

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Marzo, 1988

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 7



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
San José, **Costa Rica**
Teléfono: 53-18-98

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

Ing. Joaquín Laríos, Coordinador
Encargado 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: 22-88-95

Philip Shannon M.Sc.
Entomólogo

Dr. Jorge Pinochet, Coordinador
Proyecto MIP/CATIE
Apartado 6-3786
Panamá, **República de Panamá**

Elaboración y difusión:

Orlando Arboleda M.Sc.
Especialista en Información

Diseño Gráfico: Mauricio Argueta R.
Digitación de Textos: Yorlene Pérez

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Marzo, 1988

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 7

CONTENIDO

	Pág.
El manejo de insectos en Tomate: algunas consideraciones sobre la experiencia en Centroamérica.....	1-12
Peter Rosset, MIP/CATIE, San José, Costa Rica	
 ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS	
Choanephora cucurbitarum agente causal de la muerte regresiva en frijol común (Phaseolus vulgaris).....	13-18
José María García Rodríguez Edgardo W. Lara Rosa Benítez de Rivas Adán Hernández Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador	
 AVANCES DE INVESTIGACION	
Respuesta de cuatro cultivares de chile dulce a marchitez bacterial en Costa Rica.....	19-28
José Martí Jiménez; Elkin Bustamante; Walter Bermúdez y Arturo Gamboa MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	
 INFORME DE DIAGNOSTICO	
Importancia de los ácaros en los cultivos de tomate (Lycopersicon esculentum) y chile dulce (Capsicum annuum) en Panamá.....	29-36
Ronald Ochoa, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica Gabriel von Lindeman, MIP/CATIE, Panamá	
 COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES	
Aplicación integral de conceptos agromédicos en el manejo de plaguicidas.....	37-47
V.H. Freed, Oregon State University, U.S.A. J.E. Davies, University of Miami, U.S.A. R.F. Smith, CIGP, Berkeley, California, U.S.A. Whittemore, F.W., US.AID/Washington, D.C. U.S.A.	
Las plagas forestales en Costa Rica: es factible su manejo integrado.....	48-59
Luko Hilje Quirós, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica	
 MATERIAL DIDACTICO	
Nemátodos parásitos de cultivos hortícolas.....	60-68
Nahúm Marbán Mendoza, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México	
Los vertebrados como plagas de los cultivos en América Latina.....	69-79
Ángel A. Chiri, AID/ROCAP, San José, Costa Rica	



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

EL MANEJO DE INSECTOS EN TOMATE: ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA EXPERIENCIA EN CENTROAMERICA*

Peter M. Rosset**

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO DE LAS HORTALIZAS

El tomate, al igual que las otras hortalizas, posee varias cualidades distintivas. Al comparar el cultivo de las hortalizas con los demás cultivos de Centroamérica, sobresalen algunas características biológicas que son importantes en el contexto del manejo de plagas:

- Genética: Son cultivos diversos y a la vez muy alterados por la selección humana (ej. los distintos cultivos a base de Brassica oleracea). Como consecuencia de esta manipulación han perdido en gran parte la resistencia a plagas que poseen sus parientes silvestres (ej. Kennedy y Henderson, 1987).
- Ciclo vegetativo: Como el ciclo vegetativo de estos cultivos es relativamente corto, el de las plagas tiende también a ser breve, con alta capacidad reproductiva y gran movilidad, lo que dificulta la aplicación de medidas de control biológico al estilo "clásico".
- Siembra escalonada: La demanda constante en el mercado de productos de consumo fresco, da lugar a la siembra escalonada durante casi todo el año, según la disponibilidad de agua y suelo. Dos consecuencias para las plagas son, la posibilidad de su reproducción continua, versus la tendencia a dividir el año en épocas con complejos de plagas característicos (ej. los insectos

* Basado en una conferencia presentada en el Seminario Manejo Integrado de Plagas en Cultivos Prioritarios: Maíz, Frijol y Tomate. MIP/CENTA/CATIE, San Salvador, El Salvador, 15-18 dic. 1987.

**Coordinador Proyecto MIP/CATIE, San José, Costa Rica.

dominan en la época seca y los hongos y bacterias en la estación lluviosa).

En cuanto a las consideraciones socioeconómicas del cultivo de las hortalizas, sobresalen las siguientes:

- Gran rentabilidad/Riesgo Alto: Las hortalizas se caracterizan por un valor alto de cosecha; sin embargo son de elevado riesgo por las fluctuaciones fuertes del mercado, por la susceptibilidad, y la poca posibilidad de predecir el ataque de plagas, así como la gran inversión económica requerida, comparada con la de los granos básicos (Rosset, 1986). Como consecuencia la capa social a la cual pertenece el productor típico de hortalizas es por necesidad superior a la del productor típico de granos básicos, aunque la producción campesina siempre predomina.
- Apariencia externa: Un factor clave que contribuye tanto al riesgo alto como a la inversión necesaria en el control de las plagas, es la importancia y las exigencias que el consumidor pone en la apariencia estética del producto.

La mayoría de las características antes señaladas, puede conducir al uso excesivo de medidas de control químico como método exclusivo del combatir las plagas. La introducción, en las últimas décadas, de insecticidas al sector campesino de Centroamérica, está convirtiendo el cultivo de las hortalizas en un "segundo algodón" en cuanto a su relación con el abuso de aplicaciones calendarizadas, resistencia creciente y alta incidencia de problemas en la salud humana y en el medio ambiente. Con la reducción que la región sufre actualmente en el área algodonera, es factible que el cultivo de las hortalizas se convierta en el nuevo foco del complejo problema de los plaguicidas.

EL CASO DEL TOMATE EN NICARAGUA, PAIS ALGODONERO

Como en los otros países de la región Centroamericana, el tomate enfrenta un complejo de plagas insectiles, cuyos componentes

son impredecibles en el tiempo y el espacio (aunque existe una tendencia hacia afrontar mayores problemas con insectos durante secano). Este complejo de plagas hace que sea difícil desarrollar las estrategias apropiadas de manejo. Sin embargo, es posible clasificar las especies de plagas según la etapa fenológica de la planta que atacan. En la Figura 1 se presentan las plagas con sus correspondientes etapas vegetativas. Lógicamente cada una de estas etapas requiere su propio sistema de manejo.

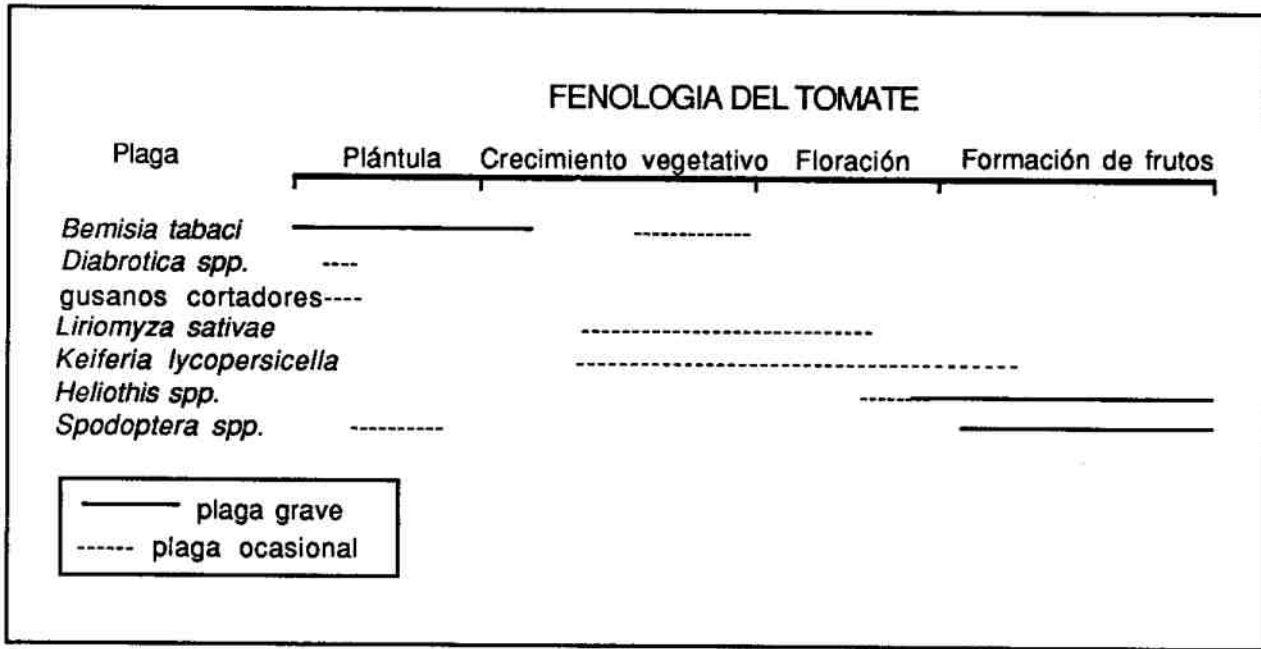


Fig. 1. Fenología del tomate y sus plagas en Nicaragua (Rosset, 1986).

En general, cualquier programa de manejo integrado de plagas debe incorporar elementos de una estrategia preventiva (o profiláctica) y de una estrategia curativa (o de respuesta) (Vandermeer y Andow, 1986). Típicamente el componente curativo consiste en el uso de insecticida basado en el monitoreo de las plagas y hacer aplicaciones solamente cuando las poblaciones exceden un umbral económico. No obstante, en Nicaragua se dificulta la estrategia curativa a base de insecticida, por el hecho de que algunas de las plagas principales son muy resistentes y otras son plagas secundarias provocadas por el uso mismo del insecticida.

Tres de las plagas claves provienen de la zona aldononera en donde históricamente han sido expuestas a una de las mayores tasas de uso de insecticida conocidas en el mundo, y como consecuencia son sumamente resistentes a una gama amplia de productos (Vaughan y León, 1977; Swezey et al., 1986; Rosset, 1986). Estas son la mosca blanca, Bemisia tabaci Genn. (Homoptera: Aleyrodidae); los complejos de gusanos del fruto, Heliothis spp. y de gusanos soldados, Spodoptera spp. (Lepidoptera: Noctuidae).

Las especies conocidas como plagas secundarias son, la mosca minadora de la hoja, Liriomyza sativae Blanchard (Diptera: Agromyzidae), el gusano alfiler, Keiferia lycopersicella Walsingham (Lepidoptera: Gelechiidae), y la misma mosca blanca (Oatman and Kennedy, 1976; Poe et al., 1975; Pollard, 1955; respectivamente).

Esta combinación de plagas resistentes con plagas secundarias, hace que la investigación en manejo de plagas del tomate deba enfocarse en la búsqueda de alternativas preventivas (Rosset, 1986).

EL CULTIVO ASOCIADO: ALTERNATIVA PREVENTIVA PARA Heliothis spp. y Spodoptera spp.

La línea de investigación de mayor promesa como alternativa preventiva es el cultivo en asocio, o policultivo, de tomate y frijol. Varias revisiones elaboradas en la última década han señalado el poder que tiene el policultivo para reducir la incidencia de plagas en muchos cultivos (ej. Perrin, 1977; Risch et al., 1983; Vandermeer, 1984).

En Nicaragua se ha encontrado en algunos experimentos, que el frijol, sembrado entre las camas o hileras del tomate, reduce el ataque de L. sativa (Figura 2), del complejo de Heliothis spp. (Figura 3) y del complejo de Spodoptera spp. (Figura 4; Rosset, 1986; Rosset et al., 1987). Al nivel de validación se redujo el porcentaje de frutos dañados por los últimos dos complejos de plagas por más del 90% (Figura 5; Rosset, 1986; Rosset et al., 1987).

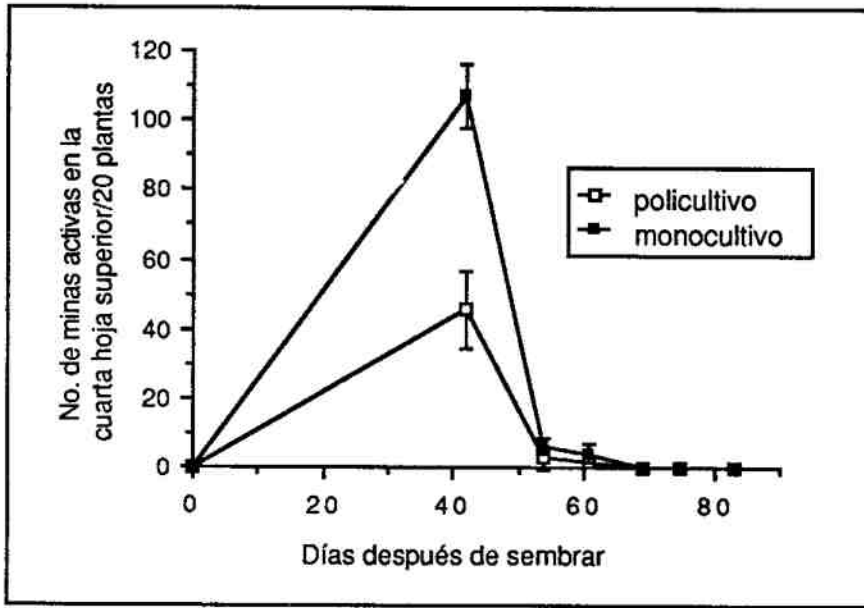


Fig. 2. Dinámica poblacional de *Liriomyza sativa* Blanchard en tomate en monocultivo y en policultivo de tomate con frijol: parcelas de 10 m x 10 m, \pm error típico; $P < 0.005$; (Rosset *et al.*, 1987).

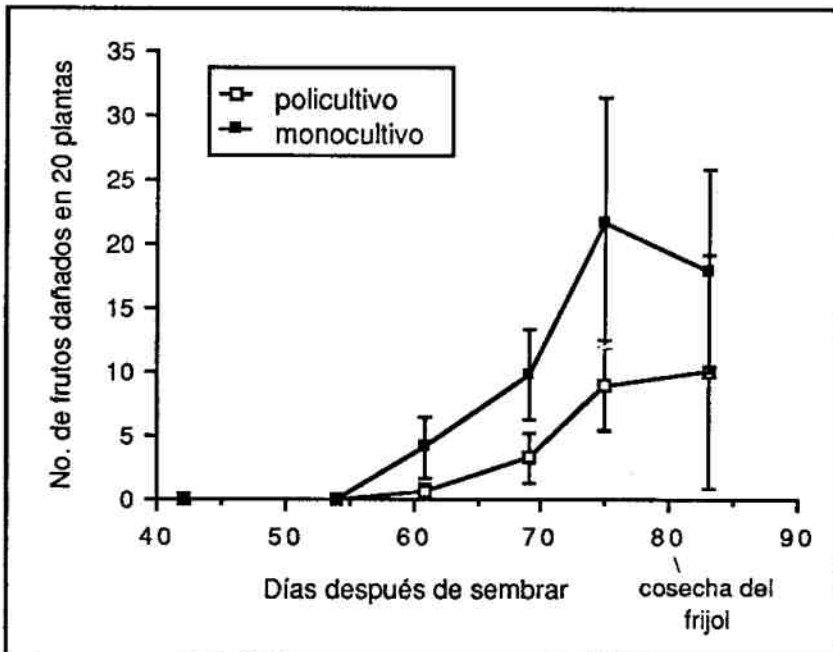


Fig. 3. Frutos dañados por *Heliothis* spp. en tomate en monocultivo y en policultivo de tomate con frijol: parcelas de 10 m x 10 m, \pm error típico; $P < 0.0015$; (Rosset *et al.*, 1987).

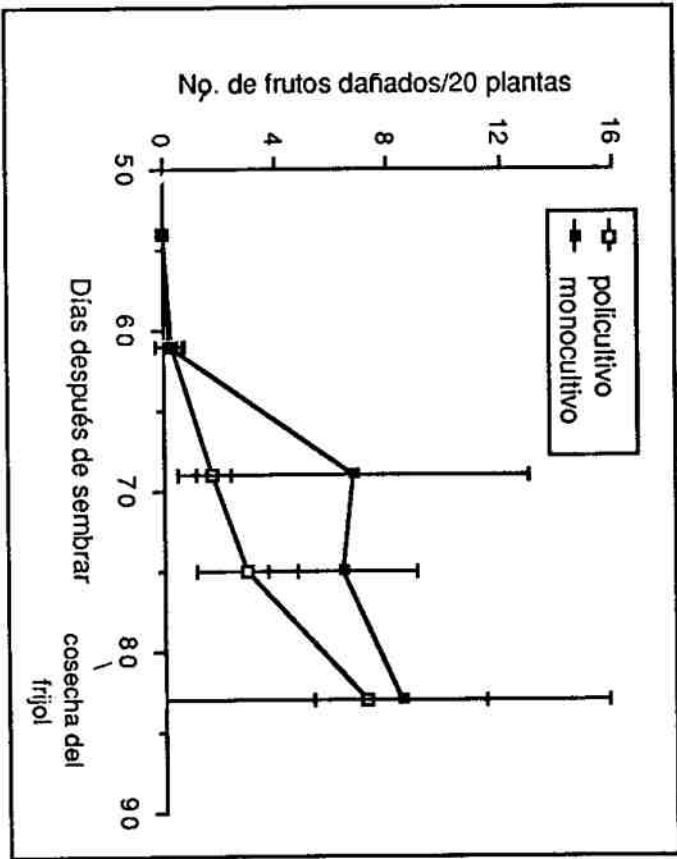


Fig. 4. Frutos dañados por *Spodoptera* spp. en tomate en monocultivo y en policultivo de tomate con frijol: parcelas de 10 m x 10 m, \pm error tí; pico; $P < 0.10$; (Rosset et al., 1987).

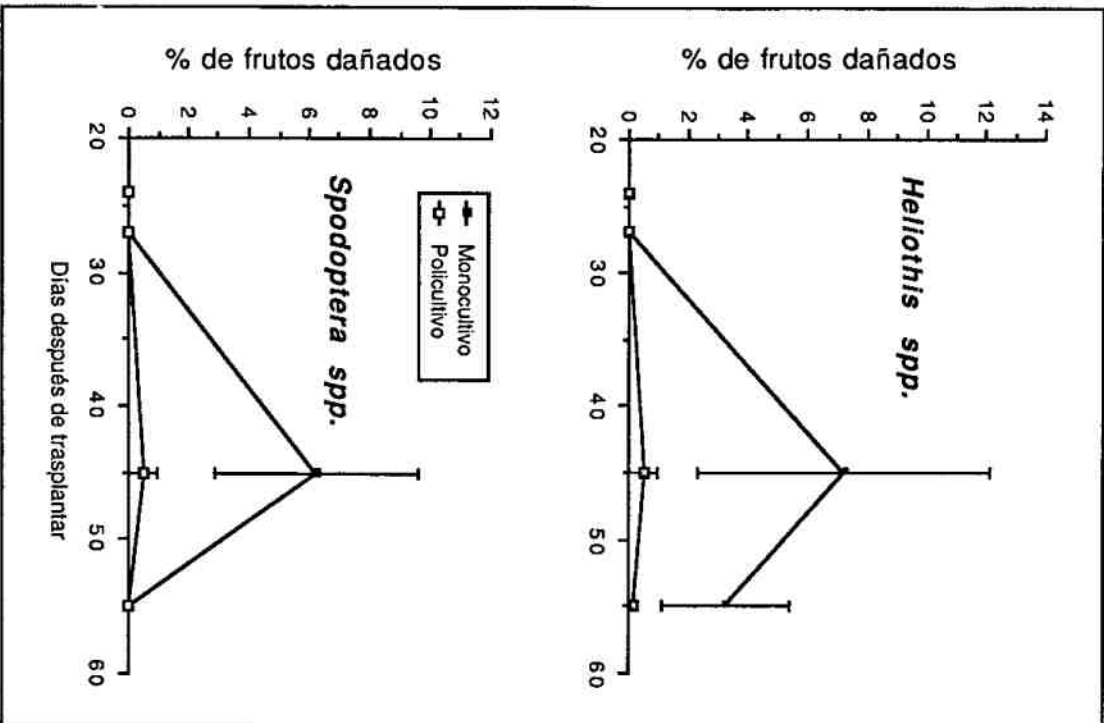


Fig. 5. Porcentaje de frutos de tomate dañados por *Heliothis* spp. *Spodoptera* spp. en parcelas de validación de monocultivo y policultivo de tomate con frijol, \pm error típico; (Rosset et al., 1987).

También se ha determinado que el asocio protege la plántula del tomate del ataque del Spodoptera sunia Guenée, que actúa como gusano cortador durante tal etapa (Rosset et al., 1985).

No obstante la expectativa de que el frijol podría reducir el rendimiento del tomate a través de la competencia, esto no ha sido el caso en la práctica al hacer comparaciones de los rendimientos del tomate en policultivo versus monocultivo, (Rosset et al., 1984, y 1987).

En resumen, se considera el cultivo asociado de tomate con frijol como una técnica cultural con excelente potencial, como alternativa preventiva en un programa de manejo de las plagas del tomate. A continuación se desglosan algunas alternativas potenciales para las otras plagas importantes.

DIFERENTES ALTERNATIVAS DE MANEJO

Bemisia tabaci: La mosca blanca es vector de un virus del tomate, probablemente el mosaico amarillo (Rosset, 1986). Se ha encontrado que la planta es susceptible a infección solamente durante los primeros 48 días, por lo tanto el combate no es necesario a partir de este momento (Rosset, 1986). Un gran problema es el trasplante de matas ya infectadas del semillero al campo, dando lugar a la alternativa preventiva y eficaz de cubrir el semillero con una jaula de nylon (Anzola y Lastra, 1978). Otras alternativas preventivas que han tenido éxito en diferentes regiones, son los cultivos trampas (Al-Musa, 1982) y el uso de un "mulch" atrayente de paja verde (Hein, 1984).

En cuanto a alternativas curativas se destaca el uso de aceite liviano rociado sobre el cultivo, lo cual provoca una mortalidad mayor de la mosca blanca y con más rapidez que los productos químicos. Son aceptables los aceites minerales y vegetales, tales como los de ajonjolí, maní y semilla de algodón (Hein, 1984; Shaheen, 1983). Estos se emplearían con un nivel de daño económico basado

en la relación entre la densidad poblacional de la mosca blanca y el rendimiento de tomate (Figura 6) determinado por Rosset (1986). Para el cálculo del nivel de daño económico, consultar Hruska y Rosset (1987).

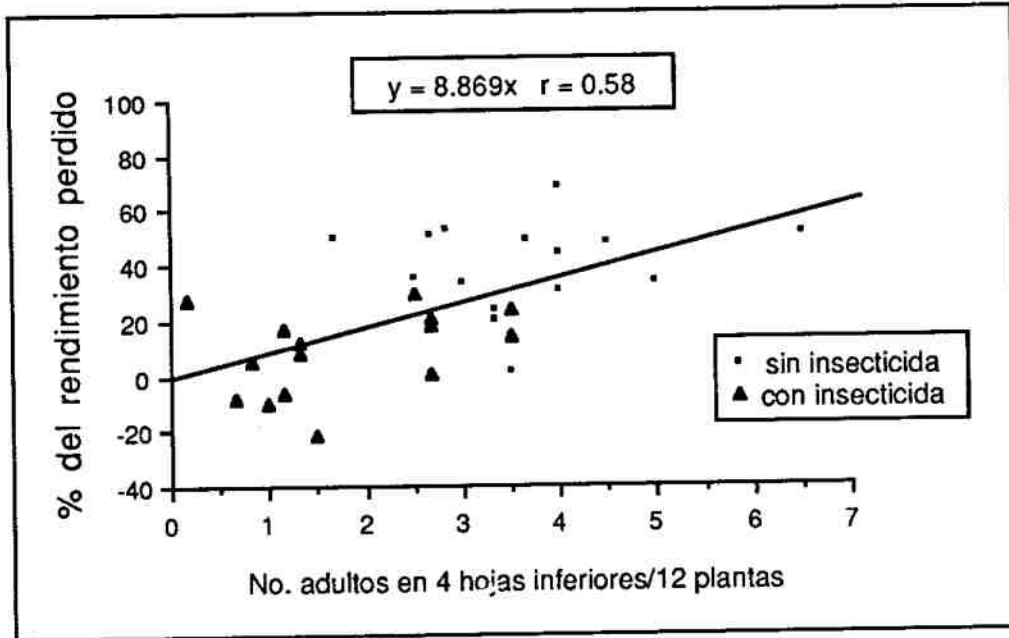


Fig. 6. Regresión de la pérdida del rendimiento final de tomate versus la densidad de adultos de *Bemisia tabaci* a los 43 días después de sembrar. La densidad se estima a base del número de adultos encontrados en 4 hojas compuestas de la mitad inferior de la planta (Rosset, 1986).

***Keiferia lycopersicella* y *Liriomyza sativae*:** Estas dos especies, ambas conocidas como plagas secundarias, suelen estar relacionadas ecológicamente. En Florida antes de 1970, ninguna de las dos fue considerada plaga clave, y se aplicaban plaguicidas contra otras plagas. A partir de 1971 *K. lycopersicella* llegó al estatus de plaga (Poe, 1973), y a mediados de la década de los setenta *L. sativae* hizo lo mismo (Pohronezny et al., 1986). En el caso de Nicaragua se observó un patrón semejante en los primeros años de los ochenta.

Se piensa que las aplicaciones dirigidas a *K. lycopersicella* son las que provocan el brote de *L. sativae* (Waddill y Pohronezny,

1979). Para evitar esto se recomienda el uso de Bacillus thuringiensis en combinación con una dosis baja (sub-letal) de insecticida (Wadill y Pohronezny, 1979; Pohronezny et al., 1986). Lo mismo recomiendan para controlar Heliothis spp. y Spodoptera spp. durante la fructificación. Evidentemente una dosis baja (50% de lo normal) de insecticida es suficiente para potenciar el B.t., que aplicado solo, no es muy efectivo contra K. lycopersicella, haciéndolo efectivo sin provocar el brote secundario de L. sativae. Esto podría ser válido en la región centroamericana, y combinado con estudios de umbrales económicos, podría constituir una alternativa curativa para estas plagas.

Una alternativa preventiva contra K. lycopersicella podría ser el uso de feromonas disruptivas para disminuir su tasa de reproducción. Actualmente se utiliza este método en ciertas áreas de California (Scentry, 1987).

Es importante señalar también el hecho de que el tomate tolera mucha defoliación durante la etapa de crecimiento vegetativo sin afectar el rendimiento. Por ejemplo Wolk et al. (1983) reportaron que una defoliación de entre 25% y 50%, antes de plena floración, no redujo el rendimiento final. Por lo tanto, se pueden tolerar poblaciones relativamente altas de plagas defoliadoras, sin tener que recurrir a plaguicidas y así preservar la fauna benéfica. Se puede tolerar especialmente L. sativae cuyo único efecto potencial sobre el rendimiento es a través de la mortalidad de hojas provocada por densidades altas de minas construidas por sus larvas.

En resumen, un programa apropiado de MIP para el tomate podría contemplar algunos, sino todos, los métodos señalados, siempre que se logre su validación exitosa en el ambiente local. En el Cuadro 1 se desglosan las posibilidades para establecer un programa MIP. Además del trabajo de validación, se deben estimar los niveles de daño económico para la mayoría de las plagas del tomate, a fin de que sean utilizados dentro del componente curativo del programa de MIP.

CUADRO 1. Programa Potencial de MIP para el Tomate.

1. ETAPA DE PLANTULA

Estrategia Preventiva

Spodoptera spp. como cortador:
Cultivo en asocio de tomate con
frijol

Bemisia tabaci: Cobertura de ma-
lla de nylon sobre el semillero

Estrategia Curativa

Bemisia tabaci: Rociado de acei-
te liviano cuando alcanza umbral

2. ETAPA DE CRECIMIENTO VEGETATIVO

Liriomyza sativae: Uso minimi-
zado de insecticida contra Kei-
feria lycopersicella cultivo en
asocio de tomate con frijol
Tolerar mucha defoliación

Keiferia lycopersicella: Fero-
mona disruptiva

Keiferia lycopersicella:
Bacillus thuringiensis en mezcla
con insecticida

3. ETAPA DE FLORACION Y FRUCTIFICACION

Heliothis spp. y Spodoptera
spp.: Cultivo en asocio

Heliothis spp. y Spodoptera
spp.: Bacillus thuringiensis en
mezcla con insecticida

BIBLIOGRAFIA

- AL-MUSA, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. *Plant Disease* 66(7):561-563.
- ANSOLA, D.; LASTRA, R. 1987. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. *Agron. Tropical (Venezuela)* 28(5):473-482.
- HEIN, A. 1984. The leaf curl virus in tomatoes and possibilities of its control - a review. *Acta Horticulturae* 143:439-450.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.5:30-44.

- KENNEDY, G.G.; HENDERSON, W.R. 1978. A laboratory assay for resistance to the tobacco hornworm in Lycopersicon and Solanum spp. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(3):334-336.
- DATMAN, E.E.; KENNEDY, G.G. 1976. Methomyl induced outbreaks of Lyriomyza sativae on tomato. J. Econ. Entomol. 69:667-668.
- PERRIN, R.M. 1977. Pest management in multiple cropping systems. Agroecosystems 3:93-118.
- POE, S.L. 1973. The tomato pinworm in Florida. Agric. Res. Educ. Cen. (Bradenton) Res. Rep. GC1973-2, 4 pp.
- ; CRILL, J.P.; EVERETT, P.H. 1975. Tomato pinworm management in semitropical agriculture. Proc. Fla. State Hort. Soc. 88:160-165.
- POHRONEZNY, K.; WADDILL, V.H.; SCHUSTER, D.J.; SONADA, R.M. 1986. Integrated pest management for Florida tomatoes. Plant Disease 70(2):96-102.
- POLLARD, D.G. 1955. Feeding habits of the cotton whitefly, Bemisia tabaci Genn. (Homoptera: Aleyrodidae). Ann. Appl. Biol. 43:664-671.
- RISCH, S.J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M.A. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. Environ. Entomol. 12(3):625-629.
- ROSSET, P.M. 1986. Ecological and economic aspects of pest management and polycultures of tomatoes in Central America. Ph.D. dissertation, University of Michigan, 128 pp. Trad. Español disponible, Institute for the Development of Agricultural Alternatives, Guild House, 802 Monroe, Ann Arbor, Michigan, 48104, Estados Unidos.
- ; AMBROSE, R.J.; POWER, A.G.; HRUSKA, A. 1983. Overyielding in a polyculture of tomatoes and beans in Costa Rica. Tropical Agriculture (Trinidad) 61:208-212.
- ; VANDERMEER, J.; CANO, M.; VARELA, G.; SOOK, A.; HELLPAP, C. 1985. El frijol como cultivo trampa para el combate de Spodoptera sunia Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) en plántulas de tomate. Agron. Costarr. 9(1):99-102.
- ; DIAZ, I.; AMBROSE, R.; CANO, M.; VARELA, G.; SNOOK, A. 1987. Evaluación y validación del policultivo de tomate y frijol como componente de un programa de manejo integrado de plagas del tomate en Nicaragua. Turrialba (Costa Rica) 37(1): 85-92.
- SCENTRY, Inc. 1987. Gusano A.T.: el sistema mejor para el control de gusano alfiler de tomate. Scentry, Inc., P.O. Box 426, Buckeye, Arizona, EEUU, 20 pp.

- SHAHEEN, A.H. 1983. Some ecological aspects on the white fly Bemisia tabaci Genn., the main insect vector transmitting tomato leaf curl virus diseases. Ann. Agric. Sci. (Moshtohor, Tikh. A.R.E.) 19(2):453-457.
- SWEZEY, S.L.; MURRAY, D.L.; DAXL, R.G. 1986. Nicaragua's revolution in pesticide policy. Environment 28(1):6-9, 29-36.
- VANDERMEER, J.; ANDOW, D.A. 1986. Prophylactic and responsive components of an integrated pest management program. J. Econ. Entomol. 79(2):299-302.
- VAUGHAN, M.A.; LEON, G. 1977. Pesticide management on a major crop with severe resistance problems. Proceedings of the XV International Congress of Entomology (Washington, D.C.) pp. 812-815.
- WADDILL, V.H.; POHRONEZNY, K. 1979. Tomato IPM: Key to vegetable leafminer control. Citrus & Vegetable Magazine 42:34-37.
- WOLK, J.O.; KRETCHMAN, D.W.; ORTEGA, D.G. 1983. Response of tomato to defoliation. J. Am. Hort. Sci. 108:536-540.

Choanephora cucurbitarum AGENTE CAUSAL DE LA MUERTE REGRESIVA EN
FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris)

José María García Rodríguez*
Edgardo W. Lara*
Rosa Benítez de Rivas**
Adán Hernández**

RESUMEN

En la Hacienda El Sunza, Jurisdicción de San Julián, Departamento de Sonsonate, República de El Salvador, en un cultivo de frijol común var. Rojo de Seda sembrado en asocio con caña de azúcar (Saccharum officinarum), se encontraron plantas con síntomas de marchitez en las partes terminales y necrosis de las hojas superiores con apariencia de escaldado en los bordes. En los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se observó el material al microscopio y se encontró el hongo Choanephora cucurbitarum.

Este organismo fue aislado en P.D.A. e inoculado en plantas de frijol de las variedades Rojo de Seda y CENTA-IZALCO. Los primeros síntomas fueron visibles 48 horas después de efectuadas las inoculaciones. Los síntomas de la enfermedad estaban completamente desarrollados y eran iguales a los observados en el campo. Del tejido afectado de las plantas inoculadas se reaisló el hongo C. cucurbitarum, (Berk. and Rav.) Thaxter.

* Profesores de Fitopatología, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

**Estudiantes de la Cátedra Fitopatología II, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

INTRODUCCION

En trabajos de investigación realizados por personal del Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se encontró el hongo Choanephora cucurbitarum (Berk. And Rav.) Thaxter, asociado con plantas enfermas de frijol común; este primer brote se encontró en la Hacienda El Sunza, Jurisdicción de San Julián, Departamento de Sonsonate, durante los meses de Junio y Julio, 1987.

La enfermedad presentó una alta incidencia en una de las parcelas muestreadas, por lo cual se consideró de mucha importancia investigar la naturaleza del agente causal.

REVISION DE LITERATURA

La muerte regresiva ocasionada por C. cucurbitarum ataca cultivos de papa, calabazas, pimiento y otras plantas en climas tropicales cálidos y húmedos (Agrios. 1985; Maes de Icochea, 1980).

Según Alexopoulos (1976) la ubicación taxonómica de este hongo es:

Clase	: Ficomycetes	Familia:	Mucoraceae
Sub-clase:	Zygomycetidae	Género :	<u>Choanephora</u>
Orden	: Mucorales	Especie:	<u>cucurbitarum</u>

La muerte regresiva, produce inicialmente lesiones de aspecto húmedo que luego se necrosan y se cubren de esporangioforos largos (4-5 mm) y equinulados. Las plantas afectadas pueden morir, en forma rápida o lenta, del ápice hacia abajo (3).

Según Barnett y Hunter (1972) Choanephora presenta micelio blanco, extensivo y de rápido crecimiento en medio de cultivo; conidioforos (esporangioforos) largos agrandados y ramificados en el ápice, cada rama lleva una cabeza de conidias (esporangiolas), conidia unicelular, elipsoidal, café o púrpura; esporangio típico de los mucorales que también crecen en medio de cultivo. Por las

características antes mencionadas Barnett y Hunter (1972) lo ubican como ficomyceto conidial.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en tres etapas: una de campo que consistió en la observación y recolección de plantas enfermas (no se utilizó método específico de muestreo). Las muestras obtenidas se colocaron en bolsas plásticas y se etiquetaron con los datos siguientes: etapa de desarrollo del cultivo, variedad, lugar y fecha. Los muestreos se realizaron durante la segunda quincena de junio y primera de julio.

La segunda etapa fue realizada en el laboratorio de Protección Vegetal y consistió en el examen macroscópico de las muestras enfermas. Se describieron los síntomas observados en el material dañado y se hizo un examen microscópico mediante preparaciones del material enfermo en láminas de vidrio, utilizando lactofenol azul algodón para identificar el patógeno. Aislamientos del patógeno se hicieron en cajas de petri con P.D.A. a partir de tejido enfermo.

En la tercera etapa se realizó la prueba de la patogenicidad de *C. cucurbitarum* en frijol, de las variedades Rojo de Seda y CENTA-IZALCO. De cada variedad se sembraron 25 vasos de durapax, de un litro y en cada vaso se sembraron tres semillas. Cuando las plantas estuvieron en la etapa de prefloración se procedió a inocularlas con el microorganismo aislado en laboratorio.

El inóculo se preparó a partir de aislamientos del hongo en P.D.A., que contenían esporangios y esporangioforos, además de micelio. La inoculación consistió en tomar con una torunda, porciones del hongo de un cultivo puro y frotarlas sobre las hojas de las plantas de frijol. Por cada variedad se dejaron plantas testigo sin inocular.

Las plantas se cubrieron después de la inoculación con bolsas plásticas, para aumentar la humedad relativa. La temperatura

ambiente promedio en las condiciones en que se realizó el experimento fue de 24-30°C.

De plantas enfermas, como resultado de la inoculación, se tomaron partes del tejido y se sembraron en P.D.A. con el fin de reaislar el patógeno.

RESULTADOS

El crecimiento radial del hongo se hizo visible al segundo día de la siembra en P.D.A. y el color de la colonia era blanquecino. El hongo fructificó a través de esporangioforos largos y ramificados en el ápice y cada rama dió lugar a un esporangio que contenía esporangiolos unicelulares, elipsoidales de color café.

Los síntomas de la enfermedad sólo se observaron en plantas inoculadas. Al segundo día se presentó una coloración inicial verde olivaceo en la superficie de las hojas en donde se depositó al patógeno; las hojas dañadas tenían apariencia de escaldado; la enfermedad al avanzar marchitaba todo el foliolo, y a partir del cuarto día las zonas inicialmente afectadas se necrosaban volviéndose de una coloración café, las áreas necróticas no presentaban halo clorótico ni forma definida.

En las zonas necróticas de los foliolos se observaron a simple vista fructificaciones del patógeno, (esporangios y esporangioforos) que consistían de filamentos grises de más o menos 3 mm con cabezuelas en el extremo terminal las cuales fueron fácilmente lavadas por la lluvia.

En los vasos en donde se encontraban plantas inoculadas, las tres plantas murieron. En todos los casos la muerte del tejido fue siempre descendente.

Las variedades Roja de Seda y CENTA-IZALCO resultaron susceptibles a C. cucurbitarum.

Las pruebas de reaislamiento fueron positivas obteniéndose un crecimiento fungoso de C. cucurbitarum

DISCUSION

Las pruebas de patogenicidad realizadas, determinan que C. cucurbitarum es un patógeno del frijol común, el cual no se encontró en la literatura consultada sobre el tema (Alfaro, 1983; González, 1977; Schwartz y Gálvez, 1980).

Se desconoce cual sea la fuente o reservorio de inóculo, se presume que sean cucurbitas silvestres o cucurbitas cultivadas y que de allí puede pasar el patógeno diseminado por el viento a plantaciones sanas de frijol. Es necesario estudiar la epidemiología de este hongo en el cultivo de frijol, para poder establecer medidas eficientes de control, actualmente desconocidas.

CONCLUSIONES

- El patógeno C. cucurbitarum se encuentra asociado a una nueva enfermedad del frijol común, en cultivos de esta especie en El Salvador.
- La época de junio y julio de 1977, favorable para el desarrollo de esta enfermedad en frijol, coincidió con el periodo de mayor precipitación.

BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1985. Fitopatología. Trad. Manuel Germán Ortiz. México, D.F., LIMUSA, pp. 264-266.
2. ALEXOPOULUS, J.C. 1976. Introducción a la micología. Trad. Antonio Pedro Luis Digilio. 2a. Ed. Buenos Aires, Argentina, EUDEBA, pp. 185-201.
3. ALFARO, R. 1983. El cultivo de frijol. San José, C.R.; CAFESA. 100 p.
4. BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. 1972. Illustrated genera of imperfecti fungi. 3a. Ed. Mineapolis, Minnesota. Burges, pp. 60-61.
5. GONZALEZ, L.C. 1977. Principales enfermedades de los cultivos de Costa Rica. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 120 p.
6. MAES DE ICOCHEA, T. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Lima, CIP. 67 p.
7. SCHWARTZ, H.F.; GALVEZ, G. 1980. Problemas de producción del frijol: Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 424 p.

RESPUESTA DE CUATRO CULTIVARES DE CHILE DULCE A MARCHITEZ BACTERIAL
EN COSTA RICA*

José M. Jiménez**
Elkin Bustamante
Walter Bermúdez
Arturo Gamboa

El marchitamiento bacterial causado por Pseudomonas solanacearum constituye una de las enfermedades más importantes para las regiones tropicales y subtropicales (Jackson y González, 1981). Dentro de los cultivos que son atacados por la bacteria se destacan el banano, papa, tomate y chile (Buddenhagen y Kelman, 1964).

En Costa Rica P. solanacearum es problema crítico para el chile dulce (Capsicum annum) únicamente en la zona Atlántica, donde aparentemente los suelos están infectados con la raza 1 en forma natural (Jackson y González, 1981). En los años 85-86 el Proyecto MIP localizó en las zonas de Turrialba y Siquirres focos severos de infección con incidencias superiores al 30% al entrar en cosechas. Los mismos se presentaron en chile dulce, jalapeño y cayenne.

La sintomatología de la enfermedad es un marchitamiento abrupto que en algunos casos va acompañado de clorosis. El síntoma característico es la decoloración del sistema vascular del cual se obtiene fácilmente el flujo bacterial al colocarse el tejido en difusión.

* Basado en material presentado a la XXVII Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología. APS: División Caribe. Guatemala, 26 al 31 de octubre de 1987.

** Fitopatólogo Asistente; Fitopatólogo; y Asistentes de Laboratorio respectivamente del Proyecto MIP/CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

Prácticas de combate contra P. solanacearum tales como rotación de cultivos, uso de barbecho, exposición solar y tratamiento químico de suelos infestados son poco eficaces, en condiciones del trópico húmedo, debido a que la humedad en el suelo, la capacidad saprofítica de la bacteria y la presencia de hospederos alternos favorecen una alta persistencia de la bacteria en estas áreas (Jackson y González, 1981; Thurston, 1976). El método de control más exitoso es el desarrollo de cultivares resistentes logrados a través de un programa de mejoramiento estable (De León, 1987) que permita producir cultivares resistentes en forma continua, evitando con ello la enorme variabilidad de la bacteria la cual hace que líneas de cultivo resistentes tengan poca duración.

El presente estudio evalúa la respuesta de cuatro cultivares promisorios de chile dulce al ser inoculados artificialmente con P. solanacearum bajo condiciones de la zona Atlántica costarricense.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en una finca ubicada en Aragón de Turrialba, a 625 msnm, con una temperatura media anual de 22°C, humedad relativa del 88% y una precipitación anual de 2600 mm. El lugar mostró una alta incidencia de marchitez bacterial durante los años 84 al 86, al sembrarse tomate, chile dulce y jalapeño.

En el cuadro 1 se registran los principales parámetros climáticos imperantes durante la realización del ensayo. Se utilizaron los cultivares 'Cholo', '17245', 'Agronómico 10' y 'Tacaes P.L', seleccionados con base en evaluaciones de resistencia, realizadas en Turrialba y Panamá (Ovalle, 1987; De León y Gordon, 1985) y en reconocimientos de campo efectuados en Costa Rica en 1986. En el cuadro 2 se señalan algunas características de estos cultivares.

Se usó un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Cada parcela con 24 plantas sembradas a una distancia de 1,20 m entre surcos y de 0,40 m entre plantas. El ensayo se manejó mediante las prácticas culturales tradicionales de la

Cuadro 1. Información mensual de temperatura, precipitación y radiación en Turrialba, Costa Rica, de noviembre 86 a mayo 87.

Mes	Temperatura °C			Precipitación mensual -mm-	Radiación solar cal/cm ² /día
	Media	Máxima	Mínima		
Noviembre	23,3	28,7	19,4	138,6	436
Diciembre	22,4	27,9	18,0	55,8	422
Enero	21,9	26,9	17,6	173,4	368
Febrero	22,8	27,3	18,9	44,4	404
Marzo	24,0	29,3	19,4	9,0	452
Abril	23,1	26,8	20,1	220,5	321
Mayo	23,7	28,7	19,8	178,1	411

Cuadro 2. Algunas características de los cultivares de chile evaluados en Aragón, Turrialba, 1987.

Característica	17245	Cholo	Tacares P.L	Agronomico 10
Tamaño planta	Intermedia	enana	Grande *	Intermedia
Origen	IDIAP-Panamá	IDIAP-Panamá	Agricultor	ASGROW
Cobertura foliar	Buena	Mala	Excelente	Mala
Tipo fruto	Tres puntas	Cuatro puntas	Una punta	Una punta

* tipo 'Mil Frutos'

zona y recomendadas por el MAG (1983). El combate de enfermedades se realizó mediante aplicaciones semanales de mancozeb (Manzate 200). Cada cuatro semanas se aplicó benomyl (Benlate) mezclado con el Mancozeb. Para insectos se aplicó methomyl (Lannate) y acefato (Orthene) en forma alterna cada quince días.

Dos meses después del trasplante se inocularon artificialmente las plantas siguiendo la metodología de Winstead y Kelman (1952), que consiste en inocular una suspensión bacterial (10^7 bact/ml) me-

diante la punción y colocación de una gota de la suspensión en la tercera axila superior de la planta. Las cuatro cepas bacteriales usadas, fueron aisladas a partir de plantas de chile que presentaron síntomas en las fases iniciales por efecto de inóculo de campo. Se realizaron lecturas de incidencia a marchitez bacterial a los 0, 20, 40, 60, 80 días después de la inoculación. Para conocer el efecto en la incidencia del inóculo natural, se realizaron lecturas a un promedio de 100 plantas de los cultivares 'Cholo', 'Tacares P.L.' y 'Agronómico 10' sembradas en parcelas comerciales en el mismo campo. Por falta de semilla no se pudo evaluar el efecto del inóculo de campo en el '17245'. Además, se midió el rendimiento de cada cultivar, agrupando los frutos en las tres calidades que se describen a continuación:

<u>Calidad</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Peso</u>
1º	mayor de 7,0 cm	mayor de 90g.
2º	de 5.5 a 7,0 cm	mayor de 65g.
3º	inferior a 5,2 cm	inferior a 65g.

RESULTADOS

Se encontraron diferencias altamente significativas para la incidencia de marchitez bacterial entre cultivares y entre épocas de lectura. Se encontró que el cv 'Cholo' presenta una alta resistencia a P. solanacearum con un 10% de incidencia a los 60 días después de la inoculación, mientras que los materiales tradicionales ('Agronómico 10' y 'Tacares P. L.') mostraron un 79% de incidencia. El efecto del inóculo de campo fue muy similar hasta los 40 días después de la inoculación a la incidencia encontrada en plantas inoculadas artificialmente. A los 60 días 'Cholo' conserva una baja incidencia de la enfermedad en los dos inóculos; sin embargo 'Agronómico 10' y 'Tacares P.L.' presentan un incremento cercano al 100% por efecto de la inoculación artificial. Esto indica que la lectura a los 60 días es la más adecuada para diferenciar el efecto de inóculo de campo del artificial (Cuadro 3).

Cuadro 3. Incidencia de marchitez bacterial a partir de los cuatro meses de edad, según cultivar y época de lectura, Aragón, Turrialba, 1987.

Cultivar	Días después de la inoculación							
	0 ¹		20		40		60	
	IN	IA ²	IN	IA	IN	IA	IN	IA
Cholo	2,0	1,6 ^{a3}	4,0	4,0 ^a	4,0	6,4 ^a	10,0	11,8 ^a
17245	-	15,2 ^c	-	22,8 ^b	-	27,0 ^b	-	46,0 ^b
Agronomico 10	8,0	9,6 ^b	15,0	16,2 ^b	25,0	27,6 ^b	40,0	79,6 ^c
Tacares P.L.	10,0	11,6 ^{bc}	20,0	21,8 ^b	30,0	45,0 ^c	45,0	79,0 ^c

1/ IN: inóculo natural. IA: inóculo artificial. La lectura de inóculo natural proviene de un promedio de 100 plantas de cada uno de los cultivares sembradas en parcelas comerciales en el mismo campo

2/ Promedio de cinco repeticiones

3/ Letras iguales en misma columna no son significativas en la prueba de Duncan a un 0.05

El desarrollo de la enfermedad a través del tiempo (Figura 1) muestra a los cultivares 'Tacares P.L.' y 'Agronomico 10' altamente susceptibles, el '17245' tolerante, mientras que el 'Cholo' altamente resistente. A partir de la inoculación artificial la curva tiende a incrementarse en 'Tacares P.L.', 'Agronomico 10' y '17245', determinándose el punto de mayor aumento a partir de los 40 días de inoculación, lo cual refleja que el período de incubación en estas líneas oscila entre 40-60 días.

Se realizó una última evaluación a los 150 días después del trasplante (90 días después de la inoculación) etapa en la cual los cultivares estaban entrando en senescencia, sobretudo los materiales panameños. En esta evaluación 'Agronomico 10', 'Tacares P.L.' y '17245' presentaron una incidencia de 89,93 y 55% respectivamente. En cuanto al 'Cholo', los síntomas de marchitez de campo mostraron un incremento de un 26% con relación al registro anterior de incidencia. Esta lectura en 'Cholo' no es del todo confiable debido a que no se separaron los efectos de senescencia de los causados por *P. solanacearum*.

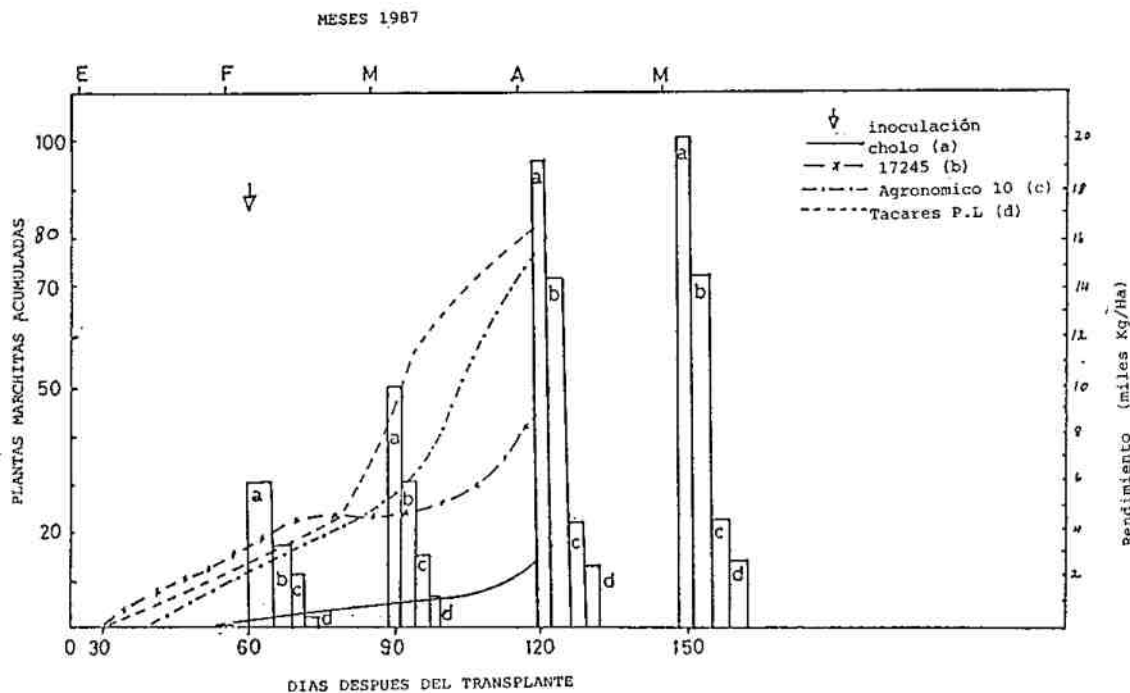


Figura 1. Porcentaje de plantas marchitas acumuladas por *P. solanacearum* usando inóculo artificial y el rendimiento acumulado de cuatro cultivares de Chile, Aragón, Turrialba, 1987.

Los resultados de rendimiento se describen en el Cuadro 4, observándose la alta producción que se obtuvo con 'Cholo', el cual produjo 5 y 10 veces más que 'Agronómico 10' y 'Tacares P.L.' respectivamente. Asimismo, el 75% de la producción de 'Cholo' es apta para mercados internacionales como para el nacional.

CUADRO 4. RENDIMIENTO DE CHILE DULCE EN KG/HA SEGUN CULTIVARES Y CALIDAD EN PRUEBA DE RESISTENCIA A *P. solanacearum*, ARAGON, TURRIALBA, 1987.

CULTIVAR	CALIDAD I	CALIDAD II	CALIDAD III	TOTAL
CHOLO	10209 ^{a1}	5644 ^a	3839 ^a	19692 ^a
17245	4766 ^b	5644 ^a	3738 ^a	14148 ^b
AGRONOMICO 10	2158 ^c	1093 ^b	809 ^b	4060 ^c
TACARES PL	1145 ^c	387 ^b	446 ^b	1978 ^c

1. Cifras con letras iguales en misma columna son estadísticamente iguales según la prueba de rango múltiple de Duncan (P 0.05).

En relación con la '17245', a pesar de que presenta una alta incidencia en la primera etapa, mostró una buena producción (14148

kg/ha) lo cual implica que las plantas que sobrevivieron además de presentar resistencia se caracterizan por una alta productividad.

El cv. 'Tacaes P.L.' que presentó una respuesta bacterial semejante al 'Agronómico 10' (Cuadro 3) mostró el peor rendimiento. Observaciones de campo determinaron que el cultivar presenta problemas en el "cuaje" del fruto y es susceptible a Neosilba spp a pesar de las aplicaciones quincenales de Orthene y Lannate, realizadas durante el desarrollo del ensayo.

DISCUSION

La comparación de la incidencia de los cultivares bajo los dos inóculos usados en el experimento muestran claramente la respuesta de cada uno a P. solanacearum. A los 60 días después de la inoculación (cuatro meses después del trasplante), la incidencia de marchitez en cultivares susceptibles ('Tacaes P.L.' y 'Agronómico 10') bajo inóculo artificial, se duplicó en relación con la presión natural de la bacteria. En 'Cholo' la incidencia fue la misma bajo la dos presiones de inóculo (10%).

El incremento observado con el inóculo artificial en los cultivares susceptibles, indican que las cuatro cepas bacteriales posiblemente fueron suficientes para representar la diversidad genética de la bacteria presente en el suelo usado. Asimismo, evidencia la eficiencia de la inoculación artificial al eliminar la distribución no homogénea de la bacteria en el campo.

Las lecturas de marchitez en 'Cholo' muestran que un 90% de la población es altamente resistente a las cepas bacteriales presentes en Aragón. Por otra parte, estas lecturas indican que es probable que este cultivar no sea ciento por ciento estable genéticamente, lo cual es característico del género Capsicum que presenta 10-15% de polinización cruzada (MAG, 1983). Para comprobar la estabilidad genética es necesario evaluar de nuevo el comportamiento del cultivar usando semilla de plantas que resistieron la inoculación artificial.

En la última lectura de incidencia realizada a los 150 días después del trasplante, 'Cholo' presentó una incidencia relativamente alta de marchitez bacterial (36%), la cual es despreciable en términos de rendimiento, debido a que en esta fecha el cultivar ha madurado aproximadamente un 95% de sus frutos "cuajados". Es posible que este incremento de incidencia detectado entre las lecturas de 120 y 150 días (de 12% a 36%) se explique por la interacción entre la senescencia de la planta y la precipitación que se dió en el último mes de evaluaciones.

Se ha determinado (Thurston, 1976) que un suministro excesivo de agua puede aumentar la incidencia de marchitez bacterial, debido a que se incrementa el inóculo por diseminación de plantas vecinas, favoreciendo la supervivencia bacterial en el suelo y, además, a que se agrava la enfermedad después de la infección por una mayor traslocación de la bacteria en la planta.

Los meses de febrero y marzo en los cuales se realizó la inoculación y se desarrolló la enfermedad, fueron muy secos (25mm/mensual) mientras que en el mes de abril donde se aceleró la tasa de desarrollo de la enfermedad llovió 220 mm. Esta precipitación posiblemente provocó un aumento en la presión de inóculo, lo cual no pudo soportar 'Cholo', tal vez ocasionado por su estado de senescencia, en el cual la planta va perdiendo paulatinamente sus mecanismos de defensa. Para conocer con exactitud el efecto de la humedad y de la senescencia sobre la marchitez bacterial en 'Cholo', es necesario realizar un ensayo de invernadero, utilizando cepas provenientes de Aragón, inoculándolas en diferentes etapas de crecimiento, y bajo condiciones de humedad permanente y teniendo como testigo la resistencia del cultivar al sembrarse en suelo de dicha localidad, infestado naturalmente.

Los cultivares 'Agronómico 10' y 'Tacaes P.L.' se usan en forma extensiva y rentable en otras regiones de Costa Rica (Cartago y Alajuela), en donde se han reportado ataques severos de marchitez bacterial en papa y tomate (González, 1976; Hernández, 1985). Lo

anterior indica que estos cultivares posiblemente tienen resistencia a P. solanacearum, pero es insuficiente para detener el ataque de las cepas predominantes en la zona Atlántica. Esta situación viene a confirmar lo dicho por diferentes autores (Thurston, 1976, Yang, 1979; Mew and Ho, 1972) en cuanto a que la respuesta de una línea está íntimamente ligada al tipo de cepas bacteriales y a las condiciones climáticas predominantes en la región en que se evalúa la respuesta. Por lo tanto, para solucionar definitivamente el problema de marchitez bacterial en chile dulce en Costa Rica, es necesario establecer un programa de mejoramiento estable y continuo, capaz de producir periódicamente, cultivares resistentes con aceptación comercial. De esta forma se reemplazarán los cultivares que pierdan resistencia tal como se ha logrado en la actualidad en Panamá para chile y tomate (De León, 1987).

LITERATURA CITADA

- BUDENHAGEN, I.; KELMAN, A. 1964. Biological and Physiological aspects of bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. Annual Review Phytopathology. 2:203-230.
- DE LEON, G. 1987. Proceso para la obtención de resistencia de tomate a P. solanacearum en Panamá. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) No.5:11-16.
- _____; GORDON, R. 1985. Cholo, nueva variedad nacional de pimentón. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, s.p.
- GONZALEZ, L.C. 1976. Bacterial wilt of potato in Costa Rica. In Sequeira, L. and Kelman, A. Proceedings of the first International planning conference and workshop on the ecology and control of bacterial wilt caused by P. solanacearum. Raleigh, North Caroline. pp 150-155.
- HERNANDEZ, L.J. 1984. Selección de variedades de tomate (Lycopersicum esculentum) en Costa Rica. In Congreso Agronómico Nacional 6, San José Costa Rica, 1984. Sesiones de Actualización y Perspectivas. Colegio de Ingenieros Agrónomos v 2, pp 141-153.
- JACKSON, M.T.; GONZALEZ, L.C. 1981. Persistence of Pseudomonas solanacearum (race 1) in a naturally infected soil in Costa Rica. Phytopathology 71:690-693.

- MINISTERIO DE Agricultura y Ganaderia. 1983. Manual de recomendaciones cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. MAG Boletín Técnico (Costa Rica) no. 62. p 102-109.
- MEW, T.W.; HQ, W.C. 1977. Effect of soil temperatures on resistance of tomato cultivars to bacterial wilt. *Phytopathology* 67:909-911.
- OVALLE, W. 1987. Estudios de la variabilidad de Phytophthora capsici agente causal de la marchitez del chile (Capsicum annum L.) y su combate por resistencia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE/UCR. 100 p.
- THURSTON, H.D.. 1976. Resistance to bacterial wilt (Pseudomonas solanacearum, In Sequeira, L. y Kelman, A. Proceedings of the first international planning conference and workshop on the ecology and control of bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. Raleigh, North Carolina, pp. 58-62.
- WINSTEAD, N.; KELMAN, A. 1952. Inoculation technique for evaluating resistance to Pseudomonas solanacearum. *Phytopathology* 42:628:654.
- YANG, C.Y. 1979. Bacterial and fungal disease of tomato. In Cowell, R.ed. 1st International Symposium on tropical tomato, AVRDC, Taiwán. pp 111-123.

IMPORTANCIA DE LOS ACAROS EN LOS CULTIVOS DE TOMATE (Lycopersicon esculentum) Y CHILE DULCE (Capsicum annuum) EN PANAMA*

Ronald Ochoa**

Gabriel von Lindeman***

INTRODUCCION

La infestación de plantas por ácaros fitoparásitos de las familias Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsomenidae y Eriophyidae, se ha constituido en los últimos años en un serio problema de cultivos agrícolas, frutales, forestales, ornamentales, medicinales y de malas hierbas. Los Tarsonemidae incluyen ácaros fitófagos, fungívoros e insectívoros, agrupados en 18 géneros. La familia es primordialmente tropical y subtropical, de tamaño reducido (100 μ m a 300 μ m), con integumento relativamente duro, superficie brillante y dimorfismo sexual marcado (4,5). Especies de los géneros Steneotarsonemus, Hemitarsonemus y Polyphagotarsonemus han llegado a ser de importancia económica en lugares tales como Costa Rica, EEUU, Francia y Venezuela.

ANTECEDENTES

El tomate y el chile, conocido en Panamá como pimentón, forman parte de los principales cultivos hortícolas que se producen en las tierras bajas de este país. Ambos se siembran con fines industriales y de consumo fresco. Las provincias de Herrera, Los Santos, Veraguas y Coclé figuran entre las más productoras.

* Informe de una asesoría del autor principal al Proyecto MIP/CATIE realizada en noviembre de 1987.

** Estudiante de Posgrado en Fitoprotección, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

***Especialista en Malezas, Proyecto MIP/CATIE, Panamá, Apartado 6-3786, El Dorado, Panamá.

El área sembrada se concentra en estas tierras bajas (elevaciones inferiores a los 20 msnm) y es de alrededor de 600 productores de tomate durante el periodo de verano, con un total de 1.200 ha. y 80 productores de invierno con unas 75 ha. En el caso del pimentón alrededor de 40 productores siembran unas 70 ha. en invierno y 60 de ellos siembran 90 ha. en verano. Estas cifras de producción obedecen a la existencia de un mercado fijo para el tomate y pimentón, constituido por la Compañía Panameña de Alimentos (NESTLE PANAMA S.A.).

El estudio de estas cifras señala que el tamaño promedio de los predios es pequeño; alrededor de dos ha. en tomate y 1.5 ha. en pimentón.

Inicialmente los promedios de producción de ambos cultivos fueron bastante aceptables (30 TM/ha. en tomate y 80 TM/ha. en pimentón), alcanzando un valor aproximado de 7 millones de dólares, por año en conjunto (1).

Estos rendimientos han decaído progresivamente a pesar de que los productores han mantenido prácticas de manejo de cultivo y combate de plagas. Esta tendencia condujo al uso cada vez más abundante de plaguicidas para el combate de gusanos enrolladores (Keiferia lycopersicella), minadores (Liriomyza sp(p?)) y barrenadores (Collabismodes spp), con insecticidas piretroides, metomílicos y fosforados en dosis y frecuencias altas, dando como resultado el exterminio de gran parte de la fauna benéfica que hasta entonces mantenía el balance ecológico, permitiendo que una plaga secundaria como el ácaro del chile (Polyphagotarsonemus latus Banks), sea por el momento el problema principal de los cultivos mencionados.

El ácaro del chile (P. latus) fue informado por el IDIAP en 1983 como el agente causal del daño de las plantas de tomate y pimentón. Hasta ese momento el daño era generalmente confundido con síntomas de virosis.

OBJETIVOS Y METODOLOGIA

Con el fin de cuantificar el nivel de daño provocado por los ácaros, en Noviembre de 1987 se llevó a cabo una misión de consultoría mediante la cual se visitaron cinco fincas, ubicadas en la provincia de Los Santos y que representaban la situación promedio de los productores del área. Mediante las observaciones en las áreas cultivadas y la realización de un diagnóstico se pretendía determinar, tanto en el campo como en el laboratorio, si se trataba del mismo ácaro en todos los casos; establecer los factores que podrían haber dado lugar a la multiplicación desenfrenada de esta plaga; estudiar las medidas de combate en uso; identificar los posibles hospederos alternos y las condiciones agroclimáticas existentes que favorecían la proliferación del patógeno.

En las fincas consideradas para este estudio, se recolectaron muestras de las hojas nuevas más afectadas de la planta. Tanto en viales de 10 ml, con alcohol al 60% para su transporte, como en bolsas insufladas, plásticas, transparentes de 20 cm x 30 cm.

Los huevos, larvas, ninfas y adultos del ácaro se observaron en material fresco a nivel de campo, donde se caracterizó la forma del huevo para P. latus.

Al material preservado en alcohol, se le extrajeron los ácaros, con una microaguja de pelo de cerdo, colocándolos en una solución Hoyer, en porta objetos de 25 mm x 75 mm y tapándolos luego con un cubre objetos de 18 mm de diámetro, para ser puestos en una estufa a 50°C por un lapso de 24 horas, para su posterior observación en un microscopio.

RESULTADOS

Se determinó a nivel de campo que el ácaro era P. latus, posteriormente corroborado en el laboratorio del MIP/CATIE, conocido

como ácaro tropical, ácaro blanco, ácaro amarillo del té, ácaro tostador de la papa y ácaro del chile (5).

La característica principal de identificación en la hembra es la pata IV pilosa o flageliforme. En el macho esta pata tiene forma de pinza con unos lóbulos interiores y en su extremo distal un botón Fig. 1. Los huevos son translúcidos con burbujas simétricas en su interior y comparativamente grandes, siendo a menudo tan abundantes que aparecen en forma de una masa blanca a lo largo de las venas centrales de las hojas plegadas. Los estados inmaduros están constituidos por una larva activa y una ninfa inmóvil, de un blanco translúcido.

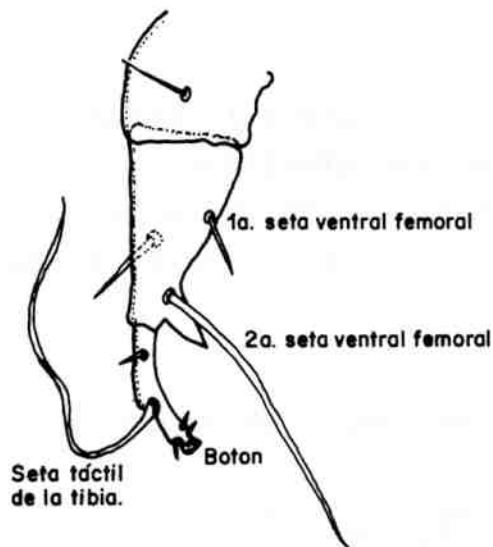
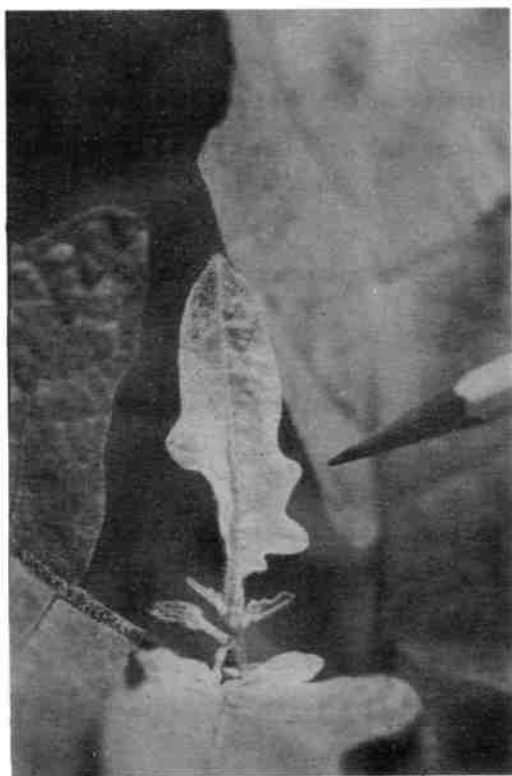


Figura 1. Pata IV del macho de *Polyphagotarsonemus latus*.

Los primeros síntomas en el cultivo de chile son un leve retardo del crecimiento unido a una apariencia de las hojas algo ásperas y decoloradas. Pronto las hojas comienzan a arrugarse y los pecíolos no se alargan, lo que le da a la planta una apariencia de enana. En algunas ocasiones se presenta un amarillamiento tenue en las hojas. Cuando las infestaciones llegan a ser muy altas las nuevas hojas se achaparran severamente y se arrugan para formar

una masa más o menos compacta en las partes terminales de la planta. En algunos casos los ácaros se trasladan a las flores y se alimentan de ellas, haciendo que se marchiten y se sequen, en otros pueden dar una deformación del fruto y un resquebrajamiento fino de la epidermis.



El nivel de daño observado y corroborado por los técnicos de la NESTLE e IDIAP (que están en contacto con la mayoría de productores del área), indica que durante la época de invierno el 60% del tomate se ve afectado por el ácaro del chile; no se ha cuantificado esta cifra en verano. En el caso del pimentón el 100% de las áreas trabajadas, están afectadas tanto en verano como en invierno. Las pérdidas ocasionadas a la producción en cada caso son: 40% para el tomate de invierno y 30 a 100% de pimentón, dependiendo del área visitada.

un 80% origina hembras. A temperaturas promedio de 30°C el ácaro del chile completa un ciclo biológico en cuatro días (4). Por dichas razones las poblaciones pueden aumentar rápidamente, hasta llegar a niveles inesperados.

Por el efecto de estas altas poblaciones de ácaros se observó que en algunas fincas visitadas, los cultivos no mostraban floración y muchas de las plantas tenían síntomas de muerte descendente.

Algunas plantas de tomate y chile mostraron esporádicamente síntomas diferentes a los producidos por el ácaro del chile, que pueden corresponder a una virosis.

Algunos de los posibles factores involucrados en la aparición explosiva de la plaga son:

- El uso indiscriminado de plaguicidas de amplio espectro (insecticidas sistémicos).
- Siembras continuas de solanáceas durante todo el año, sin rotación.
- Existencia de plantas cultivables o silvestres tales como: frijol, papaya, cebolla, Jussiaea linifolia y Clibadium surinamense, los cuales sirven al ácaro de hospederos alternos.
- Microclima adverso creado alrededor de la planta mediante el riego en horas cálidas, por ejemplo de 9 am a 2 pm.
- Eliminación de depredadores naturales como Coccinellidae y Phytoseiidae, por causa de un uso indebido de los plaguicidas.
- Medidas de combate contrarias al ciclo biológico del ácaro, dando posibilidades a crear resistencia, debido al espaciamiento inapropiado entre las aplicaciones del plaguicida.

CONCLUSIONES

El desconocimiento y la limitada capacitación del agricultor del área en el manejo de las plagas, influye en que se haga un uso indiscriminado de los insecticidas de contacto, provocando que el ácaro haya invadido cerca de 400 ha de tomate y chile. El limitado acceso a alternativas químicas para el combate de este ácaro en Panamá, ha imposibilitado la adopción de cualquier práctica de valor inmediato. Las condiciones climatológicas tales como la excesiva humedad relativa, las altas temperaturas, la práctica inapropiada de irrigar entre las 9 a.m. y 2 p.m. permitieron que el ácaro del chile se desarrollara en un corto período y en densas poblaciones.

RECOMENDACIONES

- Evitar el uso de plaguicidas no eficaces para el combate del ácaro, tales como los insecticidas de amplio espectro (Folidol, Lannate, Malathion) los cuales actúan también en detrimento de insectos y ácaros benéficos.
- Utilizar acaricidas específicos tales como azufrales y metabolitos de Bacillus thuringiensis, haciendo pruebas que permitan establecer los períodos y las dosis apropiadas de aplicación.
- Seleccionar variedades de tomate y chile probadamente resistentes o tolerantes al ataque del ácaro del chile.
- Establecer en adelante las horas de irrigación, de preferencia en las horas de la mañana (5-8 a.m.) o en las de la tarde (4-6 p.m).
- Realizar un diagnóstico más detallado que cubra las diferentes plagas en las áreas de cultivo.
- Estudiar con mayor amplitud el ácaro (dinámica poblacional), y contar con una mejor disponibilidad de la información climatológica.

BIBLIOGRAFIA

- 1) DE LEON, G.; et al. 1987. Resultados del programa de investigación en tomate (Lycopersicon esculentum) y aji (Capsicum annuum) en la región de Azuero. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 6 p.
- 2) GELLATLEY, J.G. 1983. Broad mite. Department of Agriculture, New South Wales, Agfact AE,3. 3 p.
- 3) GORDON, R.; DE LEON, G.; y SAAVEDRA, F. 1985. El ácaro del pimentón. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 3 p.
- 4) HUGON, R. 1983. Biologie et écologie de Polyphagotarsonemus latus Banks, ravageur sur agrumes aux Antilles. Fruits 38(9):635-646.
- 5) SALAS, L.A. 1977. Curso de Acarologia. San José, Costa Rica, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 200 p.

APLICACION INTEGRAL DE CONCEPTOS AGROMEDICOS EN EL MANEJO DE PLAGUICIDAS

Freed, V.H.*
Davies, J.E.**
Smith, R.F.***
Whittemore, F.W.****

RESUMEN

Este capítulo resume algunas de las técnicas e ideas para la integración y aplicación de prácticas agromédicas en un programa integral. Se hace especial énfasis en el desarrollo de una organización agromédica adecuada a las necesidades, leyes y recursos del país.

Los ingredientes esenciales incluyen a) conocimiento de manejo integrado de plagas y una fuerza laboral versada en todas las tácticas alternativas de manejo de plagas, b) un sistema regulador que sea razonable y ejecutable, c) capacidad analítica eficiente y d) una infraestructura agromédica interdisciplinaria.

-
- * Director, environmental Health Sciences Center, Oregon State University.
 - ** Professor and Chairman, Univ. of Miami School of Medicine, Miami, Florida.
 - *** Director, Consortium for International Crop Protection, Berkeley, California.
 - ****Pest Management Specialist, US.AID, Agricultural Production Division, Washington, D.C.

Reproducción autorizada de los editores del capítulo 21 de: "Un Enfoque Agromédico sobre Manejo de Plaguicidas; Algunas Consideraciones Ambientales y de Salud". Washington D.C., OPS/OMS; Consorcio para la Protección Internacional de Cultivos, Berkeley, California.

INTRODUCCION

En capítulos anteriores se introdujo el concepto agromédico (Capítulo 1); descripción de plaguicidas (Capítulo 2); la toxicidad aguda y crónica de plaguicidas (Capítulos 6 y 11); y una variedad de otros temas relacionados con el manejo de plaguicidas mediante el enfoque agromédico. El capítulo uno particularmente ilustraba la relación inseparable entre agricultura y medicina para asegurar una población productiva y saludable. La colaboración de estas dos importantes profesiones es esencial en el área de manejo de los plaguicidas. La cantidad enorme de plagas que debilitan al hombre y limitan la productividad agrícola requiere una acción efectiva. Los plaguicidas constituyen una de las varias tácticas disponibles para manejo de plagas que por su eficacia y su acción inmediata las hacen ampliamente utilizables. Los plaguicidas, sin embargo, son herramientas tecnológicas altamente complejas (NAS, 1975 y Departamento de Estado de los EE.UU., 1979) que requieren reglamentación y conocimiento apropiado para ser usadas y aplicadas dentro de un enfoque agromédico, de manera que sean seguras para el hombre y para su ambiente.

El conocimiento y la especialización inherentes al enfoque agromédico y la infraestructura de recursos humanos y físicos que lo conforman, tienen una aplicación más allá del manejo de plaguicidas. Puede ser aplicado a otros problemas químicos. Así, la capacidad agromédica se puede aplicar a problemas de reglamentación, transporte, almacenamiento, manejo y desecho de productos industriales y otros productos químicos (NAS, 1975b). Así se convierte en un recurso efectivo y valioso para un país.

TACTICAS PARA MANEJO DE PLAGAS

Este trabajo enfatiza el enfoque agromédico en el manejo de plaguicidas, sin embargo no debe perderse de vista que los plaguicidas no son la única táctica disponible para control de plagas (Bottrell, 1979; NAS, 1975a; y OTA, 1979). En efecto, el enfoque agromédico correctamente entendido recalcará el empleo de las

diferentes tácticas de manejo de plagas dentro del sistema más económico y ecológicamente sensato. Esto puede comprender el uso de tácticas diferentes en un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP). En ciertos casos, por causa de la naturaleza de las plagas, las condiciones físicas y de cultivo, puede ser necesario emplear una variedad más limitada de tácticas o métodos (Apple y Smith, 1976).

Habrán casos en donde los productos químicos serán el único método disponible para control de una plaga. Es importante para el equipo agromédico y para el individuo que trabaja a nivel de poblaciones pequeñas, tener consciencia de varias alternativas de manejo de plagas que se pueden aplicar para diferentes fines. En manejo integrado de plagas, se supone que cada especie de plaga, en un ecosistema de cultivo, tiene un nivel de población bajo el cuál no hay daño económico. MIP rechaza la idea de que la mera presencia de una especie de plaga justifica acciones de control. En efecto, el mantenimiento de niveles bajos de algunas plagas, puede ser una práctica deseable de manejo. Cuando los niveles de población de una plaga amenazan daño económico, entonces se toman acciones correctivas. El objetivo de una buena práctica de manejo de plagas es mantener a la población de la plaga a niveles no dañinos.

En manejo integrado de plagas es importante considerar los agroecosistemas como la unidad de manejo (Apple y Smith, 1976). La manipulación de un sistema de cultivo, puede agravar las poblaciones de plagas, o por el contrario manejarlas eficazmente. La manipulación, sin un efecto directo aparente en las plagas, puede tener efectos sutiles, indirectos o secundarios de gran significado. Los cambios hacia una variedad nueva de cultivo, rotación a otro, reemplazo de un fertilizante, espaciamiento modificado de surcos o formas de riego, alteración en el empleo del plaguicida, etc. pueden causar un cambio drástico en el estado de una especie de plaga o sus enemigos naturales. Estas herramientas de manejo, si son utilizadas adecuadamente, pueden ser los medios de mantener las plagas a niveles no-económicos.

La elección del método de manejo de plagas a emplearse requiere el conocimiento de la plaga, su naturaleza, la amenaza que plantea, si puede tolerarse un cierto nivel o población de la plaga y si hay enemigos naturales que pueden ser utilizados en un programa de control. Además, es necesario un reconocimiento del ecosistema o área en que el organismo se desarrolla y vive, y la repercusión de las medidas de control propuestas en ese sistema. También debe considerarse la posible repercusión de la medida de control en seres humanos.

Las cuatro tácticas primarias (Bottrell, 1979) utilizadas en manejo integrado de plagas son:

Resistencia de huéspedes

Durante muchos miles de años, se han seleccionado plantas y animales de cultivo para resistencia a plagas. Incluso puede utilizarse resistencia parcial en un esquema de manejo de plagas. Las variedades tradicionales son a menudo fuente de dicha resistencia y los productores también pueden incorporar nuevas líneas de resistencia en cultivos que de otro modo serían apropiados.

Controles culturales

Una gran variedad de prácticas de manejo de cultivos y animales producen efectos sutiles o secundarios útiles para la eliminación de plagas. El manejo del cultivo puede destruir hábitos de reproducción o repercutir directamente sobre la población de la plaga. El arado u otra destrucción de residuos de cultivos pueden negar a la plaga un hábitat de invernada o reproducción. Las rotaciones de cultivos pueden interrumpir la reproducción continua de plagas y tener otros beneficios. También en el manejo de plagas pueden emplearse ajustes en las prácticas de fertilización y de riego.

Controles naturales

Además de los enemigos naturales, existe una variedad de factores ecológicos que inhiben el aumento de especies de plagas, por ejemplo, recursos limitados, tiempo inclemente y competencia con otras especies. Estos factores pueden ser utilizados en manejo de plagas; la meta es alterar el ambiente natural de la plaga para mejorar la acción de las fuerzas naturales. Los procedimientos pueden incluir conservación y aumento de los enemigos naturales residentes, introducción de enemigos naturales nuevos y otras manipulaciones ambientales.

Métodos químicos

Se dispone de variedad de productos químicos que se emplean en manejo de plagas agrícolas. Existen, aquellos productos químicos que eliminan la plaga en su totalidad, como los productos químicos sintéticos, los de origen botánico, virus y bacterias. Sin embargo, hay productos químicos que se emplean como atrayentes para alejar a los insectos del cultivo a proteger; repelentes, productos químicos que inhiben el crecimiento de insectos, o plantas y productos químicos que ocasionan esterilización, incapacitando al organismo para su reproducción.

Cualquier procedimiento de control puede producir efectos indeseados. En programas de manejo integrados de plagas es muy importante estar alerta a dichos efectos indeseables y evitarlos. Un ejemplo de dichos efectos indeseables sería la destrucción de un enemigo importante de una plaga por uso de un plaguicida en el ecosistema para control de otro.

LEYES Y REGLAMENTACIONES

El manejo de plaguicidas empieza, naturalmente, con la ley y reglamentaciones apropiadas establecidas a nivel nacional (NAS, 1980). Sin embargo, como señaláramos en un capítulo anterior, estas leyes y reglamentaciones se deben redactar teniendo en cuenta

la capacidad para su instrumentación y la facilidad para su observancia. Una ley detallada que no puede ejecutarse es de poco valor. Las leyes y reglamentaciones deben estar orientadas a lograr los fines más importantes, vale decir, proteger a los seres humanos y al ambiente y facilitar al mismo tiempo el manejo de plagas y la producción agrícola. Hay veces, naturalmente, que dichas leyes también se redactan para fomentar el desarrollo de la industria local.

Las leyes y reglamentaciones en general cubren los productos químicos que se pueden importar o fabricar, requerimientos de manejo para minimizar riesgos y permitir el uso adecuado en los problemas designados. Más allá de ello, las leyes y reglamentaciones especificarán niveles aceptables de residuos, a quién se puede vender el producto químico y los fines de su empleo. El etiquetado apropiado será parte de ese documento regulador.

Capacidad en el proceso de análisis

La aplicación efectiva de reglamentaciones sobre plaguicidas requiere capacidad de analizar el producto químico. Ello significa tener capacidad de analizar el producto técnico y el producto formulado para verificar que el rotulado cumpla con las normas; también poseer la capacidad de analizar residuos, en alimentos, agua y otras muestras ambientales y análisis de descomposición y productos derivados como contaminantes. En consecuencia, cualquier esquema regulador debe contemplar el establecimiento de un laboratorio químico con capacidad de análisis. Además es necesario facilitar la recolección de muestras, lo que puede ser efectuado por personal de laboratorio, inspectores agrícolas y de salud, u otro personal de agencias gubernamentales (Documento PB 377, 1980; NAS, 1975a; EE.UU. MAB, 1979; NAS, 1980; OMS, Informe Técnico No. 513, 1980).

No todos los laboratorios de manejo de plaguicidas necesitan un equipo de análisis costoso y complejo. Muy a menudo, métodos de análisis simples y de bajo costo como la cromatografía de capas

delgadas, la espectrofotometría, e incluso el bioensayo, proporcionan respuestas satisfactorias en cuanto a la calidad del producto o el nivel de residuos en una muestra dada. Cuando los recursos humanos y monetarios son escasos, puede contemplarse el establecimiento de algunos laboratorios primarios con capacidad para cromatografía de capas delgadas y/o bioensayo; pero por el otro lado, debe propiciarse el establecimiento y el acceso a un laboratorio nacional que disponga de equipo más sofisticado y sensible.

LA INFRAESTRUCTURA AGROMEDICA

Probablemente no existe una manera única de organizar la infraestructura agromédica para manejo de productos químicos y plaguicidas. La organización se debe adaptar a las necesidades, costumbres, leyes y recursos del país. Sin embargo, existen ciertos rasgos que probablemente sean deseables en la organización, como un comité nacional, un concejo o comisión formado por representantes de las áreas de la agricultura, salud, recursos humanos, transporte y, naturalmente, leyes. Además, dicho concejo o comisión necesitará buenos consultores científicos de disciplinas como salud pública, entomología, toxicología, ciencia ambiental, química, agricultura, etc.

La responsabilidad del comité nacional, concejo, o comisión sería coordinar las actividades y el flujo de información entre los diversos ministerios y agencias, revisar la información sobre plaguicidas que se pueden importar o manufacturar en el país, etiquetado apropiado y otros aspectos de manejo de plaguicidas. A dicho grupo nacional también le competerían los programas de capacitación, a corto y largo plazo y la coordinación de la infraestructura agromédica total en forma vertical y hasta el nivel del poblado. Además, se consideraría qué plaguicidas se emplean; cómo y donde se emplean; transporte, problemas de almacenamiento y desecho de productos químicos. Les correspondería también el establecimiento de primeros auxilios en caso de intoxicación; mediante asistencia médica más compleja y asuntos de protección

ambiental. Dicho concejo o comisión también trataría la cuestión de establecer laboratorios reguladores.

Algunas de las responsabilidades específicas de un grupo nacional incluirían:

- Planificación, dirección y administración de los programas agromédicos para coordinación del esfuerzo de las diversas agencias e intereses.
- Dirección y apoyo a las actividades técnicas y de investigación.
- Recolección y evaluación de estadísticas sobre datos agromédicos.
- Instalación de laboratorios y establecimiento de servicios de laboratorio para monitoría de alimentos, forrajes, seres humanos, el ambiente y productos técnicos (además, mantendrían un programa de control de calidad para los laboratorios a nivel nacional).
- Desarrollo de un programa de información pública para familiarizar a los sectores agrícola, industrial, salud, y el público en general con el uso seguro de plaguicidas y con programas efectivos de manejo de plagas.

A nivel estatal, regional o departamental, el comité agromédico podría ser pequeño y con un número selecto de responsabilidades. Este grupo probablemente se centraría en forma más intensa en la implementación del programa diseñado a nivel nacional. Este comité, a la vez, puede ofrecer sugerencias valiosas e información para el grupo nacional.

Las responsabilidades de este nivel pueden incluir:

- Supervisión y seguimiento al trabajo de los funcionarios del comité a nivel local.
- Recibir informes, compilar y evaluar estadísticas y, basándose en esta información, desarrollar recomendaciones apropiadas a las

prácticas y procedimientos en el uso seguro y efectivo de plaguicidas.

- Responsabilidad primaria por el desarrollo y producción de programas de capacitación en prácticas agromédicas (cubriendo temas como manejo integrado de plagas, higiene, desecho de productos químicos y nutrición).
- Efectuar recomendaciones de reglamentaciones apropiadas para aplicadores de plaguicidas.
- Conducir investigaciones sobre cualquier problema que pueda surgir.
- En la medida de lo posible, llevar a cabo programas de monitoría y vigilancia médica para protección de la salud humana y del ambiente.

A nivel local y de distrito, el equipo agromédico puede reducirse a la actividad de uno o dos representantes del sector agrícola y de salud. Podrían ser el oficial médico local y el agente de extensión agrícola, o un líder de la comunidad designado para representar al equipo a ese nivel. En algunos países se selecciona un líder de la localidad cuya integridad y conocimiento inducen a las personas a buscar su consejo. Esta persona con capacitación básica en el enfoque agromédico para manejo de plaguicidas, higiene y otros temas relevantes, podría proporcionar el asesoramiento necesario en el uso seguro y efectivo de plaguicidas, fomentar el desarrollo de programas económicos, ambientalmente sensatos de manejo de plagas y aplicar el conocimiento básico de primeros auxilios en caso de accidente. Este personal debe tener acceso rápido a un centro médico para que los accidentados reciban atención médica inmediata.

Las responsabilidades a este nivel comprenderían:

- Enseñanza y asesoramiento a los agricultores y usuarios de plaguicidas, sobre prácticas agromédicas apropiadas en agricultura y

salud con referencia a manejo de plaguicidas, medidas de control, nutrición y prevención de intoxicación.

- Atención de primeros auxilios a intoxicados, incluyendo uso de antidotos simples, y conducirlos al lugar adecuado para tratamiento médico más avanzado.
- Investigación preliminar de incidentes por intoxicación.
- Recolección de muestras para análisis, incluyendo alimentos y agua, y otras muestras ambientales.

La estructura del esfuerzo agromédico no necesariamente debe ser costosa o compleja siempre que exista cooperación de ministerios, universidades y otras instituciones en apoyo del programa. Los recursos no siempre están disponibles para establecer un gran esfuerzo de investigación y reglamentación, o para desarrollar toda la información necesaria en el manejo de plaguicidas dentro del país. En este caso, el uso de datos e información de otros países, más la información disponible en el país, si son analizados y aplicados a las condiciones locales por los científicos del concejo nacional, puede lograr los fines deseados.

CONCLUSION

Los antecedentes citados ayudarán a los equipos agromédicos y trabajadores individuales a desarrollar prácticas que protejan, al público, los trabajadores y el ambiente, de los efectos adversos de los plaguicidas. De particular importancia, en esta área de actividad, son los esfuerzos continuos de capacitación y educación. Es probable que a medida que la población conozca más del mundo químico en que viven, y la naturaleza de los productos químicos empleados, se conducirán en forma más segura. Por ejemplo, en fabricación, uso y desecho de productos químicos, serán más conocedores de los riesgos a que están expuesto ellos mismos, el ambiente y el abastecimiento de agua.

En consecuencia, seguir las prácticas esbozadas en los capítulos anteriores más una correcta adaptación a la situación específica ayudará a evitar consecuencias adversas.

Estas prácticas se aplican a manejo de plaguicidas, pero también pueden ser beneficiosas en la producción, manipulación y utilización de otros productos químicos y manejo de sus problemas conexos. La creatividad manifiesta por las personas una vez que reciben el germen de una idea les permitirá desarrollar tecnología apropiada para resolver sus propios problemas.

REFERENCIAS

- APPLE, L; SMITH, R. 1976. Integrated Pest Management. New York, Plenum Press.
- BOTTRELL, D.A. 1970. Integrated Pest Management. Washington, D.C. Council on Environmental Quality.
- DOCUMENT PB 377. 1980. A manual of safe practice in the handling and use of pesticides, Canberra. Australian Government Publishing Services.
- MAB. 1979. Pesticide Management. Washington, D.C. U.S. Department of State, U.S. National Committee for Man and the Biosphere.
- NAS. 1975. Principles for evaluating chemicals in the environment. Washington, D.C. National Academy Science.
- NAS. 1975a. Contemporary pest control practices and prospects. Washington, D.C. National Academy of Sciences.
- NAS. 1980. Regulating Pesticides Washington, D.C. National Academy of Science.
- OTA. 1979. Pest management strategies in crop protection, vol. 1. Washington, D.C. Office of Technology Assessment (Congress of U.S.).
- WHO. 1980. Safe use of pesticides. WHO Expert Committee on Insecticides. Technical Report No. 513.

LAS PLAGAS FORESTALES EN COSTA RICA: ¿ES FACTIBLE SU MANEJO INTEGRADO?*

Dr. Luko Hilje Quirós**

RESUMEN

Aunque reciente, la historia forestal de Costa Rica en cuanto al establecimiento de plantaciones, ya registra importantes problemas fitosanitarios. Hacia el futuro existen proyectos de magnitud considerable, por lo cual se debería tomar en cuenta la posibilidad del manejo integrado de las plagas reales y las potenciales.

Se presenta un listado de las especies de insectos y animales vertebrados detectadas hasta ahora como plagas primarias o secundarias y, a partir de ejemplos concretos, se discute las posibilidades y las limitaciones, tanto intrínsecas como operativas, de implementar programas de manejo integrado de las plagas forestales.

INTRODUCCION

En Costa Rica la industria maderera ha dependido, históricamente, de la extracción de madera del bosque natural. Ello, aunado a la expansión del área agropecuaria, ha producido tasas de deforestación de 60.000-70.000 ha/año (Hartshorn *et al.*, 1982). El temor por el agotamiento del recurso maderero ha llevado al Estado a fomentar la reforestación.

El establecimiento de plantaciones forestales, estimulado por la creación de un régimen de incentivos fiscales y por la disponibilidad de asesoría técnica generada en el país, comienza en el año

* Trabajo presentado en el Primer Congreso Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas, Guatemala, Agosto, 1987.

**Miembro del Programa Interinstitucional de Protección Forestal (PIPPOF). Profesor, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica.

1979. Con ello se inicia -como sucede en prácticamente todo monocultivo de una o pocas especies- la historia de aparición de enfermedades y plagas que, sin duda, se agudizará progresivamente (Araya et al., 1986; Hilje, 1986).

Ante la necesidad de enfrentar los problemas fitosanitarios presentes y futuros, se creó en 1984 el Programa Interinstitucional de Protección Forestal (PIPROF), en el que participan la Universidad Nacional (UNA), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la Dirección General Forestal (DGF). Después de tres años de su creación, PIPROF ha acumulado información y experiencia importantes, acerca de las enfermedades y plagas presentes en las plantaciones forestales y de las posibilidades de combate y manejo. Es motivo de reflexión en este trabajo la factibilidad de implementar programas de manejo integrado de insectos y vertebrados plagas en el área forestal, como un punto de referencia teórico para las actividades prácticas a desarrollar.

LAS PLAGAS MAS IMPORTANTES

Hasta junio de 1987 se ha documentado la presencia de, al menos, 72 especies de insectos y siete de animales vertebrados, considerados como plagas en las plantaciones forestales de Costa Rica.

De acuerdo con la frecuencia de aparición, los insectos defoliadores son los más comunes, seguidos por los barrenadores del xilema y médula (Cuadro 1), pero no son los más importantes económicamente. Entre los defoliadores, sin duda, las zompopas (Atta spp.) son el grupo más perjudicial. El daño provocado, es decir, la pérdida del follaje, es análogo al de los insectos chupadores, entre los cuales Dictyla monotropidia es el más relevante. Este insecto en una ocasión provocó la caída del follaje en cinco Ha de laurel, menor de un año de edad, en Los Chiles, Upala.

Los insectos cortadores de plántulas, entre los que figuran varias especies de Noctuidae y de jobotos (Phyllophaga spp.) representan un problema serio en los viveros y en trasplantes jóvenes.

Los barrenadores del xilema y médula son un grupo de insectos muy importantes, puesto que atacan el fuste, que es la parte comercializable del árbol. Entre los barrenadores de la médula destacan Cossula sp. y Aepytus sp.; y entre los de xilema-médula, Plagiohammus spinipennis, sumamente destructivo. El Cuadro 2, señala la ubicación taxonómica de cada especie, así como sus hospederos.

CUADRO 1: Especies de insectos reportadas como plagas forestales en Costa Rica.*

GRUPOS FUNCIONALES	NO. DE ESPECIES
Defoliadores	28
Barrenadores del xilema y médula	16
Chupadores	7
Barrenadores de meristemos	6
Cortadores de plántulas	4
Barrenadores del liber	3
Minadores del follaje	3
Semillívoros	2
Diseminadores	1
Agalleros	1
Daño al ovipositar	1
TOTAL	72

*Fuente: PIPROF, San José, Costa Rica, Informe Anual, 1986.

Otro grupo muy dañino es el de los barrenadores del liber, entre los que destaca el descortezador Scolytodes alni, que ataca la corteza de las especies del género Alnus.

Entre los barrenadores de meristemos, aunque hay algunas especies importantes de reciente aparición, Hypsipyla grandella y Rhyacionia frustrana continúan siendo los insectos más dañinos.

CUADRO 2. Insectos considerados plagas forestales y principales hospederos en Costa Rica. (El orden y la familia de cada uno aparecen entre paréntesis).*

INSECTO	HOSPEDERO
1. DEFOLIADORES	
<i>Atta</i> sp. (HYM., Formicidae)	<i>Bombacopsis quinatum</i> (Pochote) <i>Gmelina arborea</i> (Melina) <i>Eucalyptus deglupta</i> (Eucalipto) <i>Tectona grandis</i> (Teca)
<i>Nodona irazuensis</i> (COL., Chrysomelidae)	<i>Alnus acuminata</i> (Jaúl)
Gusano de los nódulos (LEP.)	<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)
Pyralidae (LEP.)	<i>Tabebuia rosea</i> (Roble de sabana)
Esqueletizador del nogal (LEP.)	<i>Juglans olanchana</i> (Nogal)
Trips (THY.)	<i>Eucalyptus deglupta</i> (Eucalipto)
<i>Dirphiopsis flora</i> (LEP., Saturniidae)	<i>Quercus</i> aff. <i>seemanni</i> (Encino)
2. MINADORES	
Minador del follaje (LEP.)	<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)
Chrysomelidae (COL.)	<i>Tabebuia rosea</i> (Roble de sabana)
<i>Phyllocnistis meliacella</i> (LEP., Gracilariidae)	Varias Meliaceae
3. AGALLEROS	
<i>Clinodiplosis</i> sp. (DIPT., Cecidomyiidae)	<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)
4. CORTADORES DE PLANTULAS	
Gusano cortador (LEP., Noctuidae)	<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)
<i>Phyllophaga</i> spp. (COL., Scarabaeidae)	<i>Cupressus lusitánica</i> (Ciprés)
Cerambycidae (COL.)	<i>Pithecelobium saman</i> (Cenizaro) <i>Albizia guachapele</i> (Guayaquil) <i>Leucaena leucocephala</i> (Leucaena, Ipilipil)
5. CHUPADORES	
<i>Dictyla monotropidia</i> (HEM., Tingidae)	<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)
<i>Umbonia crassicornis</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Guanacaste)
<i>Psylla</i> sp. (HOM., Psyllidae)	<i>Bombacopsis quinatum</i> (Pochote)
<i>Cinara</i> sp. (HOM., Aphidae)	<i>Pinus caribaea</i> y <i>P. oocarpa</i> (Pinos)
6. BARRENADORES DEL LIBER	
<i>Scolytodes alni</i> (COL., Scolytidae)	<i>Alnus acuminata</i> (Jaúl)
Descortezador (COL., Scolytidae)	<i>Tectona grandis</i> (Teca)
Platypodidae (COL.)	<i>Gmelina arborea</i> (Melina)

7. BARRENADORES DE MERISTEMOS

<i>Hypsipyla grandella</i> (LEP., Pyralidae)	<i>Carapa guianensis</i> (Cedro macho) <i>Cedrela odorata</i> (Cedro amargo) <i>Cedrela tonduzii</i> (Cedro dulce) <i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba)
<i>Rhyacionia frustrana</i> (LEP., Diethreutidae)	<i>Pinus caribaea</i> y <i>P. oocarpa</i> (Pinos)
Barrenador del nogal (LEP.)	<i>Juglans olanchana</i> (Nogal)
Cecidomyiidae (DIPT.)	<i>Ceiba pentandra</i> (Ceiba)

8. BARRENADORES DEL XILEMA Y MEDULA

<i>Plagiobammus spinipennis</i> (COL., Cerambycidae)	<i>Tectona grandis</i> (Teca)
Cerambycidae (COL.)	<i>Tectona grandis</i> (Teca)
Cerambycidae (COL.)	<i>Bombacopsis quinatum</i> (Pochote)
<i>Aegytus</i> sp. (LEP., Hepialidae)	<i>Gmelina arborea</i> (Melina)
<i>Phassus triangularis</i> (LEP., Hepialidae)	<i>Fraxinus uhdei</i> (Fresno)
Hepialidae (LEP.)	<i>Alnus acuminata</i> (Jaúl)
Hepialidae (LEP.)	<i>Bombacopsis quinatum</i> (Pochote)
<i>Cossula</i> sp.	<i>Terminalia amazonia</i> (Amarillón), <i>T. ivorensis</i> y <i>T. lucida</i> (Guayabón)
Termitas (ISO)	<i>Bombacopsis quinatum</i> (Pochote) <i>Gmelina arborea</i> (Melina) <i>Eucaliptus camaldulensis</i> (Eucalipto) <i>Eucaliptus deglupta</i> (Eucalipto)

9. SEMILLIVOROS

<i>Hypsipyla ferrealis</i> (LEP., Pyralidae)	<i>Carapa guianensis</i> (Cedro macho)
<i>Hypsipyla grandella</i> (LEP., Pyralidae)	<i>Carapa guianensis</i> (Cedro macho) <i>Cedrela odorata</i> (Cedro amargo) <i>Cedrela tonduzii</i> (Cedro dulce) <i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba)

10. DISEMINADORES

Platypodidae (COL.)	<i>Terminalia ivorensis</i>
---------------------	-----------------------------

11. DAÑO POR OVIPOSICION

Chicharra (HOM., Cicadidae)	<i>Guazuma ulmifolia</i> (Guácimo) <i>Leucaena leucocephala</i> (Ipilipil, Leucaena) <i>Pithecelobium saman</i> (Cenizaro)
--------------------------------	---

Ordenes: Coleoptera (COL.), Lepidoptera (LEP.), Isoptera (ISO.),
Hymenoptera (HYM.), Hemiptera (HEM.), Homoptera (HOM.),
Diptera (DIPT.) y Thysanoptera (THY.).

*Fuente: PIPROF, San José, Costa Rica. Informe Anual, 1986.

De los animales vertebrados que causan problemas, los más importantes son las ardillas Sciurus variegatoides y Sciurus sp., las cuales descortezan árboles, de hasta seis años de edad, provocando el secamiento y quebraduras del fuste. Entre los vertebrados también hay comedores de semillas, como algunos roedores; de raíces, como las taltuzas (Orthogeomys underwoodi); y de plántulas, como algunas ratas, conejos (Sylvilagus brasiliensis) y garrobos (Ctenosaura similis).

El juicio acerca de la importancia de cada especie-plaga depende de factores tales como la especificidad, el valor comercial de las especies atacadas, la edad de la planta, la parte atacada, la intensidad del daño y la extensión, el producto a obtener (madera para aserrio, pulpa, carbón o leña) y los sectores sociales que se benefician con el recurso, factores que han sido discutidos en cierto detalle por Hilje (1986).

Es importante anotar que las plantaciones forestales en Costa Rica son de dimensiones relativamente pequeñas. Las plantaciones mayores de 100 ha son pocas y, con raras excepciones, sobrepasan las 300 ha. Las especies más comunes son entre las exóticas: Pinus caribaea var. hondurensis, Pinus oocarpa, Cupressus lusitanica (ciprés), Tectona grandis (teca) y Gmelina arborea (melina) y entre las nativas: Cordia alliodora (laurel), Alnus acuminata (jaúl) y Bombacopsis guinatum.

LAS MEDIDAS DE COMBATE EMPLEADAS

Existe un descuido casi total, producto de la ignorancia de los riesgos implicados, en la adquisición de las plántulas en los viveros y en su trasiego por el territorio nacional. Muchas veces la calidad fitosanitaria de las plántulas es deficiente y ello contribuye a la diseminación de algunas plagas y enfermedades dentro del país, -aparte de otros aspectos de vigor que tendrán repercusiones fitosanitarias posteriores. Se han encontrado, por ejemplo, extensiones cuantiosas de pino atacadas por Rhyacionia frustrana, en una localidad muy remota, alejada por muchos kilómetros de cualquier fuente de esa plaga. Es decir, se requieren medidas cuarentenarias internas, tan necesarias como las que se aplican en los puertos marítimos y aéreos.

Algunas prácticas silviculturales, como los raleos, las podas, la eliminación de residuos, deben contribuir, aunque no sea ese el propósito principal, a que algunos problemas fitosanitarios no se expresen o lo hagan débilmente.

Se han encontrado algunas especies de parasitoides, depredadores y patógenos, en plagas como Rhyacionia frustrana, Phassus triangularis, Hypsipyla grandella y Cinara sp., como también lo hizo Ford (1981) en Aepytus sp. y R. frustrana; ellos deben contribuir, en cierta medida, a aminorar los problemas de plagas, aún cuando no han sido introducidos deliberadamente como parte de algún programa de control biológico.

Los plaguicidas representan el único método de combate empleado intencionalmente. Los productos más utilizados entre los organofosforados son: el metamidofós (Tamarón, Monitor), acefato (Orthene), clorpirifós (Lorsban), foxim (Volatón), malatión (Malation) y paratión metílico (Folidol); entre los carbamatos están: el aldicarb (Temik) y el metomil (Lannate); y entre los organoclorados: el mirex (Mirex, Zompex, Paramex), endosulfán (Thiodan) y el aldrín (Aldrín).

Al analizar las plagas combatidas con estos productos, se percibe que falta información acerca de los productos más adecuados

para cada caso, en eficacia, precio y riesgos laborales y ambientales. Productos como el aldrin y el mirex, supuestamente de uso restringido en Costa Rica (Vega et al., 1983), se emplean libremente y, por lo general, el trabajador los aplica con insuficientes medidas de protección.

¿COEXISTIR CON LAS PLAGAS?

La producción forestal exhibe peculiaridades obvias que la diferencian de la producción agrícola. La más notoria es la extensa longitud de los turnos de corta o cosecha, que son de 12-30 años en especies de aserrio, como la melina, jaúl, laurel, pochote, pino o teca, y de 6-10 años en especies para pulpa, como la melina y el pino. Así, los árboles están expuestos a las plagas y las enfermedades por periodos muy amplios, lo cual incrementa los riesgos. Pero, además, la utilización de plaguicidas, está limitada por los costos elevados de aplicarlos frecuentemente y por la recuperación distante de la inversión. Esta situación paradójicamente abre un espacio importante para la búsqueda y la aplicación de mejores métodos de combate de las plagas forestales.

En el área forestal Costa Rica, debido a la edad corta de las plantaciones, está a tiempo de evitar los múltiples problemas de carácter agroecológico, ecológico-ambiental, de salud laboral, de salud pública y económica, creados por el uso excesivo e indiscriminado de los plaguicidas.

Primero que todo, es necesario evitar que aparezcan plagas. Es decir, se deben implantar medidas de tipo preventivo que imposibiliten o dificulten a un organismo alcanzar el status de plaga. Por ejemplo las medidas cuarentenarias, evitan el ingreso al país de plagas y enfermedades exóticas, pero también es necesario aplicar medidas para evitar el trasiego interno de las plagas, y la difusión de las enfermedades a partir de los viveros. Aún cuando la Ley de Sanidad Vegetal, de 1978, establece disposiciones legales al respecto, especialmente en los artículos 25 y 26, el cumplimiento resulta prácticamente nulo. Otra medida preventiva fundamental es el

desarrollo de árboles sanos, vigorosos, lo cual disminuye la vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades, especialmente de aquellas que son oportunistas. Las especies a plantar deberían crecer preferiblemente, dentro del ámbito de distribución natural o, al menos, bajo condiciones climáticas y edáficas que no las debiliten.

Evitar que surja una plaga implica algunos costos. Pero estos son mayores si se permite que la plaga se establezca y disemine. Cuando esto suceda, y dada la imposibilidad ecológica de erradicarla, (situación muy pocas veces factible) y económica de utilizar plaguicidas frecuentemente, se impone la necesidad de coexistir con ella, manteniéndola mediante otros métodos de combate en densidades que no provoquen pérdidas económicas cuantiosas. Dichos métodos y técnicas existen. Se pueden, fácilmente, clasificar en las siguientes categorías: prácticas silviculturales, control biológico, desarrollo de árboles resistentes, liberación de insectos estériles, atrayentes sexuales, e incluso, plaguicidas selectivos o biológicos. Pero como se trata de resolver problemas particulares, específicos, ello implica investigar cuáles de los métodos de combate funcionan en situaciones concretas. Es decir, en teoría existe la posibilidad de reducir, o hasta eliminar, el uso de plaguicidas inespecíficos, y de combinar métodos de combate eficaces y ecológicamente racionales para reducir las densidades de los insectos y los vertebrados que son plagas. Sin embargo, las condiciones prácticas, concretas, podrían dificultarlo o imposibilitarlo.

El manejo integrado de las plagas enfatiza la compatibilidad de los métodos y técnicas de combate a emplear, y la reducción de las densidades de las plagas a niveles que causen menos pérdidas económicas. En el área forestal, lo primero no sería un problema a priori, pero sí lo segundo. Los turnos de corta, que son prolongados y la imposibilidad de aislar el efecto de cada plaga durante dicho turno, impiden la determinación y establecimiento de niveles económicos de daño y de umbrales económicos para cada plaga. Se podría pensar en formas menos sofisticadas para establecer relaciones de costo y beneficio, pero la experiencia acumulada en Costa Rica hasta hoy es escasa y limitada en tal sentido.

Será necesario, desarrollar investigaciones sobre la respuesta de los árboles al ataque de las plagas; de la biología de éstas (ciclo de vida, hábitos, fenología y agentes naturales de mortalidad); del impacto económico de las plagas y de los métodos de combate posibles. Pero, ahí no se agotaría todo. Por ejemplo, aunque las investigaciones acerca del gusano barrenador de las meliáceas (Hypsipyla grandella) desarrolladas en el CATIE en la década de los 70, son ricas en variedad y proyección, en la perspectiva del manejo integrado de plagas (Cuadro 3), la utilidad práctica es limitada. A pesar de la cantidad y la calidad del conocimiento adquirido, nadie se atreve hoy a establecer plantaciones de meliáceas en la región.

CUADRO 3. Trabajos experimentales sobre Hypsipyla grandella, efectuados por el Grupo Interamericano de Trabajo sobre Hypsipyla.*

AREAS TEMATICAS	NO. DE TRABAJOS
Biología y ecología de la plaga	15
Control biológico (parasitoides y entomopatógenos)	15
Prácticas silviculturales	5
Arboles resistentes	5
Insecticidas	3
Esterilización por radiaciones	1
TOTAL	44

*Elaboración propia, a partir de Grijpma (s.f.), Whitmore (1976a) y Whitmore (1976b).

Resulta estimulante saber que en el cantón de Abangares, Guanacaste, existen dos proyectos recientes, en los que se han plantado especies nativas dentro de áreas de crecimiento secundario o tacotales. Ambos proyectos, que alternan hileras y bloques entre

especies y con la vegetación natural, alcanzarán extensiones mayores de 600 ha el próximo año y de hasta 1500 ha en los años venideros (Daniel Pérez, comunicación personal). Algunas de las especies plantadas son el pochote (*Bombacopsis guianatum*), ron ron (*Astronium graveolens*), gabilán (*Albizia guachapele*), laurel (*Cordia alliodora*), guapinol (*Hymenaea courbaril*) y San Juan (*Cybistax donnellsmithii*). La heterogeneidad estructural creada; la calidad de sitio favorable para especies nativas; y la estabilidad de las interacciones entre los herbívoros y sus enemigos naturales; deberían contribuir, hipotéticamente, a reducir al mínimo los problemas de plagas.

Los ecosistemas forestales, naturales o artificiales, representan sistemas cuya continuidad temporal crea posibilidades importantes para la realización de programas de manejo integrado de plagas. Pero hay requisitos fundamentales que considerar. En Costa Rica, son muy pocos los entomólogos y fitopatólogos dedicados al área forestal, para diagnosticar problemas, emitir recomendaciones y generar investigaciones. Además, falta una mejor capacitación de los ingenieros forestales y de sus ayudantes en los proyectos de reforestación, especialmente en cuanto a la inspección para la detección de problemas fitosanitarios y al seguimiento y combate de éstos. Se requiere una mayor disponibilidad de fondos tanto para el desarrollo de proyectos de investigación como de sistemas de inspección periódica e integral de las plantaciones.

La creación de PIPROF, a partir de 1984, ha sido un paso de mucho valor para unificar el trabajo en el área de la protección forestal. Las labores de inspección, diagnóstico, investigación, educación y divulgación han sido fructíferas, a pesar de la carencia sentida de recursos y al tiempo limitado que sus miembros pueden dedicarle. PIPROF deberá crecer hasta convertirse en una entidad nacional con vida propia, con un plantel permanente de investigadores y de inspectores que supervisen periódicamente las plantaciones. Esto se hace más patente cuando se constata la magnitud del esfuerzo estatal en el área forestal, como lo será, por ejemplo, la siembra de 3604 ha de árboles en 1988.

En síntesis, el desarrollo forestal de Costa Rica no puede omitir la consideración de los problemas fitosanitarios, y el enfoque de estos, a su vez, no deberá alejarse, por las razones ya expuestas -y a pesar de sus limitaciones intrínsecas y operativas-, de las concepciones y prácticas implicadas en el manejo integrado de las plagas y las enfermedades forestales.

BIBLIOGRAFIA

- ARAYA, C.M.; ARGUEDAS, M.; SCORZA, F. 1986. Enfermedades de árboles forestales en Costa Rica. In Congreso Forestal Nacional, 1º, Costa Rica. 12 p.
- FORD, L.B. 1981. Reconocimiento de las plagas de plantaciones forestales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No.7. 53 p.
- GRIJPMA, P. (ed.) 1976. Studies on the shootborer Hypsipyla grandella (Zeller). Lep., Pyralidae. Vol. I. Turrialba, Costa Rica, IICA Miscellaneous Publ. No.101. 92 p.
- HARTSHORN, G. et al. 1982. Costa Rica: Country environmental profile. A field study. San José, Costa Rica. Tropical Science Center. 123 p.
- HILJE, L. 1986. Consideraciones acerca del manejo de las plagas forestales en Costa Rica. In Congreso Forestal Nacional, 1º Costa Rica. 19 p.
- et al. 1987. El uso de los plaguicidas en Costa Rica. San José, Costa Rica, EUNED. 149 p.
- PIPROF. 1987. Informe Anual, 1986. San José, Costa Rica. 34 p.
- VEGA, S. et al. 1983. Importación y exportación de plaguicidas en Costa Rica. Mercado, Ecología y Salud. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 79 p.
- WHITMORE, J.L. (ed.). 1976a. Studies on the shootborer Hypsipyla grandella (Zeller). Lep., Pyralidae. Vol. II. Turrialba, Costa Rica. IICA, Miscellaneous Publ. No.101. 139 p.
- WHITMORE, J.L. (ed.). 1976b. Studies on the shootborer Hypsipyla grandella (Zeller). Lep., Pyralidae. Vol. III. Turrialba, Costa Rica. CATIE, Miscellaneous Publ. No.1. 116 p.

Nahúm Marban-Mendoza, Ph.D.**

Introducción

Las hortalizas tienen un valor socioeconómico muy elevado en los distintos países. Son muchos los patógenos que las atacan y de estos, los nematodos fitoparásitos constituyen un grupo de gran importancia. Cuando un determinado cultivar se encuentra severamente infestado por nematodos, este muestra diversos síntomas como son, entre otros, la caída prematura de las hojas, clorosis de distinta magnitud y achaparramiento.

Desafortunadamente estos síntomas no son típicos ya que pueden también manifestarse cuando las plantas sufren el efecto de otros patógenos, plagas distintas, mal uso de herbicidas, condiciones inadecuadas de nutrición, etc. Por norma general, se acepta que muchos cultivos hortícolas que crecen en condiciones muy favorables de humedad y fertilidad pueden soportar enormes poblaciones de nematodos sin que sus rendimientos sean afectados substancialmente. Por lo tanto, el papel que los fitonematodos poseen es más bien como participantes de enfermedades complejas donde de manera poco entendida, facilitan la acción patogénica de otros microorganismos asociados, provocando daños más severos.

La estimación de pérdidas en cultivos hortícolas por nematodos es relativamente difícil de percibir. Una de las técnicas más comunes se basa en la utilización de nematicidas. De las pocas estadísticas disponibles, destacan las publicadas en 1971 por un Comité de Expertos asignado por la Sociedad Americana de Nematólogos quien reportó pérdidas del orden del 11% en 24 cultivares hortícolas diferentes. Según dicho Comité, la equivalencia de estas pérdidas expresadas por unidad de producción, correspondía en promedio a \$247.00 dólares por ha entre 1967-1968.

En los últimos 60 años se ha incrementado extraordinariamente la investigación para encontrar medidas efectivas de control. Se ha logrado obtener algunas variedades resistentes en algunos cultivares, se cuenta con mejores prácticas culturales que han permitido a los agricultores reducir pérdidas, se tiene un arsenal de nematicidas que en forma efectiva permite a los agricultores obtener mejores cosechas en volumen y calidad.

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

** Nematólogo, Centro de Fitopatología, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

Sin embargo, la aplicación de estos productos sólo es rentable en aquellos cultivos de alto valor económico. En el presente escrito discutiremos a las especies de fitonematodos de mayor importancia en los distintos cultivos hortícolas.

Cultivos de bulbo (Ajo y Cebolla)

Especies de nematodos de los géneros Ditylenchus y Pratylenchus son los que causan los daños más severos en ambos cultivos. D. dipsaci y P. penetrans son las especies más ampliamente distribuidas a nivel mundial.

Las especies de Ditylenchus pueden infectar también las porciones aéreas de las plantas. Dependiendo de las temperaturas, el ciclo de vida de D. dipsaci se completa entre los 19 y 23 días (de huevo a huevo) y cada hembra es capaz de ovipositar de 200-500 huevecillos durante todo su período fértil que es de aproximadamente de 73 días. El 4º estadio es muy resistente a la desecación teniendo la facultad de sobrevivir anabióticamente por varios años. Al incubarse en agua, este estadio recupera su actividad y puede infectar a un nuevo hospedante. El nematodo es capaz de destruir el parénquima cortical, pues sus glándulas esofágicas producen enzimas diversos que provocan reacciones deletéreas a los tejidos. D. dipsaci posee diversas razas que pueden separarse por su gama de hospedantes (Sturhan, 1971). Este nematodo se controla efectivamente mediante la utilización de agua caliente provista de formalina y detergente (Lear y Johnson, 1982).

En el caso de Pratylenchus la especie P. penetrans parece ser la más patogénica en la cebolla en algunos estados de la Unión Americana. El ataque de este nematodo induce la formación de lesiones pequeñas, al principio de color grisáceo y después obscuro.

Cultivos de rizoma (Camote, Betabel, Zanahoria)

El camote Ipomoea batata) es severamente afectado por varias especies de Meloidogyne y por Rotylenchulus reniformis. El parasitismo del primer nematodo ocasiona malformación de raíces, achaparramiento y resquebrajamiento del tubérculo. Las juveniles de M. incognita inducen la formación de células gigantes, causan hiperplasia en el tejido parenquimático, provocan la anormalidad del xilema y la formación de tejido corchoso. Ninguna otra especie de Meloidogyne muestra tener tal grado de virulencia en la papa.

De acuerdo con Jones et al 1980, en las últimas décadas los fitomejoradores han logrado obtener algunas variedades resistentes al ataque de varias especies de Meloidogyne. La disponibilidad de dichas plantas para el resto del mundo está abierta. El Departamento de Hortalizas de los E.U.A. las ha distribuido desde su obtención.

Nematodos del género Rotylenchulus se han encontrado en Puerto

Rico (Román, 1978) y el Estado de Louisiana (Marlin, 1960) induciendo daños en plantaciones comerciales. La patogenicidad de R. reniformis al cultivo fue demostrada en condiciones experimentales donde se observó que el nematodo además de reducir substancialmente el peso de los tubérculos, también era capaz de inducir células gigantes, engrosamiento de las paredes celulares y necrosis de tejidos.

El cultivo del Betabel (Beta vulgaris) es severamente afectado en el Estado de New York por el nematodo Heterodera schachtii (Abawi & Mai, 1980). En cambio en Utah y California el cultivo es afectado por Nacobbus.

En México, en el Estado de Puebla, el nematodo Nacobbus aberrans y otra especie aún no identificada que produce agallas, causa pérdidas de consideración. El cultivo de zanahoria (Daucus carota) está asociada a más de 90 especies de nematodos, algunas muy patogénicas (Phillis, 1976). Destacan por su importancia en el cultivo Meloidogyne hapla, Rotylenchulus reniformis, R. laurentinus, Rotylenchus robustus y Nacobbus aberrans. M. hapla es considerado un patógeno muy serio en el cultivo en los E.U.A. El nematodo induce severas malformaciones, especialmente amuñonamiento y fasciculaciones. Observaciones en campo en México indican que una raza de N. aberrans induce también malformaciones al cultivo de zanahoria y rábano.

Cultivos de Cucurbitáceas

Esta familia posee una gama muy amplia de especies de mucha importancia económica, ya que constituyen cultivos que proveen al hombre de alimento y materia prima industrial. Cultivos de amplia distribución mundial y muy bien adaptados a las condiciones tropicales son la calabaza, melón, pepino y sandía. El cultivo del Estropajo (Luffa cylindrica) es importante a nivel regional en algunos países como en México y el Caribe.

Estos cultivos son atacados en menor o mayor proporción por algunas especies de los géneros Meloidogyne, Rotylenchulus y Pratylenchus. Dentro del primer género, en los trópicos americanos la especie más ampliamente distribuida es M. incognita y en menor proporción M. javanica. En climas templados M. hapla, M. chitwoodi y M. arenaria se les encuentra con frecuencia afectando a cultivos de esta familia.

La especie más peligrosa del nematodo reniforme es Rotylenchulus reniformis, particularmente en el cultivo del melón donde es capaz de inducir severos daños.

Pratylenchus thornei en el cultivo de la sandía es la especie asociada a detrimentos moderados en Israel (Orion, Drikun & Sullami, 1979).

En general, dependiendo del nivel de inóculo presente y la suscepti-

bilidad del cultivo. Las plantas de cucurbitáceas afectadas por el parasitismo de fitonematodos muestran clorosis y achaparramiento de diversa intensidad. Dadas algunas condiciones, especialmente de nivel poblacional alto, cultivo susceptible, condiciones edáficas favorables y manejo pobre del cultivo, algunas de las especies mencionadas pueden ocasionar pérdidas totales.

Cultivos de crucíferas

En los trópicos y subtrópicos, las especies de plantas de esta familia no son comunes. Esto no es así en los climas templados donde el brocoli, la coliflor, col y otras especies más, constituyen un papel predominante en la dieta diaria de los habitantes de dichas regiones. La remolacha es otro cultivo importante en el área industrial. Varias especies de Meloidogyne causan severos daños a la col en Europa y Norte América. Sin embargo, en California, el enquistado Heterodera cruciferae, reduce la calidad y cantidad del cultivo (Mc Cann, 1981). En los Estados del Noreste de los E.U.A. Pratylenchus penetrans se le encuentra asociado a pérdidas en la col (Rhoades, 1971), y en otras regiones como en la India, la especie Tylenchorhynchus brassicae es de gran interés económico para los agricultores (Khan, 1969).

A nivel mundial, el enquistado Heterodera schantii es considerado como factor limitante en el cultivo de la remolacha azucarera. Este nematodo sin embargo, posee más de 200 hospedantes y cerca del 80% de las especies crucíferas son hospederos.

Al igual que en la mayoría de las especies de nematodos fitoparásitos, las especies antes mencionadas interactúan con otros organismos fitopatógenos como Fusarium, Verticillium y Rhizoctonia, donde son capaces de inducir pérdidas más grandes que en forma individual.

Cultivos de leguminosas

Especies de cultivos de esta familia son muy importantes porque constituyen la fuente de proteínas de origen vegetal, de mayor importancia para el hombre. Cultivos como el frijol, soya, garbanzo, lenteja y chícharo entre otros, significan fuentes alimenticias de gran valía en todas las regiones del mundo.

Son muchas las especies de fitonematodos que se encuentran asociadas a pérdidas de cultivos leguminosos; destacan por su importancia M. incognita, M. javanica, M. arenaria (en climas subtropicales y tropicales); M. hapla, M. chitwoodi, M. thamesi entre otras, en climas templados. De las especies de Pratylenchus, destacan; P. scrobneri, P. neglectus y otras (Olthof, 1979).

Otros fitonematodos asociados con leguminosas son: Rotylenchulus spp., Belonolaimus gracilis, Heterodera glycines, Ditylenchus dipsaci y Nacobbus aberrans.

Las especies de Meloidogyne causan pérdidas hasta el 90% en distintas variedades de frijol (Schwartz y Gálvez, 1980). El enquistado de la soya también es de gran importancia a nivel mundial. Belonolaimus posee importancia regional (región este de los E.U.A.), así como N. aberrans en frijol (altiplano mexicano).

Cultivos de Solanaceas

En esta familia se encuentran cultivos como el tomate, berenjena y chile, los cuales constituyen una parte muy importante de la dieta del hombre en casi todos los países del mundo. Son muchas y diversas las especies fitoparásitas que se han reportado asociadas a detrimentos de magnitud diversa en estos cultivos. Las especies se encuentran agrupadas en aproximadamente 20 géneros (Valdez, 1978), de los cuales destacan Meloidogyne, Pratylenchus, Rotylenchulus y Nacobbus.

1. Meloidogyne: De acuerdo con Sasser & Carter (1985), de las casi 60 especies de Meloidogyne; M. incognita, M. javanica, M. arenaria y M. hapla son las más ampliamente distribuidas y son sin duda, las de mayor importancia económica, por su virulencia como patógenos, su alta tasa reproductiva y amplia gama de hospedantes. Con excepción de M. hapla quien se encuentra distribuida en zonas templadas (promedio de temperaturas en los meses calientes de 15°C), las otras especies mencionadas se ubican en regiones más calientes, de preferencia donde los veranos son largos y los inviernos cortos (como en los trópicos y subtrópicos).

Dentro de una misma especie, existen poblaciones que manifiestan una marcada preferencia por una gama de hospedantes determinada. Estas poblaciones constituyen un biotipo o raza. M. incognita por ejemplo posee 4 razas, siendo la raza 1 (que no ataca a tabaco NC 95 ni al algodón Deltapine 16) la que se encuentra más diseminada a nivel mundial. La existencia de razas, dentro de la misma población de una especie, implica que uno debe reconocer en cualquier clase de estudio, con que tipo o clase de raza se está trabajando. Esto es particularmente cierto en las investigaciones de los fitomejoradores pues ello requiere de considerar a todas las razas en el desarrollo de variedades resistentes. Si Uds. desean saber detalles de las pruebas diferenciales para determinar especies y razas de Meloidogyne, se les recomienda consultar el Ejercicio 6 del Manual de Laboratorio de Fitonematología (Zuckerman, Mai & Harrison, 1985) el cual también se encuentra disponible en Español (CATIE, 1987).

Las cuatro especies de Meloidogyne mencionadas así como M. chitwoodi y quizás M. exigua, son responsables de daños severos con tomate, berenjena y chile. Sin embargo, éstos organismos interactúan de diversas maneras con otros microorganismos edáficos como hongos y bacterias, algunos de éstos patógenos virulentos, y cuya relación en muchos casos se traduce en daños mayores a los que se obtendrían a partir del parasitismo de uno solo. Para ilustrar este aspecto

cabe mencionar el efecto sinérgico en la reducción del crecimiento de plantas de tomate infectadas como M. javanica y Fusarium spp. (Bergenson, Van Gundy & Thomason)1970. La marchitez es mayor en berenjena cuando infectadas con M. incognita y Sclerotium rolfsii (Goswami et al 1970), mayor pudrición radical de plantas de tomate con M. incognita y Rhizoctonia solani (Van Gundy, 1977), rompimiento de la resistencia del algodón a Verticillium cuando infectadas por M. javanica (Valdez, 1978) etc. Existen en la literatura muchas enfermedades complejas en donde la participación de especies de Meloidogyne está involucrada con daños mayores.

El ciclo de vida de Meloidogyne es relativamente complejo. Como la mayoría de los nematodos, este incluye 4 estadios juveniles y los adultos. Los huevos son depositados por las hembras globosas dentro de una masa gelatinosa que fluye del cuerpo. Dentro del huevo se lleva a cabo el desarrollo embrionario que culminará con la formación del primer estadio juvenil. Por lo general, este muda (cambia de cutícula) dentro del huevo y se forma el segundo estadio juvenil que emerge del huevo y es el infectivo; es decir que este estadio sólo tiene la función de buscar un hospedante para infectarlo. Dentro del hospedante, ésta larva busca un sitio, generalmente en los tejidos de la corteza radical donde se establece, muda por segunda vez y se transforma en el tercer estadio. Este estadio inicia cambios bruscos en su morfología ya que su cuerpo se empieza a hinchar. Las futuras hembras continúan engordando hasta la última muda en que crecen rápido y terminan con un cuerpo piriforme (en forma de pera). Los machos por el contrario en el 4º estadio donde todavía son fusiformes como las hembras, llevan a cabo una especie de metamorfosis, la que culmina en la formación de adultos filiformes provistos de estilete, esófago, espículas y testículos. Dependiendo del hospedante y de la temperatura, la longitud del ciclo de vida (de huevo a huevo) varía entre las distintas especies.

Ahora bien, la respuesta de las plantas hospedantes al parasitismo de estos nematodos se manifiesta en la formación de dos estructuras de origen independiente; estas son las agallas y la formación de células gigantes. La inducción de células gigantes se lleva a cabo por mecanismos aún no bien esclarecidos, pero que por lo general se acepta que se deben: a) unión de células adyacentes previo rompimiento de pared celular; b) crecimiento y división celular sin incorporación de células adyacentes y c) la acción combinada de a y b. Las agallas se forman por la inducción de hipertrofia celular, generalmente al inicio de la infección y la subsecuente hiperplasia (aumento del material genético). El índice de agallamiento radical (escala arbitraria para denominar la proporción del sistema radical agallado), es un parámetro muy importante que indica la susceptibilidad relativa de un hospedero.

2. Pratylenchus: La especie más importante de este género en cultivos de solanáceas es R. reniformis, particularmente en tomate (Nath,

Swarup & Rama Rao, 1969; Rebois *et al*, 1973; Roman 1978). A pesar de su gran distribución geográfica en las regiones subtropicales y tropicales, no se conoce mucho respecto a su biología e interrelación con otros microorganismos. De lo que se conoce, se puede mencionar que en tomate, el nematodo se alimenta cerca del estilete radical. De alguna manera las células adyacentes a los labios del nematodo generan una estructura que envuelve al estilete, dando la apariencia de ser un tubo alimenticio.

Los juveniles sufren tres mudas superimpuestas sin alimentarse y dan origen al estadio preadulto. La hembra, infectiva parcialmente, penetra las células radicales a la altura de la corteza. Después de alimentarse por algún tiempo, la hembra empieza a hincharse hasta adoptar la forma de un riñón, aspecto al que debe su nombre vulgar. Una parte de la hembra queda embebida en las células corticales y la otra busca el exterior. En esta región se produce la masa gelatinosa donde la hembra madura es capaz de ovipositar un promedio de 120 huevecillos.

Los machos permanecen filiformes pero sin el estilete y el esófago, por lo que carecen de hábitos fitoparásitos.

3. Nacobbus: Hasta la fecha sólo se ha identificado dos especies de este género: N. aberrans y N. dorsalis. N. aberrans es sin duda el de mayor importancia económica, ya que es el más ampliamente distribuido y el que posee la gama de hospedantes también más amplia (alrededor de 100), según Cruz (1987) y Zamudio (1987). Este nematodo induce la formación de agallas en raíces de plantas hospedantes. Por lo general los nódulos son redondos y se disponen en forma regular en la raíz adoptando apariencia de rosario. En algunos hospedantes, cuando la infección es elevada, este patrón se pierde y la apariencia es más bien similar al ataque de Meloidogyne spp.; esto es, que los nódulos pierden su individualidad.

Los cultivos de Solanaceas más afectados por N. aberrans son la papa en los países andinos (Lordello, Zamith & Cook, 1961; Jatala, 1985) chile o pimiento en el altiplano mexicano con algunas poblaciones o razas y tomate en casi todos los Estados de la región central de México con todas las poblaciones o razas que hemos ensayado en nuestros estudios. En México, sin duda el tomate es uno de los cultivos que son afectados con mayor dureza, ya que en algunas áreas tomateras las pérdidas llegan a ser hasta el 70% en promedio, aunque pueden ser del 100% si la infección es severa al inicio del cultivo (Marbán, & Zamudio, 1982).

En general, este nematodo no ha sido muy estudiado. Se ignoran muchos aspectos básicos de su biología como el ciclo de vida. Según Cid del Prado (1985), este nematodo aparentemente posee dos estadios infectivos (el J2 y la hembra preadulto), aspecto único en nematodos fitoparásitos. También se menciona que el nematodo puede poseer dos

ciclos (Jatala, 1965), uno similar al de Meloidogyne spp. (donde el estadio infectivo J2 una vez dentro de los tejidos continúa su desarrollo hasta hembras globosas) y otro, un tanto desusual, ya que involucra la salida de los tejidos radicales de formas preadultos y su subsecuente reinfección para poder completar su desarrollo.

Existen otros dos géneros de nematodos: Paratrichodorus y Dolichodorus que poseen algunas especies importantes en ciertos cultivos de Solanaceas. La especie D. heterocephalus es solamente importante en tomate en algunos estados de la Unión Americana.

LITERATURA CITADA

- ABAWI, G.S. & W.F. MAI. 1980. Effects of initial population densities of Heterodera schachtii on yield of cabbage and table beets in N. York State. Phytopathology 70: 481-485.
- BERGENSON, G.B., S. D. VAN GUNDY & I.J. THOMASON. 1970. Effect of Meloidogyne javanica on rhizosphere microflora and Fusarium wilt of tomato. Phytopathology 69: 1245-1249.
- CID DEL PRADO, V.I. 1985. Ciclo de vida de Nacobbus aberrans (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944. Pp. 57-65 en Marbán, N. y I.J. Thomason (Eds.), Fitonematología Avanzada I. Colegio de Postgraduados, México.
- CRUZ, C.M. 1987. Distribución del nematodo fitoparásito Nacobbus aberrans en una región agrícola entre Actopan y Progreso. Estado de Hidalgo. Tesis INCB, IPN, México.
- GOSWAMI, B.K., D.V. SINGH, R. SETHI & GUPTA, J.N. 1970. Studies on association of root-knot nematodes, Meloidogyne incognita (Kofoid and White) Chitwood and Sclerotium rolfsii Sacc. in brinjal (Solanum melongena L.). Indian Phytopathology 23:587-589.
- JATALA, P. 1985. El nematodo falso nodulador de la raíz. Pp. 47-55 en Marbán, N. y I.J. Thomason (Eds.), Fitonematología Avanzada I. Colegio de Postgraduados, México.
- JONES, A., P.D. DUKES, J.M. SCHALK, H. A. MULLEN, M.G. HAMILTON, D.R. PATERSON & T.E. BOSWELL. 1980. W-71, W-115, W-119, W-149 and W-154 sweet potato germplasm with multiple insect and disease resistances. Hort. Science 15: 835-836.
- KHAN, M.N. & S.K. SAXENA. 1969. Effect of Rhizoctonia solani and Itylenchorhynchus brassicae on the emergence of cauliflower seedlings. All Indian Nematology Symposium. 1967. The Indian Agricultural Research Institute, New Delhi-12.
- LEAR, B. & D.E. JOHNSON. 1962. Treatments for eradication of Ditylenchus dipsaci in cloves of garlic. Plant. Dis. Reporter 46:635-639.
- LOOF, P.A.A. 1960. Taxonomic studies on the genus Pratylenchus (Nematoda). T. pliekt. 66:29-90.
- LORDELLO, L.G.E., A.P.L. ZAMITH & C. BOOK. 1961. Two nematodes found attacking potato in Cochabamba, Bolivia. An. Acad. Brasil. Cienc. 33:209-215.
- MARBAN, M.N. & G.V. SAMUDIO. 1982. Control Químico de Nacobbus aberrans y Meloidogyne incognita en jitomate (CACE/55 VF) de Tecamachalco,

- MARTIN, W.J. 1960. The reniform nematode may be a serious pest of the sweet potato. *Plant Dis. Reporter* 44:216.
- Mc CANN, J. 1981. Threshold populations of *Heterodera cruciferae* and *H. schachtii* causing damage to cabbage seedlings. *Plant Dis. Reporter* 65:264-266.
- Mc KEEN, C.D. & W.B. MOUNTAIN. 1960. Synergism between *Pratylenchus penetrans* (Coob) Filipjev and Stekhoven and *Verticillium albo-atrum* R & B in eggplant wilt: *Can. Journal of Botany*. 38:789-94.
- NATH, R. P. G. SWARUP, G.V.S.V. RAMA RAO. 1969. Studies on the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveria, 1940. *Indian Phythopathology*.
- OLTHOF, T.H.A. 1979. The use of beans and Kentucky blue grass for rearing *Pratylenchus neglectus*, *P. projectus* and *Helicotylenchus digonicus*. *Can. Journal of Plant Science*.
- OLTHOF, T.W.A. & A.A. Teyes. 1969. Effect of *Pratylenchus penetrans* on *Verticillium* wilt of paper. *J. of Nematology*. 1:21-22.
- ORION, D., J. DRIKUN & M. SULLAMI. 1979. The distribution, Pathogenicity, and ecology of *Pratylenchus thornei* in the Northern Negev. *Phytoparasitica* 7:3-9.
- PHILLIS, J. 1976. Occurrence and control of nematodes affecting carrot crops in Cyprus. *Nematologia Mediterranea* 4:7-12.
- REBOIS, R.V., B.J. ELDRIGE, J.M. GOOD & H.J. STONER. 1973. Tomato resistance and susceptibility to the reniform nematode *Plant Dis. Reporter* 57:169-172.
- RHOADES, H.L. 1971. Chemical Control of the sting nematode, *Belonolaimus longicaudatus*, on direct-seeded cabbage. *Plant Dis. Reporter* 55:412-414.
- ROMAN, J. 1978. *Fitonematología Tropical*. Estac. Exp. Agric., Mayaguez, Univ. de Puerto Rico. 256 pp.
- SASSER, J.N. & C.C. CARTER. 1985. Overview of the International Meloidogyne project 1975-1984. Pp. 19-24 en Sasser, J.N. y C.C. Carter (Eds.), *An advanced treatise on Meloidogyne*, Vol. I. Biology and Control. North Carolina State Univ.
- SCHWARTS, H.F. & G.E. GALVEZ. 1980. Bean production problems. CIAT Series Number 09EB-1.
- STURHAN, D. 1971. Comparative investigations on the host plants of stem eelworms (*Ditylenchus dipsaci*) from beets of different origin. *Meded. Land. 30*:1468-1474.
- VALDEZ, R.B. 1978. Nematodes attacking tomato and their control. First International Symposium on tropical tomato. AVRDC Publ. 136-152.
- VAN GUNDY, S.D., J.D. KIRKPATRICK & J. GOLDEN. 1977. The nature and role of metabolic leakage from root-knot nematode galls and infection by *Rhizoctonia solani*. *J. of Nematology* 9: 113-121.
- ZAMUDIO, G.V. 1987. Evaluación de la resistencia de colecciones y variedades comerciales de tomate (*Lycopersicon* spp.), a *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen, Tesis. Centro de Genética C.P. Montecillos, México.
- ZUCKERMAN, B.M., W.F. MAI & M.B. HARRISON. 1987. *Fitonematología, Manual de Laboratorio*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 248 pp.

LOS VERTEBRADOS COMO PLAGAS DE LOS CULTIVOS EN AMERICA LATINA

Angel A. Chiri, Ph.D.*

INTRODUCCION

Usualmente cuando un organismo entra en conflicto con el hombre o sus intereses automáticamente se convierte en "plaga". Conviene recordar que este tipo de caracterización es esencialmente artificial y de carácter práctico. Mediante nuestras actividades agrícolas, constantemente modificamos el medio ambiente o inadvertidamente creamos así situaciones propicias para que este tipo de conflicto se genere. Es de esperarse entonces que mientras exista la agricultura y se continúen produciendo disturbios ecológicos, siempre habrá organismos de todo tipo que, por sus actividades en detrimento de la misma, serán considerados "plagas" agrícolas. El caracterizar a un organismo como plaga sólo se puede justificar cuando y donde surge el conflicto antes mencionado, sobre todo en el caso de los vertebrados.

La gran mayoría de los vertebrados que bajo determinadas circunstancias pueden considerarse plagas agrícolas pertenecen a dos importantes grupos: los roedores (Mammalia: Rodentia) y las aves (Aves: varios órdenes). Numerosas especies de ambos grupos pueden causar cuantiosas pérdidas a una gran variedad de cultivos en América Latina. Pocos son los datos confiables que existen sobre el grado de pérdidas atribuibles a roedores y pájaros, siendo la mayoría sólo aproximaciones. En América Latina, los cultivos más afectados por los vertebrados plaga son: arroz, sorgo, maíz y caña de azúcar. Otros cultivos afectados, aunque en menor intensidad, son frutales de toda clase, frijol, hortalizas y cacao.

*Entomólogo, AID-ROCAP, San José, Costa Rica.

ROEDORES

Características bio-ecológicas del orden Rodentia

Los roedores constituyen uno de los grupos de mamíferos biológicamente más exitosos en la actualidad. Son sumamente diversos y adaptables y su distribución es virtualmente cosmopolita, siendo un elemento importante de la fauna terrestre en casi todas partes del mundo. Una característica especial de los roedores es el poseer los incisivos superiores y los inferiores excepcionalmente bien desarrollados, con filos cortantes en forma de formón y que jamás cesan de crecer. Debido a lo último tienen que desgastarlos constantemente, de donde proviene su necesidad de roer, su dieta predominantemente herbívora y el nombre que se les ha dado. Su tamaño varía desde el de pequeñísimos ratones que no pasan de 10g de peso hasta el enorme capybara sudamericano, Hydrochoerus hydrochoerus (Hydrochoeridae) que pasa de los 50Kg.

Los términos "rata" y "ratón" se aplican comúnmente a diversos roedores y su uso varía bastante de una región a otra. En América Latina, están generalmente asociados con especies de las familias Muridae y Cricetidae. El contenido de esta sección está dirigido principalmente a estas dos familias.

Los roedores del tipo rata o ratón son mamíferos pequeños de hábitos secretos y nocturnos. Poseen largas vibrisas (bigotes) sensibles al tacto y que les sirven para detectar mejor el medio que los rodea y orientarse fácilmente en la oscuridad. Su oído es muy agudo, pudiendo percibir sonidos inaudibles al hombre, tales como el silencioso volar de una lechuza o el reptar de una culebra. El tipo de refugio que utilizan varía con la familia, el género o aún la especie, e incluye madrigueras excavadas en el suelo o embanques; orificios en troncos de árboles; nidos construidos bajo rocas, troncos caídos, hojarasca u ocultos entre la vegetación. Los roedores de la familias Muridae y Cricetidae son muy ágiles, pudiendo correr velozmente y saltar, trepar y nadar con facilidad. Aquellos que tienen cola larga la usan como órgano de balance. Las

veloces ratas-canguro, Dipodomys spp. (Heteromyidae), pueden virar súbitamente en 90 grados en plena carrera.

La mayoría de los roedores son predominantemente herbívoros. Muchas especies prefieren granos y semillas de todo tipo. Otros se alimentan de frutas, tubérculos, tallos, corteza de árboles y prácticamente cualquier parte comestible de las plantas. Algunos, como las ratas y ratones de la familia Heteromyidae, recolectan y esconden, en sus madrigueras y bajo tierra, grandes cantidades de semillas de plantas silvestres para uso futuro. Muchos son de hábitos omnívoros e incluyen en su dieta insectos y otros animales pequeños. Por otro lado, los ratones del género Onychomys (Cricetidae) son pequeños y voraces carnívoros que atacan insectos y pequeños vertebrados, los que constituyen alrededor de 70% de su dieta.

Por lo general, los roedores son bastante prolíficos, teniendo entre 6 y 12 crías por camada. Su reproducción suele seguir patrones establecidos, de acuerdo a la estación y disponibilidad de alimentos. En otros casos puede continuar todo el año si las condiciones del medio son favorables. Las poblaciones de ciertos roedores, como aquellos en los géneros Microtus, Sigmodon y otros tienden a oscilar cíclicamente, produciéndose explosiones cada determinado número de años.

A nivel mundial, el orden Rodentia comprende alrededor de 34 familias, 354 géneros y 1700 especies. Comparados a estas cifras, los roedores que bajo determinadas condiciones pueden ser plagas agrícolas, son relativamente pocos. En América Latina, la mayoría de los roedores plaga de importancia pertenecen a las familias Muridae y Geomidae (Cuadro No.1).

Familia Muridae

Los roedores de la familia Muridae son conocidos como las ratas y ratones del viejo mundo, siendo abundantes en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, Australia y Africa. Comprenden aproximadamente 98 géneros y 460 especies, y en la actualidad es

una de las familias de roedores más exitosas. Sólo tres especies de múridos se han establecido en América: La rata negra o de tejado, Rattus rattus; la rata parda o de alcantarillas, R. norvegicus y el ratón casero, Mus musculus. Aunque su notoriedad es más que nada como plagas caseras/urbanas, de importancia para la salud pública, las tres especies suelen ser también plagas agrícolas, porque atacan granos, legumbres, hortelizas y frutales en el campo. Son también plagas de granos almacenados, causando cuantiosas pérdidas tanto por consumo directo como mediante la contaminación. Las dos especies de Rattus pueden causar serias pérdidas a la caña de azúcar, arroz y maíz. R. rattus, siendo mucho más ligera que R. norvegicus y de hábitos trepadores, es además una plaga seria de cocotales en las islas del Caribe. En las Islas Filipinas, la densidad poblacional de Rattus spp. en arrozales se ha estimado en 0-12/ha antes de la siembra y en 20-200/ha en campos maduros. Las máximas densidades detectadas han sido de 10,000 ratas/ha en áreas pantanosas situadas en la proximidad de los arrozales.

Familia Cricetidae

Aunque la distribución de los miembros de la familia Cricetidae abarca varios continentes, en América se les conoce como las ratas y ratones del nuevo mundo, por ser esta la familia de roedores predominante en el continente americano. Constituida aproximadamente por 97 géneros y 570 especies, que muestran una gran variabilidad en su estructura y hábitos. Como se ve en el Cuadro No.1, numerosos cricétidos han sido reportados como plagas agrícolas en América Latina. Sin embargo, aquellas de consideración son relativamente pocas.

Por ejemplo, en Norteamérica algunas especies de ratones del género Microtus habitualmente causan estragos a granos, alfalfa, papa, frutales y otros cultivos. En ciertos años pueden alcanzar densidades poblacionales de 7,500 por hectárea.

En México, Centroamérica y el norte de Sudamérica, el cricétido que más daño causa a la agricultura es indudablemente

Sigmodon hispidus. En Guanacaste, Costa Rica; en zonas aldoneras situadas en la costa del Pacífico en El Salvador, y en otras localidades en Centroamérica, S. hispidus alcanza periódicamente densidades poblacionales elevadísimas y ataca prácticamente todos los cultivos alimenticios, consumiendo todo lo que de ellos sea comestible. La última explosión en Guanacaste ocurrió en 1985, afectando seriamente los cultivos de muchos pequeños agricultores que carecían de los medios suficientes para atenuar el problema. En El Salvador causó daños al algodón al destruir las bellotas y devorar las semillas.

Como en algunas otras especies de roedores, estas explosiones tienen un carácter cíclico, cuyos mecanismos de regulación aún no se conocen bien. Sin embargo, no hay duda de que la proliferación de monocultivos, añadida a la creciente deforestación de extensas áreas, contribuye a que la intensidad de estas explosiones sea mucho más pronunciada. En primer lugar, monocultivos tales como el arroz, sorgo y maíz representan una fuente casi ilimitada de alimento para estos roedores, muy superior a la que podría ofrecer, por ejemplo, un ecosistema natural o uno menos modificado por la agricultura. Por otra parte, la destrucción de los bosques y otra vegetación nativa para dar lugar a tierras de cultivo o de pastoreo, conduce a la eliminación de la fauna silvestre que lo habita. Entre ésta se encuentran lechuzas, aves de presa diurnas, carnívoros pequeños y serpientes, todos depredadores de Sigmodon spp. y otros roedores. No debe sorprender entonces que, con la mayoría de sus enemigos naturales eliminados o drásticamente reducidos y con amplios recursos alimenticios, esta rata de campo alcance frecuentemente densidades tan elevadas.

Familia Geomyidae

Los miembros de esta familia son los topos o taltuzas. Su distribución abarca Norteamérica, Centroamérica y la parte norte de Sudamérica. Es una familia relativamente pequeña, que consiste de solo 8 géneros y unas 40 especies. Estos roedores están adaptados

a un tipo de vida esencialmente subterránea, para lo cual cuentan con ojos y orejas bastante reducidos, olfato altamente sensitivo y extremidades anteriores armadas con fuertes garras, modificadas para cavar.

Las taltuzas son de hábitos solitarios y altamente territoriales. Excavan complejas galerías subterráneas, las que defienden de otras taltuzas, excepto durante el tiempo de apareo. Rara vez abandonan sus guaridas de día, aunque de noche lo hacen habitualmente para alimentarse. Entre sus enemigos naturales más importantes figuran comadreja, culebras y lechuzas. Las taltuzas se alimentan de raíces, tallos, semillas, frutas y corteza de árboles. Pueden ser plagas de hortalizas, maíz, sorgo, trigo, caña de azúcar, cafetales y frutales. Pueden herir o matar árboles al roer sus raíces o al cortar una sección de corteza completamente alrededor del tronco, cercano a su base.

AVES

En América Latina, el principal daño causado por aves a la agricultura es por especies de las familias Icteridae, Fringillidae, Psittacidae, Columbidae y Anatidae que se alimentan de sorgo, arroz y maíz (Cuadro No.2). Otros cultivos atacados son soya, cacao, trigo, cebada y frutales en general. Durante la época lluviosa, en las regiones tropicales y subtropicales, el daño se limita a las actividades de especies residentes. En la época seca (invierno en el hemisferio norte) especies migratorias provenientes de Norteamérica se suman al problema.

El daño causado por la mayoría de las aves plaga tiende a ser esporádico, aunque localmente puede ser muy severo. Esto se debe a que al alimentarse, ciertas especies descienden a los campos en bandadas que pueden ser muy numerosas. Por ejemplo, en Veracruz, México, se han observado descender sobre siembras de sorgo, bandas de Spiza americana compuestas por unas 75,000 unidades. En la parte norte de Sudamérica, esta ave migratoria tiende a causar daño al sorgo en relación inversamente proporcional a la presencia, en

determinado lugar, de gramíneas nativas. También en México, sobre cultivos de sorgo se han observado Molothrus ater y Cassidix mexicanus en bandadas de 5,000 a 50,000 ejemplares en el primer caso y de hasta 1,000 unidades en el segundo. En Centroamérica, el periquito Aratinga canicularis, que puede consumir 30-40% de su peso diariamente en granos y frutas, vuela en bandadas que pueden llegar a cientos de individuos. En Sudamérica, el periquito Myiopsitta monachus, que es plaga seria de maíz, girasol y frutales, anida en colonias de hasta 5,000 individuos.

Detección del daño causado por vertebrados

La presencia de las aves en los cultivos atacados suele ser evidente y el daño producido, fácil de diagnosticar, aunque la determinación correcta de la especie o especies responsables puede requerir los servicios de un ornitólogo. En el caso de los roedores, el daño, aunque no menos severo, es generalmente más sutil y requiere mayor atención para detectarlo. Muchas veces el agricultor se percata de la actividad de roedores cuando mucho del daño está hecho y es ya fácilmente observable.

Entre las señales que pueden delatar la existencia de una creciente población de roedores están la presencia de un mayor número de madrigueras, senderos, huellas, excremento, sonidos y marcas de incisivos en plantas dañadas. Para observar a los roedores directamente es preferible hacer inspecciones nocturnas. En el caso de granos almacenados, las huellas delatorias incluyen la presencia de heces, orina y marcas de dientes. Cabe mencionar a manera de ilustración que un ratón casero consume alrededor de 2 kg. de alimentos en el transcurso de seis meses. Durante este periodo, el ratón deja en el lugar aproximadamente 18,000 pelotillas fecales, lo que sumado a la orina puede dar una idea del grado de daño por contaminación producido, aparte de lo destruido directamente.

BIBLIOGRAFIA

- Campaña nacional contra roedores. 1977. Manual de operación. Fitófilo (México) No.74. 142 p.
- DE GRAZIO, J.W.; BESSER, J.F. 1970. Bird damage problems in Latin America. 4th Vertebrate Pest Conference, East Sacramento, Calif. pp. 162-167.
- ELIAS, D.J.; VALENCIA, D. 1973. Control of rodents in coconut palms. ICA Informa (Colombia) 7(8).
- _____; VALENCIA, D. 1984. La agricultura latinoamericana y los vertebrados plaga. Interciencia (Venezuela) 9:223-224.
- FALL, M.W. 1977. Rodents in tropical rice. Rodent research center. University of the Philippines at Los Baños. Tech. Bull No.36. 39 p.
- HOPP, H.S.; MORLEY, G.E.F.; HUMPHRIES, J.R.O. 1976. Rodent damage to growing crops and to farm and village storage in tropical and subtropical regions. London, Centre for Overseas Pest Research, pp. 46-51.
- REYES, R. 1985. Pájaros que se alimentan del grano de sorgo en maduración. CENTA. Boletín Divulgativo (El Salvador) No.25. 28 p.
- SANCHEZ, F.F. 1975. Rodents affecting food supplies in developing countries. FAO Plant Protection Bulletin 23:96-102.
- SHUYLER, H.R. 1972. Rodents in the tropics: Their effects and control. PANS 18:445-451.
- TAYLOR, K.D. 1972. Rodent problems in tropical agriculture. PANS 18:81-88.

CUADRO No.1. - - Lista parcial de roedores reportados como plagas agrícolas en América Latina

Familia / Género / Especie	CULTIVOS A T A C A D O S							País / Región		
	Arroz	Maíz	Sorgo	Frijol	Caña	Banano/ Plátano	Café		Cacao	Coco
MURIDAE										
<u>Rattus rattus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México, C.A., S.A., Caribe
<u>R. norvegicus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México, C.A., S.A., Caribe
<u>Mus musculus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México, C.A., S.A., Caribe
CRICETIDAE										
<u>Akodon azarac</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S.A.
<u>A. benefactus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S.A.
<u>Akodon sp.</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Perú
<u>Calomys laucha</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S.A.
<u>Holochilus brasiliensis</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S.A. (Surinam, Guyana, Venezuela, Argentina)
<u>H. vulpinus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S.A.
<u>H. scuireus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S.A. (Brasil)
<u>H. magnus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S.A. (Guyana)
<u>Microtus spp.</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México, Guatemala
<u>Nectomys squamipes</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Nicaragua, Panamá, S.A.
<u>Oryzomys delicatus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Surinam
<u>O. caliginosus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Colombia
<u>Oryzomys spp.</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México, Perú, Argentina
<u>Oxymycterus rufus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Argentina
<u>Peromyscus spp.</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México
<u>P. leucopus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Colombia
<u>Reithrodontomys fulvescens</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México, C.A., Colombia, Ecuador
<u>Rhipidomys maculipes</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Brasil
<u>Sigmodon hispidus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	México - C.A. - Colombia
<u>Sigomys alstoni</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Venezuela
<u>Tylomys sp.</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S. México - C.A. - Ecuador
<u>Zygodontomys lasiurus</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S. A.
<u>Z. brevicauda</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	C.A. (Costa Rica)

CUADRO No.2. - - Lista parcial de aves reportadas como plagas de granos básicos en América Latina

Orden / Familia Género / Especie	CULTIVOS AFECTADOS			País / Región
	Arroz	Maíz	Sorgo	
PASSERIFORMES				
ICTERIDAE				
<u>Agelaius phoeniceus</u>		x		Honduras
<u>A. icterocephalus</u>	x			Colombia
<u>Cassidix mexicanus</u>		x	x	México, Honduras
<u>Dives dives</u>			x	El Salvador
<u>Dolichonyx oryzivorus</u>	x	x		Centro América y Sur América
<u>Leistes militaris</u>	x		x	Colombia, Uruguay
<u>Molothrus ater</u>		x	x	México, Honduras
<u>M. bonariensis</u>	x			Rep. Dominicana, Colombia
<u>M. aeneus</u>			x	El Salvador
<u>Xanthocephalus xanthocephalus</u>			x	México
FRINGILLIDAE				
<u>Chondestes grammacus</u>			x	México
<u>Emberizoides herbicola</u>			x	Colombia, Venezuela
<u>Guiraca caerulea</u>			x	El Salvador
<u>Passerina cyanea</u>			x	El Salvador
<u>P. ciris</u>			x	El Salvador
<u>Pheucticus ludovicianus</u>			x	El Salvador
<u>Saltator coerulescens</u>			x	El Salvador
<u>Sicalis luteola</u>			x	Uruguay
<u>Spiza americana</u>	x		x	C.A. - Trinidad - N.S.A.
<u>Sporophila minuta</u>	x		x	México - C.A. - S.A.
<u>S. torqueola</u>			x	El Salvador
<u>Volantinia jacarina</u>			x	El Salvador, Venezuela
PLOCEIDAE				
<u>Lonchura punctulata</u>	x			República Dominicana
<u>Ploceus cucullatus</u>	x	x	x	Haití, República Dominicana
PSITTACIFORMES				
PSITTACIDAE				
<u>Aratinga canicularis</u>		x	x	Nicaragua, Costa Rica, Colombia
<u>A. pertinax</u>		x	x	Venezuela
<u>A. chloroptera</u>		x	x	Haití
<u>Amazona autumnalis</u>			x	Costa Rica
<u>Forpus passerinus</u>			x	Colombia
<u>Myiopsitta monachus</u>		x	x	Uruguay
<u>Pionus senilus</u>		x		Honduras
COLUMBIFORMES				
COLUMBIDAE				
<u>Columbigallina talpacoti</u>	x		x	El Salvador, Colombia
<u>C. passerina</u>	x		x	Venezuela
<u>Scardafella squammata</u>			x	Venezuela
<u>Zenaida asiatica</u>			x	México - C.A. - S.A.
<u>Z. auriculata</u>			x	Colombia, Uruguay
ANSERIFORMES				
ANATIDAE				
<u>Anas discors</u>	x			Venezuela
<u>Dendrocygna vidua</u>	x			C. A., S. A.
PICIFORMES				
PICIDAE				
<u>Melanerpes striatus</u>		x	x	Haití, República Dominicana