

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Setiembre, 1988

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 9



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Turrialba, Costa Rica

## GRUPO DE COORDINACION Y ELABORACION

El Proyecto MIP/CATIE produce varias publicaciones periódicas y servicios de **alerta informativa** tales como "Manejo Integrado de Plagas", "Boletín Informativo" y "Páginas de Contenido". Consultas relacionadas con el proyecto y sus servicios, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de los servicios de información del MIP pueden hacerse llegar a las siguientes direcciones:

### Asesoría y Coordinación:

#### **MIP/CATIE**

7170 Turrialba, Costa Rica  
Teléfono: 56-16-32

Dr. Peter Rosset, Coordinador  
Proyecto MIP/CATIE  
Apartado 843-2050, San Pedro  
Montes de Oca  
San José, **Costa Rica**  
Teléfono: 53-18-98

Joseph L. Saunders, Ph.D.  
Coordinador Proyecto MIP

Ing. Joaquín Larios, Coordinador  
Proyecto MIP/CATIE  
Apartado (01)78  
Oficina del IICA  
San Salvador, **El Salvador**  
Teléfono: 23-82-24

Elkin Bustamante Ph.D.  
Fitopatólogo

J. Rutilio Quezada Ph.D.  
Entomólogo

Dr. Mario Pareja, Coordinador  
Proyecto MIP/CATIE  
Apartado 76-A  
Guatemala, **Guatemala**  
Teléfono: 321-790 ó 372-358

James French Ph.D.  
Economista Agrícola

Ramiro de la Cruz Ph.D.  
Especialista en malezas

Dr. David Monterroso, Coordinador  
Proyecto MIP/CATIE  
Oficina del IICA  
Apartado 1410  
Tegucigalpa, **Honduras**  
Teléfono: 31-52-27

Philip Shannon M.Sc.  
Entomólogo

### Elaboración y difusión:

Orlando Arboleda M.Sc.  
Especialista en Información

Ing. Gabriel von Lindeman, Coordinador  
Proyecto MIP/CATIE  
Apartado 6-3786  
Panamá, **República de Panamá**  
Teléfono: 23-62-36

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Setiembre, 1988

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 9

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INFORMES TECNICOS</b>	
Efecto de la aplicación del hongo entomógeno <i>Nomuraea rileyi</i> , sobre la dinámica de la micosis en el cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo del maíz.....	1-11
Sally Gladstone, ISCA, Managua, Nicaragua	
Fluctuación de las capturas de las polillas de la papa <i>Scrobipalopsis solanivora</i> Povolny y <i>Phthorimaea operculella</i> Zeller (Lepidoptera, Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica.....	12-21
Carlos Rodríguez; Ruth Murillo M.; Carlos Lépiz MAG, San José, Costa Rica	
<b>ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS</b>	
Nota descriptiva del pulgón lanífero ( <i>Eriosoma lanigerum</i> ) de la manzana en Costa Rica.....	22-26
Juan Hernández; MAG, San José, Costa Rica Roger Heneses; MIP/CATIE, San José, Costa Rica	
Los herbicidas empleados en arroz de secano y su efectividad ante el incremento de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> Lour.....	27-34
Luis Carlos Salazar P.; Félix A. Guerra H. Universidad de Panamá, Panamá	
Una prueba de control biológico de baba de culebra en pastos.....	35-38
Juan Hernández; Oscar Chávez C., MAG, San José, Costa Rica	
<b>MATERIAL DIDACTICO</b>	
Elementos para un sistema de manejo integrado de fitonemátodos.....	39-52
Nahúm Harbán-Mendoza, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	



**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Turrialba, Costa Rica**



EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO ENTOMOGENO Nomuraea rileyi, SOBRE  
LA DINAMICA DE LA MICOSIS EN EL COGOLLERO Spodoptera frugiperda EN  
EL CULTIVO DEL MAÍZ

Sally Gladstone\*

INTRODUCCION

El cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), es una de las dos plagas claves de maíz en Nicaragua y causa daño en los tres ciclos de siembra. Actualmente, el cogollero se controla con insecticidas químicos y microbiales importados. Se estimó que en 1987 se sembrarían 250,000 manzanas de maíz, y que cada aplicación de insecticida para controlar el cogollero costaría US\$2 millones al país (Gladstone y Hruska, 1987).

La disminución de los costos en el control del cogollero depende de la reducción de aplicaciones innecesarias de insecticidas y de la aplicación y aumento de otros métodos de control, además existe un cierto grado de control natural del cogollero. Entre sus enemigos naturales, uno de los más poderosos es el hongo patogénico, Nomuraea rileyi (Farlow) Sampson el cual, en campos no tratados, mata un alto porcentaje de las larvas del cogollero (Lacayo, 1977). La incidencia de N. rileyi varía mucho entre años y en diferentes campos pero los determinantes de su abundancia se desconocen.

Nomuraea rileyi se considera candidato importante para su desarrollo como agente de control microbial de varias plagas lepidópteras (Ignoffo, 1981). Dos estrategias para su empleo han sido propuestas y probadas: 1) aplicaciones repetidas de conidias como insecticida microbial (Getzin, 1961; Mohamed, et al 1978) y 2) aplicaciones de conidias para iniciar brotes sostenidos de micosis (Sprenkel y Brooks, 1975; Ignoffo, 1976; Hamm, 1982). La segunda

\*Depto. de Entomología, Escuela de Sanidad Vegetal, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Apartado 453, Managua, Nicaragua.

estrategia requiere menor inóculo y poca mano de obra, pero su uso efectivo requiere buen conocimiento del comportamiento del hongo después de la aplicación.

En 1986 se iniciaron ensayos sobre el uso de N. rileyi en el control del cogollero en maíz. El objetivo del trabajo es el de evaluar el potencial de N. rileyi como control microbial en maíz, en particular la aplicación del mismo hongo para iniciar brotes sostenidos de la enfermedad. Se espera que en esta fase exploratoria se descubran las limitaciones y perspectivas para su uso.

En la segunda parte de 1986, se realizó un ensayo preliminar sobre el comportamiento de la enfermedad después de una sola aplicación de conidias, durante el cual se probaron las siguientes hipótesis:

- La dinámica de un brote de micosis, en términos de su iniciación, intensidad y duración, diferirá entre parcelas de maíz tratadas con N. rileyi y parcelas no tratadas.
- La diseminación del hongo se dará desde el sitio de aplicación hasta distancias de cinco y 15 metros.

## **MATERIALES Y METODOS**

Para probar las dos hipótesis, se utilizó un diseño diferente al del azar. Fueron ubicadas dos parcelas replicadas de cada uno de tres tratamientos, en un campo de maíz experimental en la Estación Experimental Las Mercedes, Managua, Nicaragua. Los tres tratamientos fueron: 1) aplicación de conidias de N. rileyi a los 17 días después de la germinación DDG; 2) aplicación de Lorsban 480 E a los 17 y a los 30 DDG y 3) testigo (sin control).

La superficie del campo de maíz era de 127 m por 25 m. Dos parcelas de 20 surcos por siete m se ubicaron en las esquinas nordeste (NE) y sudeste (SE) del lote. Había dos surcos de borde a los dos lados. Estas parcelas recibieron las aplicaciones de N. rileyi.

Dos parcelas testigos (TEST-1 y TEST-2) y dos parcelas que recibieron control químico se ubicaron en una faja en el centro del lote aproximadamente a 30m de la parcela sudeste y 20 m de la parcela nordeste. Cada parcela en la faja fue de 10 x 7 m. Se alternaron la asignación de los tratamientos en la faja.

Se escogió este diseño porque se desconocía la capacidad de diseminación del hongo. Se ubicaron las parcelas tratadas lo más distante posible para evitar la contaminación de las parcelas testigos. Esa decisión se hizo a expensas de una mayor replicación y más poder en el análisis de los datos.

El estudio se realizó durante el ciclo de la postrera en 1986. Se sembró a mano la variedad NB-6 entre el 5 y 7 de setiembre. Esta variedad es relativamente tolerante a las enfermedades prevalentes durante la postrera. La densidad de siembra fue de 15 cm entre plantas y 92 cm entre surcos. Se aplicó al suelo Lorsban 480-E mezclada con aserrín (480 g IA/mz) para control de plagas del suelo. Se aplicó a la siembra abono completo 12-24-10 (2 quintales/mz) y se aplicó urea 45% (2 quintales/mz) a los 30 DDG.

A los 17 DDG se aplicó N. rileyi directamente al cogollo de 813 y 838 plantas en cada parcela de aplicación. El inóculo vino de cadáveres de S. frugiperda, resultados de la acción de N. rileyi, recolectados en la Estación Experimental San Cristóbal, Managua. Se guardaron por varias semanas en envases plásticos a 4°C. Los cadáveres que esporulaban fueron cortados en pedazos de 3mm con diámetro de 2mm, aproximadamente, se aplicó una sección a cada planta. Se estimaron sus áreas de superficie a 18.84 mm<sup>2</sup>. Una sección de cadáver con esas dimensiones contiene aproximadamente  $4.4 \times 10^7$  esporas (Kish, 1975).

En las parcelas de control químico se aplicó Lorsban 480-E en cebo de aserrín (480 g IA/mz). Las parcelas testigos no recibieron ninguna aplicación.

Se tomaron recuentos dos veces por semana durante ocho semanas. Se muestrearon cien plantas en cada parcela, tomando 10

plantas seguidas comenzando al azar en cada uno de los 10 surcos. Durante la fase del cogollo y de espiga, se registró el número de cogollos infestados por S. frugiperda y el número de cadáveres de larvas, causados por la acción de N. rileyi. En la fase de seda, se utilizó el número de larvas encontradas en las axilas de las cuatro hojas superiores, para indicar el nivel de infestación (Gladstone, 1987) y también se tomó esta cifra como la unidad de muestra para señalar la incidencia de la enfermedad.

Se cosecharon los ocho surcos centrales de cada parcela el 12 de diciembre, a los 94 DDG, y se midió el peso total de las mazorcas.

## RESULTADOS

Fase de cogollo y espiga: Las primeras larvas muertas por N. rileyi se presentaron ocho días después de la aplicación (DDA) en las dos parcelas tratadas con el hongo. Estas larvas se presentaron cuatro días antes que se observaran los primeros cadáveres en las parcelas testigos (Fig.1).

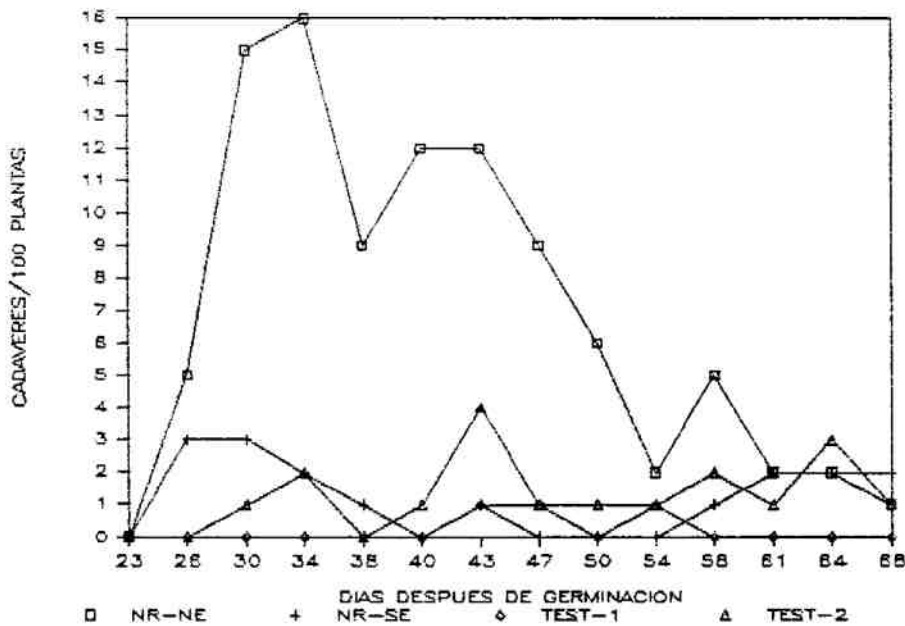


Figura 1. Incidencia de miosis causada por N. rileyi después de una aplicación del hongo. Postrera 1986. Managua.

Después de la primera fecha de muestreo, empezaron a diferenciarse las dos parcelas con aplicaciones de *N. rileyi*. En la parcela sudeste la intensidad de infestación por *N. rileyi* no se desarrolló más que a los niveles encontrados en las parcelas testigos (Fig. 1). En la parcela nordeste, la intensidad del brote de la enfermedad fue ocho veces más alta que el pico de intensidad alcanzado en las parcelas testigos. En la parcela nordeste, el número de cadáveres alcanzó un pico a los 30 DDG y el inóculo permaneció a niveles más altos que las parcelas testigos hasta aproximadamente 50 DDG, tiempo en el cual la mayoría de las plantas estaban en la fase de seda (Fig. 2). El nivel del inóculo quedó más alto que el de los testigos desde los 26 hasta los 50 DDG.

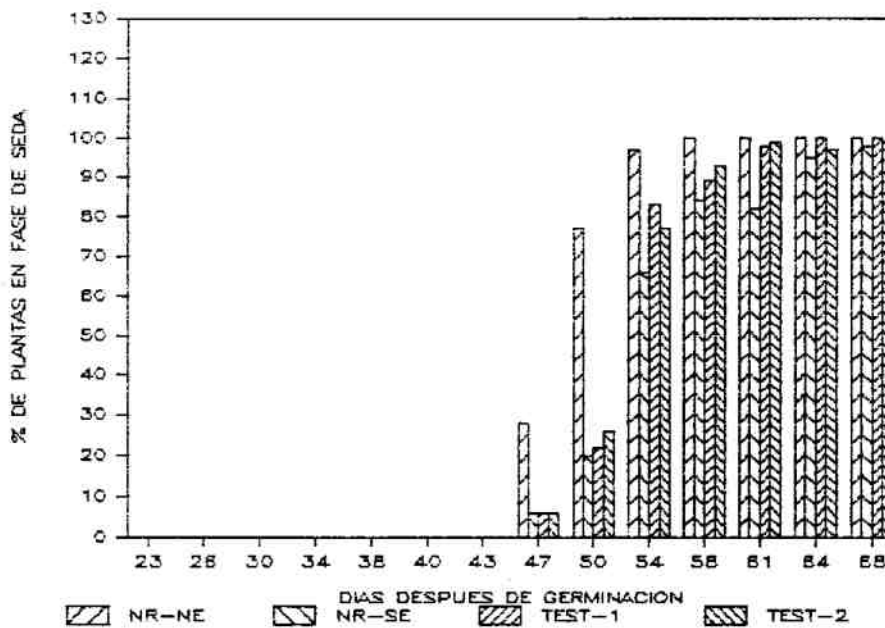


Figura 2. Fenología de la planta de maíz (variedad NB-6). Postrera 1986. Managua.

La intensidad de infestación por el cogollero hasta la fase de seda se explica en la (Fig. 3). Del 36% hasta el 62% de las plantas en las parcelas testigos y la parcela nordeste, fueron infestadas por cogollero hasta los 42 DDG. La infestación en la parcela sudeste bajó a partir de los 26 DDG y se mantuvo más bajo que los demás durante el período del ensayo.



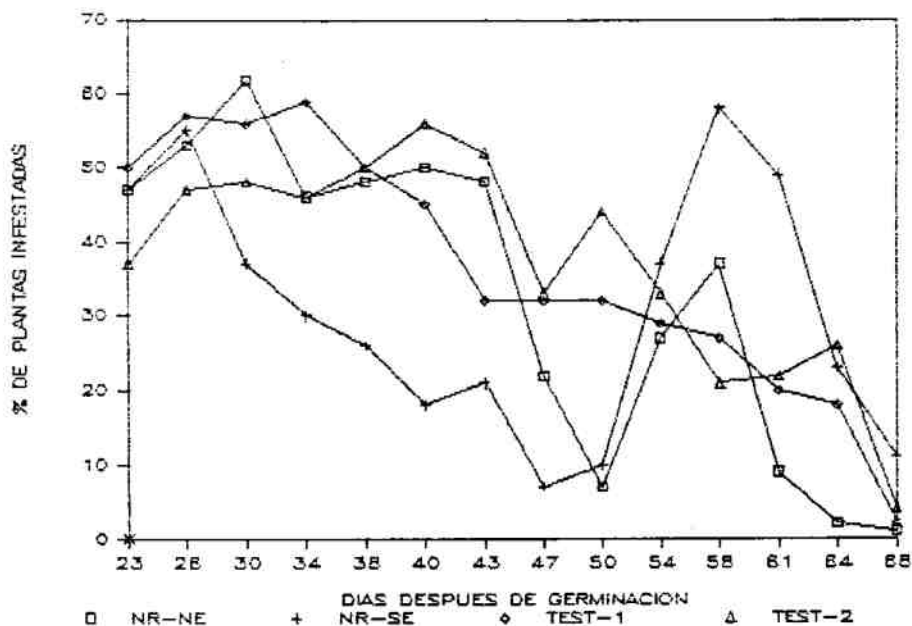


Figura 3. Infestación por S. frugiperda. Postrera 1986. Managua.

**Fase de seda:** En la parcela nordeste, el nivel de inóculo (en forma de cadáveres esporulando) fue más alto que en cualquiera de las parcelas testigos desde 30 hasta 50 DDG y así el inóculo estuvo dispuesto a infectar larvas alimentadas con polen durante la fase de seda. Un pico pequeño que indica nueva infección ocurrió a los 57 DDG pero fue solamente 1/3 el tamaño del pico inicial de mortalidad (Fig. 1).

**Rendimiento:** Hubo una sequía fuerte en la segunda mitad del ciclo y las plantas quedaron achaparradas. Se obtuvieron rendimientos de entre 755.5 g/planta y 4463.8 g/planta. Por no haber alcanzado un rendimiento aceptable, no se analizaron los datos sobre rendimiento y tampoco se comprobaron diferencias entre tratamiento químicos y microbiales.

**Diseminación:** Se produjeron brotes secundarios cerca de la parcela nordeste pero no cerca de la parcela sudeste (Fig. 4). En la parcela nordeste, los brotes secundarios ocurrieron a los 26 DDA a cinco metros de distancia y luego a los 39 DDA a 15 metros de distancia.

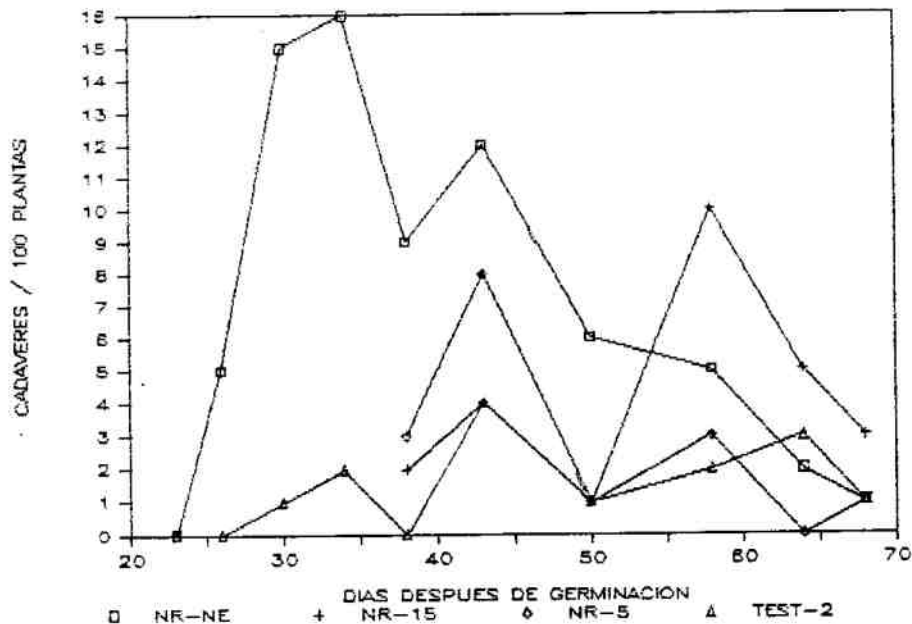


Figura 4. Deseminación de la micosis a distancias de 5 m y 15 m desde la parcela de aplicación (NR-NE). Postrera 1986. Managua.

### DISCUSION

Varias características de cualquier agente de control micro-bial determinaron las condiciones ambientales y socioeconómicas bajo las cuales será útil el tratamiento. Entre estas caracterís-ticas está el tiempo de acción, o sea el período necesario para exterminar a una plaga.

La acción relativamente lenta de N. rileyi ha sido demostrada en algunas pruebas de campo y en bioensayos. Getzin (1961) regis-tró la primera mortalidad de Trichoplusia ni (Hubn.) (Lepidoptera: Noctuidae) 11 días después de aplicar N. rileyi en repollo. Maniania y Farques (1985) hallaron valores de T150 de cinco hasta 10 días, dependiendo de la cepa, para dosis altas de N. rileyi aplicada a S. frugiperda en el laboratorio. Los resultados del en-sayo reportados aquí sugieren que la primera mortalidad debido a una aplicación de N. rileyi no sucederá antes de ocho DDA.

Este resultado señala una limitante en el uso de N. rileyi en el cultivo del maíz. El uso exclusivo de N. rileyi se limitará a las fechas de siembra o a las zonas del país donde la intensidad

del ataque sea bajo durante los primeros 10 DDG. Bajo condiciones donde el ataque durante los primeros 10 DDG sea alta, el uso de N. rileyi puede ser incorporado en un programa de control integrado. Se podría usar una aplicación de un insecticida microbial o químico con acción rápida para proteger las plántulas si fuera necesario y luego se utilizaría una aplicación de N. rileyi a los 10 DDG, para iniciar un brote de enfermedad.

Lo que limita la intensidad de un brote de una micosis es una combinación de factores ambientales y la cantidad de inóculo que entra a un campo (Ignoffo, 1980). La humedad relativa, la temperatura y el viento, se citan con frecuencia como los factores limitantes en el incremento de la infección, la esporulación y la diseminación del hongo. Este estudio se realizó en lo que se puede llamar un campo en estadio enzootico. En parcelas testigos, la incidencia de la enfermedad causada por N. rileyi fue baja en comparación con la incidencia que se midió durante la primera en 1986 (Morales, 1987; Brockman, 1987) y (Lacayo, 1976).

Los resultados de este ensayo sugieren que la transformación desde el estadio enzootico hasta un estadio cercano a epizootico, puede ser limitada por la cantidad de inóculo presente en un campo de maíz. Cuando la cantidad de inóculo se incrementó, observamos un aumento de ocho veces en la intensidad del brote sobre las parcelas testigos que estaban bajo las mismas condiciones ambientales. Estos resultados nos señalan que sería posible incrementar la acción natural de N. rileyi con aplicaciones cuando se presentan en campos de maíz las condiciones mínimas para su desarrollo.

El hecho de que no se desarrolló un brote en la parcela sudeste se explica probablemente por la desaparición de larvas de la parcela (Fig. 3). Las plantas de maíz en esta parcela fueron severamente afectadas por una combinación de sequía y achaparramiento, en comparación con las plantas de la parcela nordeste. El mal estado de las plantas se puede explicar porque desaparecieron las larvas.

La aplicación de N. rileyi no avanzó la aparición de larvas

momificadas en ninguna de las dos parcelas tratadas. En otros estudios aplicaciones de cadáveres esporulando (Sprenkel y Brooks, 1975) y aspersiones de conidias (Ignoffo et al, 1976) avanzaron epizootias por dos semanas en soya. Estudios de desarrollo de la dinámica natural de N. rileyi en Nicaragua (Morales, 1987; Brockman, 1987) sugieren que la primer aparición del hongo en maíz ocurre alrededor de los 25-30 DDG. Si se aplica el hongo en maíz joven de cinco a 10 DDG, en vez de maíz de 18 DDG, es posible que avance la epizootia significativamente. Sería aconsejable incorporar este resultado en la planificación de ensayos futuros.

Los cadáveres con esporulación estuvieron presentes durante las fases del cogollo y espiga, además habían conidias en el ambiente para infectar larvas alimentándose de polen durante la fase de seda. Sin embargo, no aparecieron larvas muertas por el hongo durante esta fase. Hay varias explicaciones posibles para esta observación. Primero, el microambiente de las axilas de hojas no es tan húmedo como el cogollo y la espiga cuando están emergiendo. Es posible que la humedad no fuera suficientemente alta para la germinación de conidias en el integumento de la larva, lo que resultó en falta de infección. Hay una alternativa de que posiblemente las larvas fueron infectadas porque no se alimentaron mucho en las axilas, los resultados de infección no se manifestaron en esta posición, o sea no murieron allí. Muchas veces las larvas se mueven desde la parte superior de la planta hasta la mazorca donde llegan a comer. El destino final de larvas que se presentan tarde en el ciclo de maíz pueden ser importantes en la calidad de la mazorca. En ensayos futuros, sería aconsejable recolectar una muestra de larvas de las axilas superiores y criarlas en el laboratorio para determinar la presencia o ausencia de la enfermedad.

Desde la parcela de aplicación, la enfermedad se diseminó lentamente siguiendo la dirección del viento. La velocidad de la diseminación puede ser demasiado lenta para servir como protección de plantas a más de cinco metros desde el punto de aplicación. Sin embargo, con un avance en la fecha de aplicación a 10 DDG, las plantas a cinco metros de distancia se protegerían alrededor de los



25-30 DDG, un período que puede ser crítico para la protección. Una aplicación en dos a tres surcos cada cinco metros de maíz, sería menos costoso en términos de divisas y mano de obra. Se recomienda para el futuro un ensayo para verificar la efectividad de este patrón.

## CONCLUSIONES

- Cuando la población de huéspedes larvas de S. frugiperda fue suficientemente amplia, una aplicación de conidias de N. rileyi a los 17 DDG resultó en un brote de micosis. Este brote fue ocho veces más grande en su pico, que los brotes en las parcelas no tratadas.
- Aplicaciones a los 17 DDG no adelantó mucho la aparición de la micosis sobre parcelas no tratadas.
- El tiempo de acción del hongo en el campo fue alrededor de ocho días.
- Después de una sola aplicación de conidias, un brote de micosis continuó durante las fases de cogollo y espiga. Las larvas que se alimentaron durante la fase de seda no se infectaron con el hongo.
- La aplicación de conidias resultó en brotes secundarios a cinco metros de distancia a los 26 DDA y a 15 m de distancia a los 39 DDA.

LITERATURA CITADA

- BROCKMAN, R. 1987. Incidencia de los principales insectos plagas en maíz (Zea mays L.) bajo tres sistemas de labranza en épocas de primera. Tesis, Managua, Nicaragua. ISCA.
- GETZIN, L.W. 1961. Spicaria rileyi (Farlow) Charles, an entomogenous fungus of Trichoplusia ni (Hubner). J. Invertebr. Pathol. 3:2-10.
- GLADSTONE, S.M. Ubicación de larvas del cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en la planta de maíz durante la fase de seda (en preparación).
- HRUSKA, A.J.; GLADSTONE, S.M. Los costos reales de control de plagas en Nicaragua: un nuevo método para determinar niveles de daño económico cuando los precios de productos son subsidiados (en preparación).
- HAMM, J.J. 1982. Application of entomopathogens in irrigation water for control of fall armyworms and corn earworms (Lepidoptera:Noctuidae) on corn. J. Econ. Entomol. 75:1074-1079.
- IGNOFFO, C.M.; MARSTON, N.L.; HOSTETTER, D.L.; PUTTLER, B.; BELL, J.V. 1976. Natural and induced epizootics of Nomuraea rileyi in soybean caterpillars. J. Invertebr. Pathol. 27:191-198.
- \_\_\_\_\_. 1980. The fungus Nomuraea rileyi as a microbial insecticide. In Burges, H.D. ed. Microbial Control of Pests and Plant Diseases. NY, Academic Press.
- KISH, L.P. 1975. The biology and ecology of Nomuraea rileyi, Ph.D. Diss., Gainesville. University of Florida. 83 p.
- LACAYO, L. 1977. Especies parasíticas de Spodoptera frugiperda (Smith), Diatraea lineolata (Wlk.) y Trichoplusia ni (Hbn.) en zonas de Managua y Masatepe. Tesis, León, Universidad Nacional de Nicaragua.
- MANIANIA, N.K.; FARQUES, J. 1985. Susceptibility of the fall armyworm, Spodoptera frugiperda, to the fungal pathogens Paecilomyces fumosoroseus and Nomuraea rileyi. Fla. Entomol. 68:178-183.
- MOHAMED, K.A.; SIKOROWSKI, P.; BELL, J.V. 1978. J, Econ. Entomol. 71:102-104.
- MORALES, G. 1987. Trabajo de diploma, ISCA (en preparación).
- SPRENKEL, R.K.; BROOKS, W.M. 1975. Artificial dissemination and epizootic initiation of Nomuraea rileyi, an entomogenous fungus of lepidopterous pests of soybeans. J. Econ. Entomol. 68:847-850.

**FLUCTUACION DE LAS CAPTURAS DE LAS POLILLAS DE LA PAPA**  
**Scrobipalopsis solanivora Povolny y Phthorimaea operculella Zeller**  
**(Lepidoptera, Gelechiidae) EN CARTAGO, COSTA RICA**

Ing. Carlos Rodríguez V.\*  
Ing. Ruth Murillo M.  
Téc. Carlos Lépiz Ch.

**RESUMEN**

Los trabajos se realizaron en la zona norte de Cartago, Costa Rica. En el estudio de la fluctuación de las capturas de polillas se utilizó la información de Murillo (1987), donde se presentó la captura de machos de ambas especies. La importancia de las especies de polilla se determinó en base a la abundancia de las capturas. Se encontró que la lluvia puede ser el principal factor en la diseminación de las poblaciones de polilla; aspecto que se refleja en el segundo semestre del año (siembra de invierno). Las mayores capturas fueron de Scrobipalopsis solanivora, Phthorimaea operculella fue abundante en zona baja y media y predominante en lugares como Potrero Cerrado y Estación Experimental Carlos Durán.

**INTRODUCCION**

En condiciones de campo en Costa Rica, se ha determinado hasta un 41.5% de tubérculos perforados por la polilla de la papa; este aspecto es fundamental para la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo de diversos programas de investigación orientados a disminuir las infestaciones de estos insectos (Murillo, 1988).

Según Murillo (1982), las pérdidas promedio causadas por polillas de la papa en Costa Rica, son superiores al 5% de infestación o sea el porcentaje de tubérculos perforados. Este factor unido al costo del combate por medio de insecticidas, ocasiona pérdidas anuales en 2797 has. (área de siembra) estimadas en US\$835.000.

\*Programa de Papa. Departamento de Entomología. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

Las fluctuaciones en las poblaciones de las polillas de la papa, a través del año en Costa Rica no se han descrito. Sin embargo, existen fuentes de información básica que podrían ser útiles en la realización de estudios sobre este aspecto.

Debido a la importancia del daño que causan estos insectos, así como a la necesidad de conocer mejor diversos elementos que permitan determinar estrategias para llevar a cabo un combate más apropiado de esta plaga, se plantea en el presente estudio, el objetivo fundamental de mostrar el grado de conocimiento al que se ha llegado en Costa Rica sobre las fluctuaciones de capturas de las polillas de la papa en Costa Rica, tomando en consideración estudios similares realizados en países afines con feromonas sexuales.

#### REVISION DE LITERATURA

Las feromonas se utilizan en programas de detección y encuestas, con el fin de evaluar y observar las poblaciones de insectos plaga y por este medio seleccionar la ocasión oportuna para aplicar el plaguicida (Calvert, 1981).

Las feromonas sexuales se han utilizado de tres maneras en el control de las plagas de la papa: 1) para determinar la fluctuación de las capturas de polillas. 2) para controlar mediante la captura masiva con la utilización de gran número de trampas y así reducir los niveles poblacionales. 3) para interrumpir la cópula en el macho por saturación de la atmósfera con feromonas de la hembra (Raman, 1984).

Estudios de dinámicas poblacionales en Phthorimaea operculella según Yathom et al (1979), señalan que las poblaciones de esta polilla se presentan en Israel durante todo el año, pero su captura es menor en época de frío y mayor en los meses de junio y julio, los cuales corresponden a la cosecha de primavera, donde se presenta la temperatura más alta durante el año.



Por otra parte Raman (1982) señala que en Perú, las poblaciones de P. operculella fueron bajas durante el invierno y que bajo tales circunstancias se produce poco daño, por lo cual se hace innecesario utilizar insecticidas.

Girón y Leal (1987) en Guatemala, determinaron una abundancia mayor de Scrobipalopsis solanivora que de P. operculella, durante el ciclo vegetativo de la papa. Entre los factores relacionados con la fluctuación de las poblaciones, se mencionan la precipitación pluvial que incide en forma negativa y la fenología del cultivo. En este último caso se encontraron las mayores poblaciones de ambas polillas durante el inicio de la tuberización y en el proceso de la cosecha del cultivo de papa.

## MATERIALES Y METODOS

Los trabajos experimentales se realizaron en la Zona Norte de Cartago, que es una región localizada sobre la pendiente sur del macizo Irazú-Turrialba, la cual forma parte de la Cordillera Volcánica Central, sus elevaciones varían desde los 1400 hasta los 3400 m sobre el nivel del mar. Esta zona limita al oeste con el Paso de la Palma y al este con el Cañón del Reventazón. Se trabajó en la región suroeste, de la zona mencionada (Tierra Blanca) y oeste (Llano Grande), la cual presenta la época seca entre diciembre y abril y una época lluviosa bien definida de mayo a noviembre, con un veranillo de julio a agosto (Campos, s.f.).

Mayores detalles sobre los lugares específicos donde se realizó el trabajo se dan en el Cuadro 1.

**CUADRO 1.** Información sobre los lugares de trabajo; en provincia de Cartago.

LUGAR	CATON	LAT. NORTE	LONG. OESTE	ALTITUD M.S.N.M.
Tierra Blanca	Cartago	09°55'02"	83°53'40"	2100
Cot	Oreamuno	09°53'38"	83°52'28"	1800
Potrero Cerrado	Oreamuno	09°55'07"	83°52'57"	2195
El Pisco	Oreamuno	09°55'07"	83°52'57"	2400
Estación Carlos Durán	Oreamuno	09°55'07"	83°52'57"	2285

**Estudios sobre fluctuación de capturas de polilla.** Se obtuvo esta información de acuerdo con los datos registrados por Murillo (1987) y se codificó según la época del año. Se trabajó con el promedio de captura semanal de machos de polillas y este aspecto se relacionó con la fenología del cultivo, y en algunos casos se tomó en cuenta la información del Instituto Meteorológico Nacional sobre el promedio semanal de precipitación pluvial. Se obtuvo el promedio total de captura de ambas polillas y se graficó como líneas paralelas horizontales para dar mejor idea del predominio de las especies. En la captura de machos de *P. operculella* se utilizó feromona trans-4, cis-7-tridecadien-1-ol-acetato (PTM 1) y trans-4, cis-7, cis-10-tridecatrin-1-ol-acetato (PTM 2) en proporción de 0.4 mg de PTM 1+0.6 mg de PTM 2. En la feromona sexual de *S. solanivora* el componente principal es (E) -3- dodecenyl acetato con 1% del isómero Z. Ambas feromonas obtenidas del Laboratory for Research on Insecticides, Wageningen, The Netherlands, a través del Centro Internacional de la Papa en Lima, Perú.

Los datos se recolectaron entre 1982 y 1985, en una trampa de embudo (Figura 1) con techo de lata y una bolsa plástica con insecticida en su parte inferior donde se depositaron las polillas. En 1988 se utilizó una trampa de galón plástico (Figura 2) la feromona

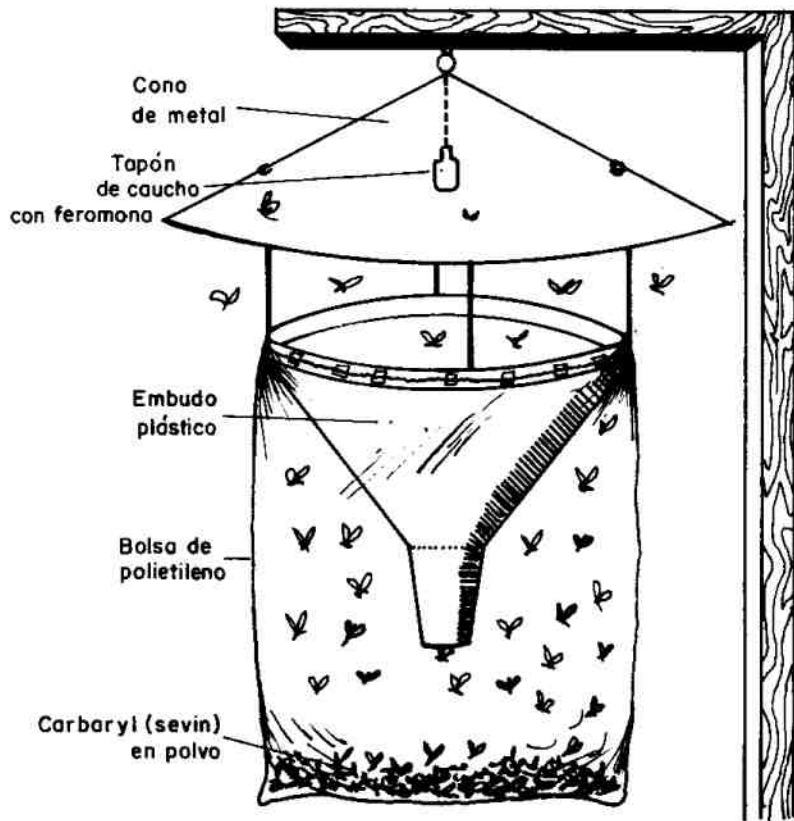


Figura 1. Trampa de embudo para la captura de polillas en papa.

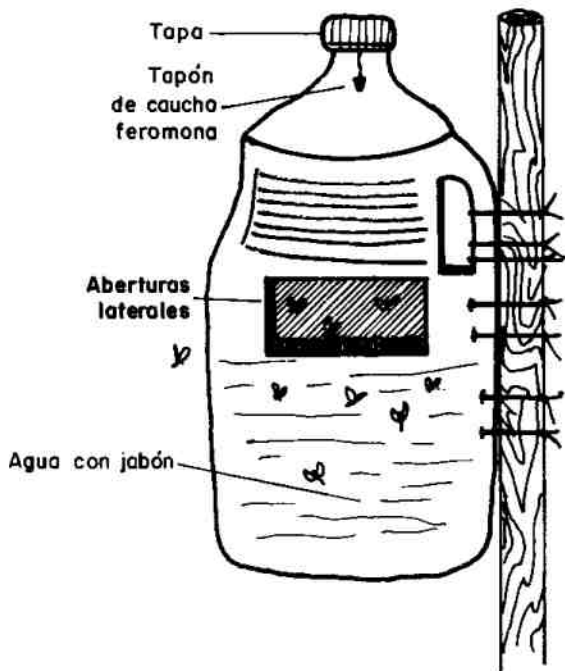


Figura 2. Trampa de galón plástico para la captura de polillas en papa.

se coloca en el tapón de la parte superior y las polillas entran por las aberturas laterales y caen en el agua con jabón en donde quedan capturadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Fluctuación de las capturas de polillas. Las capturas de polilla en promedio, se incrementaron a partir de la sexta semana (Figura 3 y 4) o sea, cuando la variedad de papa Atzimba se sembró durante los últimos meses del año o en el primer mes del año siguiente, (siembra de verano). Este período corresponde a la práctica agrícola conocida como aporca, que se realiza poco antes del inicio de la tuberización, para buscar el desarrollo de la papa y evitar que los tubérculos se tornen de color verde (Ramírez y Schnell, 1983). Este incremento de captura coincide con la información de Girón y Leal (1987). En este período las mayores capturas de polilla, se presentaron de floración a cosecha, que pertenece al período donde se forma el tubérculo y ésta es la parte de la planta más atacada por las polillas en Costa Rica (Murillo, 1981). Durante este período, según las Figuras 3 y 4, no se observan en forma clara las generaciones de polilla que se presentan, se supone que esto se debe a la práctica del agricultor en estas zonas, que consiste en sembrar papa en forma continua durante el período de siembra.

En las siembras de papa de mayo (período de invierno), las mayores capturas de polilla se presentaron en el cultivo, en las primeras cinco semanas, (Figura 4.F), ésto se debe a las infestaciones externas provenientes de terrenos cercanos sembrados de papa. El factor que contribuyó a disminuir las capturas en este período se presume que fue la lluvia, una precipitación pluvial promedio de 15 mm en la quinta semana, parece afectar de manera drástica, así como el hecho de que todos los días lloviera y se mantuviera una precipitación pluvial superior a los 3 mm.

El promedio de capturas de polillas (líneas horizontales de gráficos), muestra que en la zona baja (Cot) del Norte de Cartago,



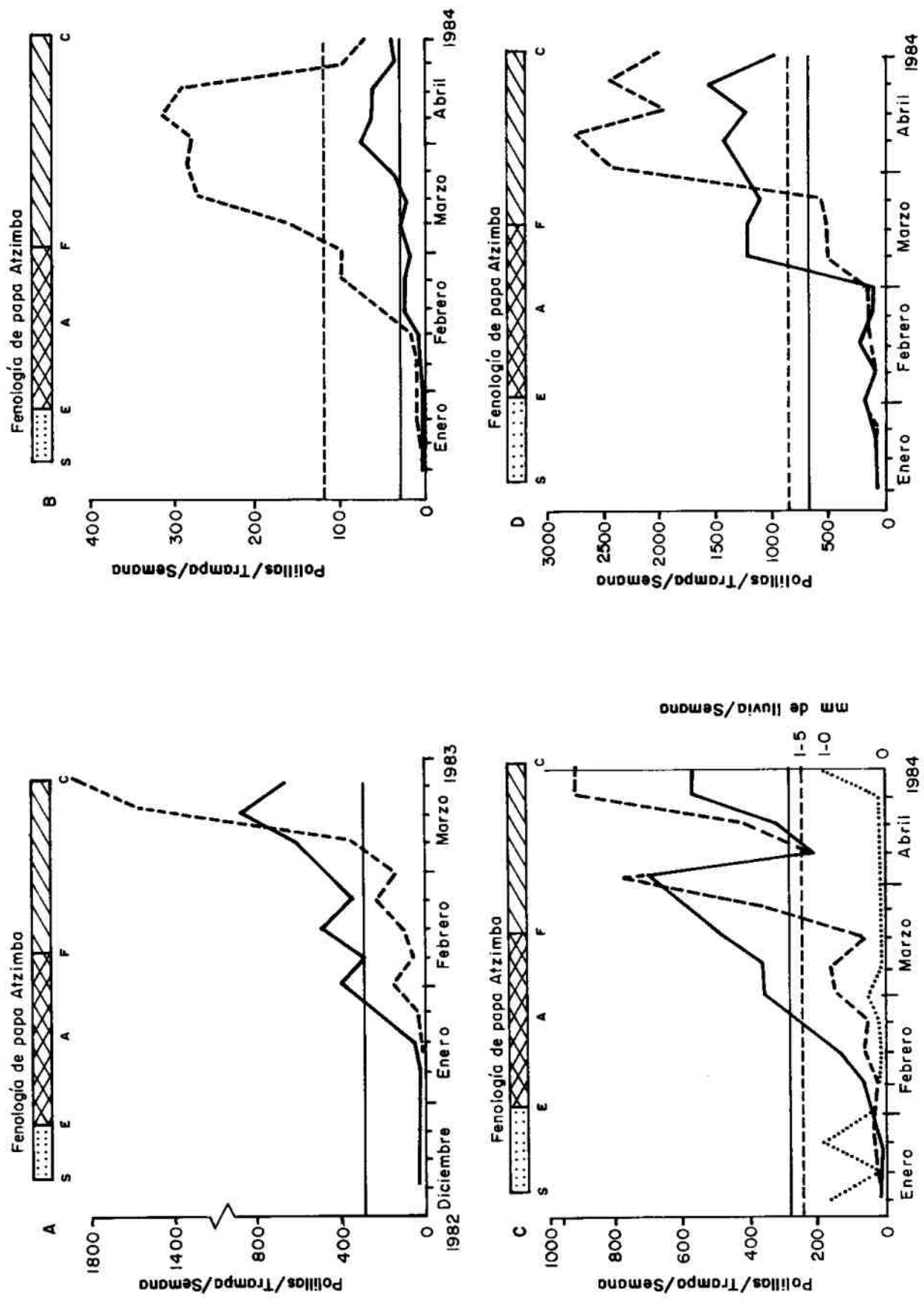
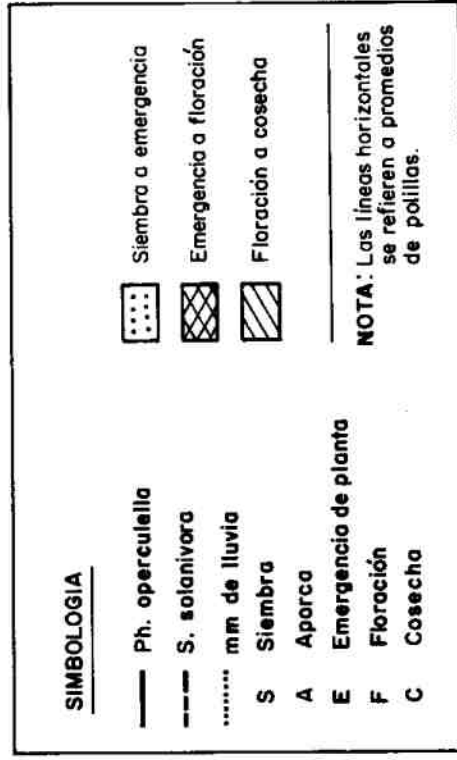
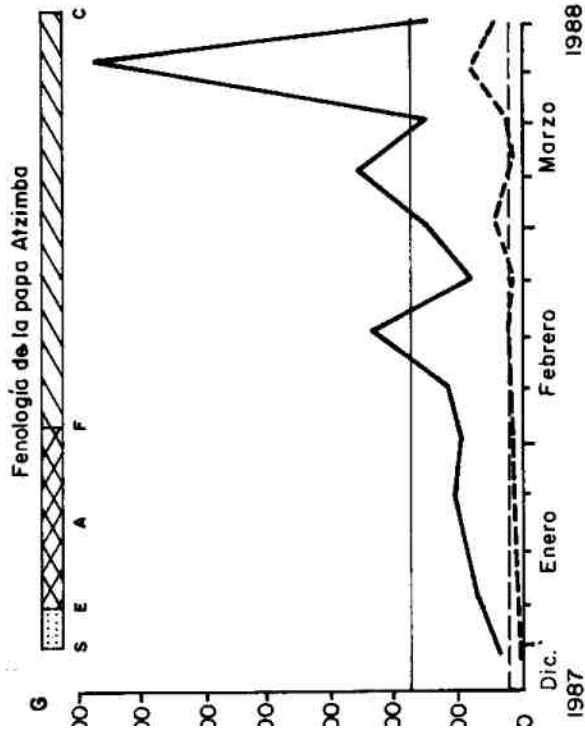
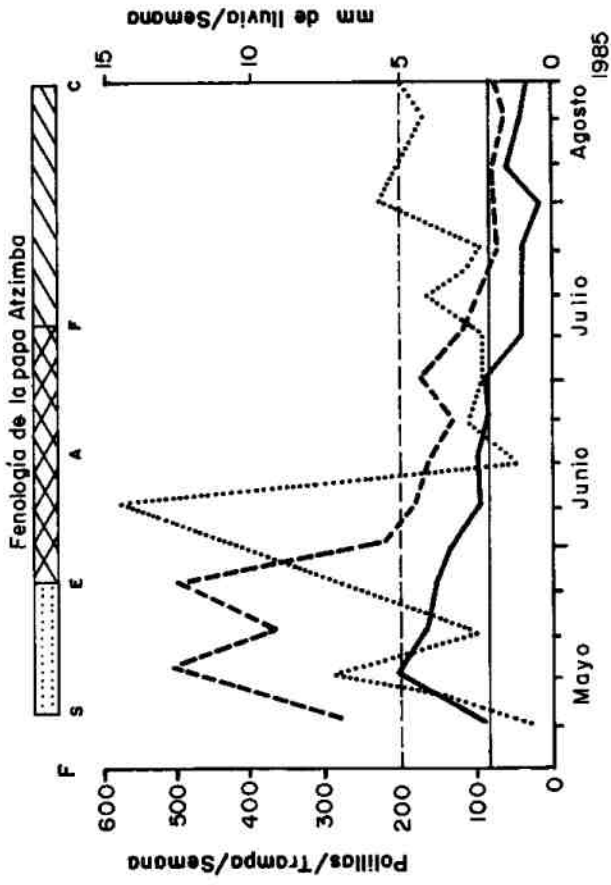
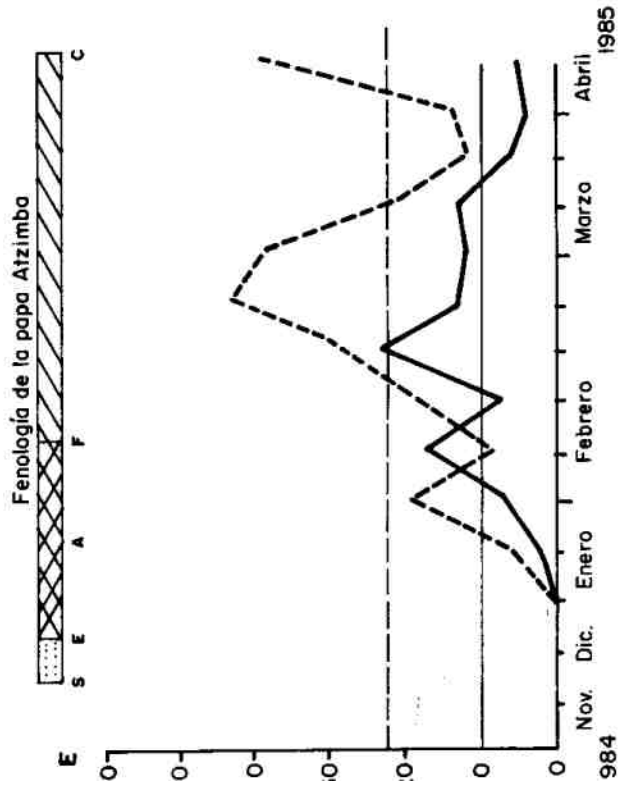


Figura 3. Fluctuación de las poblaciones de *S. solanivora* y *Ph. operculella* en A y B, Cot; C: Potrero Cerrado y D: Tierra Blanca, durante 1982 a 1984.



gura 4. Fluctuación de las poblaciones de *S. solanivora* y *Ph. Operculella* en E: Tierra Blanca, F: El Pisco y G: Estación Carlos Durán, durante 1985 a 1988.

las poblaciones de ambas polillas se capturaron en forma semejante. Durante 1984 se presentó un predominio de S. solanivora y en la zona media (Tierra Blanca, Potrero Cerrado y Estación Carlos Durán) la situación fue similar excepto en el año 1988. En la zona alta (Pisco) en el segundo semestre de 1985, se logró una mayor captura de S. solanivora (Figura 3 y 4), se supone de acuerdo con esta información, que existe distribución por zonas de las polillas de la papa, aspecto que merece un mayor estudio.

## CONCLUSIONES

- En el primer semestre del año (siembra de verano), las capturas de polilla en el cultivo de la papa aumentaron a partir del inicio de la tuberización.
- El factor lluvia se presume que es clave para disminuir las capturas de polillas, situación que se evidenció en el segundo semestre del año.
- En la parte norte de la zona de Cartago existen dos especies, de las cuales la especie S. solanivora parece ser la más abundante, sin embargo, se conocen otras áreas como en Potrero Cerrado y Estación Experimental Carlos Durán, donde P. operculella, arroja capturas más abundantes, aspecto que se considera importante para el diseño de nuevas estrategias en el uso de la feromona.

## LITERATURA CITADA

- CALVERT, D.J. 1981. Uso de hormonas, feromonas y sustancias afines en el control de plagas. Memorias del segundo curso intensivo de Control Integrado de Plagas y Enfermedades Agrícolas. Lima, Perú. Tomo I. Fascículo 17, Pag. 1-13.
- CAMPOS ORTIZ, M. (s.f.). Características climáticas de Cartago (precipitación y temperatura). San José, Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. 6 p.
- GIRON A., L.F. y LEAL, H. 1987. Determinación de niveles de población de polilla de la papa Scrobipalopsis solanivora y Phthorimaea operculella, relacionados con el ciclo de cultivo 1985. Memorias de la XIII Reunión (ALAP), Asociación

Latinoamericana de la Papa. Panamá, marzo 9-13, 1987. Pag. 349-354.

MURILLO, R. 1981. La polilla de la papa (Scrobipalopsis solanivora Povolny). San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Investigaciones Agrícolas. Programa Regional Cooperativo de Papa. Boletín No.69. 13 p.

\_\_\_\_\_. 1987. Estudio de las feromonas sintéticas de Scrobipalopsis solanivora Povolny y Phthorimaea operculella (Zeller) para su control. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigaciones Agrícolas. Programa Regional Cooperativo de Papa. 83 p.

RAMAN, K.V. 1982. Field trials with the sex pheromone of the potato tuberworm. Environ. Entomol. 1:367-370.

\_\_\_\_\_. 1984. Progress in pheromone utilization and other novel control practices. In report of the XXII Planning Conference on Integrated Pest Management. Lima, Perú. Pag. 217-233.

RAMIREZ A., C.R. y SCHNELL, E. 1983. La papa. Editorial CAFESA. 58 p.

YATHOM, S.; BERLINGER, M.J.; DAHAN, R.; VOERMAN, S. 1979. Pheromone baited traps as aid in studying the phenology of the potato tuber moth, Phthorimaea operculella (Zell.) in Israel. Phytoparasitica 7(3):195-197.



NOTA DESCRIPTIVA DEL PULGÓN LANIGERO (Eriosoma lanigerum) DE LA  
MANZANA EN COSTA RICA

Juan Hernández R.\*  
Roger Meneses R.\*\*

El áfido de la manzana, conocido en la literatura mundial como pulgón lanífero Eriosoma lanigerum Hausmann (Fig. 1) se caracteriza por recubrirse de finos filamentos de cera de color blanco, con la apariencia de una mota algodonosa. Provoca en las ramas y raíces de los cultivos, la formación de tumores, a veces muy voluminosos que impiden la circulación normal de la savia y facilitan el desarrollo del chancro del manzano, causado por el hongo Nectrica ditissima (Foto 1). El daño causado al cultivo del manzano se caracteriza por una importante pérdida de vigor en la planta y, en consecuencia, un pobre rendimiento y una mala calidad de la fruta (Thakur y Dogra, 1980).

Este áfido fue encontrado en un cultivar criollo de árboles viejos de manzano, en el mes de mayo de 1987, en un huerto casero de la localidad de Zarcerro, 2000 msnm, en la provincia de Alajuela, Costa Rica.

Se identificaron únicamente especímenes ápteros, de los cuales, algunos fueron preparados en láminas fijas y enviados para confirmar su identidad, al Dr. George Remaudiere en Francia (institut Pasteur) y al Dr. Mario Cermeli en Venezuela (FONAIAP).

El estudio de los áfidos en Costa Rica es muy reciente (Chacón, 1980; Calvo, 1978; Meneses y Amador, 1987) y las investigaciones se han concentrado especialmente en el cultivo de papa en la zona norte de Cartago, entre 1800 y 3800 msnm; en el cultivo de tomate (Calvo, 1978) en el Valle Central (800 msnm); y en el cultivo del tabaco en Pérez Zeledón (Gómez, 1987).

\* Jefe Departamento de Entomología, MAG. San José, Costa Rica.

\*\*Asistente de Investigación, Proyecto Regional IIP/CATIE. San José, Costa Rica.

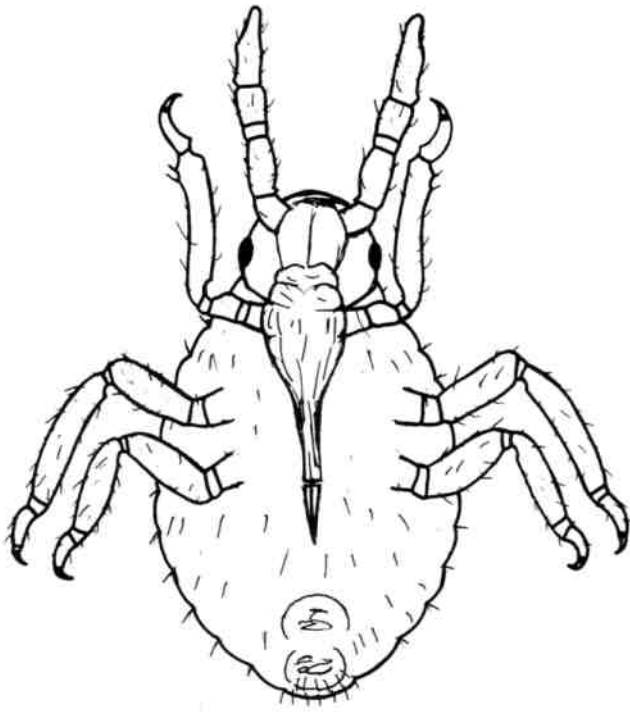


Figura 1.



FOTO 1

Clave para Eriosoma sp. Alienícolas (\*) ápteros

FAMILIA APHIDIDAE  
SUB FAMILIA PEMPHIGINAE  
TRIBU ERIOSAMATINI (\*\*)

1. Cauda con dos a tres setas.....2  
Cauda con cinco a siete setas.....**pyricola** Baker and Davidson
2. Base de los sifúnculos con nueve o más setas. No se presentan en Ulmus.....3  
Base de los sifúnculos con cinco a ocho setas. En Ulmus .....**rileyi** Thomas
3. Células de cera formando un círculo sobre el abdomen. A veces con células similares dentro del círculo.....4  
Células de cera formando una placa con células dentro del "círculo", de tamaño y forma similares a las células que forman el "círculo".....**American Riley**
4. El mayor diámetro de la apertura de los sifúnculos de 0.08 - 0.16. El segmento antenal III 1.25 o más veces el tamaño del rostrum (IV+V).....**Complejo Crataegi** (OESTLUND). 5  
El mayor diámetro de la apertura de los sifúnculos de 0.06 o menos. El segmento antenal III menor de 1.25 veces el tamaño del rostrum (IV+V).....**Complejo lanigerum** (Hausmann). 7
5. Anillos de cera intermedios (si están presentes) con 1-11 células, generalmente formando un anillo sobre los segmentos abdominales I al V. El área de las células individuales menor al área abierta en el centro del anillo de células.....6  
Anillos de cera intermedios con una a siete células, algunas veces forma un anillo sobre los segmentos abdominales I al V. El área de las células individuales generalmente es mayor que el área abierta en el centro del anillo de células, especialmente en los segmentos abdominales I al V.....**Complejo crataegi No.0.**

(\*) Ninfas aladas tienen muchas características de los alienícolas ápteros.

(\*\*) Tomada de: Smith, C.F. 1974. Keys to and description of the genera of Pemphiginae in North America. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin No.226.

6. Diámetros de las placas o anillos de cera intermedios de 0.05 o menos, en el V segmento abdominal. Menos de 0.5 el diámetro de los sinfúculos. Las células en el anillo son pequeñas (0.01 - 0.16).....Complejo crataegi No. 1.

Diámetro de las placas (anillos de cera 0.06 - 0.08 sobre el V segmento abdominal, 0.75 a 1 veces el diámetro de la abertura de los sinfúculos. Las células en anillos de 0.02 - 0.022. Sobre Fagus (en colonias de Grylloprociphilus imbricator) y sobre crataegus.....Complejo crataegi No. 2

7. Segmento antenal III igual o menor que el rostrum (IV+V). Con pocas o sin espículas sobre la superficie ventral.....8

Segmento antenal III de 1 a 1.25 veces el tamaño del rostrum (IV+V). Con muchas espículas sobre la superficie ventral. No se le halla sobre Crataegus uniflora .....Complejo lanigerum No. 1

8. Hospedero primario Ulmus alata, hospedero secundario manzana, Crataegus, Pyrocanthia, Sorbus.....Complejo lanigerum No. 0

Hospedero primario Ulmus alata, hospedero secundario Crataegus uniflora.....Complejo lanigerum No. 2

#### ABSTRACT

The woolly apple aphid Eriosoma lanigerum Hausmann, was found for the first time in Costa Rica. Specimens were collected in a local variety of old apple trees during May, 1987 in the province of Alajuela (2000 msnm). The damage symptoms observed are described and a key to the species of the genus Eriosoma is included.

#### RESUMEN

Se encontró el pulgón lanífero (Eriosoma lanigerum Hausmann) de la manzana en un cultivar local de árboles viejos en un huerto casero de Zarcero, (2000 msnm) Provincia de Alajuela. Se mencionan los síntomas observados y se reproduce una clave para la identificación de las especies del género Eriosoma.

LITERATURA CITADA

1. CALVO, C. 1978. Variación estacional del áfido Myzus persicae (Sulzaer) en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 27 p.
2. CHACON, C. 1980. Evaluación de la población de áfidos alados en cultivos de papa para semilla en la zona norte de Cartago. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 64 p.
3. GOMEZ, C. 1987. Fluctuación de la población de áfidos e incidencia de virus "y" en tabaco en el cantón de Pérez Zeledón, Provincia de San José, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 80 p.
4. MENESES, R. y AMADOR, R. 1987. Evaluación preliminar de la fluctuación de áfidos en la zona norte de Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas, Revista del Proyecto MIP/CATIE (Costa Rica) (5):16-20.
5. THAKUR, J.R. y DOGRA, G.S. 1980. Woolly apple aphid, Eriosoma lanigerum, Research in India. Tropical Pest Management 26(1):8-12.

LOS HERBICIDAS EMPLEADOS EN ARROZ DE SECANO Y SU EFECTIVIDAD ANTE  
EL INCREMENTO DE Rottboellia cochinchinensis Lour.

Luis Carlos Salazar P.\*\*  
Félix A. Guerra M.\*\*

INTRODUCCION

El control químico de malezas en arroz de secano es una práctica común en muchas áreas del país, en atención a que las malezas son reconocidas como uno de los factores más limitantes en la producción del grano. Los campos arroceros de secano de la República de Panamá muestran un amplio complejo de malezas, cuyas especies varían en el grado de ocurrencia y nocividad, siendo la Rottboellia cochinchinensis (Lour.) Clayton, conocida en el país como "Tuquito", "Manisuris", una de las de mayor importancia económica (7). Es una gramínea anual, con una tremenda capacidad de propagación por semillas, alto poder competitivo en situaciones de producción de secano, de rápida distribución y agresividad, características estas que son motivo de gran preocupación y alarma (4). Esta especie tiene la facilidad de colonizar los campos agrícolas a corto plazo, por ser una planta prolífica con alta producción de cientos de semillas viables, su población se vigoriza en breves períodos.

La efectividad mostrada por los herbicidas hasta la fecha ha motivado una gran aceptación por parte de los agricultores, quienes inadvertidamente han creado una fuerte dependencia de ellos y por lo tanto, descuidan y hasta olvidan otras prácticas agronómicas complementarias al control químico de malezas. Por ejemplo, prácticas para evitar al máximo que las poblaciones de las malezas más

---

\*\*Profesor Investigador y asistente de Investigación respectivamente. Dpto. de Protección Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.



agresivas se vayan incrementando en los campos de producción. Algunos arroceros, en forma errónea, consideran que cualquier maleza puede ser combatida con los diferentes herbicidas disponibles en el mercado local, esta actitud contribuye a que el problema de la diseminación y propagación de algunas especies nocivas, no reciba la atención apropiada.

Este estudio pretende demostrar que la eficacia de los herbicidas utilizados en el control químico de malezas en arrozales, se puede ver reducida significativamente al incrementarse las poblaciones de las malezas en los campos de producción.

## **MATERIALES Y METODOS**

Este estudio fue conducido en la parcela No.11 del Centro de Enseñanza e Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la provincia de Chiriquí. El lote experimental se encontraba en su mayoría infestado de la maleza R. cochinchinensis y en menor grado, de otras malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas. Este terreno estuvo sin uso agrícola por un término aproximado de 18 meses, lo que permitió la sucesión de varias generaciones de dicha maleza, incrementando en vigor y número las poblaciones hasta alcanzar niveles altamente significativos.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones. Las unidades experimentales consistieron de parcelas de 5.00m de largo por 2.80m de ancho. Se utilizó la variedad arroz Tocumen 5430, la siembra fue mecanizada a chorrillo efectuada el 22 de julio de 1985, a una densidad de 159 kg/ha de semilla; distancia entre hileras de 10-12 cm. Dos días después de siembra (DDS) se aplicó abono completo 12-24-12 a razón de 295 Kg/ha. Posteriormente se hicieron aplicaciones de 42 kg/ha de nitrógeno a los 22, 41 y 65 DDS. La cosecha se realizó el 22 de noviembre de 1985 y los datos de rendimiento en grano fueron ajustados y reportados al 14% de humedad.

A los 41 DDS se hizo una aplicación del fungicida kasugamicina (Kasumín) a razón de 1.5 litros del producto comercial por hectárea, para el control del hongo Pyricularia oryzae. El suelo donde se realizó la investigación es de textura franco arcillosa, pH de 5.1 y contenido de materia orgánica de 10.5%. Los herbicidas utilizados en el ensayo fueron: oxyfluorfen (Goal 24%), propanil (Propanil 48%), oxadiazon (Ronstar 25%), pendimetalin (Prowl 33%), 2-4-D (2,4-D Amina 48%), piperofox + dimetametrina (Avirosan 50%). Al momento de la aplicación de los herbicidas, se registraron los estados vegetativos tanto del cultivo como de las malezas. Todos los herbicidas fueron aplicados mediante el uso de una aspersora manual, provista de un aguilón de cuatro boquillas Tee-Jet 8003, a una presión manual promedio de 2.11 Kg/cm<sup>2</sup>. Se evaluó el efecto de la dosis de los herbicidas sobre el control de malezas utilizando una escala estimativa visual de 0 a 100, ésto es, ningún control y control total. Las estimaciones porcentuales del control visual de las malezas se llevaron a cabo a los 44, 61, 72 y 94 DDS; estos datos de porcentajes fueron convertidos a grados mediante la transformación angular para su análisis estadístico (5).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La maleza R. cochinchinensis fue la especie de mayor predominancia en el área experimental, con poblaciones sumamente elevadas. Las otras malezas presentaron densidades mucho más bajas, razón por la cual no ameritaron una evaluación formal.

Los valores de control visual de la maleza (Cuadro 1) señalan que en términos generales, los tratamientos químicos registraron valores sumamente bajos, indicando un control global de maleza bastante pobre. Herbicidas como el oxadiazon, propanil y pendimetalin, siendo gramínicidas por excelencia, ofrecieron controles parciales. Esto obedecía a que una vez realizada la aplicación y reducida la población inicial de la maleza por parte de los herbicidas, ocurrían en un corto tiempo nuevas emergencias de plántulas

a través de germinaciones de semillas de la maleza, reinfestando considerablemente las parcelas.

Desde el momento de su aplicación el oxyfluorfen, piperofox y dimetametrina fueron ineficaces para el combate de la maleza.

Al momento de la cosecha, todas las parcelas experimentales mostraban una impresionante infestación de la maleza, lo cual en la producción comercial acarrea problemas serios de diseminación, propagación de la especie, así como de contaminación de la semilla de arroz demeritando su calidad e interfiriendo con las labores de cosecha. Estos daños colaterales que ocasiona la maleza, además de aquellos derivados de la competencia directa con las plantas de arroz, disminuyen significativamente el rendimiento en grano.

La influencia de los tratamientos químicos en el rendimiento en grano de arroz registrados en el Cuadro 2, señalan que la reducción en el rendimiento del testigo enmalezado fue de 100%. Este resultado es impactante por haber ocurrido una pérdida total del grano.

Los tratamientos químicos ofrecieron un rendimiento en grano sumamente pobre, donde las reducciones fueron sustanciales, con valores que oscilaban entre el 30% y el 99%. Esto indica que con excesivas poblaciones de la maleza los tratamientos químicos pueden perder considerablemente su eficacia, ya que solamente ofrecen ventajas durante los primeros días después de la aplicación.

El herbicida pendimetalin ha demostrado ser eficaz para suprimir la germinación y el desarrollo de R. cochinchinensis (6); mezclas de pendimetalin mas propanil también han sido señaladas por otros investigadores, como muy efectivas para el combate de esta maleza (3,8). No obstante, los resultados demuestran que con altas poblaciones de la maleza, en las condiciones que prevalecieron durante este estudio, el control químico (herbicidas) fue insuficiente, lo cual indica que es necesario implementar otras prácticas agronómicas complementarias al mismo.

El manejo de malezas en arrozales de secano debe incluir el uso de más de un método para garantizar una reducción apropiada de los daños por malezas, ya que ningún método por sí solo puede resolver la totalidad de los problemas de malezas en todas las situaciones existentes (1). A nivel de trópico, existe la necesidad de buscar la integración de sistemas de manejo de malezas e implementar planes de mayor continuidad, entendiéndose que los programas de manejo, a diferencia de los planes de control, deben proyectarse a largo plazo (2). Además del control químico, se pueden utilizar otras alternativas para la integración de sistemas de manejo de malezas, como por ejemplo, las acciones preventivas, que a la postre, resultan menos difíciles y costosas, tales como: limpieza y certificación de semillas, medidas legales, cuarentena, control en lotes, en barbecho y aislamiento de parches.

Se recomendarían también prácticas culturales como: rotación de cultivos, variedades mejoradas, labores de preparación de suelo, fertilización, densidad, época y sistema de siembra.

#### CONCLUSIONES

- La R. cochinchinensis es una especie altamente prolífica y se propaga rápidamente a través de sus semillas que mantienen una alta viabilidad, aún en condiciones adversas.
- En las áreas donde no se establezca un manejo adecuado de las parcelas de producción, la maleza puede incrementar vertiginosamente su población.
- En aquellos campos que se mantienen sin ningún uso agrícola por cierto tiempo, se da oportunidad a que la maleza produzca grandes volúmenes de semillas y a que aumenten sus reservas de semillas en el suelo, y por consiguiente, restándole eficacia a las medidas de control.

- La eficacia de los herbicidas gramínicos se ve altamente reducida cuando las densidades de esta maleza han alcanzado niveles considerablemente elevados.
- El buen manejo de malezas en un campo de cultivo de arroz es lo elemental y primordial para complementar la acción del control químico, éste por sí solo resulta insuficiente, es imperativo que se refuerce con otras prácticas culturales y agronómicas.

#### LITERATURA CITADA

1. DE DATTA, S.K.; MOODY, K.; SANKARAN, S. 1986. Integrated weed management practices for upland rice. In Progress in Upland Rice Research. Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Philippines.
2. DE LA CRUZ, R. 1985. El concepto del manejo de plagas. In Seminario Taller de Malezas. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 71. Panamá, proyecto Manejo Integrado de Plagas. pp. 5-11.
3. GONZALEZ, R. 1983. Selectividad y control del zacate invasor (rottboellia exaltata) logrado mediante acción de varios herbicidas aplicados sobre arroz variedad CR-1113. In Memorias de la XXIX Reunión Anual del PCCMCA, Tomo 5, Panamá, s.p.
4. HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. 1977. The World's Worst Weeds; Distribution and Biology. Honolulu, University of Hawaii, pp. 139-144.
5. LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1978. Agricultural Experimentation. Design and Analysis. New York, Wiley, pp. 159-162.
6. MIGO, T.R.; DE DATTA, S.K. 1984. Chemical control of Rottboellia exaltata in upland rice (Oryza sativa). Philipp. J. Weed Sci. 11:83-93.
7. SALAZAR, L.C. 1987. Reconocimiento de malezas en arrozales de secano en Panamá. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 6:16-19.
8. SALAZAR, L.C.; CASTILLO, J. 1987. Efectividad del propanil y pendimetalin para el combate de Rottboellia exaltata en arroz de secano. Turrialba (Costa Rica) 37(3):253-259.

Cuadro 1. Evaluación visual del porcentaje de control de *R. cochinchinensis* en arroz de secano y la transformación angular o arcuoso. Estación Experimental, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Panamá, 1985.

Tratamientos	Dosis/hectárea (a)		Época de aplicación (b)	(c)				(d)			
	Kg i.a.			Control visual				Transformación arcuoso			
	Lt PC			dds				dds			
				44	61	72	94	44	61	72	94
Testigo emalzado				100	100	100	100	90a	90a	90a	90a
Perdimetalin+Propanil/Perd. + Propanil	0.83+3.0/0.83+3.0	2.5+6.2/2.5+6.2	Post 12/24	99	89	81	64	87ab	71ab	64b	53b
Perdimetalin+Propanil	0.99 + 3.0	3.0 + 6.2/3.0+6.2	Post 15	57	0	0	0	49h	0 e	0 e	0 e
Perdimetalin+Propanil/Perd.+ Propanil	0.83+2.0/0.83+2.0	2.5+4.2	Post 12/24	94	80	73	50	71abcd	63ab	59b	45bc
Perdimetalin+Propanil/Perd.+Propanil	0.66+2.0/0.66+2.0	2.0+4.2/2.0+4.2	Post 12/24	89	67	59	35	71cdef	55bc	50bc	31bcd
Perdimetalin + Propanil/ Propanil	0.83+2.0/2.0	2.5+4.2/4.2	Post 12/24	92	70	65	33	74abcd	57bc	54b	30bcd
Oxidazon/Propanil +2,4-D	1.0/3.0+0.48	4.0/6.2+1.0	Pre/Post, 29	97	80	72	57	81abc	64ab	58b	49b
Perdimetalin + Propanil	1.48/3.0	4.5/6.2	Pre/Post 19	90	79	61	23	72cdef	62ab	51bc	24cd
Piperifox + Propanil	0.5 + 2.16	2.0 + 4.5	Post 12	76	38	33	7	63efgh	3cd	3cd	9 e
Perdimetalin + Propanil	0.5+2.0/3.0	5.0/6.2	Pre/Post 19	89	45	33	23	67cdefg	3cd	3cd	19i
Dimetetrina				77	33	20	0	61efgh	3cd	23de	0 e
Oxidazon	1.0	4.0	Pre	71	23	18	0	57fgh	24de	21de	0 e
Perdimetalin	1.48	4.5	Pre	57	0	0	0	49h	0 e	0 e	0 e
Perdimetalin + Propanil	1.15+4.0	3.5+8.4	Post 15	93	48	20	0	75cde	44bc	23de	0 e
Propanil/Propanil	3.0/3.0	6.2/6.2	Post 12/24	86	37	27	0	69cdef	32cd	26d	0 e
Propanil/Perdimetalin+Propanil	2.0/0.83+2.0	4.2/2.5+4.2	Post 12/24	76	13	7	0	61efgh	13de	9de	0 e
Propanil	5.28	11.0	Post 15	72	0	0	0	58fgh	0 e	0 e	0 e
Oxifluorfen/Propanil	0.19/3.0	0.8/6.2	Pre,Post 19	0	0	0	0	0 i	0 e	0 e	0 e
Oxifluorfen	0.19	0.8	Pre	64	0	0	0	53fj	0 e	0 e	0 e
Piperifox + Dimetetrina	0.5 + 2.0	5.0	Pre	0	0	0	0	0 i	0 e	0 e	0 e
Testigo emalzado	0.5 + 2.0	5.0	Pre	0	0	0	0	0 i	0 e	0 e	0 e

(a) Kg ia = kilogramos del ingrediente activo

Lt PC = litros del producto comercial

(b) post = postemergente, aplicación realizada días después de la siembra.

(c) Promedio de 3 lecturas

Escala estimativa visual 0= ningún control, 100 = total control.

(d) Las medias seguidas por la misma letra en cada columna no difieren entre sí al 5% de probabilidades según la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.



Cuadro 2. Estados vegetativos de las malezas y las plantas de arroz, y el efecto de los herbicidas pre y post-emergentes en el rendimiento en grano de arroz, variedad Tocumen 5430. Estación Experimental, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Chiriquí, Panamá, 1985.

Tratamientos	Dosis / ha (a) (kg ia)	Epoca de aplicación (b)	Estados Vegetativos (c)		Rendimiento (kg/ha)	Reducción en el rend. (%)
			R. <u>occidentalis</u>	Malezas <u>diocot.</u>		
Testigo desmalezado					3547a	0
Pendimetalin + Propanil/Pend. + Prop.	0.83+3.0/0.83+3.0	Post 12/24	2-3h/2h	No/3-4h	2493ab	29.7
Pendimetalin + Propanil	0.99 + 3.0	Post 15	3h	4-6h	1207abc	66.0
Pendimetalin + Propanil/Pend. + Prop.	0.83+2.0/0.83+2.0	Post 12/24	2-3h/2h	No/3-4h	1183abde	66.6
Pendimetalin + Propanil/Pend. + Prop.	0.66+2.0/0.66+2.0	Post 12/24	2-3h/2h	No/3-4h	1143abde	67.8
Pendimetalin + Propanil/Propanil	0.83+2.0/2.0	Post 12/24	2-3h/2h	No/3-4h	810abdef	77.2
Oxadiazon / Propanil + 2,4-D	1.0/3.0+0.48	Pre/Post, 29	/3-4h	/6-7h	743abdefg	79.1
Oxadiazon + Propanil	0.5 + 2.16	Post 12	2-3h	No	326abdefgh	90.8
Pendimetalin/Propanil	1.48/3.0	Pre/Post 19	/1-3h	/3-6h	313abdefgh	91.2
Piperofox + Dimetetrina	0.5 + 2.0/3.0	Pre/Post 19	/1-3h	/3-6h	287abdefghij	91.9
Oxadiazon	1.0	Pre			260bcdefghijk	92.7
Propanil/Pendimetalin + Propanil	2.0/0.83+2.0	Post 12/24	2-3h/2-3h	No/3-4h	177 n	95.0
Pendimetalin	1.48	Pre			160bcdefghijkl	95.4
Pendimetalin + Propanil	1.15 + 4.0	Post 15	3h	4-6h	157efghijkl	95.6
Propanil/Propanil	3.0/3.0	Post 12/24	2-3h/2-4h	No/2-4h	147 n	95.8
Propanil	5.28	Post 15	3h	4-6h	63 p	98.2
Oxifluorfen/Propanil	0.19/3.0	Pre/Post 19	/1-3h	/3-6h	50 pq	98.6
Oxifluorfen	0.19	Pre			30 pq	99.1
Piperofox + Dimetetrina	0.5 + 2.0	Pre			23 s	99.3
Testigo emalezado					0 t	100.0

(a) kg ia = kilogramos del ingrediente activo  
Lt PC = litros del producto comercial

(b) Pre = preemergente  
Post = postemergente, días después de siembra

(c) h = hojas  
nac = nacollo  
mm/

(d) Promedio de 3 réplicas. Las medias de rendimiento seguidas por la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidades, según la prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan.

CV = Coeficiente de variación

# UNA PRUEBA DE CONTROL BIOLÓGICO DE BABA DE CULEBRA EN PASTOS

Juan Hernández R.\*  
Oscar Chávez C.\*\*

## INTRODUCCION

La "salivita" o "baba de culebra", es una plaga que afecta a las gramíneas en general. Se ha observado su efecto dañino particularmente en los pastos, la caña de azúcar y el arroz.

En las regiones altas predomina la especie Prosapia distantii (Lall.) mientras que en los lugares bajos es más corriente la especie Aeneolamia postica (Walk.). Cercopidae, Homoptera. Tanto las ninfas como los adultos causan daños al succionar la savia e inyectar una toxina, que produce un amarillamiento y luego la muerte del área foliar de los cultivos.

Los ganaderos en Costa Rica, gastan miles de colones al año en insecticidas para combatir esta plaga y por lo general los resultados han sido inciertos, se producen serios problemas de contaminación en el ganado y en el ambiente, así como intoxicación del personal que manipula y hace las aplicaciones del insecticida.

Para buscar alternativas de solución a esta situación problemática, se inició una prueba de control de esta plaga mediante hongos entomófagos, con el objetivo principal de intentar la reducción de las altas infestaciones de baba de culebra en pastos de altura, mediante un método biológico. Al tener éxito con este método, se lograría también disminuir o eliminar las consecuencias negativas que se derivan del uso de pesticidas.

---

\* Entomólogo, Dpto. de Entomología, MAG. San José, Costa Rica.

\*\*Fitopatólogo, Dpto. de Fitopatología, MAG. San José, Costa Rica.

## MATERIALES Y METODOS

La prueba se llevó a cabo en una finca ubicada en el Cantón de Alfaro Ruiz, Costa Rica, en ocho lotes de 2.000 m<sup>2</sup> c/u y se realizaron los siguientes tratamientos:

A dos lotes se les aplicó el hongo Mucor spp., otros dos recibieron Beauveria bassiana, otros dos, Metarhizium anisopliae y los dos restantes sirvieron como testigos.

De cada lote se tomaron 16 muestras con un cuadro de 25 cms de lado, o sea un m<sup>2</sup>, para contar las ninfas. Con los adultos se utilizó una red entomológica haciendo 100 pasadas de 180<sup>o</sup>.

Los tratamientos se repitieron dos veces cada 15 días y se realizó un muestreo mensual durante los cuatro meses de junio a setiembre.

Los hongos se obtuvieron de la siguiente manera, Metarhizium anisopliae se importó de Brasil, Beauveria bassiana se obtuvo de un picudo del cardamomo Cholus pilicauda encontrado en San Carlos, y Mucor spp. se obtuvo de Prosapia distanti en Zarcero. Estos hongos se aislaron y se reprodujeron en el Laboratorio de Fitopatología del Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, con la siguiente metodología: se colocaron 225 g de arroz en granza en un erlenmeyer de un litro de capacidad, se le agregaron 50 ml de agua y se dejó imbibiendo durante 24 horas. Luego se mantuvo en autoclave durante 20 minutos a una presión de 20 lbs. Posteriormente en una cámara de transferencia se realizó la inoculación del hongo que había sido aislado y purificado en PDA. Los erlenmeyer se mantuvieron durante quince días en estantes en un cuarto a temperatura ambiente, al cabo de los cuales los hongos estaban completamente esporulados, listos para aplicar en el campo.

El contenido de un erlenmeyer se mezcló con tres litros de agua y se agitó desmenuzando el arroz para que soltara las esporas y se filtrara para separar el grano. Luego se tomó medio litro de la solución, se vertió en una bomba aspersora de 16 litros y se

llevó a volumen. La boquilla se calibró para producir una gota fina. La bomba no contenía residuos de fungicidas. La concentración de Mucor spp. fue de 25.000 esporas/cc.

La aplicación se realizó produciendo una gota fina caminando rápido, tratando de cubrir la mayor área posible, resultando aproximadamente media hectárea con una bomba.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Beauveria bassiana no tuvo ningún efecto sobre la baba de culebra. El Metarhizium anisopliae, a pesar de que es el hongo que más se utiliza en Brasil para el combate de este tipo de plagas, tampoco afectó la plaga. Es posible que este hongo resultara afectado por las bajas temperaturas de la zona, además de que la cepa que se probó se conservó por mucho tiempo en el laboratorio, aunque en PDA creció bien.

En los lotes donde se aplicó Mucor spp., a los cuatro días después de la primera aplicación se comenzaron a ver los primeros insectos infestados y poco tiempo después los lotes vecinos, hasta dispersarse por toda la finca y por las fincas aledañas.

Este patógeno afecta las ninfas y los adultos de Prosapia spp, pero afecta sobre todo a los adultos, tal vez por estar más expuestos. La patogenicidad del hongo está muy influida por las condiciones del clima, entre mayor humedad exista, el hongo se vuelve patogénico.

El resultado obtenido con el hongo Mucor spp. Fig. 1 y 2, es como sigue:

En el mes de junio la población de Prosapia spp. es leve, según Coronado (1). Al hacer las aplicaciones de los hongos, el parasitismo es cero. A los pocos días comienzan a aparecer insectos parasitados por Mucor spp. En el mes de julio, la población es

(1) Coronado R. et al. 1966. Campaña contra la mosca pinta y la escama algodonosa de los pastos. Fitofilo (México) 50:5-49.

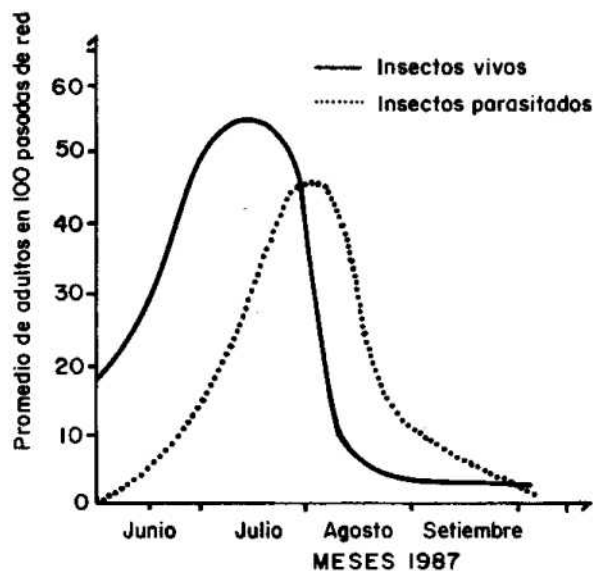


Figura 1. Dinámica de población de Prosapia distanti así como su parasitación por Mucor spp.

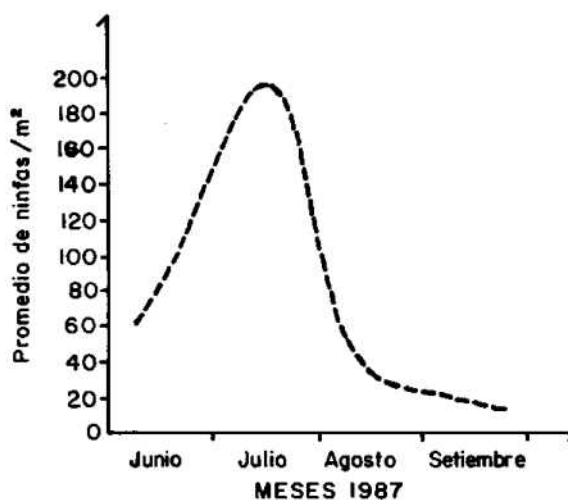


Figura 2. Dinámica de población de ninfas de Prosapia distanti.

máxima, hasta llegar a un promedio de 55 adultos por 100 pasadas de red y 195 ninfas por metro cuadrado. El parasitismo aumenta en forma muy rápida, causando una epidemia en la población de la plaga, hasta el grado en que esta ya no causa daños económicos.

Posteriormente se tomaron tres fincas en el mismo Cantón y se les aplicó el hongo a los lotes más infestados, lográndose un excelente control de la plaga en poco tiempo.

La ventaja de este método es que es inocuo para las personas y animales, ya que se puede aplicar en los lotes aún estando el ganado, además no requiere de equipo especial.

# ELEMENTOS PARA UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE FITONEMATODOS\*

Nahúm Marbán-Mendoza, Ph.D.\*\*

## INTRODUCCION

La presencia de fitonematodos en los cultivos puede significar la reducción en cantidad o calidad de las cosechas. En las últimas tres décadas, las investigaciones orientadas hacia el control de los nemátodos, generaron cuantiosa información sobre métodos culturales, químicos, genéticos, biológicos, legales, etc., los que en menor o mayor grado son eficaces para reducir las poblaciones de fitonematodos, provocando con ello una mayor protección a los cultivos.

Independientemente de los métodos de control que un productor agrícola desee implementar en su situación particular, el factor más importante que debe considerar es el económico. Esto significa que las ganancias económicas de la producción, deben ser mayores, en una proporción de 3 a 1 ó aún más, a los costos de reducir el daño causado por los nemátodos. Se consideran gastos tales como la mano de obra, el manejo del cultivar, los plaguicidas, el costo del dinero, etc. Este valor de costos-beneficios debe prever los posibles impactos negativos en la producción agrícola, de imponderables de alto riesgo como el clima, las enfermedades, las plagas, las fluctuaciones del mercado, etc.

La filosofía actual en torno al control de nemátodos se basa en los sistemas de manejo integrado, cuyo objetivo supremo consiste en la dependencia mínima de compuestos químicos mediante la utilización combinada de otros métodos de control. En los párrafos

---

\* Material presentado al Seminario de Manejo Integrado de Nemátodos en Hortalizas y Frutales. Proyecto Regional MIP/CATIE, Panamá, nov., 1987.

\*\*Nematólogo, Proyecto MIP/CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.



siguientes, se discutiran brevemente los elementos que constituyen los sistemas del Manejo Integrado de Nematodos.

#### **VARIEDADES RESISTENTES AL ATAQUE DE LOS NEMATODOS**

Se podría definir la resistencia como la habilidad de la planta para soportar, oponerse, reducir o vencer el ataque de un patógeno (Strobel & Mathre, 1970). Se acepta por lo general, que el método más barato y, con frecuencia, el único disponible para controlar nemátodos patogénicos de razas de Meloidogyne, Globodera, Pratylenchus, etc. es el empleo de variedades resistentes. En el caso de cultivares de baja rentabilidad, el desarrollo de variedades resistentes es la única opción práctica (Wyatt, Fassuliotis & Johnson, 1980).

Las investigaciones orientadas a la búsqueda de plantas resistentes permanecieron largo tiempo un tanto olvidadas, debido a que estos estudios son prolongados y demandan costos elevados hasta lograr resultados concretos. También, por el hecho de que los nemátodos se reproducen con mayor rapidez que el hospedante y con ello adquieren la propiedad de "romper" la resistencia a dicho hospedante, se ha puesto en duda la utilidad de esta metodología en la solución de problemas propios de algunos sistemas nemátodo-hospedante.

Sin embargo, la posibilidad y la necesidad de prescindir en algún grado del uso de productos químicos, ha fomentado las investigaciones sobre resistencia, para salvaguardar el medio ecológico y obtener productos de consumo menos contaminados con materiales hechos por el hombre y cuya seguridad es motivo de una justificable preocupación por parte de diversos sectores sociales.

Se han evidenciado dos tipos de resistencia; la resistencia vertical y la resistencia horizontal (Van der Plank, 1968). La primera está generalmente controlada por uno o varios genes (oligogénica) y se basa en la relación gene por gene conceptualizada por Flor en 1959. Esto implica que cada gene de resistencia

en el hospedante tiene su correspondiente gene de virulencia en el patógeno. En este tipo de resistencia, cuando hay interacción diferencial entre las variedades del hospedante y las razas del patógeno, se observa que ciertas variedades son más resistentes que otras, a algunas de las razas del patógeno.

La resistencia horizontal, en contraste, consiste en el funcionamiento simultáneo de muchos genes (poligénica) y no hay interacción diferencial entre las variedades de hospedante y las razas del patógeno. Esto quiere decir, que no se observa diferencia en una variedad cuando se le inocula con diversas razas del patógeno. Es importante mencionar que ambos tipos de resistencia están presentes simultáneamente en una variedad. Es decir, que no son mutuamente excluyentes.

El comportamiento y definición precisa de los dos tipos de resistencia se definen mejor en un contexto epidemiológico. Quien desee estar mejor enterado al respecto debe consultar a García-Espinosa (1985) y Robinson (1981). Para los propósitos de este escrito, basta decir que ya existen diversas variedades resistentes de tomate, soya, algodón, y otros cultivos, al ataque de varias razas de nemátodos. Debido a la complejidad del problema, los esfuerzos que se hagan deben ser continuos ya que los investigadores deben tratar de predecir las variaciones de los elementos patógeno-hospedante, con el propósito de minimizar su impacto económico.

## **PROTECCION DE PLANTAS SUSCEPTIBLES**

### **Exclusión de nemátodos**

Este es uno de los principios de control de patógenos, propuesto por Whetzel en 1929, con el objetivo de impedir la introducción de nemátodos en un área libre de los mismos. Esto se logra mediante la aplicación de quimioterapia, termoterapia y/o la implementación de procedimientos legales. La aplicación de agentes químicos biocidas como el bromuro de metilo, el vapam o el fenol en almácigos o macetas, son de gran utilidad en la quimioterapia. En

la termoterapia es de lo más común la utilización de vapor para la esterilización de suelo, herramientas, implementos agrícolas, etc. o de agua caliente para desinfectar propágulos vegetales como semillas, bulbos, esquejes y rizomas. La termoterapia se basa en el hecho de que los nemátodos no soportan temperaturas de más de 55°C por cinco minutos, aunque es necesario que en cada caso se determine con precisión la temperatura y el tiempo adecuado para asegurar que los propágulos vegetales sean viables y estén libres de nemátodos. Los esfuerzos legales, se refieren al cumplimiento de las medidas cuarentenarias que se establecen entre regiones, países, estados, provincias, departamentos, municipios, etc. En esencia, las leyes correspondientes instrumentan una serie de medidas fitosanitarias, para impedir que el material vegetal, contaminado de organismos nocivos sea trasladado a un área libre de ellos. El nemátodo sujeto a medidas cuarentenarias de mayor alcance a nivel mundial, es sin duda el nemátodo dorado de la papa, Globodera rostochiensis.

### Métodos culturales

Manejo del suelo: Algunas prácticas agronómicas como el barbecho profundo en días calurosos, aparentemente minimizan el daño de los nemátodos. Aunque no se sabe con exactitud la razón de este efecto, se supone que es porque los nemátodos son expuestos de manera violenta a condiciones que favorecen su desecación, fenómeno al cual son sumamente sensibles. Otra práctica complementaria consiste en preparar el terreno con "camas" o "lomos de surco" relativamente elevados, así como la colocación de semillas en forma tal que se maximice la utilización de las superficies secas del suelo, situaciones adversas para los nemátodos. En lugares donde se practica una agricultura intensa, estas prácticas culturales no tienen efecto significativo en el control de nemátodos (Johnson *et al*, 1983). Lo contrario ocurre en sitios con estación seca prolongada donde el barbecho complementario resulta apropiado para eliminar el crecimiento de plantas hospedantes.

Inundaciones: El mantener un suelo inundado con agua por varias semanas constituye una práctica recomendable para reducir las poblaciones de nemátodos. En ocasiones, esta reducción se traduce en mejores cosechas en cultivos subsecuentes, aunque no siempre ocurre así (Taylor & Sasser, 1978). El éxito de esta práctica solamente es posible en lugares donde el terreno esté relativamente nivelado y se disponga de suficiente agua.

Cultivos trampa: Este método es eficaz para reducir poblaciones de nemátodos endoparásitos. Consiste en sembrar un hospedante susceptible en un terreno naturalmente infestado de nemátodos, dejarlo que crezca por un tiempo corto y luego eliminarlo. El racionamiento de este método consiste en aprovechar el momento en que los nemátodos carecen de movimiento debido al sedentarismo en su fase de desarrollo. En este período, el nemátodo tampoco ha sido capaz de reproducirse. Este método en la práctica es muy difícil de llevar a cabo porque requiere de una gran precisión. De dejarse el cultivo crecer un poco más, el efecto podría ser contraproducente. Es un poco más promisoria la idea de utilizar hospedantes como Crotalaria spectabilis o Tagetes spp. donde los estadíos infectivos de endoparásitos sésiles fracasan en su intento de completar su desarrollo, después de haber logrado infectar los tejidos radicales. Sin embargo, persiste el problema de la enorme variabilidad de resultados obtenidos (Belcher & Hussey, 1977) y el pobre conocimiento de la naturaleza de este fenómeno.

Fechas de siembra: En regiones con una estación caliente prolongada y alternada con otra fría, se puede sacar ventaja de los cultivos con capacidad para desarrollarse normalmente a temperaturas relativamente bajas (8-12°C), condiciones que no son del todo favorables para el desarrollo de los nemátodos. Estos cultivos se dejan crecer hasta completar su desarrollo y se cosechan tempranamente, cuando las temperaturas son altas y la actividad de los nemátodos es óptima. Si el cultivo se deja en el campo por algún tiempo más, el daño causado por nemátodos puede ser considerable. Esta práctica es común en algunas regiones de países de clima templado en ciertos cultivos como papa y remolacha.

Solarización: Este método consiste en calentar, con los rayos del sol, el suelo humedecido y cubierto con un plástico transparente (de 0.25-0.050 mm de grosor) por un período entre cuatro y ocho semanas. La temperatura que se obtiene en el perfil del suelo entre los 15 y 30 cm, llega a ser lo suficientemente alta como para matar los patógenos de origen edáfico y las semillas de malezas. Este método se utiliza actualmente en forma exitosa para controlar varias enfermedades en Israel y California (Ramírez Villapúdua & Munnecke, 1986).

Enmiendas: Consiste en mezclar compuestos orgánicos de origen vegetal como rastrojo de maíz, trigo, alfalfa picada, crucíferas picadas o compuestos de origen animal como estiércol y gallinaza mezclados con las tierras para modificar favorablemente sus propiedades. En lo que concierne al control de fitopatógenos del suelo, incluyendo a nemátodos fitoparásitos, se supone que la acción de estos agentes enmendadores consiste en incrementar a los organismos antagónicos de los patógenos y/o inducir condiciones desfavorables para el desarrollo de estos últimos. La incorporación al suelo de algunos compuestos orgánicos como crucíferas (col fragmentada y ligeramente fermentada) y su gran eficacia para reducir substancialmente las poblaciones de los fitopatógenos, se explica en parte por la formación de compuestos volátiles sumamente tóxicos como el amoníaco y compuestos sulfurosos.

### Rotación de cultivos

Quizás desde los albores de la agricultura, los campesinos observaron que el alternar cultivos en sus terrenos era más beneficioso que el cultivar en forma continúa a uno sólo. Este conocimiento empírico se encuentra muy generalizado entre los agricultores a nivel mundial. Sin embargo, también es cierto que las fuerzas del mercado obligan a un amplio número de agricultores a depender del monocultivo. Por fortuna, hoy en día se investiga en varias partes del mundo la nobleza de los llamados sistemas de agricultura intensiva con el propósito de conocerlos mejor y



aplicarlos en forma más efectiva para disminuir el uso de plaguicidas, preservar la calidad suelo-agua y lograr mejores cosechas.

Uno de los conocimientos básicos que se deben generar para llevar a cabo este tipo de programas es la relación planta-patógeno y un aspecto crítico de esto lo constituyen los estudios sobre la gama de hospedantes que posee una población de un patógeno determinado.

En nematología se realizan esfuerzos dirigidos a poner en práctica sistemas de rotación de cultivos para contrarrestar en forma efectiva el daño de los nemátodos. En esencia, se busca alternar los cultivos susceptibles con los cultivos inmunes o resistentes, aspecto que se facilita con especies de nemátodos que poseen una gama de hospedantes relativamente estrecha Rhadinaphe-  
lenchus cocophilus, Heterodera schachtii, H. cruciferae, etc. Con las especies que poseen una gama muy amplia de hospedantes como Meloidogyne y Pratylenchus, el problema es más difícil. Esto se complica aún más cuando existen considerables diferencias de rentabilidad entre las variedades de cultivo susceptibles y las resistentes. Por ejemplo, el tomate es un cultivo muy rentable que es susceptible a la mayoría de las especies de Meloidogyne. Al finalizar el ciclo del cultivo, las poblaciones del nemátodo son considerablemente altas, de tal suerte que si en el siguiente ciclo se siembra otro cultivo susceptible, se podrían percibir pérdidas considerables. Por ello, en un programa de rotación de cultivos contra Meloidogyne, el cultivo a alternar con el susceptible debe ser inmune o altamente resistente a las razas del nemátodo presentes en la zona.

En un sistema de agricultura, Johnson et al (1976), consignaron las ventajas de sembrar secuencialmente por dos años ciertos cultivos, en comparación con otros, pero por un año para suprimir poblaciones de Meloidogyne. La serie maíz dulce-soya-trigo-soya-espinaca-maní o cacahuate-pepino-soya por dos años fue más efectivo que el sistema anual de nabo-maíz-chicharo sureño.



En el caso de nemátodos con estrecha gama de hospedantes como H. schachtii, la ventaja es la de contar con una vasta opción de cultivos disponibles para rotar como cultivos de grano, alfalfa, papa, tomate y otros de valor económico. Un caso similar lo constituye H. cruciferae donde sólo basta utilizar cultivos que no sean de la familia cruciferae.

La búsqueda de resistencia a los nemátodos constituye un elemento primordial en programas de rotación de cultivos. Cuando en un patosistema se carece de plantas resistentes, es difícil implementar estrategias con base en este principio. También es importante señalar que un buen manejo de malezas constituye una excelente práctica complementaria para garantizar el éxito de una rotación de cultivos. De esta manera, con una rigurosa selección de cultivos resistentes para rotar y un buen control de malezas, es posible lograr una reducción poblacional del nemátodo problema, de tal suerte que de inmediato se pueda sembrar exitosamente un cultivo susceptible.

Sin embargo, como cualquier metodología, la rotación de cultivos no es una panacea y en muchos casos puede no ser una medida satisfactoria. Es solamente a través de la investigación básica y aplicada como se puede garantizar la instrumentación eficiente de programas de siembra en áreas con agricultura intensiva.

### Control biológico

En la literatura se citan varios organismos parásitos de nemátodos (virus, rickettsias, bacterias, hongos) y predadores (insectos, ácaros, turbeláridos, nemátodos, hongos), los que en condiciones naturales contribuyen a mantener en equilibrio las poblaciones de nemátodos en los suelos. Si el lector desea informarse con detalle del tema se le recomienda consultar a Webster (1972), Barron (1977), Norton (1978), Mankau (1985), Zavaleta-Mejía (1985) y Jansson (1985).

Para los propósitos de esta contribución es conveniente destacar las siguientes generalidades: El uso de organismos antagónicos para el combate de nemátodos es una promesa que requiere de redoblados esfuerzos por parte de los investigadores y de instituciones financieras, con el propósito de entender mejor la naturaleza del fenómeno en cada una de las relaciones hospedante-parásito, mejorar técnicas de estudio, perfeccionar métodos de cultivo artificial de organismos antagónicos, desarrollar tecnologías simples o baratas que permitan a un amplio número de agricultores incorporarlos en sus sistemas de producción.

Hasta donde sabemos, de los cientos de organismos antagónicos a nemátodos que se conocen, solamente algunos han sido particularmente estudiados por ofrecer relativamente mayores posibilidades de uso comercial que otros. Destacan entre ellos, el Bacillus penetrans un organismo procariótico parásito obligado de algunos nemátodos como Meloidogyne sp., Pratylenchus penetrans, P. scribneri y P. brachyurus. Las esporas de esta bacteria se pegan a la cutícula de los nemátodos, el tubo germinal penetra a la cutícula y seguidamente da origen a una microcolonia que tiene la facultad de proliferar en el pseudoceloma mediante sucesivas fragmentaciones en colonias hijas. Las colonias terminan su desarrollo en el nemátodo con la formación de miles de endosporas que prácticamente invaden el cuerpo del animal y que son liberadas en el suelo cuando se desintegran, quedando así listas para infectar a un nuevo nemátodo.

La efectividad de B. penetrans para controlar especies de Meloidogyne y Pratylenchus ha sido estudiada en condiciones de invernadero y de campo a nivel de microparcela. Los resultados fueron promisorios ya que se logró reducir las poblaciones de nemátodos y al mismo tiempo hubo un desarrollo más vigoroso de las plantas inoculadas con estas bacterias, en comparación con aquellas que no lo fueron y que se inocularon con nemátodos fitopatógenos.

El problema que subsiste es la falta de consistencia de los resultados, particularmente cuando se establecen pruebas en condiciones más rigurosas para las bacterias como son las del campo.

En lo que concierne a los hongos nematófagos, son muy pocas las especies o razas de hongos que demuestran un cierto grado de aplicabilidad. Destacan los aislamientos del hongo predador Arthrobotrys, que en ciertas áreas de Francia lograron comercializarse para controlar a Ditylenchus myceliophagus, un nemátodo muy peligroso en las granjas champiñoneras; Paecilomyces lilacinus parásitos de huevos y adultos de Meloidogyne y Globodera pallida que en Perú protegió exitosamente el cultivo de papa. Recientemente, el hongo meria coniospora, endoparásito obligado de Meloidogyne está siendo evaluado por la compañía Uniroyal de los E.U.A. con propósitos comerciales para algunas áreas.

Lo cierto es que en la gran mayoría de los casos en que se encuentra un organismo antagónico de conspicua virulencia, los investigadores obtienen resultados espectaculares a nivel de caja de Petri, con menos frecuencia e intensidad en condiciones de invernadero en macetas. Una proporción substancial de estos casos muestra poseer una efectividad casi nula para controlar los nemátodos bajo condiciones de campo.

### Control químico

El uso de nematicidas en el control de una gran variedad de nemátodos fitoparásitos es el método más fácil y efectivo. Sin embargo, en los últimos años, la tendencia es hacia una reducción en su uso. Se acepta que la aplicación de nematicidas en el campo se empezó a generalizar en el año de 1945, fecha en que el Entomólogo, Carter en Hawaii demostró la importancia de esta plaga fumigando un terreno severamente infestado de nemátodos, con el producto DD (1,2 dicloropropano, 1,3 dicloropropeno).

Los productos que dominaron el mercado hasta los inicios de los setenta fueron los llamados nematicidas fumigantes o hidrocarburos alifáticos, los cuales eran aplicados en dosis hasta de varios centenares de kilos por hectárea. Por la misma época y hasta nuestros días, los llamados nematicidas no-fumigantes dominaron el mercado internacional y éstos se aplican en dosis que van desde

algunos kilos hasta decenas de kilos por hectárea. En el climax del mercado de nematicidas se obtuvo el registro de aproximadamente 25 compuestos diferentes. En la última década, las revisiones que efectuaron las instituciones responsables de vigilar los riesgos que puede ocasionar el uso de estos productos al hombre y al medio ambiente, dictaminaron la prohibición definitiva de la venta de los fumigantes más populares (DBCP o Nemagon, Dibromuro de Etileno y el 1,2 Dicloropropano) y la colocación en la categoría de materiales restringidos de los no fumigantes Aldicarb y Carbofuran, dos de los nematicidas de mayores ventas a nivel mundial.

En la actualidad, la disponibilidad de nematicidas en el mercado mundial se encuentra como sigue: Nematicidas fumigantes: Bromuro de Metilo, Cloropicrina, 1,3 Dicloropropeno (Telon II), Dazomet y Metam Sodio (Vapam). Nematicidas no fumigantes: Fenamifos, Ethoprop y Thionazin como organofosforados; Aldicarb, Aldoxicarb, Carbofuran y Oxamyl como carbamatos.

En las últimas tres décadas no se ha desarrollado un nuevo producto nematicida, debido a los gastos tan elevados que se requieren para satisfacer los estándares de eficacia y seguridad que exigen las instituciones responsables de conceder o negar registros comerciales de productos, tales como: Agencia para la Protección Ambiental o EPA de los E.U.A., F.A.O de las Naciones Unidas, y en menor grado los códigos sanitarios y de protección ambiental de los distintos países. Por ello, la estrategia de las corporaciones que poseen algún nematicida comercial, consiste en desarrollar tecnologías para realizar el uso de sus productos mediante el desarrollo de mejores sistemas de aplicación, formulación de productos, dosis y tiempo de aplicación, con el propósito de utilizarlos en las condiciones más favorables de efectividad y seguridad. Ninguna compañía sería está en condiciones de correr riesgos innecesarios por descuido de planificación, seguridad o administración.

Si el lector desea enterarse con detalle de los tipos de nematicidas disponibles en el mercado, sus características biológicas, químicas y físicas, la manera como las condiciones del suelo

afectan su movimiento, su modo de acción en los nemátodos y mamíferos, los esfuerzos de investigación que se llevan a cabo a nivel mundial para buscar otras alternativas químicas para el control de fitonemátodos, se recomienda consultar a: Wright (1981), Spurr (1985), Thomason (1985) y Marbán-Mendoza (1985).

Finalmente, bajo la luz del conocimiento actual, es imperativo que los nematólogos cambien su tradicional punto de vista para controlar nemátodos. Es evidente que no es posible seguir dependiendo de un solo método que en forma permanente resuelva los problemas nematológicos, sino que se deben buscar soluciones que, combinadas en forma apropiada, permitan lograr resultados más satisfactorios. Se deben desarrollar esquemas de manejo para cada área, en donde en forma coordinada se alternen cultivos, se implementen prácticas culturales que disminuyan las poblaciones de nemátodos, se seleccionen y programen los nematicidas de tal forma que se apliquen cuando los nemátodos estén en su fase más vulnerable evitando al mismo tiempo aquellas prácticas que favorezcan la aparición de razas resistentes. En esencia, la estrategia debe orientarse a buscar medidas globales para controlar plagas y enfermedades obteniéndose los resultados más favorables desde el punto de vista económico, ecológico y social. Estos esfuerzos holísticos se llevan a cabo bajo programas multidisciplinarios conocidos como Manejo Integrado de Plagas (MIP) o de Manejo Integrado de Cultivos (MIC). En el primer caso es de interés mencionar que el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, lleva a cabo programas de esa naturaleza en los países de Centroamérica y Panamá. Los elementos que constituyen los programas de MIP, sus principios, características y problemáticas presentes y futuras, podrán ser aprendidas si se consulta a Caswell (1985) y Roberts (1985).

Se concluye que no hay indicación de haber alcanzado algún límite fundamental de nuestra capacidad para proteger a nuestros cultivos de los patógenos. Debemos reconocer que el desafío será constante y que estamos obligados a enfrentarlo en su complejidad con todos los medios a nuestro alcance.



## LITERATURA CITADA

- BARRON, G.L. 1977. Nematode-Destroying Fungi. Canadian Biological Pub., Guelph, Ontario.
- BELCHER, J.V. 1977. The Nematode-Destroying Fungi. Canadian Biological Pub., Guelph, Ontario
- \_\_\_\_\_; HUSSEY, R.S. 1977. Influence of Tagetes patula and Arachis hypogea on Meloidogyne incognita. Plant Dis. Reporter 61:525-528.
- CASWELL, E. 1985. Nematology and integrated pest management: the role of simulation modeling. En Marbán, N. y Thomason, I.J. (Eds.). Fitonematología Avanzada I. México, D.F., Colegio de Postgraduados. pp. 299-308.
- GARCIA-ESPINOSA, R. 1985. Conceptos generales sobre resistencia en plantas al ataque de patógenos. En Marbán, N. y Thomason, I.J. (Eds.). Fitonematología Avanzada I. México, D.F., Colegio de Postgraduados. pp. 215-234.
- JANSSON, H.B. 1985. The biology of the nematophagous fungus Drechneria coniospora. En Marbán, N. y Thomason, I.J. (Eds.). Fitonematología Avanzada I. México, D.F., Colegio de Postgraduados. pp. 177-194.
- JONHSON, A.W.; SUMMER, D.R.; DOWLER, C.C.; GLAZE, N.C. 1976. Influence of three cropping systems and four levels of pest management on population of root-knot nematodes and lesion nematodes. J. of Nematology 8:290-291.
- \_\_\_\_\_; DOWLER, C.C.; GLAZE, N.C.; SUMMER, D.R. 1983. Effects of intensive cropping systems and pesticides on nematodes and crop yields. U.S. Dept. Agr., ARS, ARR-S-14. 36 p.
- MANKAU, R. 1985. Biological control of nematode pests of Natural Enemies. En Marbán, N. y Thomason, I.J. (Eds.). Fitonematología Avanzada I. México, D.F., Colegio de Postgraduados. pp. 135-175.
- MARBAN-MENDOZA, N. 1987. Qumioterapia en nematodos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.3:62-83.
- NORTON, D.C. 1978. Ecology of plant parasitic nematodes. N. York Wiley, 268 p.
- RAMIREZ VILLAPUDUA, J.; MUNNECKE, D.E. 1986. Solar heating and ammendments control cabbage yellows. California Agriculture 40(5-6):11-13.



- ROBERTS, P.A. 1985. Nematode impact on crop plant growth: An integrated pest management approach. En Marbán, N. y Thomason, I.J. (Eds.). Fitonematología Avanzada I. México, D.F., Colegio de Postgraduados. pp. 309-319.
- ROBINSON, R.A. 1981. Ecological aspects of disease resistance. En Staples, R. C. y Toeniessen, G.H. (eds.). Plant disease control, resistance and susceptibility. N.Y. Wiley, pp. 235-258.
- SPURR, J.W. 1985. Mode of action of nematicides. En Sasser, N.J. y Carter, C.C. (Eds.). An advanced treatise on Meloidogyne vol. I. Biology and control. North Carolina State Univ. and USA/AID. pp. 264-276.
- STROBEL, A.G.; MATHRE, E.D. 1970. Outlines of plant pathology. N.Y., Van Nostrand. 465 p.
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). A cooperative publication of the Dept. of Plant Pathology, North Caroline St. University and the USA/AID.
- THOMASON, I.J. 1985. Nematicides. En Marbán, N. y Thomason, I.J. (Eds.). Fitonematología Avanzada I. México, D.F., Colegio de Postgraduados. pp. 237-257.
- WEBSTER, J.M. 1972. Nematodes and biological control. En Webster, J.M. (Ed.), Economic Nematology. London, Academic Press. pp 469-496.
- WRIGHT, D.J. 1981. Nematicides, mode of action and new approaches to chemical control. En Zuckerman B.M. y Rhode, R.A. (Eds.), Plant Parasitic Nematodes vol. III. N. York, Academic Press. pp. 241-249.
- WYATT, J.E.; FASSULIOTIS, G.; JOHNSON, A.W. 1980. Efficacy of resistance to root-knot nematodes in snap beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:923-926.
- VAN DER PLANKT, J.E. 1968. Disease resistance in plants. N.Y., Academic Press. 206 p.
- ZAVALETA-MEJIA, E. 1985. Las bacterias como agentes de control biológico de nemátodos fitopatógenos. En Marbán, N. y Thomason, I.J. (Eds.). Fitonematología Avanzada I. México, D.F., Colegio de Postgraduados. pp. 195-214.