

PERSPECTIVAS DEL USO DEL CONTROL MICROBIOLOGICO PARA PLAGAS DEL MAIZ EN NICARAGUA*

Sarah M. Gladstone*

ABSTRACT

This study reviews and analyzes, in a preliminary form, principal pathogens, with perspectives for their utilization as microbial control of pests which attack during each of the corn's growth phases.

It includes soil, leaf stem, and maize cob pests.

INTRODUCCION

En los años 80 se evidenció un fuerte movimiento hacia el desarrollo y prueba de insecticidas basados en patógenos microbiológicos o sus productos metabólicos. Esta tendencia se debe a los problemas con insecticidas químicos que ahora están siendo reconocidos - sus peligros para la salud humana en particular. Esto ha traído como resultado la puesta en marcha de reglamentos para su desarrollo y prueba cuyos costos son astronómicos. Por el contrario, los productos microbiológicos, por ser menos peligrosos, su registro es más fácil y más rápido en países donde existen reglamentos para este fin.

Es de esperar que en los próximos años se desarrollen productos microbiológicos y, quizás más importante, investigación fuerte en la producción de tales patógenos, su formulación y su empleo. Ejemplos de las cuatro clases de patógenos microbiológicos - virus, hongos, bacterias y protozoarios - están siendo fuertemente investigados. En algunos casos, ya se están usando productos comerciales.

Los insecticidas microbiológicos y los insecticidas químicos tienen diferencias importantes entre sí:

RESUMEN

Revisa y analiza en forma preliminar los principales patógenos con perspectivas para su empleo como controladores microbiológicos de plagas que atacan durante cada una de las etapas del crecimiento del maíz.

Incluye plagas del suelo, del follaje, del tallo y de la mazorca.

- La eficacia de algunos patógenos depende de las condiciones ambientales, por lo tanto los microambientes presentes en el cultivo y el área geográfica en donde se cultiva deben ser consideradas en forma especial.
- Algunos patógenos actúan con mayor lentitud sobre la plaga que los insecticidas químicos, por lo tanto el tipo de daño que hace la plaga y el nivel de tolerancia de la planta son importantes.
- Algunos patógenos tienen un potencial de acción de largo plazo después de solo una o pocas aplicaciones. Estos patógenos causan epidemias de enfermedades en la población de la plaga.
- Muchos patógenos pueden producirse a nivel nacional, regional o local con menores inversiones de capital.

El cultivo del maíz en Centro América se presta para el empleo de insecticidas microbiológicos. Desde la semilla sembrada hasta el almacenamiento del grano, el maíz crea una variedad de ambientes y experimenta ataques por un complejo sucesivo de plagas de insectos. Ambos factores influyen sobre la decisión de cuales patógenos pueden servir en el combate de plagas. Experiencias en otros cultivos han mostrado que un análisis previo de estos factores es esencial para escoger correctamente agentes microbiológicos para investigación y uso. Este trabajo es un in-

*Escuela de Sanidad Vegetal, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

tento para revisar y analizar los principales patógenos con perspectivas para su empleo como controladores microbiológicos de plagas que atacan durante cada una de las etapas del crecimiento del maíz.

PLAGAS DEL SUELO

El ambiente. El suelo se caracteriza por sus condiciones de alta humedad y su oscuridad (en comparación con otros ambientes que experimenta la planta del maíz). El suelo es un medio excelente para la preservación de las etapas inactivas de bacterias y hongos (esporas) y de virus (cuerpos de inclusión). Sin embargo, las esporas de algunas bacterias, incluyendo *Bacillus thuringiensis*, germinan y luego mueren en algunos suelos, por lo tanto no son buenos candidatos para el control de plagas del suelo (Burges, citado por Ferron 1981). Procesos que inhiben la actividad de los hongos entomopatógenos también pueden operar en suelos, disminuyendo así la efectividad de los que de otra manera podrían ser agentes muy promisorios (Ling y Donaldson 1981). La producción y diseminación de los microorganismos en el suelo es limitada físicamente y por esto normalmente no se observan epizootias de enfermedades de desarrollo rápido en plagas del suelo.

Naturaleza del daño. Los niveles de daño económico son relativamente altos para las plagas del suelo (Tabla 1) porque son plagas

TABLA 1. Plagas del suelo que atacan al maíz y sus posibles controladores microbiológicos.

PLAGA	TIPO ¹	PATOGENO	NIVEL DE DESARROLLO ²
Phyllophaga spp.	(B)	<i>Micrococcus nigrofasciens</i>	I
	(B)	<i>Bacillus popillae</i>	D
Aeolus spp.	(H)	<i>Metarhizium anisopliae</i>	D
<i>Listronotus dieticchi</i>			
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	D

¹ B = Bacteria, H = Hongo

² D = Descrito, I = En Investigación

TABLA 2. Plagas del follaje (masticadores) y sus posibles controladores microbiológicos.

PLAGA	TIPO ¹	PATOGENO	NIVEL DE DESARROLLO ²
Spodoptera frugiperda	(B)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	U
	(V)	S.F. NPV	I
	(H)	<i>Nomuraea rileyi</i>	I
Schistocerca piceifrons	(H)	<i>Metarhizium anisopliae</i>	I
	(B)	<i>Coccobacillus acridiorum</i>	D
Mocis latipes	(H)	<i>Metarhizium anisopliae</i>	I
	(B)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	U
Diabrotica spp*	(H)	<i>Nomuraea rileyi</i>	D
	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	D
	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	I

¹ B = Bacteria; H = Hongo; P = Protozoario; V = Virus

² D = Descrito; I = En Investigación; U = En uso comercial

* otra especie del mismo género.

que usualmente ocasionan daño indirecto (debilitamiento y acame) que puede ser compensado por la planta. Sin embargo, la pérdida completa de la semilla o la plantula puede ocurrir cuando hay altas poblaciones de *Aeolus* spp. (Coleoptera: Elateridae) o de *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae). En este caso, una combinación de tácticas de control, incluyendo una alta densidad de siembra, permite tolerar niveles más altos de plagas del suelo, mientras actúan agentes de control microbiológico.

Phyllophaga spp. Varias especies de bacterias entomógenas presentan perspectivas para el control microbiológico de *Phyllophaga* spp. *Micrococcus nigrofasciens* se ha aislado de *Phyllophaga* sp. (King y Saunders 1984) y *Bacillus subtilis* se está investigando actualmente en Costa Rica (Taller Regional de Manejo Integrado 1989).

Bacillus popillae es una bacteria que causa la enfermedad lechosa en larvas de varios generos en la familia Scarabaeidae. Algunas especies de *Phyllophaga* son susceptibles a *B. popillae* pero otros no lo son (Faust 1974). Las especies de *Phyllophaga* común en Centroamérica, no han estado sujetas a pruebas con *B. popillae* hasta la fecha. *B. popillae* ha sido desarrollada como un producto comercial en los Estados Unidos (Doom y Japidemic) para el control de gallina ciega en huertos de frutos y áreas de producción de grama (Klein 1981). Una desventaja de este producto es su costo de producción dado que la bacteria se produce en vivo, lo que requiere mucha mano de obra.

El hongo entomógeno, *Metarhizium anisopliae* fue probado contra *Phyllophaga* spp. en caña de azúcar en Puerto Rico a principios del siglo, pero estos esfuerzos no tuvieron éxito (Wolcott 1955). Esta siendo probado junto con los hongos *Entomophthora*, *Beauveria* y *Spicaria* en varios países centroamericanos (Taller Regional de Manejo Integrado 1989) y una cepa aislada de *Phyllophaga* sp. en Nicaragua está lista para prueba (G. Gerdemann 1990)¹.

Aeolus spp. El hongo *M. anisopliae* ha sido aislado también del gusano alambre *Aeolus* spp. (King y Saunders 1984). El potencial para su uso en el control de esta plaga del suelo y de *Phyllophaga* spp. se considera positivo dado el control exitoso obtenido con

¹Gerdemann, G. 1990. Hongos entomógenos, cepas aislada del *Phyllophaga*. Centro Nacional de Protección Vegetal, MAG, Managua, Nicaragua. (Comunicación Personal).

hongos muscardinos aplicados en plagas del suelo en la Union Soviética (Ferron 1981). Los hongos entomopatógenos del gusano alambre deben ser investigados con el fin de aislar cepas nativas de Centroamérica.

Listronotus dietrichi (Coleoptera: Curculionidae)

Para esta plaga del suelo, aún poco conocida, ningún trabajo sobre su control microbiológico ha sido encontrado hasta el momento de realizar este escrito.

Elasmopalpus lignosellus (Lepidoptera: Pyralidae)

El agente microbiano mayormente estudiado para *E. lignosellus* es el hongo *Beauveria bassiana*. Mc Dowell et al. (1990) probaron aplicaciones de conidias de *B. bassiana* al follaje del maíz y al suelo con mejores resultados en el primero. Varios virus y otros hongos han sido aislados de *E. lignosellus* pero no se les ha dado seguimiento (Johnson 1978, Funderburk et al. 1984).

PLAGAS DEL FOLLAJE

El ambiente. El follaje del maíz pequeño es un ambiente con tendencia a secarse y muy expuesto a la radiación solar. Durante la segunda mitad de la fase de cogollo, las plantas comienzan a cerrar calles y la humedad relativa aumenta en el follaje y cogollo. Las plagas que se alimentan en hojas enrolladas o dentro del cogollo, se encuentran en un ambiente protegido de la radiación solar.

Algunos microorganismos patogénicos producidos en plagas del follaje se diseminan fácilmente con la ayuda del viento y la lluvia lo que promueve epidemias.

Naturaleza del daño. Para plagas masticadoras (Tabla 2) los niveles de daño son relativamente altos cuando la planta está ya establecida, debido a la tolerancia de la planta a la defoliación. Solamente cuando el ataque de estas plagas es muy fuerte o las plagas barrenan hasta el suelo y destruyen plantulas, se registran pérdidas en el rendimiento del maíz.

Para los insectos vectores que transmiten enfermedades al maíz, los niveles de daño económico son mucho menores debido a la pérdida completa del rendimiento en plantas de variedades susceptibles (Tabla 3).

Plagas masticadoras

Spodoptera frugiperda. El cogollero de maíz *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) está sujeto a varios patógenos con alto potencial para su control. Varios productos basados en cepas de la bacteria entomógena, *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, se usan actualmente para su control. Los resultados del control de *S. frugiperda* en Centroamérica con la cepa HD-1 (Dipel) son mixtos en la práctica. Estos se podrían combinar con otros productos microbiológicos o dosis sub-letales de insecticidas químicos para obtener un mejor control.

La cepa NRD-12 (presente en el producto Javelin) produce un nivel de control de *S. frugiperda* igual al clorpirifos (Shamiyeh y Onks 1988) y es 3-4 veces más tóxico para *S. exigua* que Dipel 2X (Moar et al. 1986), por lo que se considera una cepa mejor para este género. En Nicaragua está en desarrollo la fabricación de un producto basado en *B. thuringiensis* que bajaría el costo en divisas del control de la plaga (Martínez 1989).

De las cuatro clases de virus aislados de *S. frugiperda*, el VPN es el que más se ha investigado para el control de esta plaga. Observaciones personales señalan que aparentemente, la cepa presente en Nicaragua no tiene alta virulencia para *S. frugiperda* y quizás por eso no es muy evidente la virosis en los campos de maíz. Sin embargo, una cepa presente en la parte sur de los Estados Unidos se considera su patógeno principal en aquella región geográfica (Gardner et al 1984). Esta cepa merece ser estudiada en los ambientes maiceros de Centroamérica.

TABLA 3. Plagas vectores y sus posibles controladores microbiológicos.

PLAGA	TIPO ¹	PATOGENO	NIVEL DE DESARROLLO ²
<i>Dalbulus maidis</i>	(H)	<i>Metarhizium anisopliae</i>	I
	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	D
<i>Peregrinus maidis</i>			

¹ H = Hongo

² D = Descrito, I = En Investigación

TABLA 4. Plagas del tallo del maíz y sus posibles controladores microbiológicos.

PLAGA	TIPO ¹	PATOGENO	NIVEL DE DESARROLLO ²
<i>Diatraea lineolata</i>	(B)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	U
	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	I
	(H)	<i>Entomophthora</i> sp.	D
	(H)	<i>Fusarium</i> sp.	D

¹ B = Bacteria, H = Hongo

² D = Descrito, I = En Investigación, U = En Uso Comercial

El laboratorio de control biológico de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, está investigando el VPN de S. frugiperda. El cogollo de maíz presenta un ambiente propicio para el uso de virus ya que se ve protegido de la radiación solar. Sin embargo, el potencial para epizootias puede ser limitado por la forma del cogollo y por el poco movimiento de la plaga entre las plantas. La transferencia de la enfermedad entre individuos ocurre por la diseminación de los cuerpos de inclusión del virus por medio de la gravedad, la lluvia, y por pájaros que comen insectos enfermos o muertos. El viento probablemente no juega un papel muy importante en la diseminación de cuerpos de inclusión.

Dos hongos atacan principalmente a S. frugiperda en maíz. Nomuraea rileyi es el más común y más investigado que M. anisopliae, aunque este último demostró buenas perspectivas en pruebas de campo hechas en Brasil (Villacorta 1976). En Centroamérica N. rileyi es el patógeno principal de S. frugiperda en maíz (Van Huis 1981). Su empleo por medio de aplicaciones inoculativas de conidias y su conservación bajo diferentes sistemas de manejo del cultivo están siendo investigados en la Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua (Gladstone 1987 y 1989; Rodríguez 1989).

Las epizootias de micosis son limitadas principalmente por humedad. Se observa poca incidencia de micosis en insectos de maíz joven (<20 días) bajo sistemas de labranza convencional, pero cuando el maíz cierra calles a partir de los 25 - 30 días de germinado, se observan con frecuencia epizootias naturales de N. rileyi (Morales 1988). Las conidias de N. rileyi se diseminan fácilmente por el viento (Kish 1975) e infectan a otros hospederos susceptibles. Este hongo actúa lentamente (5-7 días) sobre S. frugiperda (Rodríguez 1989), pero esto no debe constituir una limitante grave dada la tolerancia de la planta para la defoliación.

Las pupas de S. frugiperda en el suelo son atacadas por el hongo Paecilomyces tenuipes en Ecuador (Harper 1986). Una investigación sobre su ocurrencia en Centroamérica es también aconsejable dadas las condiciones favorables que presenta el suelo para el desarrollo de micosis.

Schistocerca piceifrons. El chapulin, S. piceifrons (Orthoptera: Acrididae) es una plaga de irrupciones devastadoras. Por su hábito gregario es susceptible a enfermedades infecciosas. Una vez identificadas sus áreas de

oviposición y cría, es posible considerar el empleo de estas enfermedades para su control.

La bacteria Coccobacillus acridiorum fue identificada en México en 1911 (van der Geest 1986) y probado en Venezuela en 1919 y luego en 1962 con resultados mixtos (Guagliumi 1962). Este mismo autor considera que este patógeno debe ser objeto de mayores estudios.

S. piceifrons es susceptible a infección por ingestión de M. anisopliae indicando que sus conidias podrían incorporarse en cebos atrayentes (Ferron 1981). Una vez ingeridas, las conidias germinan en el estómago del insecto por ser un ambiente siempre húmedo.

El protozoario, Nosema locustae, también incorporado en cebos, causa una enfermedad crónica y muerte prematura bajo condiciones de estres en un congenero, Schistocerca gregaria. Su uso bien planificado ha sido probado en varias especies para prevenir brotes (Henry y Oma 1981).

Plagas ocasionales. Mocis latipes (Lepidoptera: Noctuidae) es una plaga esporádica en maíz de <20 días que requiere una solución de acción rápida. Acciones profilácticas no son rentables porque sus brotes no son predecibles.

El mejor candidato para el control microbiológico de M. latipes es B. thuringiensis a lo cual es altamente susceptible. Lo afectan también los hongos N. rileyi y B. bassiana pero éstos actúan con demasiada lentitud para servir en el control de esta plaga cuyas irrupciones pueden dejar completamente defoliadas a las plantulas de maíz.

Diabrotica spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) constituye un problema localizado en Centroamérica en maíz en estado de plantula. las altas poblaciones de Diabrotica spp. en maíz probablemente tienen su origen en siembras de hortalizas u otros cultivos cercanos. El control de Diabrotica spp. en maíz es difícil con agentes microbiológicos dado que ataca fuertemente a las plantulas. B. bassiana está siendo investigado en Brazil para el control de D. speciosa. Un control integrado de Diabrotica spp. podría hacer uso de B. bassiana en cultivos donde el daño es más tolerado y así proteger mejor la plantación de maíz.

Vectores de enfermedades

Los hongos son los únicos patógenos hallados en los vectores de las enfermedades

del maíz, Dalbulus maidis (Homoptera: Cicadellidae) y Peregrinus maidis (Homoptera: Delphacidae). Esto se debe a que son insectos chupadores y no ingieren las etapas infectivas de las demás clases de patógenos, los que se encuentran en la superficie del follaje. Los únicos patógenos capaces de infectar de otra manera, que no sea por la boca, son los hongos los cuales penetran la cutícula del insecto.

Este hecho es desafortunado porque la tolerancia de la planta a D. maidis, el único vector actual de importancia, es muy baja dado que los fitopatógenos se transmiten muy rápidamente a la planta y pueden reducir su rendimiento a cero. Entonces los hongos, los que actúan en términos de días, no se podrían usar de manera responsiva en campos de maíz con altas poblaciones de D. maidis cuando estos portan los fitopatógenos. Sin embargo, altas poblaciones de D. maidis no siempre son una amenaza al cultivo de maíz. Si en el futuro se logra determinar bajo cuales circunstancias ocurren poblaciones con un bajo porcentaje de vectores, los hongos entomopatógenos pueden ser de mucha utilidad.

El microambiente es otro factor que inhibe el uso de hongos en el control de vectores en maíz. La humedad en el follaje se ve limitada en plantas jóvenes, la etapa de desarrollo más susceptible al achaparramiento y la radiación solar es un factor fuerte. Raras veces se observan insectos muertos naturalmente por hongos en maíz joven (Quiroz, I. comunicación personal).

A pesar de los límites ambientales en maíz joven, hay gran potencial para el desarrollo de epizootias de micosis y éstos se observan con frecuencia en el caso de M. anisopliae en D. maidis. Los vectores se mueven entre plantas y las esporas de hongos cubren rápidamente una gran área por la acción del viento.

Considerando todo lo expuesto, la mejor esperanza para el control microbiológico de D. maidis radica en el hongo M. anisopliae usado de manera profiláctica temprano en el ciclo del cultivo cuando estas poblaciones no presentan alto porcentaje de vectores. Así se podrían reducir en general las poblaciones de D. maidis en un área maicera. La técnica para su uso está siendo desarrollada en Managua por el Centro Nacional de Protección Vegetal.

PLAGAS DEL TALLO

El ambiente. El interior del tallo de la planta de maíz se caracteriza por ser un am-

biente inaccesible a muchos patógenos e inhibitorio de la diseminación de ellos. Es húmedo y oscuro, lo cual favorece los hongos y virus entomopatógenicos.

Naturaleza del daño. El daño hecho por las plagas del tallo de maíz (debilitamiento y acame, reducción del flujo de nutrientes y entrada de enfermedades) es tolerado ampliamente cuando la planta está en la segunda mitad de su fase vegetativa (Tabla 4). En la fase de plantula los niveles de daño económico para plagas del tallo son menores, porque pueden ocasionar la muerte total de la planta.

El problema principal en el control microbiológico de las plagas del tallo, es que no están expuestas a las etapas infecciosas de sus patógenos durante una gran parte de su ciclo de vida. Sin embargo, cuando pasan una parte del ciclo larval en el follaje pueden infectarse con patógenos.

La plaga principal del tallo de maíz, D. lineolata (Lepidoptera: Pyralidae) es susceptible a B. thuringiensis. Aplicaciones de este patógeno tienen que coordinarse con oviposiciones de la plaga para lograr infectar a las larvas de los 2-3 primeros instares que se alimentan en el follaje. Por las dificultades en su monitoreo, raramente se aplica para controlar D. lineolata aunque puede causar mermas substanciales en el rendimiento de maíz (Van Huis 1981).

Entre los hongos entomopatógenos, principalmente B. bassiana tiene perspectivas para el control de D. lineolata. En su congenera, D. grandiosella, se hallan epizootias de B. bassiana, Knutson(*), quien considera que las esporas de B. bassiana se diseminan por Nitidulidae Carpophilus lugubrius en los túneles excavados por la plaga y así hacen contacto con esta plaga oculta.

PLAGAS DE LA MAZORCA

El ambiente. En pre-cosecha la mazorca en el campo presenta un ambiente húmedo, oscuro e inaccesible a los microorganismos cuando está bien tapada con su tuza. Al igual que en el caso de plagas del tallo, un patógeno tendría que infectar una plaga de la mazorca antes de que esta entre. La diseminación de los patógenos producidos en insectos que mueren en la mazorca es prevenida por la misma característica de estar tapada con la tuza.

(*)Knutson, A. 1990. Epizootias de Beauveria bassiana. Texas Agricultural Extension Service, Dimmitt, Texas, U.S.A. (Comunicación personal).

En post-cosecha, el ambiente de un almacén de mazorcas guardadas para su consumo depende del método y nivel de tecnificación del almacenamiento. Mazorcas desgranadas se guardan en envases o torres oscuras y de ambiente seco, con posibilidades limitadas de diseminación de entomopatógenos. Mazorcas almacenadas a pequeña escala en sus tuzas presentan aún menores posibilidades de penetración de patógenos y diseminación de los mismos. En cualquier caso, el ambiente seco imposibilita el uso de hongos entomopatógenos.

El hábito de alimentación de la plaga influye sobre su susceptibilidad a los patógenos. Si se alimenta dentro del grano, la plaga está protegida, pero si se alimenta en la superficie del grano, un patógeno lo puede infectar.

Naturaleza del daño. Los daños a la mazorca en el campo o en el almacén representan pérdidas directas de grano y por lo tanto los niveles de daño económico para plagas de la mazorca son relativamente bajos (Tabla 5).

TABLA 5. Plagas de la mazorca y sus posibles controladores microbiológicos.

PLAGA	TIPO ¹	PATOGENO	NIVEL DE DESARROLLO ²
I. Pre-cosecha			
<i>Heliothis zea</i>	(B)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	U
	(V)	<i>Heliothis zea</i> VPN	U
	(H)	<i>Nomuraea rileyi</i>	I
<i>Sitophilus zeamais</i> ³	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	I
II. Post-cosecha			
<i>Sitotroga cerealella</i>	(B)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	I
	(P)	<i>Vairimorpha plodiae</i>	D
<i>Plodia interpunctella</i>	(B)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	U
	(V)	<i>Plodia interpunctella</i> VG	D
	(V)	<i>Plodia interpunctella</i> VPN	D
	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	D
	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	D
<i>Sitophilus zeamais</i> ³	(H)	<i>Beauveria bassiana</i>	D

¹ B = Bacteria, H = Hongo, P = Protozoario, V = Virus

² D = Descrito, I = En Investigación, U = En Uso Comercial

³ Otra especie del mismo género

Pre-cosecha

Heliothis zea. Las larvas de *H. zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eclosionan en los estigmas y pasan unos instares allí donde pueden infectarse con patógenos. La humedad de la mazorca favorece el desarrollo del hongo *Nomuraea rileyi* y varios virus. De los 4 tipos de virus aislados de *H. zea* (Martignoni e Iwai 1986), el virus de polihedrosis nuclear *H. zea*, es lo que más desarrollo ha visto con la elaboración de un producto comercial (Elcar) ya en uso (Yearian 1982). *H. zea* es susceptible además a *B. thuringiensis*.

Sitophilus zeamais. *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) es una plaga clave de la mazorca que ataca al maíz en el campo o en el almacén. De una congénere, *S. granarius*, se ha aislado *B. bassiana* (Lesche y Melo 1979). Al investigar este patógeno para el control de *S. granarius*, habría que tomar en cuenta que *B. bassiana* es capaz de reproducirse en granos húmedos y podría contaminar la mazorca.

Post-cosecha

Una vez en el almacén, las principales plagas de la mazorca son picudos y palomillas. El adulto de *S. zeamais* y *Sitotroga* sp. es la única etapa susceptible a patógenos dado que sus larvas se alimentan dentro del grano detrás de una capa de tejido. Adultos de *Sitotroga* sp. demuestran una susceptibilidad leve a *B. thuringiensis* que se está investigando actualmente (Krieg y Langenbruch 1981).

Plodia interpunctella (Lepidoptera: Phycitidae) es susceptible a varios patógenos porque sus larvas se alimentan en la superficie del grano de maíz.

B. thuringiensis en principio es altamente patógeno para *P. interpunctella* pero se ha visto el desarrollo de resistencia en pocas generaciones, bajo la fuerte selección que ocurre en almacenes de granos (Sparber 1985).

Vairimorpha plodiae es un protozoario conocido por su fuerte papel en el control natural de poblaciones de *P. interpunctella* cuya manipulación puede ser investigada (Maddox 1986). □

RECOMENDACIONES

Se espera que este análisis ayude a entender la importancia de los microambientes del cultivo de maíz y la naturaleza del daño causado por sus insectos plagas, en la selección de agentes microbiológicos como objetos de investigación. Se recomienda por lo tanto:

- Dar una mayor atención al control microbiológico de plagas del suelo, plagas de granos almacenados y al chapulín.
- Facilitar la continuidad de investigaciones con *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, ya que estos hongos son promisorios para el combate de varias plagas del maíz.
- Promover la continuación de los trabajos con plagas del follaje con *Nomuraea rileyi*, SF VPN y *Metarhizium anisopliae* con un

análisis previo para determinar la manera en que se podrían emplear en la producción de maíz.

Promover la importación y el uso de productos basados en Bacillus thuringiensis e incentivar la búsqueda de apoyo en la producción nacional del mismo.

AGRADECIMIENTO

En especial a Lic. Carrie Hauxwell, Dr. Philip Entwistle, Lic. Gabriella Gedermann, e Ing. Nicolás Valle por sus comentarios sobre este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- FAUST, R.M. 1974. Bacterial diseases. In G.E. Cantwell ed. Insect Diseases. New York, M. Dekker.
- FERRON, P. 1981. Pest control by the fungi Beauveria and Metarhizium. In H.D. Burges, ed. Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. London, Academic Press. pp. 87-183.
- FUNDERBURK, J.E.; GOUCIAS, D.G.; HERZOG, D.C.; SPRENKEL, R.K. y LYNCH, R.E. 1984. Parasitoids and pathogens of larval lesser cornstalk borers (Lepidoptera: Pyralidae) in northern Florida. Environ. Entomol. 13:1319-1323.
- GARDNER, W.A.; NOBLET, R. y SCHWEHR, R.D. 1984. The potential of microbial agents in managing populations of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Fla. Entomol. 67:325-332.
- GLADSTONE, S.M. 1987. Efecto de la aplicación del hongo entomógeno Nomuraea rileyi sobre la dinámica de la micosis en el cogollero, Spodoptera frugiperda en el cultivo del maíz. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 9:1-11.
- _____. 1989. Prueba del hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi (Farlow) Samson para el control de cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en maíz de riego sembrado en época seca. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal (Nicaragua) 1:10-13.
- GUAGLIUMI, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Maracay. Min. Agric. y Cría, CENIAP. Monografía no.2, Tomo II. p. 576-580.
- HARPER, J.D. 1986. Paecilomyces tenuipes - in vitro culture and host infectivity studies. En Samson, R.A., J.M. Vlak y D. Peters eds. Fundamental and Applied Aspects of Invertebrate Pathology. Foundation of the Fourth Int. Colloq. of Invert. Pathol., Wageningen, The Netherlands. p. 247.
- HENRY, J.E. y OMA, E.A. 1981. Pest control by Nosema locustae, a pathogen of grasshoppers and crickets. En H.D. Burges, ed. Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. London, Academic Press. pp. 573-586.
- JOHNSON, S.J. 1978. The population dynamics and natural mortality of the lesser cornstalk borer, Elasmopalpus lignosellus, in the peanut agroecosystem and the biology of selected primary parasites. PhD. dissertation, Texas A&M University, College Station. p. 123.
- KING, A.B.S. y SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertibradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. London, England. Overseas Development Administration. p. 182.
- KISH, L.P. 1975. The biology and ecology of Nomuraea rileyi (Farlow) Samson. PhD. Thesis. University of Florida, Gainesville, Fla. p. 95.
- KLEIN, M.G. 1981. Advances in the use of Bacillus popilliae for pest control. In H.D. Burges, ed. Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. London, Academic Press. pp. 183-192.
- KRIEG, A. y LANGENBRUCH, G.A. 1981. Susceptibility of arthropod species to Bacillus thuringiensis. In H.D. Burges, ed. Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. London, Academic Press. pp. 837-898.
- LESCHÉ, G. y MELO, E. 1979. Patogenicidade de Beauveria bassiana em insetos pragas de soja. Pesq. Agropec. Bras. 14:89-95.
- LINGG, A.J. y DONALDSON, M.D. 1981. Biotic and abiotic factors affecting stability of Beauveria bassiana conidia in soil. J. Invertebr. Pathol. 38:191-200.
- MCDOWELL, J.M.; FUNDERBURK, J.E.; BOUCIAS, D.G.; GILREATH, M.E. y LYNCH, R.E. 1990. Biological activity of Beauveria bassiana against Elasmopalpus lignosellus (Lepidoptera: Pyralidae) on leaf substrates and soil. Environ. Entomol. 19:137-141.

MADDOX, J.V. 1986. Current status of the use of microsporidia as biocontrol agents. En Samson, R.A., J.M. Vlak and D. Peters eds. Fundamental and Applied aspects of Invertebrate Pathology. Foundation of the Fourth Int. Colloq. of Invert. Pathol., Wageningen, The Netherlands. pp. 518-524.

MARTIGNONI, M.E. y IWAI, P.J. 1981. A catalogue of viral diseases of insects, mites and ticks. En H.D. Burges, ed. Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. London, Academic Press. pp. 899-912.

MARTINEZ, M. 1989. Control por Bacillus thuringiensis del cogollero del maíz. Memorias del Seminario Nacional de Manejo integrado de Plagas del Maíz. Managua, 24-26 octubre, 1989. p. 51.

MOAR, W.J.; OSBRINK, W.L.A. y TRUMBLE, J.T. 1986. Potentiation of Bacillus thuringiensis var. Kurstaki with thuringiensin on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). J.Econ. Entomol. 79:1443-1446.

MORALES, G.I. 1988. Incidencia y dinámica poblacional del hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi (Farlow) Samson en plagas Lepidópteras de maíz Zea mays L., sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench y frijol Phaseolus vulgaris L. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua. 37 p.

RODRIGUEZ, H.O. 1989. Susceptibilidad relativa de tres especies del género Spodoptera (Lepidoptera: Noctuidae) a una cepa del hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi (Farlow) Samson. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua.

SHAMIYEH, N.B. y ONKS, D.O. 1988. In-whorl treatments for fall armyworm and second-broad European corn borer in late-planted field corn, 1987. Insecticide and Acaricide Tests 13:231.

TALLER REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO de plagas insectiles del suelo con énfasis en Phyllophaga. 1989. Boletín Informativo MIP (Costa Rica) No.11:1-4.

SPARBER, S.B. 1985. Insect resistance to the biological insecticide Bacillus thuringiensis Science 229:193.

VAN DER GEEST, L.P.S. y WASSINK, H.J.M. 1986. Microbial control in South America. En Samson, R.A., J.M. Vlak y D. Peters eds. Fundamental and Applied aspects of Invertebrate Pathology. Foundation of the Fourth Int. Colloq. of Invert. Pathol., Wageningen, The Netherlands. pp. 539-543.

VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Mededelingen Landbouwhogeschool. Wageningen, Holanda.

VILLACORTA, A. 1976. Técnica para cultura masiva do fungo entomofago Metarhizium anisopliae (Metch) em forma granulada. Anais de Sociedade Entomologica do Brasil. 5:1-2-104.

WOLCOTT, G.N. 1955. Experiencies with entomogenous fungi in Puerto Rico. Río Piedras, Puerto Rico. Bull. Agric. Expt. Station No.130. pp. 5-19.

YEARIAN, W.C. y YOUNG, S.Y. 1982. Control of insect pests of agricultural importance by viral insecticides. En E. Kurstak ed. Microbial and Viral Pesticides, New York, M. Dekker. pp. 387-424.



¿COORDINANDO UN CURSO O UNA REUNION
ESPECIALIZADA?



Envíe oportunamente su
anuncio para el próximo
"Boletín Informativo"

MIP

Este es un servicio
trimestral y gratuito

del Proyecto

RENARM/MIP/CATIE