Manejo integrado de plagas

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE INSECTOS EN EL CULTIVO DEL FRIJOL

Carlos A. Murguido Morales,[1] Luis Vázquez Moreno,[1] Ana Ibis Elizondo,[1] Manuel Neyra,[1] Yissell Velázquez,[2] Elsy Pupo,[3] Sonia Reyes,[3] Irenio Rodríguez,[4] Cecilia Toledo[5]

[1] *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, c.e.: cmurgido@inisav.cu*
[2] *Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Antigua Agrupación Carretera Central Extremo Oeste, Ciego de Ávila*.
[3] *Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Prolongación de Carbó number 40, Alturas de Perera y Calle Holguín.*
[4] *Empresa de Cultivos Varios de Melena del Sur, La Habana.*
[5] *Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Figueredo 508 esq. a Línea, Bayamo, Granma.*

RESUMEN

Las investigaciones realizadas en frijol han aportado elementos importantes para el control de las plagas que atacan el cultivo, pero su introducción ha carecido de integración, por ello se elaboró y desarrolló un experimento para validar un sistema de manejo integrado. Durante la investigación en cinco regiones del país se demostró que el sistema flexible del manejo integrado de plagas (MIP) en el frijol es efectivo y factible bajo las diferentes condiciones agroecológicas de cultivo. La relación porcentual entre los tratamientos químicos y biológicos realizados es superior en las áreas del MIP a favor de los bioplaguicidas (41,7%) que en los testigos (19,5%), dentro de valores de efectividad favorable, lo que constituye una nueva alternativa para el combate de plagas no generalizada con anterioridad en este cultivo. Algunas organismos nocivos como los saltahojas y los vectores, como la mosca blanca, pueden ser controlados eficientemente con el uso racional de plaguicidas químicos. En el aspecto económico, la productividad del cultivo y su sostenibilidad fueron posibles dentro de un marco económico con la aplicación del MIP.

Palabras clave: *manejo integrado de plagas, frijol*

ABSTRACT

The investigations carried out in bean have contributed important element for the control of the "pest" that attack the cultivation, but their introduction has lacked integration. For it was elaborated and developed an experiment to validate a system of Integrated Pest Management (IPM). In five regions of the country it was demonstrated that the flexible system of IPM in bean is effective and feasible under the different agroecologicals conditions. The percent relationship among the carried out chemical and biological treatments is upper in the areas MIP, 41,7% for biopesticides and 19,5% in others areas with good effectiveness. That constitutes a new alternative for the pest control in this cultivation, not generalized previously. Some plagues as leafhoppers and vectors, as white fly, they can be controlled efficiently with the rational use of chemical pesticides. In the economic aspect the productivity of the cultivation and their sustainability were possible inside an economic mark with the application of the MIP.

Key words: *integrated pest management, bean*

INTRODUCCIÓN

El manejo integrado de plagas es, en realidad, una filosofía del control de plagas que no está orientada hacia la plaga, sino hacia el agroecosistema en su conjunto. Su objetivo principal es mantener un sistema saludable en el que todas las partes funcionen y en el que las plagas puedan ser toleradas hasta cierto grado [Hansen, 1990]. Por ello es necesario entender que el control efectivo a largo plazo es muy complejo y requiere la comprensión de los diversos componentes de un agroecosistema determinado, tanto bióticos (cultivo, plagas, sus enemigos naturales, flora y fauna del suelo), como abióticos (características del suelo, clima, etc.) [Bottrell, 1979]. También se requiere entender la interacción de los componentes del sistema del MIP.

El frijol es susceptible al ataque de un gran número de organismos nocivos, pero este número está reducido si consideramos que no todos causan daños al cultivo. Por esta razón el MIP está dirigido a las plagas clave de un cultivo, las cuales aparecen con regularidad, por lo general, en cada temporada, y si no se les controla causan pérdidas de importancia. Los enemigos naturales, el clima y otros factores de control natural rara vez los mantienen por debajo de los niveles de daño [Hansen, 1990]. Sin embargo, se debe prestar atención también a las plagas secundarias, potenciales y migratorias por la influencia que ejercen muchos factores en el cambio de su comportamiento en el agroecosistema.

Las plagas clave en el frijol son la mosca blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring*; B. tabaci* (Gennadius)) que transmite el geminivirus que causa el mosaico dorado [Shoonhoven y Cardona, 1980), el saltahojas (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) que produce encres-

pamiento del follaje [Murguido, 1995], los crisomélidos (*Diabrotica balteata* Le Conte y *Andrector ruficornis* (Oliv.)) que causan perforaciones en las hojas, transmiten los virus del moteado amarillo y del mosaico rugoso [Gámez, 1972], los gorgojos de los granos almacenados (*Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Zabrotes subfasciatus* Boh) [Shoonhoven y Cardona, 1980]. Para las regiones de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos y Ciego de Ávila *Thrips palmi* (Karny) también resulta una plaga de interés [Murguido, 1999].

De forma tradicional estas plagas se han combatido por medios químicos y en ocasiones con algunas alternativas de control cultural o biológico. Acerca de sus problemas fitosanitarios se han efectuado muchas investigaciones, las cuales se aplican o fueron introducidas en la práctica de forma aislada.

En este informe se presentan los resultados en la evaluación de un conjunto de medidas preventivas y curativas conformadas como un sistema de manejo integrado de plagas.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) *Coordinación y selección de las áreas. Áreas de MIP y testigos*

El trabajo se desarrolló en las provincias de La Habana, Ciego de Ávila –que poseen suelo ferralítico rojo–, Las Tunas –con suelo arenoso cuarcítico gleyzado–, Holguín y Granma –con suelos pardos con y sin carbonatos–, durante la campaña 1998-1999. Se seleccionaron campos para el MIP donde se aplicó la estrategia y tácticas del sistema, y se adecuaron a las condiciones de cada localidad; además se incluyeron campos testigo de comparación donde se utilizaron los métodos convencionales de lucha. Las localidades utilizadas en los trabajos de campo fueron:

Provincia/Municipio	Localidades
La Habana/Melena del Sur	ECV Melena, UBPC Manuel Isla Cooperativa Elio Miguel Valdés
Ciego de Ávila /Venezuela	Granja de autoabastecimiento de la DAAFAR
Las Tunas	Cuatro productores individuales en el barrio La Curana, Las Tunas
Holguín/ Velasco, Gibara, Rafael Freyre	Productores individuales en los municipios Holguín, Velasco, Gibara y Rafael Freyre
Granma/Niquero	Empresa de Cultivos Varios Cautillo, Bayamo IPA Raúl de Aguiar Fernández

b) *Comportamiento de las plagas clave*

Para determinar el comportamiento de las plagas clave se utilizaron las metodologías de señalización y pronóstico del sistema estatal de sanidad vegetal [CNSV, 1990]. Los enemigos naturales de los insectos se determinaron durante las evaluaciones de las plagas en las mismas muestras de campo. También se recogieron cien hojas en cada fase fenológica del cultivo. Esta muestra se llevó al laboratorio y se colocó en frascos tapados para observar la salida de parásitos.

La fenología de las plantas se siguió según la metodología propuesta por CIAT (1983), considerando la dominancia de una etapa cuando el 50% o más de las plantas del campo presentan la misma.

La información climática se obtuvo en las estaciones metereológicas de Melena (La Habana), Ciego (Ciego de Ávila), Velasco (Holguín) y Tunas (Las Tunas).

c) *Ejecución y porcentaje de cumplimiento de la efectividad de la estrategia preventiva*

La valoración de la estrategia preventiva incluida en el programa del MIP, que se compone de 22 alternativas o tácticas específicas para cada organismo nocivo [Murguido, 1999], se realizó en cada sitio piloto de forma cualitativa [Chiang, 1976] en las categorías de *bien, regular* o *mal,* y se calculó el porcentaje de su cumplimiento para las áreas de MIP y testigos.

d) *Ejecución y porcentaje de cumplimento de la efectividad de la estrategia curativa*

Para el control de las plagas se utilizaron los productos químicos y biológicos autorizados para su aplicación en el frijol según el Registro Central de Plaguicidas (1996), y que aparecen a continuación:

Insecticidas y fungicidas químicos utilizados en los trabajos de campo en el frijol

Producto	Dosis	Tipo de plaguicida
Metamidophos 60 CS	1,5 L/ha	Insecticida sistémico
Methyl parathion 50 CE	1,0 L/ha	Insecticida de contacto
Dimetoato 38 CE	1,5 L/ha	Insecticida sistémico
Lambda cyhalothrim CE 2,5	0,5 L/ha	Insecticida de contacto
Azufre 80 PH	4,0 kg/ha	Acaricida de contacto
Dicofol 18,5 CE	1,0 L/ha	Acaricida de contacto
Oxicloruro de cobre PH 50	4,0 kg/ha	Fungicida de contacto
Zineb 75 PH	2,5 kg/ha	Fungicida de contacto

Bioplaguicidas utilizados en los trabajos de campo en el frijol

Producto	Dosis	Tipo de bioplaguicida
Bacillus thuringiensis (LBT 13)	10,0 L/ha	Acaricida biológico
Beauveria bassiana	1,0 kg/ha	Insecticida biológico
Verticillium lecanii	1,0 kg/ha	Insecticida biológico
Trichoderma harzianum	1,0 kg/ha	Fungicida biológico

Para el control de malezas se utilizaron los herbicidas trifluralin 48,5 CE a 1,5 L/ha (premergente) incorporado antes de la siembra, y fusilade 12,5 CE a 1,0 L/ha (postemergente).

La efectividad técnica de los tratamientos de insecticidas y acaricidas se calculó según la fórmula de Abbott, citado por Unterstenhoefer (1963).

e) *Impacto ambiental*

El impacto ambiental del MIP se representó a través de la reducción de la carga químico-tóxica que recibe el cultivo. Para ello se determinó el promedio de tratamientos por tipo de producto (químico o biológico). También se consideró la recuperación de los enemigos naturales de acuerdo con el número de especies interceptadas en las áreas bajo ensayo.

f) *Efectividad económica*

Se realizó un registro de todas las operaciones en las áreas de MIP y testigo que incluyeron las labores agrotécnicas y fitosanitarias. Durante el desarrollo del cultivo se determinó el número de tratamientos de cada plaguicida y su costo, y en la cosecha el rendimiento en tonelada por hectárea. Con los datos de la protección fitosanitaria se calculó el valor de la producción (pesos/ha), gastos de producción (pesos/ha), ganancia (pesos/ha) y la tasa de rentabilidad (%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) *Coordinación y selección de áreas. Sitios del MIP.*

El área por campaña en hectárea, provincia y localidad aparece en la *Tabla 1.*

En cada una de las provincias se seleccionó un sitio como mínimo, que incluyó el área de MIP y la testigo de comparación, excepto en Holguín, donde fue posible utilizar un mayor número de productores.

b) *Comportamiento de las plagas clave*

La composición de especies plaga por localidad en cada campaña varió entre las localidades, como se puede apreciar en la *Tabla 2.*

Las plagas más comunes en todas las áreas fueron la mosca blanca y el saltahojas. Otras especies como el minador de las hojas (*Liriomyza trifolii* Burg), los crisomélidos y el trips ocurrieron en La Habana, Ciego de Ávila y Holguín.

Tabla 1. Áreas de MIP y testigos por provincia

Provincia	Campaña 1998-1999 Área del MIP (ha)	Campaña 1998-1999 Área testigo ha
La Habana (Melena del Sur)	46,97	33,55
Ciego de Ávila (Venezuela)	23,34	23,34
Las Tunas	20,0	20,0
Holguín (varios lugares)	698,0	492,0
Granma (Bayamo)	25,49	11,6
Total	813,80	580,49

Tabla 2. Incidencia de plagas clave y secundarias en las áreas de frijol

Provincias	Bt	Ek	Lt	Db	Tp	Pl	Ao	Zs	Gr	Li
La Habana	x	x	x	x	x	x	x	x		
Ciego de Ávila	x	x	x	x		x	x	x		
Las Tunas	x			x	x		x	x		
Holguín	x	x	x	x	x	x	x	x		
Granma	x			x	x		x	x	x	x

Plagas clave: Bt: *B. tabaci*, Ek: *E. kraemeri*, Db: *D. balteata*, Tr: *T. palmi*, Pl: *Polyphagotarsonemus latus*, Ao: *Acanthoscelides obtectus,* Zs: *Zabrotes subfasciatus.* Plagas secundarias: Gr: grillos, Li: *Lamprosema indicata*.

En La Habana la mosca blanca incidió en el área de MIP desde el primer par de hojas primarias (V2) y se incrementó hasta 0,5 mosca por planta a los treinta y cinco días después (R5). Los saltahojas aparecieron en la fase de tercera hoja trifoliada (V4), coincidiendo con Murguido (1995), al igual que los trips. La población de estas dos plagas presentó tendencias a incrementarse hacia la fase de floración (R6). En el área testigo, además de la mosca blanca, el saltahojas y el trips presentaron ataques de crisomélidos debido a enyerbamiento. La población de estas plagas se incrementó hacia los 40 días después de la siembra (R6 y R7) y alcanzaron niveles de más de dos moscas, tres crisomélidos y cinco saltahojas por planta y 10 trips por hoja. Estos resultados negativos se debieron a deficiencias en el riego y enyerbamiento intenso del campo con las malezas, las cuales llegaron a más del 50% de cobertura.

La mayor problemática en Ciego de Ávila la constituyó el trips, que inicialmente apareció con bajos niveles de población (0,42 y 0,26 ninfas/planta en las áreas de MIP I y II, respectivamente) a los 13 días de germinado el cultivo (V3). En el área testigo IV, donde no se respetó la medida de colindancia, en este momento la población resultó superior (más de 10 individuos/planta). La población se incrementó a partir de los 47 días de la brotación (R6), con valores superiores a 20 trips/planta y el valor máximo ocurrió a los 54 días (R7). En las áreas de MIP I y II se determinó la presencia de enemigos naturales de trips, principalmente del género *Orius*, el cual también fue localizado en la barrera de maíz que se situó entre ambos campos. En las áreas testigo (III y IV) no se le sembró barreras de maíz y no se detectó la presencia de enemigos naturales en el cultivo; además en estos campos se realizaron aplicaciones de insecticidas para saltahojas con productos no recomendados y con presencia de trips, lo que conllevó un incremento de la población.

En las áreas de MIP de Las Tunas, el saltahojas apareció a los cinco días de germinado el frijol y la mosca blanca ocho días después. La población de saltahojas presentó una tendencia a incrementarse con la cantidad máxima a los 25 días de la germinación, coincidiendo con la mosca blanca, momento en que llegaron a niveles ligeramente superiores a los establecidos por las metodologías de señalización de ambas plagas, por los que se emitió la señal corres-

pondiente y se redujo estos incrementos. A los 28 días del primer máximo poblacional se produjo un segundo incremento, es decir, a los 48 días de la germinación, lo que coincide con Murguido (1995) en la dinámica de la población de los saltahojas.

En las siembras realizadas en septiembre en Holguín la incidencia de plagas se mantuvo con índices bajos en saltahojas, moscas blancas, minadores y ácaro blanco. Dentro de ese complejo de plagas la mayor representación se presentó con saltahojas hacia el final del ciclo del cultivo (de dos y hasta seis insectos por planta), sin afectación en las plantas y ácaro blanco en prefloración con índice de 24% de distribución. La mosca blanca se mantuvo con poblaciones inferiores al índice (entre 0,1 hasta 0,02) hasta el llenado de los granos y superior (1,2 ad/planta) en la maduración de las hojas. El tizón ceniciento se presentó en forma de focos especialmente en áreas testigo donde la semilla no fue tratada. En la siembra de finales de diciembre y principio de enero se observaron incidencias medias de saltahojas, minador y ácaro blanco superiores a las ocurridas en la siembra de septiembre; sin embargo, el resto de las plagas se mantuvieron ligeras. El trips se detectó en el frijol el 13 de febrero de 1999 en la CCS Pedro Blanco y en la CCS Luis A. Villa. Esta plaga se presentó cuando las plantaciones se encontraban en la fase de formación de las vainas y llenado de los granos, por lo que sus daños al cultivo no tuvieron gran significación.

La siembra temprana en las áreas de MIP (campos 2 y 3) de la ECV Cautillo en Granma, presentó a los 15 días de la siembra un ataque de grillos con 10% de afectación, así como de crisomélidos (0,5 individuos/planta) debido posiblemente a la presencia de malezas en áreas colindantes. Los saltahojas se presentaron a los 34 días de la siembra, manteniéndose la infestación ligera de crisomélidos y grillos, sin daños de significación para el cultivo y a los 41 días se detectó la presencia de pega-pega. En la siembra tardía los saltahojas y los crisomélidos incidieron a los cinco días de la siembra con baja incidencia (0,3 individuos/planta) incrementándose hasta los 15 días después con valor moderado (1,0 individuos/planta). A los 22 días de la siembra se presentó incidencia de mosca blanca (menos de 0,2 mosca/planta); sin embargo, los crisomélidos se incrementaron en este momento (3,8 individuos/planta).

b) *Ejecución y porcentaje de cumplimento de la estrategia preventiva*

Del total de medidas preventivas contenidas en el programa de MIP se cumplieron satisfactoriamente en todos los lugares la preparación adecuada de suelos, el monitoreo de los campos, la fertilización en la siembra, el secado de los granos, la selección negativa de plantas enfermas y la aplicación de las medidas legales o de cuarentena. Otras medidas importantes que se ejecutaron con eficiencia, aunque no en todos los lugares de MIP fueron el control de malezas hospedantes, la rotación adecuada, la eliminación de restos de cosecha, no realizar siembras de secano y no-doblaje de siembras en las mismas áreas. Las medidas de menor ejecución resultaron la preservación de enemigos naturales, el uso de barreras de maíz, la fecha de siembra óptima y el uso de trampas de captura (*Tabla 3*).

Tabla 3. Ejecución de las medidas preventivas en los sitios de MIP

Medidas	La Habana			Ciego de Ávila			Las Tunas			Holguín			Granma		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
Saneamiento / campaña	x			x			x				x			x	
Fecha óptima de siembra		x			x		x			x			x		
No colindancias	x				x		x				x			x	
Control hospedantes	x				x		x			x					x
Preservar enemigos			x	x				x			x				x
Variedades adecuadas	x			x			x			x			x		
Rotación adecuada	x			x			x				x			x	
Barreras de maíz			x	x					x			x			x
Eliminar restos	x			x			x				x				x

Tabla 3 (Cont.)

Preparación de suelos	x			x			x			x				x	
Uso trampas de captura			x			x			x			x			x
Monitoreo de campos	x			x			x			x			x		
Muestreo de suelos			x			x			x			x			x
Fertilización adecuada	x			x			x			x				x	
Riego adecuado	x				x		x				x			x	
Tratamiento de semilla			x			x	x					x			x
No siembra de secano	x			x			x				x			x	
Secado de los granos	x			x			x			x			x		
No doblaje de siembras	x			x			x				x		x		
No usar suelos infestados	x			x			x				x		x		
Selección negativa	x			x			x			x			x		
Medidas de cuarentena	x			x			x			x			x		

B: bien R: regular M: mal

El mayor porcentaje de cumplimento de las medidas se alcanzó en las áreas de MIP de las provincias de La Habana (72% bien, 5% regular y 23 % mal), Ciego de Ávila (68% bien, 18% regular y 14% mal) y Las Tunas (81% bien, 5% regular y 14% mal). En la provincia de Holguín, donde el cultivo resulta mucho más disperso y tienen mayor partición los productores individuales, se alcanzó un porcentaje aceptable de las medidas con 41% bien y 41% regular, y sólo el 18% mal, donde se incluyen actividades como el muestreo de suelos para nemátodos, el uso de trampas, la utilización de barreras de maíz y el tratamiento de la semilla que por sus características requieren de algunos recursos en ocasiones no disponibles para todos los productores.

En las áreas testigo los porcentajes de cumplimiento de las medidas resultaron deficientes con respecto a las áreas de manejo de plagas. De esta forma los por cientos de las medidas *bien* (B) resultaron más bajos en los testigos que en el MIP, mientras que las medidas *mal* (M) fueron significativamente más altas (*Tabla 4*).

En las provincias de La Habana y Ciego de Ávila el porcentaje de ejecución y cumplimiento de las medidas *bien* (B) en los testigos resultó de manera general más alto (45 y 50% respectivamente) que el alcanzado por Holguín y Granma. No obstante, las medidas ejecutadas *mal* presentaron valores muy semejantes en todos los territorios: 45% para La Habana, 41% Ciego de Ávila, 41% para Las Tunas, 41% Holguín y 59% Granma. En este resultado influyen el incumplimiento de medidas como el control de malezas hospedantes, la no preservación de enemigos naturales, no usar barreras de maíz, no usar trampas de captura, no muestreo de suelos para nemátodos, no tratamiento de la semilla, mal secado de los granos y no realizar una eficiente selección negativa de plantas enfermas

Ejecución y cumplimento de la efectividad de la estrategia curativa

En el MIP de La Habana se realizaron seis tratamientos para el control de los organismos nocivos que atacaron el frijol. La primera aplicación se realizó a los 10 días de la germinación con tabaquina para el control de mosca blanca, lográndose un 90% de efectividad. En este momento se encontraban presentes algunos saltahojas que fueron eliminados también; cinco días después se aplicó *B. thuringiensis* más *V. lecanii* a las dosis de 4/ más 1 kg/ha contra *T. palmi*. A los 15 días después, ante el incremento brusco de la mosca blanca, se repitió una segunda aplicación utilizando en este caso el insecticida químico endosulfan 50 PH a 2,0 kg/ha para eliminar también saltahojas y la presencia de cri-

somélidos con 98% de efectividad. A los 35 días de la siembra se detectó la incidencia de trips, por lo que se recomendó la repetición del tratamiento de tabaquina con efectividad de 95%, y a los 40 días se repitió la aplicación de *B. thuringiensis* más *V. lecanii* a las mismas dosis, manteniéndose la población de plagas en niveles bajos. Posteriormente no se produjo otro incremento de la población de insectos. La utilización de las distintas alternativas permitieron mantener la población de plagas sin incrementos de las plagas clave como el trips o la mosca blanca, así como tampoco plagas secundarias y buen desarrollo del cultivo sin daños en el follaje de las plantas.

En el área testigo del mismo lugar se realizaron cuatro aplicaciones de insecticidas, las dos primeras a los 10 y 20 días de la germinación del frijol con *B. thuringiensis* más *V. lecanii* a las dosis de 4/ más 1 kg/ha. La efectividad de ambos tratamientos resultó baja (45% y 32% respectivamente) debido a que se realizaron con índices altos de infestación (1 mosca blanca, 3 crisomélidos y 2 saltahojas por planta y 5 trips por hoja en la primera y 1,5 mosca, 2 crisomélidos y 6 saltahojas por planta y 8 trips por hoja en la segunda). Existieron, además, deficiencias en el riego y enyerbamiento. El tercer tratamiento, efectuado a los 40 días de la germinación, se realizó con tabaquina que logró reducir los niveles de plaga, pero en una fecha tardía, y se mantuvo la problemática de la yerba en el área. La cuarta y última aplicación se efectuó a los 50 días de la germinación con metamidophos 60 CS a 1,5 L/ha, la cual, aunque redujo las poblaciones de la mosca blanca, los crisomélidos y salta hojas no tuvo efecto sobre trips. En esta etapa el cultivo presentó un desarrollo deficiente y se observaron daños de las plagas en las hojas de las plantas, pero no presencia de enfermedades fungosas o virales.

En Ciego de Ávila en el sitio MIP se realizaron cuatro aplicaciones de insecticidas contra mosca blanca, saltahojas y trips. La primera se efectuó con metamidophos 60 CS a 1,0 L/ha a los 27 días de la germinación, la cual mantuvo la población baja de salta hojas y mosca blanca, pero incrementó la población de trips. En el área testigo se realizó igual número de aplicaciones que en el MIP. La estrategia curativa tanto en el área MIP como testigo resultó deficiente por la no utilización de bioplaguicidas desde el inicio del cultivo, así como por la utilización de insecticidas para combatir otras plagas, pero no recomendados en presencia de *T. palmi*.

Para el control de las plagas en Las Tunas se utilizaron biopreparados e insecticidas químicos. De los biopreparados se utilizó *Trichoderma harzianum* en tratamiento de las semillas y *B. thuringiensis* contra *Lamprosema indicata* (L.), *B. bassiana* contra crisomélidos y *V. lecanii* contra la mosca blanca. Estos productos se comenzaron a aplicar al follaje de las plantas a partir de la segunda semana de la germinación con una frecuencia de seis días hasta la formación de las vainas e inicio de la maduración. En los dos picos de población se aplicaron con insecticidas químicos (metamidofos 60 CS + lambda cihalotrina 2,5 CE) para control de saltahojas a la mitad de la dosis del ingrediente activo recomendado para cada uno. La primera de estas aplicaciones también surtió efecto sobre la mosca blanca y los crisomélidos.

En Holguín para el control de saltahojas, mosca blanca y crisomélidos se utilizaron insecticidas químicos (metamidofos 60 CS, dimetoato 38 CE, cipermetrina 10 CE o metil paration 50 CE). La efectividad técnica varió entre 80 y 90% (*Fig. 4*). Contra el ácaro blanco se utilizaron acaricidas químicos (dicofol 18,5 CE y azufre 80 PH) y biológicos (*B. thuringiensis*, cepa LBT 13) con efectividad técnica de 75, 72 y 73%, respectivamente. Contra *T. palmi* se aplicó dimetoato 38 EC o *B. bassiana* a 10 L/ha con efectividades técnicas de 92 y 78% respectivamente. Aunque la estrategia en este sitio tuvo un componente químico mayor que el biológico, es necesario aclarar que las aplicaciones sólo se realizaron cuando se presentaron incrementos de la población por encima de los índices de señalización.

En el sitio de Granma se utilizaron los productos biológicos *V. lecanii*, *B. thuringiensis,* la mezcla de ambos bioplaguicidas y la tabaquina para el control de la mosca blanca y el saltahojas con efectividad técnica entre 65 y 87%. Contra los grillos y crisomélidos se aplicó metil paration 50 CE con baja efectividad en el primero y más de 90% en el segundo. En el área testigo se realizó una aplicación de carbaryl 85 PH para el control de las plagas en general, la cual no alcanzó una efectividad adecuada (75% contra saltahojas y 40 % contra mosca blanca).

c) *Impacto ambiental*

El impacto del MIP se representó en la reducción de la contaminación del agroecosistema del cultivo del frijol mediante la reducción de la aplicación de insecticidas químicos, y su sustitución por otras alternativas como los bioplaguicidas. En algunas plagas como en la mosca blanca o el trips el efecto de algunas sustancias químicas resultó nocivo, o es generalmente antieconómico a escala comercial [Hallman y Andrews, 1989].

El número general de tratamientos químicos en ambas áreas fue igual en los sitios de La Habana, Ciego de Ávila y Granma, pero no así en Las Tunas y Holguín, lo que conllevó a una reducción general del 29,4% en la aplicación se insecticidas y acaricidas a favor de las áreas MIP (*Tabla 5*).

La relación porcentual entre químicos y biológicos es superior en la áreas de MIP a favor de los bioplaguicidas (41,7) que en los testigos (19,1) (*Tabla 6*) dentro de valores de efectividad favorables como fuera demostrado anteriormente, lo que constituye una nueva alternativa para el combate de plagas en este cultivo no generalizada con anterioridad.

Tabla 4. Ejecución de las medidas preventivas en los sitios testigos

Medidas	La Habana			Ciego de Ávila			Las Tunas			Holguín			Granma		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
Saneamiento / campaña	x			x			x				x				x
Fecha óptima de siembra		x			x			x		x				x	
No colindancias	x					x		x			x		x		
Control hospedantes			x			x			x			x			x
Preservar enemigos			x			x			x			x			x
Variedades adecuadas	x			x			x			x			x		
Rotación adecuada			x	x					x		x				x
Barreras de maíz			x			x			x			x			x
Eliminar restos			x			x			x		x			x	
Preparación de suelos			x	x				x			x				x
Uso trampas de captura			x			x			x			x			x
Monitoreo de campos	x			x			x				x			x	
Muestreo de suelos			x			x			x			x			x
Fertilización adecuada	x			x			x				x			x	
Riego adecuado	x			x				x				x			x
Tratamiento de semilla			x			x			x			x			x
No siembra de secano	x			x					x		x			x	
Secado de los granos			x			x	x					x			x
No doblaje de siembras	x			x				x			x				x
No usar suelos infestados	x			x			x					x			x
Selección negativa		x			x		x				x			x	
Medidas de cuarentena	X			x			x			x			x		

B: bien R: regular M: mal

Tabla 5. Promedio de tratamientos y porcentaje de reducción de la carga químico-tóxica en las áreas de MIP y testigos (campaña 1998-1999)

Sitios piloto	Números de tratamientos (MIP)*		Números de tratamientos (Testigo)*	
	Químicos	Biológicos	Químicos	Biológicos
La Habana	4	2	4	0
Ciego de Ávila	4	0	4	0
Las Tunas	2	4	4	3
Holguín	3	1	4	1
Granma	1	3	1	0
Promedio	2,4	2,8	3,4	0,8
Reducción (%)	29,4	–	–-	–

* Sólo insecticidas y acaricidas.

Tabla 6. Relación porcentual entre el número de tratamiento con insecticidas químicos y biológicos utilizados en el MIP del frijol y en las áreas testigo

Sitios piloto	Porcentaje en áreas de MIP		Porcentaje en áreas testigo	
	Químico	Biológico	Químico	Biológico
La Habana	66,6	33,3	100	0
Ciego de Ávila	100	0	100	0
Las Tunas	33,3	66,6	57,1	42,9
Holguín	75,0	25,0	80,0	20,0
Granma	25,0	75,0	100	0
Porcentaje general	58,3	41,7	80,9	19,1

La alternativa biológica estuvo presente en todas las áreas de MIP, con excepción de Ciego de Ávila, en valores que oscilaron entre 25 y 75%, mientras que en la mayoría de los testigos esta táctica fue poco recurrida por los productores aun en los mismos territorios.

En relación con la entomofauna beneficiosa durante las observaciones de campo en las áreas de La Habana se detectó la presencia de *Chrysopa* sp. (Chrysopidae), *Baccha clavata* (F.) (Syrphidae) y *Cycloneda limbifer* Casey (Coccinellidae) que son depredadores generalistas, cuya actividad reguladora no pudo ser observada. Estos resultados coinciden con Bruner *et al*. (1975). También se observó en las muestras de laboratorio la presencia de *Opius* sp. (Braconidae) sobre minador de las hojas (*Liriomyza* sp.), aunque su porcentaje de parasitismo resultó muy bajo. Según Halman y Andrews (1989), en monocultivo de frijol se supone que los enemigos naturales tengan poca importancia, ya que el ambiente profundamente perturbado por la preparación del suelo resulta en poco control biológico de las plagas invasoras oportunistas.

En Ciego de Ávila se detectó la presencia de *Orius* sp. como se señaló anteriormente asociado a *T. palmi,* y su población al parecer se afectó por el uso incorrecto de aplicaciones químicas contra las plagas en general.

d) *Efectividad económica*

Todas las áreas de MIP aportaron rendimientos mayores que las testigo, y en correspondencia a ello se comportó la ganancia en pesos por hectárea (*Tabla 6*). Algunos valores resultaron muy altos debido a que la producción fue vendida para semilla por la calidad alcanzada. También en Las Tunas este indicador resultó alto, pero en este caso se debió a los rendimientos

obtenidos, que alcanzaron una cifra récord para la provincia este año comparado con los datos desde 1985 hasta 1997.

Esto significa que es factible el uso de los sistemas de MIP validados en las diferentes regiones y condiciones; que no se afectan los rendimientos y que pueden aumentar la ganancia por unidad de área, a través de la ejecución efectiva de las medidas de control de las plagas clave aquí estudiadas, así como regulación de la carga química de insecticidas y acaricidas que repercute en la reducción de estos insumos, con disminución en la contaminación del agroecosistema del frijol.

Tabla 7. Principales indicadores económicos de las áreas de MIP y testigo

Localidad	Áreas	Producción (t/ha)	Valor de la producción (pesos/ha)	Gasto de producción (pesos/ha)	Ganancia (pesos/ha)
Melena	MIP	1,69	8 924,09	988,11	7935.98
	Testigo	0,464	2 450,16	943,47	1506,69
Ciego de Ávila	MIP	1,2	1 476,00	943,47	532,53
	Testigo	1,18	1 451,40	943,47	507,93
Las Tunas	MIP	1,90	2 337,00	856,21	1480,79
	Testigo	1,57	1 931,10	880,86	1050,24
Holguín	MIP	1,15	1 414,50	812,47	602,03
	Testigo	0,70	861,00	836,19	24,81
Granma	MIP	1,2	1 476,00	787,18	688,82
	Testigo	0,757	931,11	720,22	210,89

CONCLUSIONES

• El sistema flexible de MIP en el frijol demostró ser efectivo y factible bajo las diferentes condiciones agroecológicas del cultivo.

• Dentro de las plagas clave, la mosca blanca, el ácaro blanco y los trips son factibles de mantener en niveles bajos cuando se aplica la estrategia preventiva y los bioplaguicidas.

• El conjunto de medidas preventivas y curativas hizo posible la conservación de los rendimientos en niveles correspondientes a la agrotecnia aplicada con una adecuada regulación de las poblaciones de plagas.

• Las malezas no resultaron un problema donde las medidas racionales se ejecutaron correctamente. No obstante, la preparación de suelos apresurada afecta la calidad y los resultados finales de los campos.

• Algunas plagas, como los saltahojas, y vectores como la mosca blanca pueden ser controlados eficientemente con el uso racional de plaguicidas químicos.

• La productividad del cultivo es posible dentro de un marco económico con la aplicación del MIP.

REFERENCIAS

Abbott, W. S.: «A Methods of Computing the Effectiveness of Insecticide (1925)», *Unterstenhoefer. Las bases para ensayos fitosanitarios de campo*, Pflanzewnschutz-Nachvrichten, Bayer 16-3, 1963.

Andrews, K. ; J. R. Quesada: *Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura*, Ed. Zamorano, Honduras, 1989.

Bottrell, D. G.: *Integrated Pest Management. Council on Environmental Quality*, U.S. Government Printing Office: Washington, D.C., 1979.

Bruner, S. C.; S. C. Scaramuzza; A. R. Otero: *Catálogo de insectos que atacan las plantas económicas de Cuba,* Est. Exp. Agrom., MINAGRI, La Habana, 1975.

CNSV: *Manual de metodologías de señalización y pronóstico de plagas y enfermedades*, Dirección de Protección de Plantas, Centro Nacional de Sanidad Vegetal, MINAGRI, La Habana, 1990.

Chiang, H. C.: «Assessing the Value of Components in a Pest Management System: Maize Insects As a Model», *Plant Protection Bulletin* 2, FAO, 1976.

CIAT: «Etapas de desarrollo de la planta de frijol común», Cali, Colombia, 1983.

Gámez, R.: «Los virus del frijol en Centroamérica. II. Algunas propiedades y transmisión por crisomélidos del virus del mosaico rugoso del frijol», *Turrialba* 22: 249-257, 1972.

Hansen, M.: *Escape del círculo vicioso de los plaguicidas: El reemplazo de los plaguicidas en los países en vías de desarrollo,* Consumer Policy Institute, Consumers Union, 1990.

Murguido, C.: Biología, ecología y lucha contra el saltahojas del frijol *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera:Cicadellidae) en frijol *(Phaseolus vulgaris)*», tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAGRI, La Habana, 1995.

——: «Informe final del proyecto manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas del frijol», Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAGRI, La Habana, 1999.

Registro Central de Plaguicidas: *Lista oficial de plaguicidas autorizados. Año 1996*, Centro de Información y Documentación Agropecuario, La Habana, 1996.

Schoonhoven, A. Van; C. Cardona: «Insectos y otras plagas de frijol en América Latina», *Problemas de producción del frijol*. *Enfermedades*, *insectos, limitaciones edáficas climáticas de* Phaseolus vulgaris, Centro Nacional de la Agricultura Tropical, 1996.