

CAPITULO 8
POSIBILIDADES DEL USO DE PATOGENOS EN EL MANEJO
DE PLAGAS EN COLOMBIA

8.1. NECESIDADES DE INVESTIGACION

Un análisis de la investigación entomológica en Colombia, tomando como medida los resúmenes de los trabajos presentados anualmente a los congresos de la Sociedad Colombiana de Entomología (Tabla 1), muestra claramente que para el período de los últimos 13 años (1974-1986) el número de investigaciones desarrolladas en patología de insectos es mínimo alcanzando solo un 4% del total de las investigaciones entomológicas. No existe ninguna tendencia para que esta cifra cambie en el futuro inmediato. El tema de estas investigaciones versó sobre hongos (46.4%), bacterias (32.1%), virus (10.7%). En el caso de los hongos la mayoría de las investigaciones 53.8% fue sobre el hongo Metarhizium y con las bacterias el 88.8% se relacionó con evaluaciones de Bacillus thuringiensis.

Todo lo anterior se debe a que los estudios en patología de insectos obedecen más a un interés personal de unos pocos investigadores que a una política definida de investigación en el área. Para que esto ocurra es indispensable entrenar nuevos profesionales en esta actividad y dotar los laboratorios de entomología de la infraestructura necesaria para esta actividad. En el país se puede decir que no existe ningún laboratorio de dedicación exclusiva para el estudio de enfermedades en insectos. Esta disciplina se debería incorporar en los programas de enseñanza universitaria.

A través de los anteriores capítulos se presentó la información generada en Colombia que en gran parte corresponde a reconocimientos de organismos causantes de patologías, todo esto constituye una información básica sobre la cual estableciendo prioridades se pueden desarrollar programas de investigación.

TABLA 1. Relación de investigaciones sobre Patología de Insectos realizadas en Colombia entre 1974 y 1986 de acuerdo a los resúmenes presentados en los Congresos Anuales de la Sociedad Colombiana de Entomología.

CONGRESO	LUGAR	AÑO	No. TOTAL RESÚMENES	INVESTIGACIONES SOBRE PATOLOGIA DE INSECTOS					TOTAL %
				HONGOS	BACTERIAS	VIRUS	NEMATODOS	N	
II	Cali	1974	42	-	1	-	-	1	2.4
III	Medellín	1975	61	-	1	-	-	1	1.6
IV	Bogotá	1977	51	-	1	-	-	1	2.0
V	Ibagué	1978	31	-	1	1	1	3	9.7
VI	Cali	1979	42	-	-	-	-	0	0.0
VII	Bucaramanga	1980	37	1	-	2	-	3	8.1
VIII	Medellín	1981	63	1	-	-	-	1	1.6
IX	Cali	1982	49	3	-	-	-	3	6.1
X	Bogotá	1983	68	2	1	-	-	3	4.4
XI	Pasto	1984	69	1	1	-	-	2	2.9
XII	Medellín	1985	91	2	2	-	2	6	6.6
XIII	Cali	1986	100	3	1	-	-	4	4.0
TOTAL			704	13	9	3	3	28	4.0

8.2. ESTRATEGIAS PARA EL USO DE ENTOMOPATOGENOS

Las estrategias para usar patógenos en control biológico se determinan primariamente por las interacciones entre patógenos, huésped y ambiente, incluyendo la planta que se va a proteger. También las estrategias son influenciadas por la tecnología y economía de la producción, formulación y aplicación de los patógenos y la producción de los cultivos (Hamm 1984).

El rango de huéspedes de un patógeno es un factor primario que afecta la selección de la estrategia. Una de las ventajas de los patógenos para el control biológico es su especificidad, la mayoría de los patógenos de insectos plagas no infectan insectos benéficos y son inócuos al hombre y otros vertebrados. Sin embargo algunos son tan altamente específicos que infectan sólo una especie o unas pocas especies relacionadas (Hall 1964). Desde el punto de vista del agricultor con un complejo de larvas de lepidópteros atacando sus cultivos sería deseable un patógeno que controlara todas estas plagas.

Otro factor importante es la virulencia de los patógenos, que determinan la concentración requerida del patógeno para infectar el huésped y el tiempo requerido para producir mortalidad. Algunos patógenos menos virulentos puede que causen una mortalidad directa pero reducen el potencial reproductivo del huésped a través de una menor copulación, oviposición o eclosión de huevos. Los patógenos con un rango amplio de huéspedes puede que no sean igualmente virulentos a cada uno de sus huéspedes. Por supuesto los patógenos altamente virulentos son los más deseados cuando se requiere una rápida protección del cultivo.

Un tercer factor importante es la puerta de entrada al huésped (Steinhaus 1949). La mayoría de las bacterias, virus y protozoarios penetran el cuerpo del insecto vía oral y del intestino al hemocelo, mientras que los hongos entran penetrando el integumento. Naturalmente, el tipo de patógeno que con mayor probabilidad infecte un insecto está influenciado por la morfología y hábitos alimenticios del insecto. Por ejemplo, los patógenos que entran a tra-

vés de la boca, tales como bacterias, virus y protozoarios, son patógenos principalmente de insectos con aparato bucal masticador tales como coleópteros, saltamontes y larvas de lepidópteros.

8.2.1. Insecticidas microbiales

Algunos entomopatógenos se pueden usar en una estrategia básicamente de insecticidas y se refieren como insecticidas microbiales. Bacillus thuringiensis es un buen ejemplo. Esta bacteria se aplica usando técnicas desarrolladas para la aplicación de insecticidas y debido a que no produce epizootias capaces de mantener la protección del cultivo, se debe aplicar repetidamente. Tiene la ventaja de que protege y permite el incremento de la fauna benéfica, la cual evita una rápida resurgencia de la plaga. Algunos virus también se usan en una estrategia insecticida. La formulación comercial Elcar del VPN de Heliothis se aplica a intervalos de 3-7 días contra especies de Heliothis en algodón debido a que las epizootias no se desarrollan rápidamente.

8.2.2. Inducción de epizootias

La inducción de epizootias es otra estrategia para el uso de patógenos. En este caso no sólo los insectos infectados por la aplicación inicial del patógeno mueren, sino que la enfermedad se dispersa a través de la población a medida que los insectos infectados inicialmente mueren y liberan el inóculo. En esta forma la epizootia pueden continuar hasta que existan nuevos insectos disponibles y las condiciones ambientales sean apropiadas. El virus poliédrico nuclear de Lymantria dispar se usa en esta forma, una sola aplicación del virus en un bosque infestado puede inducir una epizootia dando una buena protección a los árboles si la aplicación se hace a tiempo.

Epizootias fungales también se pueden inducir aplicando inóculo si las condiciones ambientales son favorables. El hongo Hirsutella thompsonii se usa en esta forma para el control del ácaro tostador de los cítricos. Nomuraea rileyi también se puede usar contra varios lepidópteros especialmente para adelantar las epizootias que por lo general se desarrollan muy tarde cuando el

insecto ya ha hecho el daño (McCoy 1981, Ignoffo 1981).

El uso de la microsporidia, Nosema locustae para el control de saltamontes y grillos en pastos para pastoreo de ganado, es un buen ejemplo de la inducción de epizootias así como de la integración de un patógeno con un insecticida químico para el manejo de plagas. Las esporas de Nosema se producen en saltamontes y luego se formulan en cebos de salvado de trigo para aplicarlo al pasto desde aeroplanos. Debido a que Nosema no reduce la población lo suficientemente rápido para prevenir el daño, se usa solo para el manejo a largo plazo de los saltamontes y grillos. El control a corto plazo debe basarse en el uso de insecticidas. Sin embargo, los químicos registrados para el uso en pastos en Estados Unidos no son persistentes, por lo tanto no favorecen un control a largo plazo. N. locustae es compatible con bajas concentraciones de malathion, que actúa independientemente con efectos aditivos. El químico mata en 24 horas mientras que N. locustae toma mucho más. Así los dos combinados rápidamente reducen los brotes de plagas cerca o debajo del nivel de daño y proveen un control a largo plazo por debajo de ese nivel durante varios años (Henry y Oma 1981).

Manipulación del ecosistema para albergar patógenos es otro enfoque. El uso de irrigación puede ayudar en el caso de hongos que requieren alta humedad o agua para germinación de esporas. El uso de fungicidas selectivos que no interfieran con hongos entomopatogénicos pueden conservar estos agentes benéficos para el control de plagas.

8.2.3. Colonización

Otra estrategia es colonización, la introducción y establecimiento de un patógeno en una población plaga donde él no existe previamente, resultando en una supresión más o menos permanente de la plaga. El virus poliédrico nuclear del Trichoplusia ni es un excelente ejemplo del uso de esta estrategia. Este virus fue introducido a Colombia desde California y ocasionó un excelente control del T. ni en ecosistemas de algodón hasta tal punto que este insecto pasó a ser secundario.

8.4.2. Autodiseminación

Otra estrategia es el uso de insectos infectados o contaminados para dispersar los patógenos en el ecosistema. En algunos casos se infectan insectos adultos con el patógeno y se liberan en el cultivo a proteger, permitiéndose que dispersen el patógeno a medida que busca sitios de oviposición. En otros casos se podrían emplear trampas que capturen insectos lo infecten con el patógeno deseado y luego le permita que escape para su dispersión.

8.3. AGROECOSISTEMAS EN LOS CUALES SE PODRIAN USAR PATOGENOS EN COLOMBIA.

Como se puede deducir al analizar la información presentada en los anteriores capítulos, prácticamente en todos los agroecosistemas colombianos se presentan plagas limitantes que son infectadas por diversos patógenos. Sin embargo en algunos la incidencia o abundancia de estos entomopatógenos es mayor. A continuación se analizan los problemas entomológicos en varios cultivos.

8.3.1. Algodón

El agroecosistema del cultivo del algodón es muy complejo desde el punto de vista entomológico ya que la planta presenta varias especies de insectos afectando sus diversos estados de desarrollo. Existen recomendaciones para el manejo integrado de plagas en este cultivo (ICA 1977) que enfatizan en el uso racional de insecticidas, aplicándolos en dosis bajas que sean de acción selectiva para que no interfieran con las liberaciones del parásito de huevos Trichogramma sp. Además se recomienda el uso de B. thuringiensis para el control de defoliadores. A éstas recomendaciones de control valdría la pena investigar la posibilidad de involucrar otros agentes patógenos como los virus que se han detectado en Colombia de Heliothis y Spodoptera y el hongo Nomuraea rileyi que infecta la mayoría de las especies de lepidópteros que defolían o atacan los botones florales del algodón. El virus de Autographa californica que ha mostrado ser bastante virulento y tener un amplio rango de huéspedes debería ser un candidato para evaluarlo.

8.3.2. Maíz

El cultivo del maíz presenta dos insectos plagas claves en la mayoría de las zonas en donde se cultiva, estos son el gusano cogollero Spodoptera frugiperda y el gusano de la mazorca Heliothis zea. En ciertas zonas que imperan condiciones especiales se presenta el cucarro Eutheola sp. y el barrenador del tallo Diatraea saccharalis. Estas plagas ocasionan el uso de insecticidas con cierta frecuencia para evitar daños económicos. La especie S. frugiperda es susceptible a los hongos N. rileyi, Metarhizium anisopliae, a los nemátodos Steinernema feltiae y Hexamermis sp., a los virus VPN y VG y al protozoario Nosema laphygmae. Todos estos patógenos pueden jugar un papel importante en el control del cogollero. El nicho que ocupa este insecto en el cogollo de la planta (Figura 1) lo hace potencialmente susceptible a aquellos organismos que requieren alta humedad como N. rileyi y S. feltiae. Una práctica común es la de utilizar insecticidas granulares aplicados via terrestre en el cogollo, esto se podría reemplazar por alguno de los organismos mencionados.

En el caso de los insectos del suelo como Eutheola sp., el hongo M. anisopliae es un candidato para su control debido a la eficiencia que ha mostrado este hongo en otros lugares para el control de plagas similares. En relación con H. zea sería conveniente evaluar el virus nativo de este insecto o aislamientos nuevos de otras partes del mundo.

8.3.3. Frijol y Soya

Los cultivos de frijol y soya presentan problemas entomológicos similares ocasionados por especies comunes como los lepidópteros Pseudoplusia includens, Heliothis virescens, S. frugiperda, T. ni y crisomélidos como Empoasca kraemeri, Diabrotica sp. y Epitris sp. Muchos de estos insectos en ocasiones dejan de ser plagas debido a la acción natural de entomopatógenos como hongos y virus. Es notable la incidencia de N. rileyi sobre Anticarsia gemmatalis en soya, mediante manipulación artificial de este hongo se podrían adelantar sus epizootias y ejercer un control satisfactorio de la plaga. Para el control de los criso-

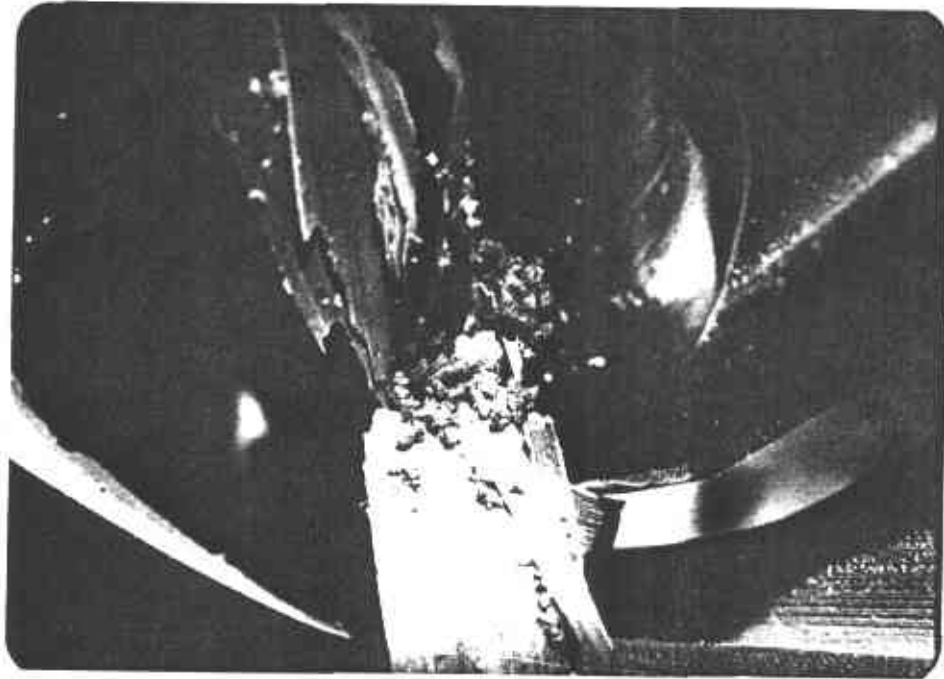


FIGURA 1. Aspecto del cogollo de una planta de maíz siendo atacada por Spodoptera frugiperda. La larva se mantiene oculta y en un medio de alta humedad propicio para la infección con entomopatógenos.

mélidos se recomienda evaluar los hongos B. bassiana y Erynia radicans los cuales se están evaluando en otras partes en ecosistemas de frijol. El hongo ~~Verticillium lecanii~~ ofrece un gran potencial para la represión de moscas blancas que como Trialeurodes vaporariorum (Figura 2) es limitante al frijol en climas fríos moderados. Este hongo también puede jugar un papel importante en cultivos bajo invernadero en donde las condiciones de humedad pueden ser manipuladas.

8.3.4. Arroz

El cultivo del arroz no presenta problemas entomológicos serios y esto se debe en parte a la mortalidad que ejercen los hongos entomopatógenos sobre varios de los insectos plagas. En efecto las especies N. rileyi, M. anisopliae, B. bassiana, Entomophthora spp y Myiophagus sp se aíslan con frecuencia de plagas del arroz. La especie Myiophagus es de gran importancia en el control de S. frugiperda en la zona de Urabá, en donde la alta humedad relativa imperante la hace muy propicia para la acción de estos hongos. El agroecosistema de arroz es un ejemplo de un cultivo con condiciones climáticas para la acción de hongos y que en muchas ocasiones pasa desapercibido por el desconocimiento de estas patologías.

8.3.5. Palma africana

Los cultivos de palma africana (Figura 3) conforman agroecosistemas muy propicios para el desarrollo de entomopatógenos como virus y hongos. Esto probablemente se deba a que son plantaciones perennes con condiciones de alta humedad. Actualmente en algunas de estas plantaciones se intenta fomentar la fauna de enemigos naturales y el uso de virus en una forma rudimentaria. Sería conveniente refinar las metodologías para el manejo de virus y desarrollar métodos para la multiplicación de hongos como Beauveria bassiana. Las especies de defoliadores como Sibine fusca, Euprosterina elaeasa, Opsiphanes cassina y Oiketicus sp, se podrían mantener bajo control con combinaciones de aplicaciones de la bacteria B. thuringiensis, los virus encontrados en el medio y el hongo B. bassiana. Los ácaros, como Retracus elaeis, se ha demostrado que pueden controlarse con

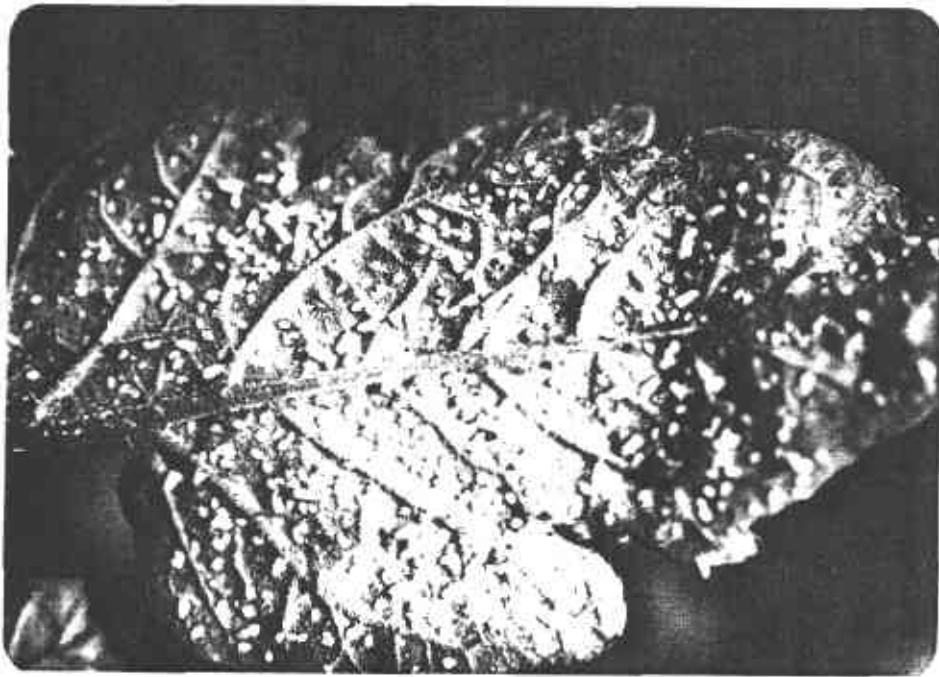


FIGURA 2. Mosca blanca, Trialeurodes vaporariorum sobre el envés de una hoja de frijol.



FIGURA 3. Aspecto de una plantación de palma africana en la zona de Puerto Wilches.

el hongo Hirsutella thompsonii. Todos estos patógenos podrían integrarse con el uso de parásitos y predadores para mantener las poblaciones de los insectos plagas por debajo de los niveles de daño económico.

8.3.6. Forestales

Las plantaciones forestales en Colombia están formadas de especies exóticas de coníferas como ciprés y pino pátula que han cambiado la composición ecológica de estas zonas. Esto ha dado como resultado que muchos insectos defoliadores como Glena bisulca, Oxydia trychiata y Cargolia arana se conviertan en plagas limitantes de estos bosques (Figura 4). Las aspersiones con insecticidas para el control de estos insectos no son recomendables por el desequilibrio biológico que causan y la contaminación ambiental que producen. Es por esto que se deben desarrollar métodos biológicos para el control de estos defoliadores. Hasta el momento se han encontrado virus del tipo granuloso y poliédricos citoplasmáticos que merecen ser producidos a escala semicomercial para evaluar su efecto en el campo. El nemátodo Steinernema feltiae podría ser de gran utilidad para aplicarlo al suelo para el control del estado de prepupa, aprovechando el hábito de estas especies de bajar al suelo a empupar. En casos especiales se podría utilizar el B. thuringiensis contra larvas de primeros instares, sin embargo se hace necesario desarrollar equipos y técnicas de aplicación más efectivas.

8.3.7. Cítricos

Las principales plagas que afectan cítricos pertenecen a los grupos de áfidos, escamas y aleyrodidos. Estas especies frecuentemente son infectadas por hongos entomopatógenos como Aschersonia, Entomophthora sp y Cladosporium sp. Esta última especie es de hábitos saprófitos y también es parásito de plantas, sin embargo se han encontrado especies en insectos. Es conveniente adelantar investigaciones sobre la verdadera patogenicidad de Cladosporium que con frecuencia se observa sobre Aleurocanthus woglumii y los áfidos Toxoptera citricidus y Aphis spiraeicola. Los hongos A. aleyrodis y V. lecanii crecen bien en mdios de cultivo pero se debería explorar la posibilidad de mul-



FIGURA 4. Defoliación de una plantación de pino pátula en El Retiro, Antioquia, causada por el geométrido Cargolia arana.

tiplicarlos en medios más baratos como cereales y así producirlos en mayor cantidad para evaluaciones en el campo. Las especies V. lecanii y A. aleyrodis infectan escamas, áfidos y moscas blancas frecuentemente encontradas en cítricos.

8.3.8. Flores

Las explotaciones de flores en Colombia se hacen bajo invernaderos en zonas templadas y aunque no existe control absoluto de la temperatura y humedad, si es factible alterar estas cuando se desee. Lo anterior podría ser de gran utilidad para la integración de patógenos en los programas de control de plagas. En cultivos de crisantemos los principales problemas de plagas son los minadores, ácaros, áfidos, moscas blancas y lepidópteros. Actualmente debido a los altos costos de insecticidas y a los riesgos para la salud humana se están estudiando diversas estrategias de manejo integrado de plagas. Para el control del minador se usan liberaciones del insecto parásito Diglyphus begini pero es necesario integrar este control con otros que no causen alteraciones al parásito. Como candidatos se presentan el hongo H. thompsoni contra ácaros, los hongos V. lecanii y M. anisopliae contra áfidos y moscas blancas y B. thuringiensis para el control de lepidópteros. En este último grupo dependiendo de la especie se podrían evaluar otros hongos como N. rileyi y B. bassiana o virus que se encuentren efectivos a estas plagas. En el caso del minador otra posibilidad de control lo constituye el nemátodo S. feltiae que aplicado en el momento oportuno en que las larvas caen al suelo a empupar, podría resultar efectivo. Las aplicaciones controladas de riego serían una herramienta útil para ayudar a muchos de estos patógenos en la inducción de epizootias.

8.4. CONCLUSIONES

La idea de desarrollar entomopatógenos en insecticidas microbiales es una realidad. Hasta el momento existen en el mundo tres insecticidas bacteriales, tres fungales, aproximadamente 13 virales, uno en base a nemátodos y uno en base a protozoarios, debidamente registrados para su uso en sus respectivos países.

Actualmente el uso de insecticidas microbiales está confinado a agricultura tecnificada, especialmente latifundios, donde el alto costo de éstas formulaciones puede ser absorbido por los altos retornos de la cosecha. En minifundios la situación es muy diferente debido a que la agricultura se caracteriza especialmente por estar en zonas poco accesibles o montañosas, donde es difícil utilizar maquinaria agrícola, los cultivos son múltiples, los rendimientos de las cosechas bajos y la mano de obra es abundante. Algunas de éstas características se podrían utilizar para implementar programas de control microbial en minifundios (Bustillo 1986). Inicialmente se requiere una labor de educación a los agricultores con el fin de que se percaten de los beneficios de uso de patógenos de insectos. Luego se deben llevar a cabo labores de reconocimiento para evaluar los diversos problemas existentes y que patógenos se encuentran presentes en la zona y cuales podrían constituirse en candidatos para su introducción. La organización de una cooperativa a nivel regional, con asesoría técnica sería de una gran utilidad para la producción y distribución de ciertos patógenos que como virus, nemátodos y hongos se pueden multiplicar a una escala semicomercial y a costos relativamente bajos. El establecimiento inicial de un programa piloto mostrará las bondades de un programa de ésta naturaleza.

La fauna de entomopatógenos en Colombia es abundante y estas listas se incrementarán a medida que se intensifiquen las labores de detección. Muchas de ellas con seguridad serán nuevas para la ciencia y de otras ya encontradas posiblemente se descubran razas más virulentas. Las investigaciones se deben concentrar en la evaluación inicial de estos entomopatógenos para conocer su patogenicidad, rango de huéspedes, seguridad a fauna benéfica y a otros invertebrados y vertebrados. Posteriormente se debe determinar como reproducirlos en cantidades suficientes para evaluarlos bajo condiciones de campo y establecer los métodos más apropiados para su aplicación.

Todas estas labores requieren personal especializado, infraestructura y el apoyo decidido de las entidades gubernamentales que financian la investigación en Colombia. Los beneficios que se obtengan de estas investigaciones pagarán en retorno muchas veces la cantidad invertida.

8.5. BIBLIOGRAFIA

- Bustillo, A.E. 1986. Utilización de agentes microbiológicos. In: Manejo integrado de plagas en centroamérica: Estado actual y potencial futuro, eds. K.L. Andrews y J.R. Quezada. Cap. 3, 28p. En prensa.
- Hall, J.M. 1964. The use of microorganisms in biological control of insects pests and weeds, ed. P. DeBach, Reinhold Pub.Co., New York, p.610-628.
- Hamm, J.J. 1984. Invertebrate pathology and biological control. *J. Georgia Entomol.Soc.* 19(3):6-13. Second Supplement.
- ICA. 1977. Manual de control integrado de plagas, Ministerio de Agricultura, Colombia. Regional 6, 105p.
- Henry, J.E. and E.A. Oma. 1981. Pest control by Nosema locustae a pathogen of grasshoppers and crickets. In: Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980, ed. H.D. Burges. Academic Press, London, 914p.
- Ignoffo, C.M. 1981. The fungus Nomuraea rileyi as a microbial insecticide. In: Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980, ed. H.D. Burges, Chapter 27, p.513-538. Academic Press, London, 914p.
- McCoy, C.W. 1981. Pest control by the fungus Hirsutella thompsonii. In: Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980, ed. H.D. Burges. p. 513-538. Academic Press, London, 914p.
- Sánchez, G. 1982. Guía general de manejo de plagas en el cultivo de arroz en Colombia. ICA, Sección de Entomología, Bogotá, 32p.
- Steinhaus, E.A. 1949. Principles of insect pathology. Mc Graw-Hill, New York, 757p.