locales, quienes a su vez asesoraron a estos agricultores.

Según una encuesta realizada en 1998 a 50 productores, 52% recibió información sobre MIP de algún profesional de Sanidad Vegetal, 34% había participado en algún curso de capacitación organizado por el INIVIT y 14% recibió información de otro productor a través de conversaciones informales.

La adopción del manejo integrado del tetuán en Cuba

Para la evaluación de 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.