

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

MARZO 1991

Nº.19



Combate de Tetranychus urticae Koch en Salvia splendens sellow (pág. 5).

Programa
de
Mejoramiento
de Cultivos
Tropicales



Centro
Agronómico
Tropical
de Investigación
y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

**CATIE - CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA**

Dr. Rodrigo Tarté, Director General

PROGRAMA I. MEJORAMIENTO DE CULTIVOS TROPICALES

Dr. Víctor Villalobos, Director del Programa

PROYECTO REGIONAL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Dr. Joseph L. Saunders, Líder del Proyecto

Consultas relacionadas con el Área de Fitoprotección del CATIE, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de sus mecanismos de transferencia, pueden hacerse llegar a las siguientes direcciones:

MIP/CATIE

7170 Turrialba, Costa Rica

Teléfono: (506) 56-16-32

Telex: 8005 CATIE C.R.

Fax: (506) 56-15-33

Dr. Elkin Bustamante

Fitopatólogo

Dr. Nahúm Marbán

Nematólogo

Dr. Ramiro de la Cruz

Especialista en Malezas

M.Sc. Philip Shannon

Entomólogo

Dr. Mario Pareja

Coordinador de
Proyección Externa

Dr. Tomás Zoebisch

Especialista en Entomología
y Manejo Integrado de Plagas

Dr. Octavio Ramírez

Economista

Dr. Luko Hilje

Especialista en Entomología

Dr. Bernal Valverde

Especialista en Plaguicidas

**Procesamiento y Transfe-
rencia de Información**

M.Sc. Orlando Arboleda

Especialista en Información

Lic. Laura Rodríguez

Asistente de Documentación

Bach. Patricia Ramírez

Especialista en Comunicación

Dr. Víctor Salguero

Proyecto MIP/CATIE

Apartado 76-A

Guatemala, Guatemala

Teléfono: 34-77-90 ó 37-23-58

Fax: 340511

Dr. Charles Staver, Coordinador

Dr. David Monterroso, Fitopatólogo

MSc. Jorge Siman, Economista Agrícola

Proyecto RENARM/MIP. Apartado No. P-116

Managua, Nicaragua

Teléfono: 51443 ó 51757

Dr. Keith L. Andrews, Líder

Proyecto RENARM/Protección Vegetal

Escuela Agrícola Panamericana

El Zamorano. Apartado Postal 93

Tegucigalpa, Honduras

Teléfono: 33-31-73 (Zamorano);

32-43-17 (Tegucigalpa)

Telex: 1567 EAP-ZAM MO

Fax: (504)328543

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

MARZO 1991

Nº. 19

CONTENIDO

ARTICULOS

- Evaluación de líneas de tomate de mesa resistentes a *Pseudomonas solanacearum* en época seca en Costa Rica 1- 4
Nelson Kooper, MAG, Grecia, Costa Rica
Roger Meneses, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica
José M. Jiménez, PINDECO, Puntarenas, Costa Rica
Sergio Quesada, MAG, Grecia, Costa Rica

INFORMES DE INVESTIGACION

- Combate químico de *Tetranychus urticae* Koch (ACARI:Tetranychidae) en *Salvia splendens* Sellow en Cartago, Costa Rica 5-11
Guillermo E. Jiménez, Universidad de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica
Ronald Ochoa, Gustavo Calvo, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica

GUIAS TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS

- Perspectivas para el manejo cultural y químico de las pudriciones en la nuez de macadamia *Macadamia integrifolia* 12-14
Gerardina Umaña, Carlos Masís, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica
Luis F. Campos, Programa Nacional de Macadamia-ICAPE, Costa Rica
- Estudio biológico del talquezal *Chloris chloridea* (Presl) Hitch 15-25
Ramiro de la Cruz, Arnoldo Merayo, Herman Zúñiga
MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica

ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS

- Umbrales económicos: problemas y perspectivas 26-29
Peter Rosset, CATIE/MAG-MIP, Managua, Nicaragua
- Descripción epidemiológica del Virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2) en El Salvador 30-31
Gonzalo G. Rivas Platero, Universidad Politécnica, San Salvador El Salvador
- Posibilidades de control biológico de la pimientilla *Cyperus rotundus* L. con el uso de hongos patógenos 32-33
Eduardo Esquivel R., IDIAP, Panamá

INFORMES Y ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS

- El manejo de enfermedades y plagas forestales en Costa Rica 34-39
Luko Hilje Q., Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica
Manuel Viquez C., ITCR, Cartago, Costa Rica
Carlos Araya F., Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica
Félix Scorza R., MIRENEM, San José, Costa Rica

Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

EVALUACION DE LINEAS DE TOMATE DE MESA RESISTENTES A *Pseudomonas solanacearum* EN EPOCA SECA EN COSTA RICA

Nelson Kooper*
Roger Meneses**

José M. Jiménez***
Sergio Quesada*

ABSTRACT

This study was carried out on tomato varieties and hybrids resistant to *Pseudomonas solanacearum* under production conditions and technology on a farm in Costa Rica's Central Valley. The objectives were to evaluate yield and tolerance to bacterial blight in a naturally infected region, and to compare the results with an earlier experiment done in the University of Costa Rica (Meneses et al. 1990). Fourteen varieties of table tomatoes were tested during the 1989 dry season using a completely random block design with four repetitions. The disease's incidence was evaluated 90 days after planting.

The highest yields were obtained with the CR-4, Tropicrama 100, Catalina 87, Dina Guayabo (Alajuela Select.), and CR-1 varieties with 41.4, 36.9, 38.0, 37.0 and 34.3 MT/ha, respectively. Most of these varieties showed a high resistance with an incidence of no more than 27.8% to *P. solanacearum*.

RESUMEN

Se realizó una prueba de materiales e híbridos de tomate con resistencia a *P. solanacearum* bajo las condiciones y tecnología de producción de una finca de un agricultor del Valle Central de Costa Rica. Los objetivos del estudio fueron evaluar el rendimiento y tolerancia a la marchitez bacteriana en un sitio naturalmente infectado y comparar los resultados con una prueba anterior realizada en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. de la Universidad de Costa Rica (Meneses et al. 1990). Se probaron 14 materiales de tomate para mesa durante la época seca de 1989 y se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La incidencia de la enfermedad se evaluó a los 90 días después de la siembra.

Los rendimientos más altos fueron obtenidos con los materiales CR-4, Tropicrama 100, Catalina 87, Dina Guayabo (Selección Alajuela) y CR-1 con 41.4, 36.9, 38.0, 37.0 y 34.3 TM/ha respectivamente. En resistencia a *P. solanacearum*, la mayor parte de estos materiales presentó una alta resistencia al observarse una incidencia no mayor del 27.8% la cual se considera que fue baja.

INTRODUCCION

La sección occidental del Valle Central de Costa Rica, se caracteriza agrícolamente por el predominio de los cultivos de caña de azúcar, café y tomate (Calvo 1990). El tomate se siembra en rotación y en relevo con la caña de azúcar aprovechando el lento desarrollo inicial de esta última especie.

La siembra en relevo con café se realiza en los dos primeros años de este cultivo para aprovechar los cuidados que se le brindan al tomate.

La marchitez bacteriana causada por *P. solanacearum* (Lastra 1986, Calvo 1990), es uno de los factores más limitantes en la producción comercial del tomate durante la época seca en el Valle Central de Costa Rica.

En El Salvador, Honduras y Panamá también se ha informado de este problema (Pinochet 1985, Alonso 1985, Monterroso 1985, Monterroso 1986). En Panamá no se presentan pérdidas severas en el campo gracias al empleo de cultivares resistentes logrados a través del Programa de Mejoramiento del IDIAP (De León 1987).

Entre las alternativas utilizadas por los agricultores para evitar el problema de la marchitez se acostumbra la siembra en rotación con caña de azúcar, la que por su largo ciclo de cultivo contribuye a que la bacteria *P. solanacearum* pierda su infectividad.

La caída del precio del azúcar a nivel internacional estimuló a muchos agricultores de la región Occidental del Valle Central a sustituir la caña por el cultivo del café, reduciendo de esta manera las posibilidades de contar con terrenos aptos para la siembra de tomate. Esto obliga a muchos de ellos a sembrar consecutivamente en un mismo lugar o a reducir períodos entre siembras con el consecuente riesgo de perder sus cultivos si no cuentan con materiales resistentes a la marchitez bacteriana.

El uso de variedades resistentes es el método más efectivo y económico para combatir la enfermedad, como lo demuestran pruebas realizadas por Stolberg et al. (1987) Jiménez et al. (1987 y 1988) quienes identificaron materiales promisorios para uso industrial y para mesa.

Meneses et al. (1990), informaron sobre la disponibilidad de algunos materiales genéticos con resistencia a este patógeno. Dina Guayabo, Dina

*Agente de Extensión Agrícola de Grecia. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Grecia, Costa Rica.

**Entomólogo. Proyecto Manejo Integrado de Plagas. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

***Fitopatólogo. PINDECO. Puntarenas. Costa Rica.

Panamá, Tropigráfica 1 y 115-9 figuraron como los de menor susceptibilidad bajo condiciones de inoculación natural como artificial. Catalina 87, Tropigráfica 3 y el híbrido CR-2 fueron medianamente susceptibles en tanto que los híbridos CR-5 y CR-3 mostraron mayor susceptibilidad.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad productiva y la resistencia a *P. solanacearum* de 14 cultivares de tomate de mesa bajo las condiciones ambientales y de manejo de un productor de tomate de Grecia, Costa Rica y comparar estos resultados con los obtenidos por Meneses et al. (1990) bajo las condiciones de la Estación Experimental Fabio Baudrit M. de la Universidad de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en una finca localizada en las inmediaciones de la ciudad de Grecia, provincia de Alajuela, a una altura de 950 msnm. La temperatura y la precipitación promedio mensual durante el período del experimento fueron de 21.5°C y 57.8mm respectivamente.

El período del estudio fue de 130 días (12 de Enero al 22 de Mayo de 1989).

La topografía del terreno presenta una pendiente del 15%. El suelo es de textura arcillosa, de buen drenaje pero de baja fertilidad natural.

La preparación del terreno, así como las demás actividades del manejo del cultivo se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

La siembra de los materiales se realizó por trasplante, colocándose de 2 a 3 plantitas por golpe de siembra, para ralear posteriormente a una. Las distancias de siembra empleadas fueron 1.20m entre surcos y 0.40m entre plantas (20832 plantas/ha).

Para lograr la homogeneidad entre los tratamientos, se aplicó una fertilización básica a la siembra de la fórmula comercial 10-30-10 a razón de 200 Kg/ha. Una segunda fertilización se realizó a los 20 días después de la siembra (DDS) con 600 Kg/ha de la misma fórmula empleada en la siembra. También se aplicó Boro al follaje.

Para prevenir el daño de insectos del suelo se utilizó carbofuran (Furadan 5% G).

No hubo aplicaciones de insecticidas ni de fungicidas al follaje debido a que los daños observados no alcanzaron niveles económicamente importantes.

El combate de malezas se efectuó mediante aporques efectuados después de la segunda fertilización y luego cada mes.

Materiales experimentales. De las selecciones de tomate evaluadas (Cuadro 1), las primeras once líneas provinieron del Banco de Germoplasma del CATIE, seleccionados porque mostraron buena resistencia a la bacteria en condiciones del trópico húmedo (Jiménez et al, 1988). Asimismo, los híbridos CR, provenientes de la Northrup King, han sido calificados como resistentes bajo las condiciones del trópico semiseco centroamericano.

La variedad Hayslip ha sido uno de los materiales más sembrados por los agricultores de la zona (Calvo 1990) y en este estudio se utilizó como patrón de comparación.

El ensayo se realizó en un terreno donde existía una alta presión del inóculo en condición natural que afectó severamente una plantación de chile dulce sembrada algunos días antes.

Los cultivares se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental útil constó de 3 surcos de 16 plantas, utilizándose el del centro para hacer la evaluación (10.08 m²).

Para evaluar la respuesta a *P. solanacearum* se efectuó una evaluación de la incidencia a los 90 DDS.

El rendimiento se transformó a Kg/ha y para evaluar la calidad del producto se utilizó la clasificación por categorías empleada en el CENADA (Centro Nacional de Abastecimientos) de acuerdo con la calidad y tamaño de la fruta en la siguiente manera:

Clase I: Frutos con pesos superiores a 160 g y con diámetro mayor a 7 cm., fruta sana y con buena apariencia.

Clase II: Frutos con un peso entre 120 y 160 g y con un diámetro entre 5.5-7.0 cm., fruta con buena sanidad y apariencia.

Clase III: Frutos con peso inferior a 120 g, con un diámetro menor a 5.5 cm; por lo general no presentan grado de madurez definido.

Para la exportación y en los mercados populares conocidos como "Feria del agricultor" se utilizan solamente las dos primeras categorías descritas.

CUADRO 1. Descripción de las líneas de tomate de mesa promisorias para resistencia a *P. solanacearum*, Alajuela (1989).

LÍNEA	TIPO DE SEMILLA	ORIGEN	TIPO DE CRECIMIENTO
115-9	PA	Panamá	indeterminado
CATALINA 87	PA	Costa Rica	"
Dina Panamá (Selec. Alajuela)	PA	Panamá	"
Dina Guayabo	PA	Panamá	semideterminado
Dina Guayabo (Selec. Alajuela)	PA	Panamá	"
Tropigráfica 1	PA	Costa Rica	indeterminado
Tropigráfica 3	PA	Costa Rica	"
Tropigráfica 100	PA	Costa Rica	"
129	PA	Costa Rica	"
14667	PA	Costa Rica	semideterminado
China	PA	Taiwan	indeterminado
CR-1	Hibr	USA	"
CR-4	Hibr	USA	"
Hayslip	PA	"	"

PA = Polinización abierta
Hibr = Híbrido

RESULTADOS

Rendimiento. La producción se obtuvo durante el período comprendido entre la tercera semana de abril y la última semana de Mayo. Algunos materiales mostraron un comportamiento excelente y sus rendimientos permiten recomendarlos para una siguiente etapa de prueba o validación con agricultores. Entre estos materiales sobresalieron CR-4 que obtuvo una producción total de 41439.47 Kg/ha, Tropigrana 100 y Catalina 87 que rindieron 39561.96 y 37983.57 Kg/ha respectivamente.

A pesar de los altos rendimientos, fueron muy pocos los que alcanzaron una buena producción de tomate de primera calidad (Cuadro 2, Fig. 1). De los mencionados antes, CR-4 produjo 8219.5 Kg/ha de primera, seguido por Dina Guayabo con 8049.8 Kg/ha, Dina Guayabo (Selec. Alajuela)

Alajuela), 14667 y Tropigrana 1, presentaron problemas de apertura del pistilo, por lo cual se desecharon muchos frutos. La línea 129 se caracterizó por la producción de frutos grandes y deformes, características que los descalificaron como frutos comercializables en el mercado nacional. La línea 115-9 presentó frutos pequeños del tipo requerido para la industria.

Incidencia de marchitez bacterial. La marchitez bacterial del tomate causada por *P. solanacearum* afectó de manera significativa los materiales genéticos evaluados. La variedad Hayslip fue la más afectada con un 27.7% de incidencia. Le siguieron CR-1 con 22.8%, Tropigrana 3 con 20.5% y Tropigrana 100 con 16.8% (Cuadro 3 y 4). □

CUADRO 3. Evaluación de incidencia de *P. solanacearum* en catorce materiales de tomate. Grecia, Costa Rica (1989).

Material genético	Incidencia
Hayslip	27.7 a
CR-1	22.8 ab
Tropigrana 3	20.5 ab
Tropigrana 100	16.8 abc
Dina Panamá (Selec. alajuela)	16.4 abc
CR-4	13.3 abcd
Tropigrana 1	9.6 abcd
Dina Guayabo (Selec. Alajuela>)	5.6 abcd
14667	4.4 bcd
Dina Guayabo	3.3 bcd
115-9	3.0 bcd
Catalina 87	1.9 cd
China	1.0 cd
129	1.0 cd

CUADRO 2. Rendimiento de tomate (Kg/ha) de catorce materiales resistentes a *P. solanacearum* en Grecia, Costa Rica (1989).

MATERIAL GENETICO	CATEGORIA			TOTAL
	Primera	Segunda	Tercera	
CR-4	8219.5	18167.3	15052.6	41439.4
Tropigrana 100	3553.0	11799.7	24209.1	39561.9
Catalina 87	3605.2	12444.2	21934.1	37983.5
Dina Guayabo (Sel. Alaj.)	7617.4	14665.6	14762.7	37045.8
CR-1	3758.7	15746.8	14837.8	34343.5
14667	2238.6	10365.3	18982.8	31586.8
Tropigrana 1	3230.7	10430.4	17551.6	31212.8
Dina Guayabo	8049.7	10485.9	12136.5	30672.2
Hayslip	5743.1	13654.6	11055.2	30453.0
Dina Panamá (Sel. Alaj.)	6084.2	8661.8	12638.6	27384.8
115-9	2406.4	6508.0	16693.8	25608.3
129	2312.0	9589.5	11002.9	22824.5
Tropigrana 3	3004.3	7489.7	10123.7	20617.8
China 1	0	3755.4	14733.0	18488.5

Rendimiento de tomate (Kg/ha). Grecia, Costa Rica, 1988.

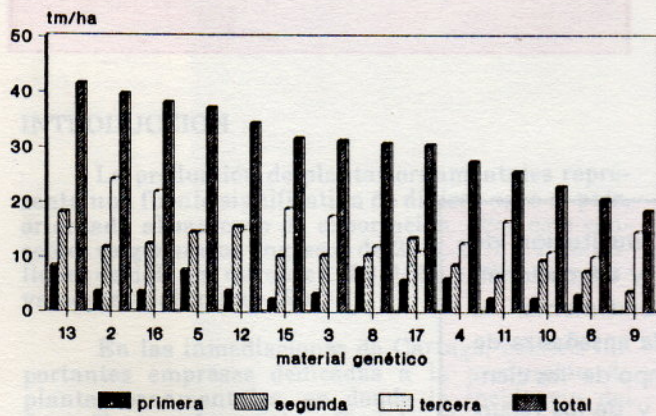


Fig. 1. Rendimiento de tomate (kg/ha) de catorce materiales. Grecia, Costa Rica (1989).

Considerando que para el mercado nacional el tomate de primera y segunda calidad es el más aceptable, los mejores materiales fueron: CR-4 (26386.8 Kg/ha), Dina Guayabo (Selec. Alajuela) con 22283.08 Kg/ha, CR-1 (19505.59 Kg/ha), Hayslip (19397.82 Kg/ha) y Dina Guayabo (18535.69 Kg/ha). Los materiales Dina Guayabo, Dina Guayabo (Selec.

CUADRO 4. Análisis de varianza de la variable incidencia de marchitez bacterial. Grecia, Costa Rica (1988).

FUENTE DE VARIACION	g.l.	CM	VALOR DE F	Pr > F
Bloques	3	0.01578998	0.51	0.6775
Tratamientos	13	0.08735636	2.83	0.0075
Error	34	0.03091327		
Total	50			

cv 61%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los materiales más sobresalientes en cuanto a rendimiento total fueron el híbrido CR-4 y las variedades Tropigrana 100 y Catalina 87,
- En producción de frutos de primera más segunda calidad, se destacaron CR-4, Dina Guayabo, Dina Guayabo (Selec. Alajuela), Dina Panamá (Selec. Alajuela) y Hayslip.
- Los materiales más sobresalientes por su rendimiento, forma de los frutos y resistencia a *P. solanacearum* fueron Catalina 87, Dina Guayabo, Dina Guayabo (Selec. Alajuela) y CR-4.

AGRADECIMIENTOS

Se hace un especial reconocimiento al señor Francisco Mora por haber facilitado la realización de este experimento en terrenos de su finca localizada en las inmediaciones de la ciudad de Grecia, provincia de Alajuela.

LITERATURA CITADA

- ALONSO, F.; PALMA, M. 1985. Diagnóstico parasitológico preliminar de los principales cultivos de El Salvador. San Salvador. CATIE/CENTA. 23 p.
- CALVO, G., FRENCH, J. y KOOPER, N. 1990. Caracterización agroeconómica de la fitoprotección en el cultivo del tomate, Valle Central de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 15:67-82.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas. 1990. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del cultivo de tomate. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. 138p.
- DE LEON, G. 1987. Proceso para la obtención de resistencia de tomate a Pseudomonas solanacearum en Panamá. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.5:11-15.
- HERNANDEZ, J. 1984. Selección de variedades de tomate Lycopersicon esculentum en Costa Rica. In VI Congreso Agronómico Nacional. San José, Costa Rica. v. 2 p. 141-153.
- _____. 1988. Resistencia del tomate a P. solanacearum en el trópico húmedo. In 28 Reunión Anual American Phytopathological Society - Sección Caribe. San Andrés, Colombia. Memorias. p. 5.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; SHANNON, P.J.; FRENCH, J. y BERMUDEZ, W. 1987. Respuesta de tres cultivares de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) a dos manejos en condiciones de estación lluviosa del trópico húmedo, Turrialba, Costa Rica. XXXIII Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala. Resúmenes. Guatemala. ICTA.
- LASTRA, R.; MENESES, R. 1986. Inventario de plagas y enfermedades de Costa Rica. San José, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No.80. 30 p.
- MENESES, R., MOREIRA, M., JIMENEZ, J.M. y BUSTAMANTE, E. 1990. Respuesta de líneas de tomate de mesa a Pseudomonas solanacearum en época de invierno en Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 40(2):222-228.
- MOLINA, M. y HERNANDEZ, J. 1983. Guía de producción de tomate. Programa de Hortalizas, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. (Universidad de Costa Rica). 5 p.
- MONTERROSO, D.; PAREJA, M. 1985. Inventario de los problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Guatemala. Guatemala. CATIE. 54 p.
- _____; BUSTAMANTE, M. 1986. Aspectos generales del desarrollo agrícola y principales problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. CATIE/MIP. Serie técnica. Informe técnico No.128. 61 p.
- PINOCHET, J. 1985. Inventario de plagas y enfermedades de Panamá. Panamá. CATIE. Serie técnica. Informe técnico No.70. 18 p.
- STOLBERG, A.G.; BUSTAMANTE, E.; JIMENEZ, J.M.; LASTRA, R. y GONZALEZ, W. 1987. Caracterización y evaluación de 171 introducciones de tomate (Lycopersicon spp.) contra patógenos de importancia económica en Costa Rica. XXXIII Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala. 1987. Resúmenes. Guatemala. ICTA.
- THURSTON, D. 1976. Resistance to bacterial wilt (Pseudomonas solanacearum). In ----- Ed. Planning conference and workshop on the ecology and control of bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. Raleigh, North Carolina. p. 58-67.
- WINSTEAD, N. y KILMAN, A. 1952. Inoculation technique for evaluating resistance to Pseudomonas solanacearum. Phytopathology 42:628-634.

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y la enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y el Caribe.

COMBATE QUIMICO DE *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) EN *Salvia splendens* Sellow en CARTAGO, COSTA RICA*

Guillermo E. Jiménez**
Ronald Ochoa***
Gustavo Calvo***

ABSTRACT

Efficiency of six acaricides against adults, larvae and nymphae (mobile forms), and eggs of *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) was determined on *Salvia splendens* Sellow var. Light Salmon (Fam. Labiatae). Experiments were done in Dulce Nombre, Cartago, Costa Rica.

Acaricides evaluated were: thuringiensin (Dibeta^R) (150 g ai/ha, abamectin (Vertimec^R) 9 g ia/ha, clofentezine (Acaristop^R) 200 g ia/ha, amitraz (Mitac^R) 500 g ia/ha, fluvalinate (Mavrik^R) 120 g ia/ha and dicofol (Kelthane^R) 679 g ia/ha. A non treated plot was used as a reference.

Relative population densities were recorded during seven weeks, sampling each week including three acaricide applications.

Significant differences in relation to the non treated plot were reported except for fluvalinate, where the mite density (mobile forms and eggs) increased throughout the experimental period.

Lowest densities of mobile forms were observed on plants treated with clofentezine, although no significant differences were observed when compared to abamectin, dicofol, thuringiensin, or amitraz. Average egg densities were lower on plants treated with abamectin, but no significant differences were obtained in relation to thuringiensin, dicofol, clofentezine and amitraz.

RESUMEN

En la localidad de Dulce Nombre, Cartago, Costa Rica, se llevó a cabo un experimento en el que se determinó la eficacia de seis acaricidas contra formas móviles (adultos, ninfas y larvas) y huevos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en *Salvia splendens* Sellow var. Light Salmon (Fam. Labiatae).

Los productos utilizados fueron: thuringiensin (Dibeta^R) 150 g ia/ha, abamectina (Vertimec^R) 9 g ia/ha, clofentezina (Acaristop^R) 200 g ia/ha, amitraz (Mitac^R) 500 g ia/ha, fluvalinato (Mavrik^R) 120 g ia/ha y dicofol (Kelthane^R) 679 g ia/ha, contra un testigo.

La población se evaluó con siete muestreos, durante siete semanas, con un total de tres aplicaciones. Se encontraron diferencias significativas de todos los tratamientos respecto al testigo, excepto para el fluvalinato, que no difiere de éste y con el cual se obtuvo un aumento en la densidad de la población del ácaro; tanto para las formas móviles como para los huevos.

El producto con menor número de formas móviles fue el clofentezina, aunque no difiere estadísticamente de la abamectina, dicofol, thuringiensin, ni del amitraz. El número promedio más bajo de huevos se obtuvo con la abamectina, aunque no existen diferencias significativas con respecto al thuringiensin, dicofol, clofentezina y amitraz.

INTRODUCCION

La producción de plantas ornamentales representa una fuente significativa de divisas para el país, orientada al mercado de exportación. Por este concepto, se generaron ingresos de 20.2, 21.7 y 27.3 millones de dólares, durante 1988, 1989 y 1990 respectivamente (Matamoros 1991).

En las inmediaciones de Cartago, existen importantes empresas dedicadas a la producción de plantas ornamentales, en donde la incidencia del ácaro *Tetranychus urticae* Koch ha ido en aumento y su combate se realiza principalmente con productos químicos.

El problema de su combate se complica para los cultivadores porque los ácaros adquieren resistencia a los plaguicidas (Hoy & Conley 1987), además por su

capacidad de adaptación al medio-ambiente. En la actualidad constituye una de las principales causas de daños y pérdidas en la industria de plantas ornamentales de Costa Rica.

Este ácaro en su ataque inicial a *S. splendens*, produce pequeñas punteaduras (Foto 1) y posteriormente amarillamiento de la lámina foliar, necrosamiento, caída de hojas, reducción del tamaño y viabilidad de la semilla, desarrollo anormal de yemas y otras alteraciones fisiológicas, lo que en la mayoría de los casos, reduce la calidad y la producción del cultivo (Fréitez 1974; Salas 1978; Dong et al. 1986).

Aún cuando el mercado dispone de varios acaricidas, el problema de los ácaros va en aumento, debido probablemente al deficiente conocimiento de los plaguicidas y su uso, así como al desconocimiento mismo de la plaga, que es la base en el establecimiento de un programa de manejo integrado de ácaros.

*Parte de la tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor ante la Sede Regional del Atlántico, Universidad de Costa Rica.

**Sede Regional del Atlántico, Universidad de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica.

***Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Apartado 7170, Turrialba, Costa Rica.

Todo esto, añadido a la escasa investigación sobre pruebas de acaricidas en ornamentales, sirvió de base para programar el presente ensayo de campo, cuyo objetivo fue determinar la eficacia de seis productos acaricidas sobre *Tetranychus urticae* Koch en *Salvia splendens* Sellow, que permitiera escoger los mejores productos para el combate y el manejo adecuado de la plaga.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó entre fines de octubre e inicios de diciembre de 1990 en la Empresa Linda Vista S.A., División de Geo Ball Inc., ubicada en Dulce Nombre, provincia de Cartago, Costa Rica. A una altitud de 1350 msnm, con temperatura promedio de 18.5°C y humedad relativa ambiental de 70%, en invernaderos de techo plástico, compuestos por seis camas de siembra, cada una de 1x20 m (Foto 2).

Se usó un arreglo de parcelas divididas en el tiempo en un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

Cada unidad experimental consistía de 4 m de ancho por 1.5 m de largo, la parcela útil era de 1.5 m², para un total de 14 plantas por parcela útil colocadas en pata de gallo. En ambos extremos de la parcela útil se dejó un borde de 2.25 m².

Las variables evaluadas (número de formas móviles: larvas, ninfas y adultos y el número de formas inmóviles: huevos), se transformaron mediante $\sqrt{x+1/2}$. Además del análisis de varianza, las medias fueron analizadas mediante la prueba de Tukey al 5%. El análisis se realizó con el paquete SAS versión número 6.4, 1987 para microcomputadora.

Se evaluaron los acaricidas: thuringiensin (150 g ia/ha), abamectina (9 g ia/ha), clofentezine (200 g ia/ha), amitraz (500 g ia/ha), fluvalinate (120 g ia/ha) y dicofol (679 g ia/ha)

Se realizaron un total de tres aplicaciones con bomba de espalda de 16 l de capacidad con una boquilla cónica ajustable, a un volumen de 1595 l/ha, después de hacer los recuentos de las formas móviles y de huevos: las aplicaciones se efectuaron a los 0, 8 y 22 días respectivamente (26 de octubre 2 y 6 de noviembre).

Se hicieron muestreos semanales durante todo el ensayo, tomándose 10 hojas intermedias de ocho plantas de *Salvia splendens* Sellow var. Light

Salmon, seleccionadas al azar de la parcela útil. Los muestreos se realizaron a los 0, 8, 15, 22, 30, 38 y 46 días (26 de octubre, 2, 9, 16, 23, 30 de noviembre y 7 de diciembre).

Las muestras se llevaron al Laboratorio de Entomología de la Sede Regional del Atlántico, para la evaluación en un estereoscopio de las formas móviles (adultos, ninfas y larvas) e inmóviles (huevos).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, muestreos y muestreo*tratamiento, tanto para las formas móviles como para las inmóviles (Cuadro 1).

Los valores promedios del número de formas móviles para todos los tratamientos, señalan que los productos evaluados difieren significativamente del testigo, excepto el fluvalinate (Cuadro 2). El clofentezine presentó el menor número de ácaros, aunque no difiere significativamente de la abamectina, dicofol, y thuringiensin, que presentan resultados muy similares, ni del amitraz, que a su vez no difiere significativamente del fluvalinate el cual presenta el mayor número de ácaros por hoja junto con el testigo.

Bostanian et al. (1989), Helm (1989) y Green & Dybas (1984), obtuvieron resultados similares con respecto a la regulación del número de ácaros por parte del clofentezine, así como el efecto obtenido con la abamectina.

CUADRO 1. Análisis de varianza para la población de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre de Cartago (1990).

FUENTE DE VARIACION	g.l.	ACAROS	HUEVOS
Bloque	3	0.0021**	0.0383*
Tratamientos	6	0.0001**	0.0001**
Bloque*trats. (Error A)	18	0.0001**	0.1199**
Muestreo	6	0.0001**	0.0001**
Muestreo*tratamiento	36	0.0001**	0.0001**
Muestreo*bloque	18	0.6936	0.6219
Error	108		
Total	195		
C.V.		35.193	42.284
R-cuadrado		0.850	0.803

** Altamente significativo (P<0.01)
* Significativo (P<0.01)

CUADRO 2. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

TRATAMIENTOS	ACAROS(1)
Testigo	19.759 a
fluvalinate	9.638 ab
amitraz	5.640 bc
thuringiensin	2.651 c
dicofol	2.319 c
abamectina	2.223 c
clofentezine	2.219 c

(1) Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 3. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de huevos de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

TRATAMIENTOS	Huevos (1)
Testigo	20.449 a
fluvalinate	9.688 ab
amitraz	7.279 bc
clofentezine	3.662 c
dicofol	2.102 c
thuringiensin	1.826 c
abamectina	0.942 c

(*)Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes

La respuesta de los productos sobre el número de huevos fue diferente a la de las formas móviles (Cuadro 3). Abamectina presentó el menor número de huevos, seguido por el thuringiensin, dicofol y el clofentezine, aunque no hay diferencias significativas entre ellos. El fluvalinate y el amitraz se comportaron igual para el caso de las formas móviles, no difiriendo entre ellos. El testigo presenta el mayor número de huevos, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos, excepto del fluvalinate.

La abamectina presentó la respuesta positiva en la reducción del número de huevos, lo cual se debe probablemente a su acción sobre la tasa de oviposición (Merck Sharp & Dohme 1985), al igual que el thuringiensin, que después de la abamectina, dio una mejor respuesta en la regulación de la población de huevos (Cuadro 3). Este último producto disminuye la oviposición de la plaga, ya que inhibe directamente la muda de los ácaros (Abbott Lab. 1986).

Helm (1989) y Neal et al. (1986) constataron que el ovidica clofentezine causa un buen efecto contra huevos y estadíos larvales tempranos, y ninguno sobre adultos; lo cual difiere de los resultados obtenidos en este ensayo, en donde se nota un efecto más marcado en la reducción de adultos, que en el número de huevos (Cuadros 1 y 2). Esto se podría explicar porque el clofentezine, parece afectar sólo las etapas tardías de la embriogénesis y no muestra efecto en el desarrollo de los huevos de ácaros antes del día cuatro y además, los huevos nunca pierden su forma esférica ni su color (Hidalgo 1991); por lo que al realizar los conteos bajo el estereoscopio, se pudieron haber contado huevos que parecían vivos, pero en realidad no eran viables y no eclosionarían. Su acción ovidica se reflejó en forma indirecta, principalmente en la regulación del número de formas móviles, ya que presentó el valor más bajo (Cuadro 2).

El análisis de varianza por muestreo para las formas móviles y los huevos, señala que no hay diferencias significativas entre tratamientos en los dos primeros muestreos. A partir del tercero, se presentan diferencias entre tratamientos, tanto para formas móviles como para huevos (Cuadros 4 y 5). Al no

presentarse diferencias en el primer muestreo, se parte de una población distribuida uniformemente en los tratamientos.

La población del testigo se fue incrementando con el transcurso del tiempo hasta la sexta semana, cuando se presentó una disminución, posiblemente debido a la senescencia de hojas o algún factor climático (Cuadros 6 y 7, Fig.1). Lo mismo ocurre para el testigo de huevos (Fig. 2). Este efecto ocurrió también con el fluvalinate. Este producto presentó un buen combate inicial, con respecto al comportamiento de este acaricida tanto de formas móviles como huevos (Figs. 1 y 2). Sin embargo, al transcurrir el tiempo, se nota un incremento considerable en las poblaciones del ácaro. Lo anterior, según Penman et al. (1988) se debe posiblemente al hecho de que los plaguicidas piretroides presentan un efecto de repelencia sobre las poblaciones de ácaros.

Estos productos son letales y repelentes a los ácaros e insectos depredadores, hongos fitopatogénicos y entomógenos, lo que facilita que los ácaros plaga se reproduzcan e incrementen sus poblaciones (Penman et al. 1988; Gerson & Cohen 1989).

Gerson & Cohen (1989) consideraron que los piretroides podrían mejorar la fecundidad de las hembras de tetraníquidos, especialmente durante la oviposición, acortando la duración del desarrollo y sesgando la razón de hembra/macho a favor de la primera. Además informaron que el fluvalinate provoca resurgimiento de los tetraníquidos y disminución de sus depredadores. Las plantas hospedantes

CUADRO 4. Análisis de varianza para la población de *T. urticae* por cada muestreo, Dulce Nombre, Cartago (1990).

FUENTE DE VARIACION	g.1	MUESTREO						
		1	2	3	4	5	6	7
Bloques	3	0.7060	0.1357	0.5174	0.1952	0.3173	0.9964	0.4069
Trat.	6	0.3628	0.1298	0.0106*	0.0040**	0.001**	0.0001**	0.0001**
Error	18							
Total	27							
C.V.		35.79	41.20	38.73	46.54	37.49	25.32	44.24

* Significativo
**Altamente significativo

CUADRO 5. Análisis de varianza para la población de huevos de *T. urticae* por cada muestreo, sobre *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

FUENTE DE VARIACION	g.1	MUESTREO						
		1	2	3	4	5	6	7
Bloques	3	0.5921	0.0857	0.8143	0.1137	0.6186	0.6739	0.8225
Trat.	6	0.4347	0.2338	0.0471*	0.0018**	0.001**	0.0001**	0.0002**
Error	18							
Total	27							
C.V.		35.21	43.03	37.21	44.90	35.47	27.55	53.21

* Significativo
**Altamente significativo

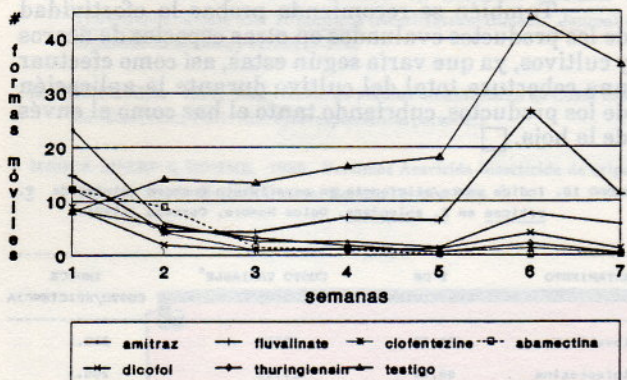


Fig 1. Efecto de la aplicación de seis acaricidas sobre el no. de formas móviles de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre de Cartago, 1990.

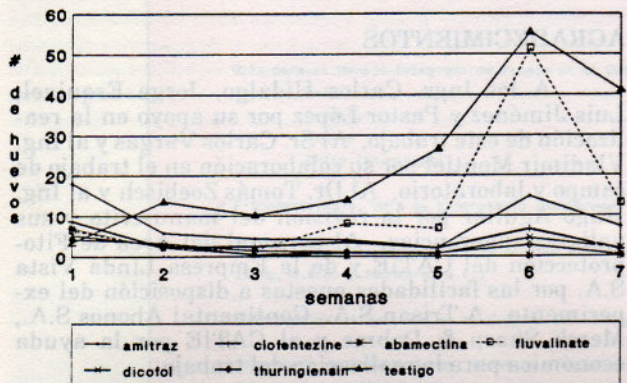


Fig 2. Efecto de la aplicación de seis acaricidas sobre el no. de huevos de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre de Cartago, 1990.

llegan a presentar hasta seis veces más tetraníquidos que las expuestas a otros acaricidas, meses después de haberse realizado la aplicación.

La abamectina y el clofentezine presentaron un mejor comportamiento en la regulación de adultos, a través del experimento mientras que el amitraz, dicofol y thuringiensin presentaron resultados intermedios (Fig. 1). Para la población de huevos fueron el thuringiensin y la abamectina (Fig. 2).

La abamectina presentó el mejor efecto residual, tanto para formas móviles, como para huevos (Cuadros 6 y 7), ya que durante los muestreos mantuvo un número bajo de ácaros y huevos y en el último muestreo presentó la menor cantidad (Figs. 1 y 2), aunque no difiere estadísticamente del clofentezine y el thuringiensin, que presentaron también un buen efecto residual (Cuadros 6 y 7).

Según Green & Dybas (1984) la abamectina, es un producto con una prolongada actividad residual, debido a su demostrada actividad translaminar.

Con el dicofol y el amitraz se obtienen resultados intermedios, con una residualidad menor, que se pierde a partir del quinto muestreo (Cuadros 6 y 7).

El fluvalinate mostró el menor efecto residual, ya que fue nulo a partir del tercer muestreo, tanto para formas móviles como para huevos (Figs. 1 y 2).

Con respecto al porcentaje de efectividad de los tratamientos, ningún producto redujo en un 100% la población de *T. urticae*, sin embargo, se alcanzaron porcentajes de efectividad satisfactorios, tanto para formas móviles como para huevos (Cuadro 8).

El mejor porcentaje de efectividad para formas móviles se obtuvo con el clofentezine, seguido por la abamectina, dicofol y thuringiensin, para un 88.77, 88.75, 88.26 y 86.58%, respectivamente (Cuadro 8). El producto abamectina mostró ser más efectivo con los huevos, seguido por thuringiensin, dicofol y clofentezine, para un porcentaje de 95.39, 91.07, 89.72 y 82.09%, respectivamente.

El amitraz y fluvalinate presentaron el menor porcentaje de efectividad tanto para formas móviles, como para huevos, 70.5 y 51.2% para adultos, y 64.4 y 52.6 para huevos, respectivamente (Cuadro 8).

CUADRO 6. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de formas móviles de *T. urticae* en cada muestreo, sobre *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

TRATAMIENTO ⁽¹⁾	MUESTREOS						
	1	2	3	4	5	6	7
amitraz	23.27a	5.89a	2.48ab	2.52 b	1.43 b	7.68 b	5.66 bc
fluvalinate	14.79a	4.50a	4.25ab	6.93ab	6.32ab	26.60a	11.20 b
clofentezine	12.26a	4.17a	0.95 b	1.23 b	0.55 b	1.31 bc	0.34 c
abamectina	12.20a	8.99a	1.42 b	0.94 b	0.12 b	0.05 c	0.13 c
dicofol	8.86a	1.86a	0.89 b	1.00 b	1.19 b	4.06 bc	1.22 bc
thuringiensin	8.37a	5.34a	3.15ab	1.74 b	0.60 b	2.16 bc	0.40 c
Testigo	8.01a	14.05a	13.34a	16.37a	18.04a	43.91a	35.19a

(1) Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 7. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de huevos de *T. urticae* en cada muestreo, sobre *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

TRATAMIENTO ⁽¹⁾	MUESTREOS						
	1	2	3	4	5	6	7
amitraz	18.11a	5.78a	4.40ab	4.13abc	2.14 bc	14.85 b	7.33 b
clofentezine	8.80a	2.41a	2.49ab	3.46abc	2.09 bc	6.71 bc	1.77 b
abamectina	7.01a	2.17a	0.40 b	0.07 c	0.05 c	0.00 c	0.02 b
fluvalinate	6.55a	2.31a	1.61ab	8.13ab	6.97 b	51.37a	13.05ab
dicofol	5.35a	2.86a	0.54ab	0.89 bc	0.64 bc	4.46 bc	1.89 b
thuringiensin	4.32a	3.34a	1.39ab	1.08 bc	0.86 bc	2.71 bc	0.37 b
testigo	3.38a	13.62a	10.17a	13.99a	26.57a	55.35a	41.08a

(1) Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 8. Porcentaje de efectividad de los tratamientos evaluados contra formas móviles y huevos de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

TRATAMIENTO	% DE EFECTIVIDAD	
	Formas móviles	Huevos
clofentezine	88.77	82.09
abamectina	88.75	95.39
dicofol	88.26	89.72
thuringiensin	86.58	91.07
amitraz	70.55	64.40
fluvalinate	51.22	52.62

CUADRO 9. Análisis de dominancia experimento combate químico de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

TRATAMIENTO	% DE EFECTIVIDAD	COSTOS VARIABLES** (¢)
clofentezine	88.77	17765*
abamectina	88.75	32445
dicofol	88.26	13027*
thuringiensin	86.58	27565
amitraz	70.55	13245
fluvalinate	51.22	10762*
Testigo	0	0 *

* Tratamientos no dominados
**Tipo de cambio 1 US = ¢117.70

Los tratamientos se ordenaron de mayor a menor eficiencia con su respectivo costo variable para permitir el análisis de dominancia, donde se eliminan los tratamientos abamectina, thuringiensin y amitraz, ya que para cada uno de ellos existe otra alternativa con una mayor eficiencia y un menor costo variable (Cuadro 9).

Dicofol presenta el menor índice de costo/eficiencia entre los tratamientos dominantes, es decir, el menor costo por unidad de eficiencia, seguido por el clofentezine, cuyo costo por unidad de eficiencia es mayor, aunque con un porcentaje de eficiencia mejor. El fluvalinate presenta costos variables bajos, pero un porcentaje de eficiencia insatisfactorio (Cuadro 10).

La abamectina y el thuringiensin presentan una buena efectividad, sin embargo sus costos variables son muy altos comparados con el dicofol y el clofentezine, que tienen costos menores y porcentajes de eficiencia similares. No obstante, cabe mencionar la necesidad de determinar cuál es el rendimiento con esos porcentajes de eficiencia y así poder calcular la relación beneficio/costo, máxime en una actividad como las ornamentales, donde el valor del producto está determinado por la calidad del mismo.

Se concluye, que dado el efecto positivo de clofentezine, abamectina, dicofol y thuringiensin, se podrían emplear en un sistema de manejo de ácaros, rotándolos adecuadamente. Además se recomienda evitar el uso de piretroides sintéticos para el combate de ácaros fitoparásitos, por cuanto pueden inducir a que ocurran incrementos en la densidad de la plaga.

También se recomienda probar la efectividad de los productos evaluados en otras especies de ácaros y cultivos, ya que varía según estas, así como efectuar una cobertura total del cultivo durante la aplicación de los productos, cubriendo tanto el haz como el envés de la hoja. □

CUADRO 10. Índice costo/eficiencia en experimento combate químico de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

TRATAMIENTO	% DE EFECTIVIDAD	COSTO VARIABLE* (W)	INDICE COSTO/EFICIENCIA
fluvalinate	51.22	10762	210.1
clofentezine	88.77	17765	200.1
dicofol	88.26	13027	147.6

*Tipo de cambio 1 US = ¢117.70

AGRADECIMIENTOS

A los Ings. Carlos Hidalgo, Jorge Esquivel, Luis Jiménez y Pastor López por su apoyo en la realización de este trabajo. Al Sr. Carlos Vargas y al Ing. Vladimir Montiel por su colaboración en el trabajo de campo y laboratorio. Al Dr. Tomás Zoebisch y al Ing. Hugo Aguilar por la revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias. Al personal del Área de Fito-protección del CATIE y de la Empresa Linda Vista S.A. por las facilidades puestas a disposición del experimento. A Trisan S.A., Continental Abonos S.A., Merck Sharp & Dohme y al CATIE por la ayuda económica para la realización del trabajo.

LITERATURA CITADA

- ABBOT Laboratories. 1986. Dibeta^R insecticida-acaricida. Boletín Informativo AG 3773:1-7.
- BOSTANIAN, N.J.; VINCENT, C.; PRITE, D.; SIMARD, L. 1989. Chemical control of key and secondary arthropod pests of Quebec apple orchards. *Applied Agricultural Research* 4(3):179-184.
- DONG, H.F.; GUO, Y.J.; NIU, L.P. 1986. Biological control of the two spotted mite with *Phytoseiulus persimilis* on four ornamental plants in greenhouses. *Chinese Journal of Biological Control* 2(2):59-62.
- FREITEZ, F.P. 1974. Reconocimiento preliminar de ácaros fitoparásitos de la familia Tetranychidae de Costa Rica (Acarina). Tesis Ing. Agr., San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 130 p.
- GERSON, U.; COHEN, E. 1989. Resurgences of spider mites (ACARI: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. *Experimental & Applied Acarology* 6:29-46.
- GREEN, A.S.T.; DYBAS, R.A. 1984. Avermectin B₁ control of mites on ornamentals. In 1984 British Crop Protection Conference. Pest and Diseases. (1984., Brighton Metropole, G.B.). Proceedings Croydon, G.B.; British Crop Protection Council. V.3. p.1129-1133.
- HIDALGO, C. 1991. Algunos aspectos sobre el modo de acción del clofentezine (Acaristop). San José, C.R., Continental Abonos. (Correspondencia personal).

HOY, M.A.; CONLEY, J. 1987. Selection for abamectin resistance in *Tetranychus urticae* and *T. pacificus* (Acari:Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 80(1):221-225.

NEAL, J.W.; MacINTOSH, M.S.; GOTT, K.M. 1986. Toxicity of clofentezine against the two spotted and carmine spider mites (Acari:Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 79(2):479-483.

MATAMOROS, A. 1991. Exportación de plantas ornamentales en Costa Rica. San José, C.R., CENPRO. (Correspondencia personal).

PENMAN, D.R.; CHAPMAN, R.B.; BOWIE, M.H. 1988. Selection for behavioral resistance in two spotted spider mites (ACARI: Tetranychidae) to flucythrinate. *Journal of Economic Entomology* 81(1):40-44.

MERCK SHARP & DOHME. 1985. Vertimec Acaricida-Insecticida de origen natural. Merck Sharp & Dohme. Boletín Técnico. 12 p.

SALAS, I.A. 1978. Algunas notas sobre las arañitas rojas (Acari:Tetranychidae) halladas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense (Costa Rica)* 2(1):47-60.

PUBLICACIONES EN VENTA(*)

Están a su disposición los siguientes documentos en sus temas de interés:

	COSTO UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
- Guía para el Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de: (CATIE/MIP)			
Maíz	\$ 9.50		
Repollo	\$ 9.50		
Tomate	\$ 9.50		
Chile (en prensa)			
- Fitoneematología, Guía de Laboratorio (Suckerman, B.M. et al. Trad. N. Harbán)	\$ 9.00		
- Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central (King, A.B.S. y Saunders, J.L.)	\$17.50		
(en Costa Rica)	\$16.00		
- Enfermedades de Cultivos en el Trópico (Thurston, H.D. Trad. J.J. Galindo)	\$12.00		
- Directorio de instituciones, técnicos y especialistas en fitoprotección en Centroamérica. (CATIE/MIP)	\$ 2.50		
- Bibliografía sobre aplicaciones de la informática en áreas de manejo integrado de plagas. (CATIE/MIP)	\$ 2.50		
- Bibliografía sobre manejo integrado de plagas (CATIE/MIP)	\$ 2.50		
- Revista "Manejo Integrado de Plagas (Trimestral). Suscripción Anual	\$20.00		
- Páginas de Contenido MIP (Trimestral) Suscripción Anual	\$15.00		
- Guía de Acaros fitófagos de América Central. Inglés - Español (En preparación)			
- Plagas y enfermedades forestales en América Central. Manual de Consulta y Guía de Campo (2 volúmenes)			
(Centro América y el Caribe)	\$30.00		
Norte y Suramérica	47.00		
Europa y Asia)	50.00		

(*) Incluye costo de envío

Solicitudes a:
Centro de Información MIP
CATIE. Fitoprotección
7170 Turrialba, Costa Rica

(Hacer cheque a nombre de CATIE)

Enviar publicaciones a:

Nombre: _____
Institución: _____
Dirección: _____

Cheque incluido

Enviar factura pro-forma

PERSPECTIVAS PARA EL MANEJO CULTURAL Y QUIMICO DE LAS PUDRICIONES EN LA NUEZ DE MACADAMIA (Macadamia integrifolia)

Gerardina Umaña*
Carlos Masís**
Luis F. Campos***

ABSTRACT

The effects of weed presence and chemical treatments on the incidence of rot of macadamia nut were evaluated. Treatments of mancozeb + copper hydroxide and endosulfan used separately resulted in the lowest incidence of fungal infection. No significant differences between treatments with respect to bacterial infection were found. A higher percentage of diseased fruits was observed in the weed-free treatments, than in those where normal growth was permitted.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la presencia de malezas y diversos tratamientos químicos sobre la incidencia de las pudriciones de la nuez de macadamia. Los valores menores de infección por levadura se encontraron en los tratamientos mancozeb + hidróxido de cobre y endosulfán usados separadamente. Con relación al porcentaje de frutos con bacteria, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Aunque no se encontraron diferencias significativas, se observó un mayor porcentaje de frutos enfermos en las parcelas libres de malezas, que en aquellas donde se permitió su crecimiento normal.

INTRODUCCION

Con el aumento de las áreas productoras de macadamia en Costa Rica, que ascienden aproximadamente a 8 000 hectáreas, se han venido observando una serie de problemas de orden fitosanitario tales como las pudriciones de la nuez.

Investigaciones realizadas por Zúñiga *et al.* (1988) en Costa Rica, mostraron un nivel de daño de 7.7% provocado por la levadura Nematospora coryli. Este microorganismo en algunos casos se presentó en asociación con las bacterias Xanthomonas sp. y Pseudomonas sp. y con los hongos Phomopsis sp., Penicillium sp., Harpographium sp., entre otros no identificados.

El mismo autor menciona la transmisión de estos patógenos por insectos e indica que la incidencia de estos microorganismos podría depender de las poblaciones y actividades de los insectos y del inóculo presentes. Estos informes coinciden con La Croix & Thindwa (1986) y Mitchell *et al.* (1965) quienes observaron al chinche verde Nezara viridula (L) como uno de los insectos vectores en regiones tradicionalmente productoras de macadamia como Malawi, Hawaii y Australia.

Diversas han sido las propuestas de combate para los insectos transmisores de los patógenos en macadamia. Algunos autores como Van der Meulen (1988) se han inclinado por el control químico de N. viridula, recomendando aplicaciones al tallo de productos como monocrotofos. Sin embargo, consideran la posibilidad de establecer un manejo integrado de estos insectos mediante la utilización de controladores biológicos como Trissolcus basalis (Hymenoptera - Scelionidae) y Trichopoda pennipes F. (Diptera - Tachinidae), parasitoides de huevos y adultos respectivamente.

Estudios sobre la ecología de las poblaciones de N. viridula realizados por Todd (1989) indicaron que este insecto tiene un amplio ámbito de hospederos que sobrepasa 30 familias de dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas tales como: Glycine max (L) Merrill, Phaseolus vulgaris L., Oryza sativa L., Gossypium hirsutum, Solanum tuberosum L., Sorghum spp. y Arachis hypogaea L. Mitchell *et al.* (1965) observaron que este chinche presenta una mayor preferencia de oviposición en plantas diferentes a la macadamia. La preferencia diferencial de N. viridula hacia ciertas plantas podría usarse como método de combate. Esta observación se ve reforzada por el trabajo de Altieri (1981), quien informó sobre lotes de soja que tenían una densa cobertura de Cassia obtusifolia (Leguminosae) las cuales presentaban un menor daño de Anticarsia gemmatilis Huebner y N. viridula y una presencia mayor de depredadores.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la cobertura de malezas y de diversos tratamientos químicos sobre la incidencia de las pudriciones en la nuez de macadamia.

*Laboratorio de Fitopatología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

**Museo de Insectos, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Miembro del Programa de Apoyo Financiero e Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

***Programa Nacional de Macadamia - ICAFE.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la localidad de Guayabo de Turrialba, Provincia de Cartago, a 1 003 msnm, con una precipitación promedio de 3 143 mm, durante el período de abril a noviembre de 1989, utilizando árboles de macadamia del clon 508 de seis años de edad, con una distancia de siembra de 5 m entre árboles y 8 m entre hileras.

El diseño experimental fue un irrestricto al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones, representando cada árbol una unidad experimental. En el Cuadro 1, aparecen los tratamientos utilizados y sus respectivas dosis.

CUADRO 1. Tratamientos evaluados en macadamia para el combate de las pulgaduras de la nuez. Guayabo, Turrialba (1989).

TRATAMIENTO	DOSIS (p.c/100 l)	PROD. COMERCIAL
Mancozeb + hidróxido de cobre *	375g + 375 g	Dithane M-45 (80 PH) + Kocide 77 PH
Mancozeb + hidróxido de cobre + endosulfán *	375g+375 g+750 ml	
Endosulfán *	750 ml	Thiodan 35 CE
Con malezas **	-----	-----
Sin malezas	-----	-----

* Sin malezas
** Se permitió crecimiento normal de malezas alrededor de la planta

Como adherente dispersante se utilizó el producto Citowett (25 ml/100 l de agua).

Los productos se aplicaron con una bomba estacionaria marca Comet MP20, utilizando un volumen de seis l/árbol.

Se realizaron cuatro aspersiones en los tratamientos con fungicidas y fungicidas más insecticidas, a intervalos de 22 días; y para el caso de los tratamientos con insecticidas, un total de 7 aspersiones cada 15 días. Los tratamientos se aplicaron a partir del estado de fruto pequeño.

Se muestrearon quincenalmente 20 frutos al azar, tomando del árbol cinco frutos pequeños (1.42 ± 0.22 cm), cinco medianos (2.41 ± 0.14 cm) y cinco grandes (3.25 ± 0.19 cm) y se tomaron del suelo cinco de diferente tamaño.

Los parámetros evaluados fueron: total de frutos sanos y frutos enfermos (con levadura, bacteria o insectos).

Se hizo un análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para los frutos muestreados en el árbol, se encontró que el porcentaje de nueces con levadura no presentó diferencias estadísticas para los tratamientos con mancozeb más hidróxido de cobre, con y sin endosulfán. Los valores menores de infección por

levadura se dieron en los tratamientos mancozeb más hidróxido de cobre y endosulfán usados separadamente (Cuadro 2).

CUADRO 2. Efecto de diversos tratamientos sobre los porcentajes de frutos sanos de macadamia, con levadura y con bacteria. Guayabo, Turrialba (1989).

TRATAMIENTO	MUESTREO EN EL ARBOL			
	% FS	% FL	% FB	% Otros
-Mancozeb + hidróxido de cobre	64.99 a *	17.21 b	4.92 a	13.18 a
-Mancozeb + hidróxido de cobre + endosulfán	62.88 ab	20.24 b	7.93 a	8.75 a
-Endosulfán	62.29 ab	18.35 b	8.10 a	11.26 a
-Con malezas	55.26 bc	27.20 a	8.93 a	7.21 a
-Sin malezas	49.62 c	27.19 a	14.02 a	9.17 a

TRATAMIENTO	MUESTREO EN EL SUELO			
	% FS	% FL	% FB	% Otros
-Mancozeb + hidróxido de cobre	37.61 ab	35.32 a	12.04 a	15.03 a
-Mancozeb + hidróxido de cobre + endosulfán	34.89 ab	36.62 a	16.12 a	12.37 a
-Endosulfán	41.27 a	27.65 a	20.58 a	10.50 a
-Con malezas	30.60 b	36.51 a	16.86 a	16.03 a
-Sin malezas	27.83 b	36.13 a	20.34 a	15.70 a

FS = Fruto sano; FL = Fruto con levadura; FB = Fruto con bacteria; Otros = Fruto con daño fisiológico o dañados por insectos.

* Valores con igual letra son estadísticamente iguales al 1% de probabilidad según la prueba de Duncan.

Los tratamientos con fungicidas disminuyeron el inóculo del hongo, evitando la infección de la nuez a través de la herida provocada por el insecto o por la penetración directa del patógeno.

La mezcla de los fungicidas con el insecticida no mejoró la eficiencia del tratamiento, debido probablemente a una incompatibilidad del endosulfán con alguna de las sustancias de la mezcla de fungicidas.

El tratamiento con solo insecticida permitió una disminución significativa del porcentaje de frutos afectados por levadura, comparado con los tratamientos con y sin presencia de malezas, lo que hace más evidente la relación microorganismos/insectos transmisores.

En este experimento no se cuantificó el nivel poblacional de los insectos, sin embargo se observó la presencia de hemípteros, que se alimentan de esta planta como *Hyalimenus tarsatus* (Alydidae) y *Nezara viridula* (Pentatomidae).

Para la variable porcentaje de frutos con bacteria, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, los menores porcentajes se obtuvieron al aplicar únicamente la mezcla mancozeb + hidróxido de cobre, registrándose mayor incidencia de frutos enfermos al emplear sólo el endosulfán, por lo cual habría que determinar qué otra forma de penetración tiene la bacteria, aparte de los insectos cuya población pudo ser disminuida mediante el empleo de este bactericida. La eficiencia de la mezcla de mancozeb + hidróxido de cobre fue menor al combinarse con el endosulfán.

Los tratamientos, con y sin malezas, no presentaron diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con respecto a los tratamientos con productos químicos, los cuales tuvieron los mayores porcentajes de frutos sanos.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Edgar Vargas González del Laboratorio de Fitopatología, Universidad de Costa Rica, por las ideas aportadas para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M.A. 1981. Weeds may augment biological control of insects. *California Agriculture* 35(5 & 6):22-24.
- LA CROIX, E.A.S. y THINDWA, H.Z. 1986. Macadamia pest in Malawii. III. The major pests. The biology of bugs and borers. *Tropical Pest Management* 32(1):11-20.
- MITCHELL, W.C.; WARNER, R.M. y FUKUNAGA, E.T. 1965. Southern green sting bug, *Nezara viridula* (L.), injury to macadamia nut. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 29(1):103-109.
- TOOD, J.W. 1989. Ecology and behavior of *Nezara viridula*. *Ann. Rev. Entomol.* 34:273-292.
- VAN DER MEULEN, T.; VAN DER MEULEN, H.J. 1988. Performance of monocrotophos and aldicarb as systemics against green vegetable bug on macadamia nuts. *Ann. appl. Biol.* 112 (Supplement):12-13.
- ZUÑIGA, D.; VARGAS, E. y UMAÑA, G. 1988. Diagnóstico y aspectos preliminares de la epidemiología de las pudriciones del fruto de la macadamia (*Macadamia integrifolia*) en Turrialba. *Agronomía Costarricense*. 12(1):45-51.

Las malezas que crecieron durante el ensayo fueron: *Bidens pilosa* L., *Borreria latifolia* Schum., *Coix lacryma-jobi* L., *Commelina diffusa* Burm. F., *Cyperus diffusus*, *Cyperus hyperuferax*, *Digitaria* spp., *Galinsoga* sp., *Hydrocotyle bowlesioides*, *Impatiens balsamina* L., *Ipomoea* sp., *Naphalium americanus*, *Oxalis corniculata* L., *Paracsacum officinale*, *Paspalum paniculatum* L., *Phyllanthus niruri* L., *Richardia scabra* L., *Thinantia erecta*. Es necesario continuar de estos estudios para aclarar algunas observaciones como la del menor porcentaje de frutos sanos en el testigo desyerbado, lo cual podría indicar que al no existir otras fuentes de alimentación como las malezas, los insectos pasan a utilizar la macadamia.

Con relación a los frutos muestreados en el suelo, no se obtuvieron diferencias en la infección por levadura. No obstante, el menor valor se encontró en el tratamiento con endosulfán.

Debido a la sólida consistencia que presenta una nuez madura de macadamia, la fase de mayor susceptibilidad al ataque de insectos chupadores como los hemípteros, se presenta desde el inicio de su desarrollo hasta la fase previa al endurecimiento del endocarpo "la concha", lo que difiere de lo señalado por Mitchell et al. (1965), quienes consideran que el estilete penetra aún en el endocarpo endurecido. Es probable que las pérdidas en la producción sean causadas por el daño mecánico y la succión de savia durante el proceso de alimentación, lo que ocasiona el aborto de los frutos recién formados, además de las pérdidas originadas por la transmisión de organismos como bacterias y levaduras, que se manifiestan a la cosecha.

Estos resultados preliminares, establecen la posibilidad de combatir tanto al vector como al agente causal de las pudriciones de la nuez de macadamia, para lograr un mayor porcentaje de frutos sanos a la cosecha. Los tratamientos deben realizarse durante las primeras fases de desarrollo del fruto. Es necesario determinar el número mínimo de aplicaciones para lograr un combate eficiente, así como evaluar las implicaciones de las labores culturales como deshierbas, o la interacción de la macadamia junto con otras especies. □

NO DUPLIQUE ESFUERZOS!!

Un nuevo Boletín implica gastos de tiempo y recursos. Redacte sus noticias en temas de MIP, adjunte ilustraciones y envíelas para su difusión en el próximo Boletín Informativo del MIP.

El Boletín se distribuye principalmente en Centro América y Panamá.



ESTUDIO BIOLÓGICO DEL TALQUEZAL *Chloris chloridea* (Presl.) Hitch

Ramiro de la Cruz*
 Arnaldo Merayo*
 Herman Zúñiga*

ABSTRACT

Talquezal (*Chloris chloridea* Presl. Hitch.), is a gramineous plant with very particular biological characteristics, which has become in a very short time, one of the principal weeds of rice in El Salvador.

This is a preliminary biological study of the weed to learn its most outstanding biological and ecological characteristics to achieve long term management strategies.

This species is distinguished by its growth in culms, its sexual production of underground seeds in rhizomes and in aerial inflorescence. It was also established that this species presents a C₄ photosynthetic pathway. It is highly competitive in the rice crop where its management and control require the integration of cultural and chemical practices.

RESUMEN

El talquezal (*Chloris chloridea* Presl. Hitch) es una gramínea con características biológicas muy particulares convertida en poco tiempo en una de las principales malezas en el cultivo de arroz en El Salvador.

Este es un estudio preliminar sobre la maleza para conocer sus características biológicas y ecológicas más sobresalientes, con el propósito de lograr medidas para su manejo a largo plazo.

Esta especie se caracteriza por su tipo de crecimiento en macollas, su producción sexual de semillas subterráneas en rizomas y aéreas en inflorescencias. Se estableció que es una especie C₄. La maleza es altamente competitiva en el cultivo de arroz donde su manejo y control requiere de integración de prácticas culturales y químicas.

INTRODUCCION

Los estudios biológicos de una especie agrestal pueden parecer muy académicos y de poca aplicabilidad. Sin embargo, cuando presenta características conocidas en malezas agresivas y su estudio puede generar medidas más durables para su manejo en áreas agrícolas, la información obtenida tiene mayor aceptación. Con este propósito se planeó el estudio de la gramínea *Chloris chloridea* Presl. Hitch, conocida por los agricultores como "talquezal", "zacate aguja", "zacate malo", "zacate uña" o "zacate bruja".

El éxito de una maleza sobre un cultivo está ligado a sus relaciones ecofisiológicas entre ambos (Patterson 1985). Lo anterior responde a la pregunta sobre el grado de eficiencia en que la especie aprovecha las condiciones particulares de clima, suelo y sistema del cultivo con el cual ésta crece.

El talquezal no figura en la lista de especies conocidas como malezas en cultivos. Su mayor presencia se ha detectado en las zonas áridas del Golfo de México. Sin embargo, se señala últimamente como maleza muy agresiva en importantes zonas arroceras de El Salvador (Merino et al. 1988). Esta especie y dos del género *Amphicarpum* spp., son las únicas gramíneas conocidas que producen inflorescencias subterráneas (Hitchcock 1950). El hecho de que las semillas subterráneas producidas en los rizomas sean cleistógamas y que además el talquezal produzca inflorescencias aéreas, hacen que la especie sea de particular interés biológico y agronómico.

Este trabajo es parte de un estudio preliminar de diagnóstico para conocer mejor las características biológicas más importantes del talquezal. Particularmente, interesa conocer las estrategias reproductivas y de crecimiento que se presentan en especies anuales y perennes. Estas estrategias han sido estudiadas en otras especies y se pueden consultar en los estudios de Holzner et al. (1982) y Hakansson (1982).

TAXONOMIA Y DESCRIPCION BOTANICA

Chloris chloridea (Presl.) Hitch., es una planta perenne que posee rizomas con escamas, los cuales con frecuencia desarrollan espiguillas subterráneas y cleistógamas (Fotos 1 y 2). Los culmos son delgados, de 60 a 120 cm de altura; lámina de la hoja plana de 3 a 8 cm de ancho, generalmente glabras. Las inflorescencias al final del culmo son ramificadas de 10 a 18 cm de largo, sueltas o cerradas, que nacen en distintos verticilos. Las espiguillas son delgadas y dispersas; glumas lanceoladas, uninervias, la primera muy corta, la segunda tan larga como la mitad de la espiguilla y comúnmente con una zeta corta; callo de la lema fértil, pubescente, alargada, escabrosa, con tres nervaduras de 6 mm de largo y una zeta de 5 a 10 mm de largo; la gluma con zeta rudimentaria, muy angosta, largo 1/3 de la fértil y casi igual o ligeramente más corta que el raquis (Gould 1951).

*CATIE. Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales. 7170 Turrialba, Costa Rica.

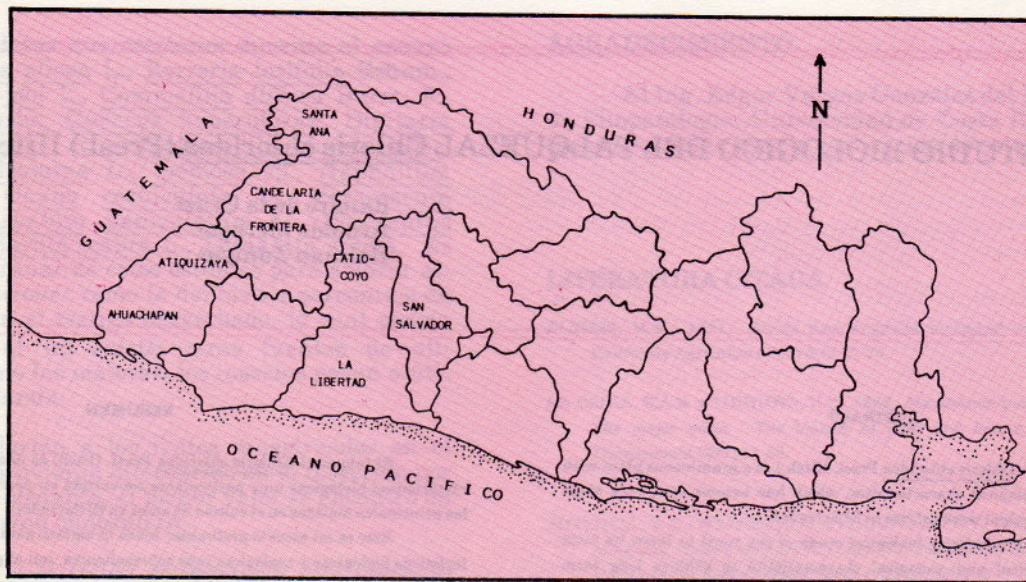


Figura.1 Lugares en El Salvador donde se ha encontrado el talquezal.

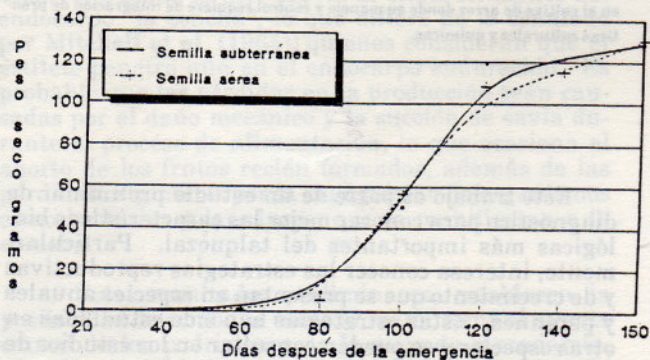


Fig 2. Curva de crecimiento para plantas de talquezal provenientes de semilla subterránea (s) y semilla aérea (a).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y HABITAT

La especie *C. chloridea* se ha encontrado en Texas y Arizona, Estados Unidos y en México (Hitchcock 1950). En Centro América se presenta en Honduras (Molina 1975) y más recientemente se detectó en cultivos de arroz en Costa Rica en la zona de Parrita, Puntarenas.

Esta planta se adapta bien a zonas áridas y abiertas, sin manifestarse como especie con características de maleza o al menos no se menciona en los manuales consultados en Centro y Sur América. En Centro América, fuera de Honduras, la especie no es referida en los manuales sobre gramíneas o estudios de flora.

Aún cuando *C. chloridea* es una especie de zonas áridas y no indicada como maleza en El Salvador, ha desarrollado poblaciones altamente competitivas en áreas productoras de arroz de secano

y de riego (Merino et al. 1988). Las regiones más afectadas son Atiquizaya en Ahuachapán, Candelaria de la Frontera en Santa Ana (estas dos zonas de arroz de secano) y Atiocoyo en La Libertad, donde el cultivo de arroz es de riego (Fig. 1).

En las dos primeras regiones se presenta una época seca durante siete meses al año. La época lluviosa va de finales de mayo a octubre, con un total de aproximadamente 1 548 a 1 669 mm al año; sin embargo, el 75% de estas lluvias se concentra en los meses de junio a setiembre. Los meses de noviembre a mayo son extremadamente secos, con sólo un 3% del total de la lluvia anual. La temperatura media anual es de 23°C, y una humedad relativa media anual entre 67 y 70%, a una altura aproximada de 600 m. Los suelos son latosoles arcillo rojizos.

En Atiocoyo la precipitación es de 1 620 mm al año, principalmente durante los meses de abril a octubre, con temperatura media anual similar a las localidades anteriores y una humedad relativa un poco más alta. En esta región se cultiva arroz de riego y se siembran dos ciclos del cultivo al año.

En Candelaria de la Frontera y en Atiquizaya predominan los suelos arcilloso francos y en Atiocoyo los franco arcillosos. Este tipo de suelos, terrenos planos con mal drenaje y la concentración de las lluvias en períodos cortos, son condiciones que favorecen el cultivo del arroz.

La especie *C. chloridea* se señala como de mejor adaptación en hábitats áridos, sin embargo en El Salvador ha logrado establecerse como maleza importante durante la época de intensas lluvias y en cultivos de arroz cuyo ambiente es de alta humedad. Posiblemente su gran habilidad reproductiva y otras características del hábitat le dan ventajas competitivas sobre otro tipo de vegetación adaptable a estos lu-

gares. Los agricultores de estos lugares conocen la maleza desde hace más de ocho años, pero ignoran cómo llegó.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO

El follaje y culmos de *C. chloridea* alcanzan hasta 1.0 m de altura y su inflorescencia puede sobresalir entre 20 y 30 cm sobre el follaje; éste y su color verde grisáceo ayudan a distinguirla en el campo (Foto 1). En zonas donde hay deficiencias de nitrógeno, el follaje toma una coloración amarillo pálido muy notoria.

La planta emerge con las primeras lluvias. Germina en maceteros entre 4 y 7 días. Emergen primero las plántulas provenientes de semilla subterránea. El coleoptilo emerge con una coloración rojiza o marrón que ayuda a distinguirla de la plántula de arroz y otras malezas gramíneas. Durante la época seca, se aprecian algunos rebrotes de las cepas, pero no prosperan. La población de la maleza que se presenta al inicio de las lluvias parece provenir de semilla sexual.

Ciclo de Vida. Los rebrotes del talquezal se observan con frecuencia en el campo durante la época seca, principalmente cuando la planta adulta ha sido cortada durante la cosecha del cultivo o después de ser quemada. Sin embargo, este crecimiento vegetativo parece no prosperar, o al menos en los campos de cultivo no se observa crecimiento de plantas originadas de manera asexual.

Estudios realizados, en casa de mallas, establecieron una fase de crecimiento vegetativo y desarrollo reproductivo de cinco meses. La planta presenta un amarillamiento y muerte del follaje después de cinco meses. Esta fase dura casi dos meses, al final de la cual se empiezan a notar nuevos rebrotes (vástagos) con un débil crecimiento, iniciando la floración un mes más tarde (octavo mes del ciclo).

Las semillas de este segundo ciclo presentan un vaneamiento de aproximadamente un 95% y las plantas provenientes de ellas no desarrollan inflorescencias, sin embargo, sus pocas semillas subterráneas presentan buena germinación y un desarrollo normal de sus plantas.

Para la fase final del ciclo vegetativo del talquezal, al término del octavo mes, cuando los nuevos vástagos ya han florecido y toda la planta muestra un secamiento total, se observa la emergencia de plántulas, originadas de las semillas subterráneas superficiales producidas por la planta madre.

Crecimiento. Se comparó el crecimiento de plantas provenientes de semilla aérea con las provenientes de semilla subterránea. Se estudió el crecimiento vegetativo mediante la siembra en maceteros en casas de mallas, con el fin de arrancarlas cada diez días y determinar altura, número y tamaño de hojas producidas, número de nuevos brotes por planta y peso seco. En las primeras fases

del crecimiento se utilizaron hasta siete plantas por macetero. En etapas posteriores se utilizaron únicamente tres plantas para cada lectura. Los maceteros utilizados para las fases finales de crecimiento fueron de 22 cm de altura por 20 cm de diámetro, tamaño que permitió el adecuado crecimiento de las plantas.

Se observó un crecimiento vegetativo inicial más vigoroso en las plantas de semilla subterránea. Este mayor crecimiento es evidente en las fases iniciales de desarrollo hasta los dos meses y se refleja en los datos sobre altura de plantas y peso seco (Cuadro 1).

Las plántulas provenientes de las dos clases de semillas empiezan el macollamiento después de los 30 días (Cuadro 1) y la formación de los primeros rizomas se inicia entre los 40 y los 50 días (Cuadro 2). Se aprecia entonces que, aún cuando existe una diferencia amplia en crecimiento y biomasa entre los dos tipos de plántulas, las fases de desarrollo coinciden como lo indica el tiempo, al inicio del macollamiento y de los rizomas que es similar para las plántulas de ambos orígenes.

El mayor vigor de crecimiento de las plántulas de semilla subterránea con respecto a las de semilla aérea (Fig. 2), es un indicio de las posibles diferencias en la respuesta de estas plántulas al control químico.

CUADRO 1. Crecimiento de plantas de talquezal en maceteros, provenientes de semilla subterránea (S) y semilla aérea (A).

DIAS DESPUES DE EMERGENCIA	ALTURA (cm)		NUMERO MACOLLAS		PESO SECO (gr)	
	S	A	S	A	S	A
10	5.0	2.0	-	-	0.013	0.008
20	6.1	2.8	-	-	0.034	0.004
30	9.3	3.5	-	-	0.138	0.011
40	9.7	4.6	2.0	1.0	0.341	0.031
50	11.9	9.5	2.5	1.8	0.567	0.190
60	16.2	12.8	4.6	3.4	1.446	0.672
70	31.6	29.0	13.0	11.7	5.370	4.243
80	66.3	60.0	19.0	21.0	9.335	5.603
90	78.7	83.4	26.7	34.4	16.740	33.309
100	93.3	98.4	40.0	57.7	50.213	56.616
110	100.0	95.0	62.7	51.3	102.700	94.000
120	110.0	106.7	61.0	52.3	119.300	108.200
130	110.0	106.7	48.3	50.0	87.400	96.780
140	110.0	110.0	50.0	55.0	121.600	115.060
150	110.0	110.0	59.7	65.0	128.700	130.440

CUADRO 2. Desarrollo reproductivo de planta de talquezal en maceteros proveniente de semilla subterránea (S) y semilla aérea (A)¹.

DIAS DESPUES DE EMERGENCIA	No. DE RIZOMAS		No. DE INFLORESCENCIAS		No. DE SEMILLAS ²			
	S	A	S	A	S	A	S	A
40	1.8	0.2	-	-	-	-	-	-
50	6.3	1.8	-	-	-	-	0.3	-
60	9.2	7.0	-	-	13.0	-	0.4	-
70	18.3	10.3	-	-	20.0	-	5.7	-
80	19.0	25.3	2.3	1.0	11.3	-	24.7	-
90	25.0	30.0	1.0	1.7	43.3	480	38.3	816
100	25.0	38.3	4.0	8.0	100.0	1920	433.3	3840
110	31.7	31.0	14.3	13.3	200.0	6864	450.0	6384
120	36.3	33.0	19.3	19.3	367.3	9264	426.0	9264
130	39.0	20.7	20.0	20.0	400.0	9600	416.7	9600
140	37.0	31.0	21.0	15.0	496.7	10080	500.0	7200
150	37.7	36.0	22.0	22.0	550.0	10560	546.7	10560

¹ Promedios de 3 a 5 plantas.

² Número de semillas aéreas y subterráneas producidas por plantas provenientes de semilla aérea y subterránea.



Foto 1. Planta de talquezal.



Foto 2. Sistema radical y rizomas con semillas subterráneas.



Foto 3. Rizomas produciendo brotes aéreos.



Foto 4. Proliferación de rizomas superficiales.



Foto 5. Red densa de rizomas con semillas subterráneas.



Foto 6. Rizomas rebrotando y produciendo una nueva planta.



Foto 7. Crecimiento de rizomas de talquezal en la casa oscura de una caja con tapas de vidrio.

Las plántulas provenientes de semilla subterránea pueden tener una mayor resistencia a los herbicidas preemergentes, ya que tienen una mayor reserva alimenticia en sus semillas.

Con herbicidas post-emergentes como el propanil, la población de plántulas en un campo de cultivo será especialmente heterogénea, ya que mientras las plántulas de semilla aérea están en la fase de formación de su tercera hoja, las procedentes de semilla subterránea tendrán cuatro hojas. Debe recordarse que para la eficacia del propanil, se considera el grado de desarrollo de la planta a controlar, en el momento de la aplicación del producto. Las plantas con más de tres hojas desarrolladas pueden escapar más fácilmente a la acción del herbicida.

Desarrollo y Crecimiento de Rizomas. Los rizomas parecen originarse también de los brotes aéreos (Foto 3). Inicialmente, su crecimiento presenta una orientación plagiotrópica con su zona de crecimiento de forma acicular rígida, lo que posiblemente sugiere el nombre de "zacate aguja". Los rizomas son delgados y de color crema con nudos y hojas rudimentarias y cuando crecen sobre la superficie del suelo toman una coloración verde claro. A veces la proliferación de rizomas superficiales es abundante, alcanzando un crecimiento inicial hasta de 20 cm, muy ramificados, pero posteriormente muchos se atrofian y mueren (Foto 4).

Estos rizomas superficiales presentan una pobre capacidad de reproducción vegetativa y en maceteros solo ocasionalmente se han logrado plantas provenientes de ellos. Esta pobre capacidad reproductiva de los rizomas se asocia con una capacidad similar de enraizamiento. En cambio muchos de los rizomas producen flores cleistógamas. Estos rizomas, igualmente muy ramificados, se entrelazan formando una red muy densa (Foto 5). Algunos brotan a la superficie, producen una planta (Foto 6) y continúan creciendo hasta producir flores y formar una cadena de brotes aéreos y rizomas florales. Sin embargo, esta situación es menos corriente.

Se conoce poco sobre los factores que determinan que un rizoma subterráneo produzca solamente flores o pueda emerger y dar origen a una nueva planta. Sobre el crecimiento de los rizomas se ha observado que la luz inhibe su desarrollo. Plantas de talquezal se cultivaron en una caja de madera plana con dos caras de vidrio, pero una de las caras se cubrió con un trapo negro, los rizomas de la cara oscura alcanzaron un mejor desarrollo (Foto 7).

Otros factores como el estado nutricional de la planta, el grado de humedad del suelo, la temperatura y regulación hormonal pueden estar participando en el desarrollo y transformación de los rizomas. En algunos rizomas que crecían sobre la superficie del suelo se logró inducir enraizamiento cubriéndolos parcialmente con suelo. Cuando el brote joven en un rizoma de una planta adulta se desprende y se trasplanta para promover su enraizamiento, su crecimiento es muy lento y tarda hasta 6 meses después del trasplante para generar rizomas e inflorescencias subterráneas, sin alcanzar a producir inflorescencia aérea.

Los rizomas alcanzan longitudes hasta de 30 cm con entrenudos de aproximadamente 2 cm. En los nudos hay yemas cubiertas por hojuelas o brácteas escamosas. Estas yemas pueden producir ramificaciones con flores terminales. Desarrollan también flores, pero se desconocen los factores que determinan que esta yema se diferencie en estructura reproductiva o que continúe creciendo.

En esta modalidad de desarrollo el rizoma presenta un crecimiento indeterminado, en el cual se encuentran semillas de diferentes edades. Las inflorescencias se pueden presentar también en forma apical en el rizoma central y en sus ramificaciones.

DESARROLLO REPRODUCTIVO

Observaciones Generales. El talquezal, por lo general, se reproduce en forma sexual, pero en ocasiones también lo hace asexualmente. En la reproducción sexual se producen semillas aéreas y subterráneas, por tal motivo, los estudios de la fase reproductiva de esta especie deben cubrir ambos tipos de semillas. Para este análisis se recogió información sobre el número de rizomas, número de inflorescencias y el número de semillas producidas en éstos (Cuadro 2). No todos los rizomas producen inflorescencias subterráneas, algunos producen brotes aéreos después de algún crecimiento plagiotrópico o crecen sobre la superficie sin alcanzar desarrollo reproductivo.

Al igual que el crecimiento vegetativo observado (Cuadro 1), las plantas provenientes de semilla subterránea presentan en su inicio, cierta tendencia para un desarrollo reproductivo más vigoroso, aunque menos contrastante que el observado en el crecimiento vegetativo. De nuevo, no se presentó diferencia marcada en la fase de morfogénesis ya que la aparición de los primeros rizomas se notó a los 40 días después de la siembra en las plantas de las dos procedencias y las primeras semillas formadas en estos rizomas se observaron a los 60 días (Cuadro 2).

Las inflorescencias aéreas se observaron a los 80 días en ambas procedencias y sus semillas se encontraban desarrolladas a los 90 días. El desarrollo de las semillas se tomó con base en el estado pastoso del endosperma.

Las plantas de talquezal desarrollan primero las semillas subterráneas y posteriormente las aéreas, independiente de su origen (Cuadro 2). También se observa en este cuadro, última columna, que aún cuando las semillas aéreas se desarrollan más tarde, su número rápidamente supera a las producidas en forma subterránea.

Conocer el tiempo requerido para el desarrollo de las estructuras reproductivas, es útil en las prácticas de manejo de la población de la especie en el campo. Estas prácticas se deben hacer después de la germinación inicial para lograr una población abundante y antes de que se produzcan las primeras estructuras reproductivas con madurez fisiológica.

Se ha establecido que el talquezal puede presentar cuatro diferentes sistemas de reproducción (cepas, semilla aérea, semilla subterránea y brotes aéreos en rizomas). Sin embargo, se observó bajo condiciones de campo, que las formas más importantes de propagación son los dos tipos de semilla sexual.

Los brotes de las cepas producidas al final de su ciclo tienen poco vigor de crecimiento, baja productividad y corta duración. El desarrollo de brotes aéreos en rizomas se observó únicamente en plantas desarrolladas en maceteros y su posibilidad de subsistir por sí mismos ha sido escasa, ya que su sistema radicular es pobre, tendiendo a permanecer adheridos a la planta madre.

Propagación Asexual. Las cepas de las gramíneas perennes se consideran más como estructuras de regeneración que como de propagación (Kigel y Koller 1985). Además, las observaciones de campo y en maceteros indican que la contribución de las estructuras vegetativas es mínima en la propagación de esta especie. Sin embargo, el número de macollas o vástagos en una planta bien desarrollada puede llegar a 70.

En el campo y en maceteros se observó una segunda generación de brotes después de que la planta cumplió parcialmente su ciclo. El desarrollo de estos rebrotes se favorece cuando se corta la parte aérea de la planta madre. Esto sucede normalmente en el campo al cosechar el arroz, pues se corta la planta cultivada y la maleza a la vez. Cuando la planta madre no se corta, los rebrotes aparecen tardíamente y son de muy débil desarrollo. Esto indica la posible existencia de dominancia apical en la planta, pues mientras los tejidos viejos estén vivos, se inhibe la aparición de nuevos rebrotes en la cepa madre.

Lo anterior se demostró en un experimento donde se hicieron cortes a plantas adultas de talquezal a diferentes alturas sobre la superficie, dejando plantas testigo sin cortar y otras que fueron volcadas. Con este trabajo se observó el comportamiento del talquezal en la situación que normalmente se presenta en el campo bajo los efectos de la cosecha del cultivo (Cuadro 3).

Normalmente la planta produce algunos rebrotes cuando inicia su secamiento y estos rebrotes se incrementan al hacer cortes sobre la superficie (Cuadro 3). Al hacer cortes a 1.0 cm de altura, no se producen rebrotes posiblemente debido a que se destruye la zona de crecimiento de la planta. Pero

CUADRO 3. Efecto de varios tratamientos de corte de la planta adulta sobre la aparición de rebrotes vegetativos y nuevas plántulas.

ALTURA DE CORTE (cm)	REBROTOS DE MACOLLA	GERMINACION NUEVAS PLANTULAS
1.0	0	10
2.0	9	4
5.0	60	4
Volcamiento	10	25
Testigo sin corte	6	0

cuando se hacen por encima de la zona de crecimiento, 5.0 cm de altura, se producen abundantes rebrotes. Igualmente el volcamiento de la planta parece que acelera el proceso de muerte del follaje activándose la producción de rebrotes. Debe tenerse en cuenta la respuesta de la planta a los cortes cuando se recomiendan prácticas de control manual ya que para evitarlos, los cortes o chapias deben hacerse a raíz del suelo.

Además de la activación de los rebrotes vegetativos, los cortes de la planta pueden promover la germinación de nuevas plantas (Cuadro 3). Mientras las semillas subterráneas estén conectadas a la planta viva, su germinación está inhibida, pero cuando se destruye la planta madre por cortes a raíz del suelo o se rompen los rizomas por volcamiento, se activa su germinación. Este fenómeno de dominancia de la planta adulta sobre los nuevos rebrotes vegetativos y sobre la semilla subterránea también es útil en las prácticas de control y manejo de la población del talquezal. Una chapia a raíz del suelo al final de la cosecha, evita que la planta rebrote y promueve la germinación de semillas que pueden ser consumidas por el ganado o no alcanzan su desarrollo por efectos del verano.

Reproducción Sexual. Anteriormente se discutió la reproducción vegetativa del talquezal y se indicó que este sistema no parece muy eficiente. También se señaló que la característica de perenne en esta especie es relativa, ya que los rebrotes o vástagos producidos por la planta al concluir su ciclo reproductivo inicial, son débiles y con poca capacidad reproductiva. En cambio la reproducción sexual es extraordinariamente activa y de mucho interés biológico.

Según Baker (1974), la capacidad colonizadora de muchas especies de malezas, se debe a un perfeccionamiento de su capacidad de reproducción uniparental con combinación genética ocasional. Una característica de las especies anuales es que la polinización se realiza sin requerimientos especiales, bien sea por autogamia (autofertilización) o mediante agamosperma (producción de semillas sin fecundación previa). En caso de requerir la polinización cruzada, la realizan insectos comunes del área o el viento. Las especies colonizadoras especializan todo esto para hacer más eficiente su dispersión y colonización. El mismo autor señala que las especies colonizadoras perennes, con su habilidad asexual de propagación, suplen la necesidad de evolucionar sistemas ágiles de producción de semillas.

El talquezal posee una característica muy particular en su habilidad reproductiva. Se comporta como especie perenne, pero ha desarrollado también un sistema ágil de multiplicación, ya que sus flores subterráneas, por ser cleistógamas, presentan un caso especial de autogamia. Además, produce semillas en inflorescencias aéreas. Junto a su habilidad reproductiva, presenta ventajas biológicas ya que las características deseables pueden conservarse en las semillas de flores subterráneas y a su vez puede intercambiar genes mediante polinización cruzada de sus flores aéreas. Esto desde luego es otra de las estrategias utilizadas por las malezas (Baker 1974).

Producción de Semillas. Hay un mes de diferencia entre la formación de las semillas subterráneas y aéreas (Cuadro 2). Las primeras se forman a los 60 días después de la emergencia de la planta, son de forma elipsoidal con una cara plana, de 3.0 a 8.0 mm de largo por 2.0 o 3.0 de ancho con un peso de 5.0 a 21 mg/semilla. Es una de las gramíneas con mayor peso de semillas. La semilla aérea tiene de 3.0 a 7.0 mm de largo por 0.5 a 1.0 mm de ancho.

Una planta de talquezal de buen desarrollo produce entre 50 y 70 vástagos por macolla y 25 a 30 inflorescencias con 60 flores cada una, con un 50 y 70% de vaneamiento, lo cual da una cantidad de 4 320 a 7 200 semillas/planta. Simultáneamente puede producir entre 700 y 800 semillas subterráneas con menos de un 2% de vaneamiento. Semillas aéreas recién cosechadas tuvieron un 40% de germinación y las subterráneas un 60%. Las semillas subterráneas de dos a tres meses de colectadas pueden alcanzar hasta un 95% de germinación. La semilla aérea bajo condiciones de laboratorio y temperatura ambiente, después de año y medio de almacenamiento, perdió su viabilidad. En cambio la semilla subterránea bajo las mismas condiciones mantuvo un 60% de germinación.

IMPORTANCIA ECONOMICA

Consideraciones Generales. El dato más concreto disponible sobre la importancia económica del talquezal en cultivos de arroz, se refiere a que el agricultor realiza con poco éxito hasta tres labores de control contra esta especie. Como consecuencia algunos tratan de cambiar de cultivo, aunque esta posibilidad no es fácil debido a las condiciones ecológicas del área. Los suelos de textura pesada, planos y la concentración de las lluvias en pocos días, hace que los campos permanezcan saturados de humedad por periodos hasta de una semana. El arroz es el único que tolera estas condiciones. También, el hecho de que sólo exista una estación lluviosa durante el año y que se concentra en sólo tres meses, hace difícil las prácticas de rotación de cultivos, que ayudarían en la lucha contra el talquezal.

Las mayores poblaciones del talquezal como especie altamente competitiva en Centro América y Panamá se presentan en El Salvador. Las zonas más afectadas son Atiocoyo en La Libertad, Atiquizaya en Ahuachapan y Candelaria de la Frontera en Santa Ana. La maleza ha causado los mayores estragos en el cultivo de arroz. Los agricultores indican que se encuentra desde hace varios años y que con el tiempo el problema se ha tornado crítico. En Atiquizaya y Candelaria de la Frontera, donde el problema es más serio, se cultivan alrededor de 800 ha de arroz, en su mayoría por pequeños productores. En Atiocoyo donde el Talquezal es menos agresivo que en las áreas anteriormente indicadas, se tiene un área de riego de 1 850 ha de las cuales 1 170 están sembradas de arroz.

Otras malezas importantes en esta zona son *Oryza sativa* L. (arroz rojo), *Echinochloa colona* (L.) Link y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton. En las áreas de Candelaria de la Frontera y

Atiquizaya, además del talquezal son importantes las especies *Cyperus rotundus* L., *Cyperus diffusus* Vahl, *Malachra* sp. y *Echinochloa colona*.

El control químico es el más usado por los agricultores, pero la rapidez con que cambia la población de las malezas en el mismo campo como consecuencia del uso de los herbicidas, trae confusión y desconcierto, lo que conduce al mal manejo de los herbicidas, además de pérdidas considerables en los rendimientos del cultivo.

Medida económica de las pérdidas. En la situación corriente de producción de cultivos, los estimados sobre valor absoluto de las pérdidas causadas por las malezas, en las cuales se comparan los costos en ausencia y presencia total de las malezas, no son reales porque ninguna de las dos situaciones se presenta normalmente en los sistemas de producción. Entonces es preferible estudiar los distintos grados de competencia que puedan presentarse como resultado de los diferentes sistemas de control utilizados. Un análisis detallado sobre este tema y las consideraciones económicas relacionadas puede verse en Auld et al. (1987).

Son pocos los estudios disponibles en la región sobre la comparación de la eficiencia económica de varios métodos de control de malezas. No se dispone de esta información para las áreas arroceras, donde el talquezal es un problema limitante en la producción del cultivo. Este tipo de estudios es básico para dar guías al agricultor quien sólo puede calificar la eficiencia del sistema en lo que se refiere al control de la maleza, pero no puede comparar diferentes grados de control y rendimientos del cultivo. De esto se deriva el concepto de umbral en el cual se relacionan la intensidad del control, la densidad de la maleza y los rendimientos del cultivo.

La situación actual del talquezal en Atiquizaya y Candelaria de la Frontera no es sólo de competencia al cultivo del arroz. El agricultor usa como alimento para el ganado el barbecho después de la cosecha del arroz y algunas franjas que no cultiva durante la época de crecimiento del cultivo. De esta manera, obtiene un beneficio económico de la población de la maleza que persiste en sus campos de cultivo y este aspecto se debe considerar en los análisis económicos de la importancia de la maleza.

Se realizan estudios para determinar la inversión del agricultor para controlar las malezas del arroz. Algunos agricultores, cuyo problema prioritario es el talquezal, pueden dar información sobre los costos de los intentos para su control. También se están adelantando investigaciones en lotes comerciales para determinar la relación entre rendimientos del cultivo y densidad o peso seco del talquezal.

Separadamente, se están evaluando en fincas de agricultores, algunos herbicidas para conocer su eficiencia contra esta especie, teniendo el cuidado de analizar la relación entre el costo del tratamiento, la densidad y peso seco de la maleza y el precio de venta del cultivo.

MANEJO DEL TALQUEZAL

Los estudios disponibles sobre el talquezal, Gould (1961) y Gould y Box (1965), se refieren a esta especie como frecuente o presente en zonas secas y abiertas. Por esto llama la atención su presencia como maleza en cultivos de arroz en El Salvador. Aunque las áreas donde se encuentra la maleza se presentan características de zonas áridas, la mayor población del talquezal se desarrolla durante la época lluviosa. Posiblemente las prácticas agroeconómicas asociadas con el cultivo del arroz han ayudado a su dispersión, establecimiento y dominancia. Principalmente el uso de herbicidas, ha sido un factor que ha contribuido al dominio del talquezal sobre otras especies más susceptibles a los tratamientos químicos.

Debido al sistema de cosecha de los agricultores en el cultivo de arroz, también cosechan semilla de la maleza, lo que ayuda a la dispersión del talquezal, tanto en el mismo campo como en otros donde se utilice la semilla de arroz contaminada. Igualmente se ha observado gran cantidad de semilla subterránea en las aguas de drenaje superficial y de esta manera la maleza se disemina fácilmente dentro del área.

Prácticas culturales. Los conocimientos logrados con el estudio del comportamiento del talquezal permiten hacer algunas recomendaciones sobre su manejo:

- Debido a la fácil contaminación de la semilla del arroz con la maleza, se debe usar semilla limpia, ojalá producida en un área libre del talquezal.

- Aún cuando es difícil el control del agua de escorrentía, existen sistemas para el manejo de las aguas de drenaje superficial, que podrían ser útiles para evitar que aguas contaminadas con semillas del talquezal desagüen en campos libres de la maleza.

- La inspección permanente durante las épocas de siembra, es una práctica que ha dado buenos resultados en campos no infestados, en la eliminación oportuna de cualquier foco de la maleza.

- Esta especie tiene un gran potencial de colonización debido a su característica de crecimiento y por su habilidad reproductiva, lo cual facilita su multiplicación y dispersión rápida al llegar a un campo. Desafortunadamente con las malezas no se ha despertado en el agricultor el temor a la invasión a sus campos, de la manera que ha sucedido con otras plagas. Esto se debe quizás a que se confía en encontrar un método para luchar contra las malezas y a que no atacan en forma directa al cultivo. Debemos avanzar en metodologías de diagnóstico de problemas de malezas y en cooperación con los agricultores, tomar las medidas de prevención y evitar que alcancen un nivel crítico.

- Un aspecto importante de estos estudios es la respuesta de la maleza a las prácticas de control usadas por el agricultor. Cuando estas favorecen el aumento en la población de una especie en particu-

lar, los cambios para corregir o detener esta situación deben hacerse temprano al inicio de la evolución de la población de las malezas.

- La rotación de cultivos es una práctica cultural que previene el aumento de una especie de maleza. Desafortunadamente en algunas zonas donde el talquezal es crítico para la producción de arroz, es difícil el cambio a otro cultivo, ya que por efecto de la concentración de las lluvias, el campo puede permanecer saturado de humedad por varios días, condición sólo tolerada por el cultivo del arroz.

- El talquezal es una especie apta para terrenos descubiertos, pues requiere de mucha luz por su condición de especie C₄(*), por lo tanto su desarrollo se limita a utilizar un cultivo de rápida cobertura que ocupe primero el lugar. En el cultivo de arroz, esto se podría conseguir manejando la densidad de siembra y usando materiales que cierren la calle rápida o también controlando la maleza antes de la siembra. Para lograr esto se espera que las primeras lluvias promuevan una abundante germinación del talquezal, preferiblemente teniendo ya el campo listo para la siembra.

- Esta primera germinación se destruye con un herbicida de contacto no residual (paraquat) y de inmediato se siembra el arroz. Sin embargo, esta práctica retrasa la siembra del cultivo. Entre la destrucción de la maleza y la siembra del cultivo, no se deben causar disturbios al suelo, ni debe pasar tanto tiempo que permita más germinaciones de la maleza.

- En la actualidad, el agricultor controla la maleza mediante chapias manuales. Sin embargo, en las fases iniciales de desarrollo la maleza y el cultivo son muy parecidos, por lo cual se dificultan las desyerbas selectivas. Durante la fase inicial de emergencia, el coleptilo del talquezal es de color rojizo, por lo cual se distingue del cultivo, pero al inicio de la segunda hoja, esta diferencia se pierde. Posteriormente el agricultor diferencia las dos especies por el color gris brillante del talquezal.

Control químico. Los productores han observado que el talquezal escapa al tratamiento químico más usado por ellos en el cultivo de arroz, como lo es la mezcla de propanil + 2,4-D. Tampoco es controlada por el "Arrosolo" (propanil + molinate). En cultivos de maíz han sido poco eficaces la atrazina y el linurón. Hasta ahora la herramienta química de mayor eficacia y ayuda al agricultor es el paraquat en aplicaciones dirigidas.

En vista de estas dificultades del agricultor, se realizó una investigación en maceteros en los cuales se sembraron separadamente los dos tipos de semillas, con el propósito de determinar en forma preliminar la eficacia de algunos herbicidas pre y post-emergentes en el control del talquezal. Se hizo especial énfasis en compuestos selectivos en el cultivo del arroz y

(*) Flores E. y R. de la Cruz. Trabajo no publicado.

se incluyeron otros herbicidas de uso corriente por los agricultores en maíz (atrazina, linuron) y en frijol (alaclor) (Cuadro 4).

En el Cuadro 5 se observa el efecto de los tratamientos preemergentes sobre el porcentaje de plantas de talquezal muertas, con relación al testigo y el porcentaje de reducción de peso seco, también con relación al testigo. Las determinaciones de peso seco y el conteo de plantas muertas se hizo a los 15 días después de la aplicación de los herbicidas. Claramente se observa una diferencia en susceptibilidad entre las plántulas provenientes de las dos clases de semillas. Las plántulas que procedían de semilla aérea fueron más susceptibles a todos los tratamientos. Esta diferencia fue estadísticamente significativa en varios tratamientos (Fig. 3).

Los herbicidas más eficaces contra las plántulas de semilla aérea fueron en su orden; alaclor, oxadiazon, pendimetalina, butaclor y bentioacarbo, los cuales causaron un porcentaje de mortalidad que varía del 100% para el alaclor al 85% para el bentioacarbo. Los porcentajes de mortalidad para la atrazina y el linuron fueron únicamente del 34 y 12%, respectivamente.

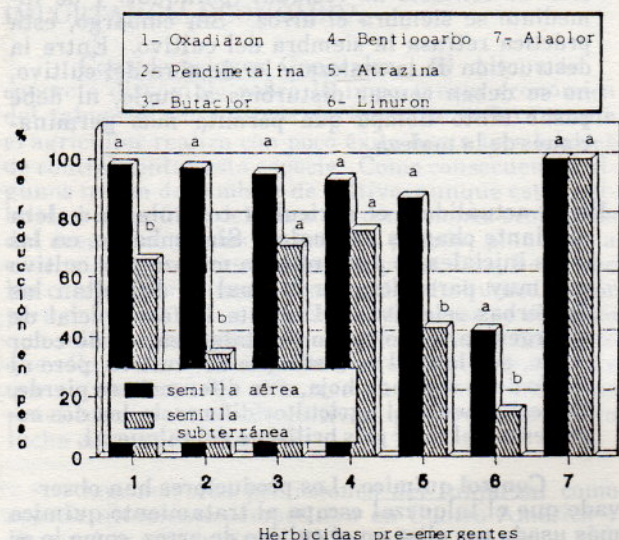


Fig. 3. Efecto de los herbicidas sobre la reducción de peso seco del talquezal con relación al testigo.

Para el control químico del talquezal, proveniente de semilla subterránea, el herbicida que mostró alta eficacia fue el alaclor con un 100% de mortalidad. Butaclor, oxadiazon y bentioacarbo fueron regularmente eficaces, con alrededor del 70% de mortalidad. La pendimetalina fué pobre con un 56% de mortalidad y la atrazina y el linuron muy pobres con solo un 18 y 28%, respectivamente.

Para los herbicidas post-emergentes aplicados a los 13 días después de la germinación, las plántulas del talquezal mostraron cierta diferencia en suscepti-

CUADRO 4. Descripción de los tratamientos utilizados para el control de talquezal en maceteros.

HERBICIDA Técnico	Comercial	DOSIS kg ia/ha	EPOCA APLICACION
oxadiazon	Ronstar 25 CE	1.0	Pre
pendimetalina	Prowl 500 E	1.0	Pre
butaclor	Machete 50 E	2.0	Pre
propanil	Stam 360 g/l	2.9 y 4.0	Post
bentioacarbo	Bolero 4E	2.0	Pre
atrazina	Geaprin 500 F.W.	1.5	Pre
linuron	Linuron 50% PM	1.0	Pre
fenoxaprop-etil	Furore	0.09	Post
fluazifop-butil	Fusilade	0.125	Post
alaclor	Lazo	2.0	Pre
testigo	-	-	-

CUADRO 5. Eficacia de los herbicidas pre-emergentes en el control del talquezal¹.

HERBICIDA Y DOSIS (kg ia/ha)	No. DE PLANTAS EMERGIDAS POR MACETERO		% DE PLANTAS MUERTAS		% DE REDUCCION DE PESO EN RELACION AL TESTIGO	
	TIPO DE SEMILLA					
	aérea	subterránea	aérea	subterránea	aérea	subterránea
oxadiazon 1.0	14a*	8c	97da	73d	98ef	66cd
pendimetalina 1.0	24e	13bc	93de	56cd	97def	34bc
butaclor 2.0	3cd	7c	89d	76d	95cd	71d
bentioacarbo 2.0	4c	8c	85d	73d	93cd	76d
atrazina 1.5	18b	24a	34c	18bc	87c	43bcd
linuron 1.0	24a	21ab	12b	28b	47b	15ab
alaclor 2.0	0e	0d	100e	100e	100f	100e
testigo	27a	29a	0a	0a	0a	0a

¹ = Promedio de 3 repeticiones.

* = Promedios con igual letra dentro de cada columna, no poseen diferencia significativa según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

bilidad al propanil, dependiendo de su origen, siendo de nuevo más sensibles las provenientes de semilla aérea aunque solo el tratamiento de 2.9 kg/ha fue significativo. Los porcentajes de reducción de peso seco para las dosis de 2.9 y 4.0 kg ia/ha fueron del 82 y 96% en plántulas de semilla aérea y del 78 y 74% para las provenientes de semilla subterránea. Los tratamientos con fenoxaprop-etil (furore) y fluazifop-butil (fusilade), fueron igualmente eficaces contra la maleza proveniente de semilla aérea y subterránea, a las que controlaron en un 100% (Cuadro 6).

La clara diferencia en susceptibilidad según la procedencia de las plántulas, principalmente marcada para los herbicidas preemergentes, hace complejo el control químico de esta especie ya que una presión de selección que beneficie la población de plántulas provenientes de semilla subterránea, aumentará la competencia al cultivo, ya que en observaciones realizadas en maceteros se encontró que el talquezal proveniente de semilla subterránea, tiene una competitividad que supera a la de plántulas de semilla aérea en aproximadamente un 15%. La mayor agresividad y escape a los herbicidas pre-emergentes en las plántulas de semilla subterránea, se explica posiblemente por la mayor reserva alimenticia de sus semillas.

Los herbicidas linuron y atrazina que mostraron pobre acción sobre la población del talquezal, sólo lograron reducir inicialmente el crecimiento de las plantas. El valor del grado de toxicidad

en la escala de 1 a 10 para los herbicidas post-emergentes, mediante lecturas a los 15 días se muestran en el Cuadro 7. Mientras el fenoxaprop-etil y el fluzifop-butil controlaron el 100% de la población de la maleza, con las dos dosis de propanil, varias plantas lograron sobrevivir. La sobrevivencia de las plantas, con sólo un daño de 5 en la escala, fue mayor para las provenientes de semilla subterránea (Fig. 4).

CUADRO 6. Eficacia de algunos herbicidas pos-emergentes en el control del talquezal¹.

	Dosis kg la/ha	No. PLANTAS EMERGIDAS		% PLANTAS MUERTAS		% REDUCCION DE PESO EN RELACION AL TESTIGO	
		TIPO SEMILLA					
		Aérea	Subterránea	Aérea	Subterránea	Aérea	Subterránea
propanil	4	15a	17a	59b	47b	82b	78b
propanil	2.9	18a	14a	89c	48b	96bc	74b
fenoxaprop- etil	0.09	11a	16a	100c	100c	100c	100c
fluzifop- butil	0.125	13a	18a	100c	100c	100c	100c
testigo		11a	15a	0a	0a	0a	0a

¹ Promedio de 3 repeticiones.

Promedios con igual letra dentro de una misma columna no poseen diferencia significativa según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

CUADRO 7. Fitotoxicidad de los herbicidas pos-emergentes en plantas provenientes de semilla aérea y semilla subterránea, 15 días después de su aplicación¹.

Herbicidas	Dosis kg la/ha	Semilla aérea		Semilla subterránea	
		Fitotoxicidad		Fitotoxicidad	
		Grado ²	% de Plantas	Grado ²	% de Plantas
propanil	4	5	46	5	53
propanil	2.9	10	54	10	47
fenoxaprop- etil	0.09	5	11	5	50
fluzifop- butil	0.125	10	89	10	50
testigo		10	100	10	100
testigo		1	100	1	100

¹ Promedio de 3 repeticiones.

² Fitotoxicidad: 1 = plantas sanas
10 = plantas muertas

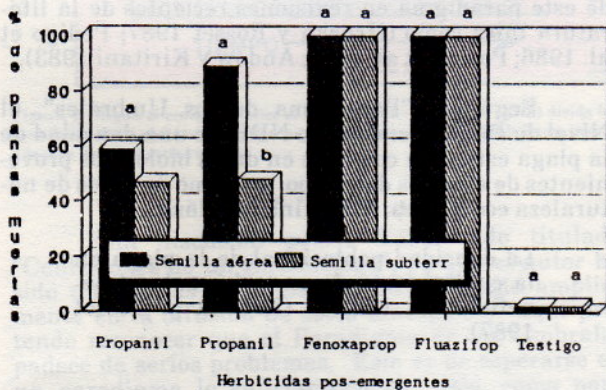


Fig. 4. Efecto herbicidas pos-emergente sobre el % de plantas muertas de talquezal provenientes de semillas aérea y subterránea.

Observaciones sobre otras prácticas de control. No se ha observado que el talquezal sea atacado de manera notoria por insectos o enfermedades. El ganado se alimenta del talquezal cuando la maleza está en activo crecimiento y es común ver como los agricultores sacan sus animales a pastar en los bordes de los campos o en lotes en barbecho donde está la maleza. Como el talquezal aparentemente requiere de mucho nitrógeno para su normal desarrollo, en áreas deficientes en este elemento, se observó un crecimiento pobre de la planta, con un color amarillo pálido muy notorio en su follaje. Se desconoce el valor nutritivo de la maleza como alimento para el ganado, bajo estas condiciones.

La especie no se desarrolla en áreas sombreadas por ser una especie C₄, bien sea por efecto de árboles, vegetación de mayor altura que ella o por efecto del cultivo con mayor densidad y rápida cobertura, situación que debe aprovecharse en los programas de manejo cultural de la maleza.

En los trabajos en maceteros se estableció que en muchos casos las disminuciones observadas en la germinación de la semilla subterránea, se debieron a que éstas eran consumidas por pájaros, aún cuando en condiciones de campo no se ha podido constatar. El buen tamaño de las semillas seguramente las hace apetecibles a muchas aves, lo que puede influir en la reserva de semillas de la maleza en el suelo bajo condiciones de campo. □

LITERATURA CITADA

- AULD, B.A.; MENZ, K.M. y TISDELL, C.A. 1987. Weed Control Economics. New York, Academic Press. p. 29-62.
- BAKER, H.G. 1974. The evolution of weeds. In: R. F. Johnson (Ed.). Annual Review of Ecology and Systematics. 5:1-24.
- CORRELL, D.S. y JOHNSTON, M.C. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Texas, USA. pp. 240.
- GOULD, F.W. y BOX, T.W. 1965. Grasses of the Texas Coastal Bend (Calhoun, Refugio, Aransas, San Patricio and northern Kleberg counties). College Station, Tex. Texas A&M University Press.
- _____. 1951. Grasses of Southwestern United States. University of Arizona Bulletin. 22(1):30.
- HAKANSSON, S. 1982. Multiplication, growth and persistence of perennial weeds. In: Holzner y Numata (Eds.) Biology and Ecology of Weeds. Boston. Junk Publishers p. 123-125.
- HITCHCOCK, A.S. 1950. Manual of the Grasses of the United States. Washington, D.C. U.S. Printing Office. p. 524.
- HOLZNER, W.; HAYASHI, I. y GLAUNINGER, J. 1982. Reproductive strategy of annual agrestals. In: Holzner y Numata (Eds.) Biology and Ecology of Weeds. Boston. Junk Publishers p. 111-121.
- KIGEL, J. y KOLLER, D. 1985. A sexual Reproduction of Weeds. In: S.O. Duke (Ed.) Weed Physiology Vol. II. Reproduction and Ecophysiology. Boca Raton, Florida, CRC Press p. 65-100.
- MERINO, C.; MANZANO, M.; DE LA CRUZ, R.; CABALLERO, C. 1988. El Talquezal. Difícil problema en cultivos de arroz en El Salvador. Turrialba, Costa Rica, MIP-CENTA, CATIE. 1988. Plegable Divulgativo.

UMBRALES ECONOMICOS: PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS*

Peter Rosset**

ABSTRACT

According to the theory of economic thresholds, the economic injury level (EIL) is a pest density, whose estimation is based on both biological data coming from field tests and on economic data. The classic definition of EIL is the pest's population density at which the cost of control equals the benefit of it. The economic threshold also represents a pest density, but it is rather a decision-making tool. The classic definition of the economic threshold is the pest's population density at which control activities should be undertaken so that the population does not reach the EIL in the future.

The author has thoroughly disseminated these two concepts. However, in this paper he contends that the threshold theory involves serious problems which have become evident through time, namely that the model is not economically optimal and it is a static one, since it does not consider the effect that a given control action might have on the future dynamics of the pest.

RESUMEN

De acuerdo con la teoría de los umbrales económicos, el nivel de daño económico (NDE), es una densidad estimada de la plaga con base en datos biológicos provenientes de ensayos de campo, así como de datos de naturaleza económica. La definición clásica del NDE es la densidad poblacional de la plaga a la cual el costo y el beneficio son equivalentes. El umbral económico (UE), representa también una densidad de la plaga, pero es más bien un indicador para tomar decisiones. La definición clásica del UE es la densidad poblacional de la plaga a la cual se debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro.

El autor ha difundido ampliamente estos dos conceptos. Sin embargo, en el presente trabajo reconoce que la teoría de los umbrales padece de serios problemas que se han hecho evidentes en el transcurso de los años, tales como que el modelo no es económicamente óptimo y que es estático, pues no considera el efecto que ejerce una acción de control sobre la futura dinámica poblacional de la plaga.

INTRODUCCION: La Historia de la Ciencia y las Definiciones Clásicas

"Hay un gran futuro en la entomología."

Woody Allen en Annie Hall, al encontrar artrópodos nocivos en el apartamento de Annie.

Según Thomas Kuhn (1962) en su famoso libro sobre la estructura de las revoluciones científicas, la historia de cualquier ciencia está marcada por revoluciones periódicas sobre las ideas dominantes, o paradigmas. No obstante, la mayor parte de la historia está comprendida por los periodos ubicados entre revoluciones, durante los cuales los científicos tienden a aceptar acriticamente los paradigmas dominantes.

Kuhn sostiene que la gran mayoría de los experimentos se diseñan con el propósito, explícito o implícito, de confirmar el paradigma y que el científico, inconscientemente, consigna los resultados contrarios en las categorías de "errores experimentales" o "experimentos fracasados." Una revolución ocurre solamente cuando se han acumulado tantos de estos resultados "anómalos", que la comunidad científica ya no los puede ignorar más. Únicamente en esta coyuntura relativamente breve se da un libre juego de ideas, hasta que un nuevo paradigma se impone y sustituye al caduco y fallido.

En la ciencia de la entomología el paradigma de los Niveles de Daño Económico y sus Umbrales Económicos asociados, ha representado un conjunto dominante de ideas desde la década de los 50 (Stern et al. 1959). El lector puede ver un desglose exhaustivo de este paradigma en revisiones recientes de la literatura tales como (Hruska y Rosset 1987; Pedigo et al. 1986; Poston et al. 1983; Andow y Kiritani 1983).

Según el "Paradigma de los Umbrales", el Nivel de Daño Económico o NDE, es una densidad de la plaga estimada con base en datos biológicos provenientes de ensayos de campo, así como de datos de naturaleza económica. Su definición clásica es:

La densidad poblacional de la plaga en la cual el costo de control iguala al beneficio del control (Hruska y Rosset 1987).

*Material presentado en 4º Congreso Nacional y 3º Congreso Internacional Sobre Manejo Integrado de Plagas, 23 al 26 de octubre de 1990, Managua, Nicaragua.

**Lider Proyecto CATIE/MAG-MIP Managua, Nicaragua.

En contraste, el Umbral Económico o UE aunque representa también una densidad de la plaga, es más bien una regla para la toma de decisiones. Su definición clásica es:

La densidad poblacional de la plaga donde se debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro (Hruska y Rosset 1987).

La relación entre el NDE y el UE se presenta gráficamente en la Fig. 1.

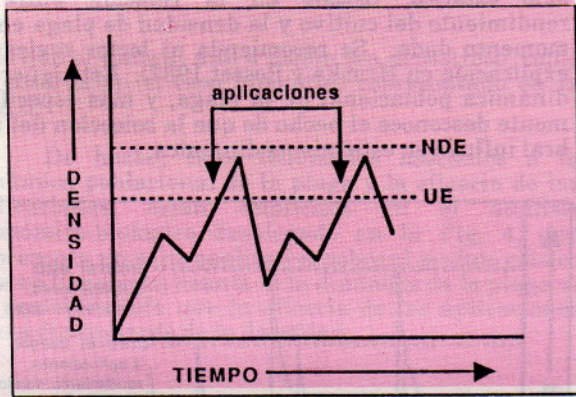


Figura 1. Relación entre el Nivel de Daño Económico (NDE) y el Umbral Económico (UE) según el modelo clásico. Note que se alcanza el UE antes de llegar al NDE.

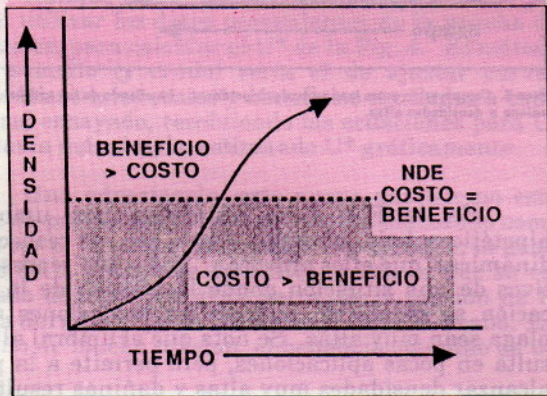


Figura 2. Según el concepto clásico el Nivel de Daño Económico (NDE) divide las densidades de la plaga en dos regiones: una donde no sería rentable hacer una aplicación y la otra donde sí sería rentable.

Esta discusión podría haber sido titulada "Confesiones de un Entomólogo", ya que el autor ha sido una de las personas que ha trabajado ampliamente en la difusión de estos conceptos y aquí pretende reconocer que el Paradigma de los Umbrales padece de serios problemas. Esto es de esperarse en un paradigma lo suficientemente viejo, como para acumular su buena cantidad de contradicciones. Andow y Rosset (1990) explican varios de los problemas, de los cuales se analizarán en mayor profundidad los siguientes:

- El modelo no es económicamente óptimo.
- Es un modelo estático que no toma en cuenta el efecto que ejerce una acción de control, sobre la futura dinámica poblacional de la plaga.

ENTOMOLOGOS Y ECONOMISTAS

El propósito o razón de ser del UE es maximizar la rentabilidad económica de las decisiones que tome el productor sobre el control de las plagas. Así que para evaluar este concepto hay que utilizar el criterio de ganancia. Y como el UE se define exclusivamente en relación con el NDE, es necesario iniciar este análisis con este segundo concepto.

Según el paradigma clásico el NDE divide las densidades de la plaga en dos regiones, como se observa en la Fig. 2. Una región del gráfico, representa las densidades donde no sería rentable ejercer una acción de control, tomando en cuenta el costo de ese control, porque su costo excedería al beneficio (el rendimiento recuperado); aunque se utiliza una aplicación de insecticida, en el caso del ejemplo, el concepto se aplica a cualquier acción de control. La otra región, consiste en las densidades donde la acción de control sí sería rentable (beneficio mayor que costo). El paradigma llega hasta aquí; sin embargo, surge la duda ¿cuál densidad maximiza la rentabilidad asociada con la aplicación?

La primera noción que llega a la mente es, entre más sobrepase la población al NDE, más rentable será la acción de control. Sin embargo, esto no es posible, ya que eventualmente habrá tantos insectos que éstos consumirán todo el cultivo, sin dejar ningún rendimiento recuperable (beneficio potencial = 0). La lógica sugiere que se deben representar tres regiones y no dos (ver Fig. 3), de tal manera que al aumentar la densidad de la plaga, se pasa consecutivamente desde la región donde el costo es mayor que el beneficio (mucho costo por pocos insectos) a la región donde el beneficio es mayor que el costo (valor del rendimiento recuperable, mayor que el costo de recuperarlo), y finalmente se pasa a otra región donde el costo es mayor que el beneficio (costo mayor que el valor del rendimiento recuperable).

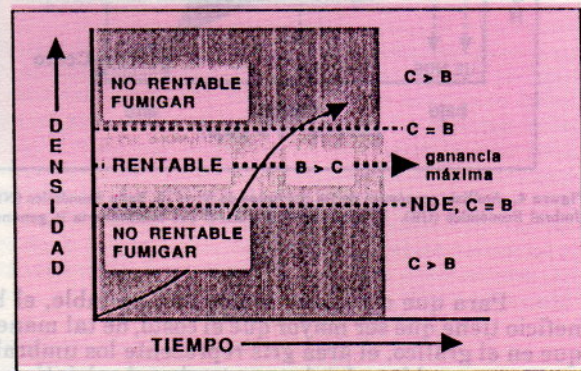


Figura 3. Un análisis más profundo del concepto del Nivel de Daño Económico (NDE) sugiere que la densidad de la plaga se debe dividir en tres regiones: una donde una aplicación sería rentable y dos donde no sería rentable (C = costo, B = beneficio).

De hecho este análisis es parecido al de los economistas agrícolas, que siempre han contado con su propia literatura sobre los umbrales (resumida por Horn 1988; Headley 1972 y 1975). Las dos literaturas no han convergido, posiblemente porque los entomólogos han enfatizado la densidad de la plaga en la cual hay que tomar acción, mientras que los economistas han tratado de optimizar la dosis o cantidad de producto a usar, lo cual para el entomólogo es algo dado por las instrucciones de la etiqueta y no sujeto a variación. Sin embargo, aquí se plantea la posibilidad de utilizar las herramientas analíticas de los economistas para analizar el caso de los umbrales y NDEs en términos biológicos.

El umbral: ¿económico o anti-económico?

Aprovechando parte del "análisis marginal", que los economistas aplican a la cuestión de dosis para el caso de umbrales, se obtiene el gráfico presentado en la Fig. 4. En un eje está el valor económico y en el otro el umbral definido como densidad poblacional de la plaga. La curva inferior representa los costos asociados al uso de diferentes umbrales. La curva disminuye con tasa decreciente, ya que un umbral más alto será alcanzado con menor frecuencia, dando lugar a menos aplicaciones y un costo menor, pero no alcanza cero dado que casi siempre existe la posibilidad, aunque remota, de alcanzar el umbral una vez. La curva superior representa el beneficio asociado a cada umbral posible, y disminuye monótonicamente desde el valor del rendimiento máximo obtenido en la ausencia de daño hasta cero -- o sea un daño de 100%. Un umbral muy bajo da un rendimiento alto, pero a un costo altísimo, mientras que un umbral alto da un costo bajo pero con un rendimiento nulo.

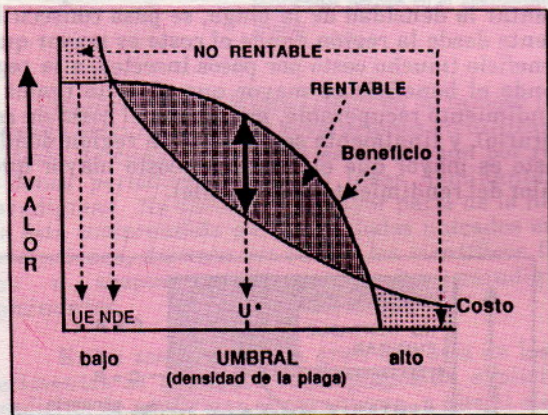


Figura 4. Análisis económico de los conceptos de Nivel de Daño Económico (NDE) y Umbral Económico (UE). U^* representa el umbral que maximizaría la ganancia neta.

Para que cualquier acción sea rentable, el beneficio tiene que ser mayor que el costo, de tal manera que en el gráfico, el área gris represente los umbrales que son rentables. Lógicamente el umbral óptimo se obtiene como el punto U^* , el cual maximiza la diferencia entre el beneficio y el costo. Pero esto resulta ser una lógica que hasta ahora aparenta haber es-

capado a nosotros los entomólogos. Aplicando la "lógica" clásica de los entomólogos al análisis presentado aquí, se obtendría que el NDE sería el punto donde el beneficio es igual al costo, y la rentabilidad sería un robusto cero. Más allá está el UE, recordando que siempre está en una densidad inferior a la del NDE, con una rentabilidad sumamente negativa. El colega economista Dr. James French al ver este análisis, comentó: "Por eso no hay muchos entomólogos como administradores de negocios!"

MODELO ESTÁTICO

El modelo clásico basado en el NDE es un modelo estático, basado en la relación entre el rendimiento del cultivo y la densidad de plaga en un momento dado. Se recomienda al lector revisar la explicación en Hruska y Rosset (1987). Esto ignora la dinámica poblacional de la plaga, y más específicamente desconoce el hecho de que la selección del umbral influye en esta misma dinámica.

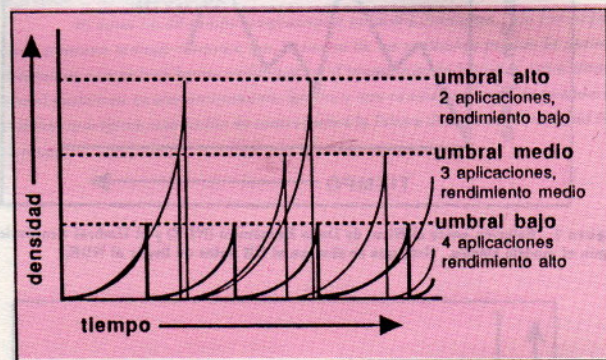


Figura 5. Comparación entre tres umbrales hipotéticos. La eficacia de las aplicaciones se mantiene a densidades altas.

En la Fig. 5 se presentan tres umbrales hipotéticos: bajo, mediano y alto, con las respectivas dinámicas que ellos provocan. Todos son representativos de una situación donde la eficacia de la aplicación se mantiene, aunque las poblaciones de la plaga sean muy altas. Se nota que el umbral alto resulta en pocas aplicaciones, pero permite a la plaga alcanzar densidades muy altas y dañinas resultando en un rendimiento bajo. Al otro extremo, el umbral bajo mantiene al mínimo la densidad de la plaga y así da un buen rendimiento, pero con mayores aplicaciones y más costos asociados. En muchos casos el umbral medio genera la mejor combinación de costos y beneficios, como se planteó en la sección anterior.

Sin embargo, el tomar en cuenta la dinámica particular de la plaga permite ver situaciones distintas, como el caso del picudo del algodón del cual se dice que es más fácil de controlar mientras presenta densidades bajas, pero que se vuelve incontrolable a densidades altas. O sea que la eficacia de las aplicaciones es inversamente dependiente de la densidad de la plaga. En este caso el umbral bajo, podría dar lugar a menos aplicaciones y mayor rendimiento, mien-

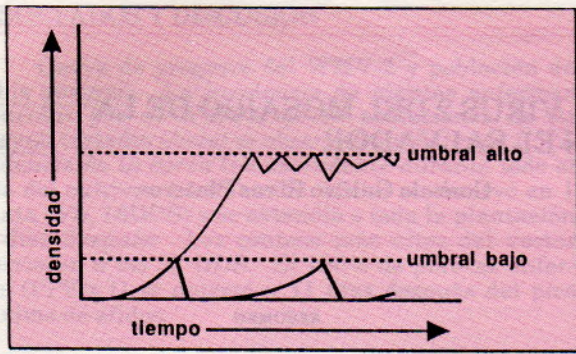


Figura 6. Comparación entre dos umbrales hipotéticos. La eficacia de las aplicaciones es inversamente dependiente de la densidad de la plaga.

tras que el umbral alto o medio sea desastroso, como se observa en el caso hipotético representado en la Fig. 6.

De hecho, estos fenómenos asociados a la dinámica poblacional de la plaga y la eficacia de las aplicaciones, están implícitos en el análisis económico-biológico desplegado en la Fig. 4, que representa un salto cualitativo sobre el modelo clásico que no tomaba en cuenta ni la dinámica de la plaga ni la posibilidad de que la eficacia de las aplicaciones fuera dependiente de la densidad.

Prueba de Umbrales y Utilidad del NDE; Apuntes Prácticos

Aunque no se haya hecho en el pasado, se podrían utilizar los datos provenientes de la prueba de umbrales, para calcular el U^* de la Fig. 4. El método más sencillo (y crudo) sería el de ajustar curvas cuadráticas a los costos y beneficios asociados a cada umbral ensayado, resolviendo las ecuaciones para U , o todavía más simple, estimando U^* gráficamente.

Una advertencia: este nuevo análisis no está libre de problemas o suficientemente elaborado como para ser el "nuevo paradigma." Por ejemplo, la debilidad de la prueba de umbrales radica en que su resultado depende, en gran parte, de la presión de la plaga durante el periodo en el cual se llevó a cabo. En un año de mucha presión, el beneficio obtenido de un

umbral sería diferente a un año de poca presión. Esta debilidad no es compartida por el modelo clásico, el cual permite extrapolar a diferentes densidades de la plaga. De esta forma cabría la siguiente recomendación provisional: repetir las pruebas de umbrales más de una vez, y, además, aún vale la pena realizar el análisis "clásico" de regresión entre las densidades de la plaga en diferentes etapas fenológicas y el rendimiento del cultivo (Hruska y Rosset 1987). Hay situaciones en donde no hay sustituto para esa metodología, tal como en los experimentos en jaulas donde se colocan diferentes cantidades de insectos sobre las plantas. □

LITERATURA CITADA

- ANDOW, D.A. y KIRITANI, K. 1983. The economic injury level and the control threshold. *Japan Pesticide Information* 43:3-9.
- ANDOW, D.A. y ROSSET, P.M. 1990. Integrated pest management. In C.R. Carroll, J.H. Vandermeer y P.M. Rosset (eds.). *Agroecology*, New York, McGraw-Hill. p. 413-439
- KUHN, T.S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, University of Chicago Press.
- HEADLEY, J.C. 1972. Economics of agricultural pest control. *Ann. Rev. Entomol.* 17:273-286.
- HEADLEY, J.C. 1975. The economics of pest management. In R.L. Metcalf y W.H. Luckman (eds.). *Introduction to Insect Pest Management*, New York, Wiley. p. 75-99.
- HORN, D.J. 1988. *Ecological Approach to Pest Management*. New York: Guildford Press.
- HRUSKA, A.J. y ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.5:30-44.
- PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H. y HIGLEY, L.G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Ann. Rev. Entomol.* 31:341-368.
- POSTON, F.L.; PEDIGO, L.P. y WELCH, S.M. 1983. Economic injury levels: reality and practicality. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 29(1):49-53.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R. y HAGEN, K.S. 1959. The integration of chemical and biological of the spotted alfalfa aphid; the integrated control concept. *Hilgardia* 29:81-101.

DESCRIPCION EPIDEMIOLOGICA DEL VIRUS 2 DEL MOSAICO DE LA SANDIA (WMV-2) EN EL SALVADOR

Gonzalo Galileo Rivas Platero*

ABSTRACT

The epidemiology model of Watermelon Mosaic Virus 2 (WMV-2) was established. Data of the proportion of diseased plants due to WMV-2 were adapted to the Gompertz model with an apparent infection rate per day of 0.063 ($R^2 = 0.89$, $P = 0.01$). The virus's growth rate was at a maximum at 27 days after planting (DAP) and this was determined by population levels of *Aphis gossypii* equal to 2 winged aphids/leaf registered at 16 DAP.

INTRODUCCION

El complejo de virus de las cucurbitáceas en El Salvador constituye un problema fitopatológico muy grave que afecta principalmente los cultivos de sandía, melón y pepino. El virus del mosaico de la sandía (WMV) alcanza elevada incidencia en las principales zonas productivas durante la época de cultivo; registrando niveles del 100%. Rivas (1989) reportó al virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2) como una de las razas presentes en El Salvador, lo describe ampliamente e incluye información poblacional del vector *Aphis gossypii* y establece algunos parámetros de la relación virus-vector.

El WMV-2 se clasifica como un miembro del grupo de los potyvirus, en base a la morfología de la partícula, su relación serológica con el virus Y de la papa y otros potyvirus, la transmisión no-persistente por áfidos y la habilidad de inducir inclusiones citoplasmáticas, pinwheel, en las células hospederas (Hollings y Brunt 1981, Matthews 1982, citados por Purcifull et al. (1984).

La definición del modelo epidemiológico, que explica a una enfermedad, trata de aproximar la realidad mediante ecuaciones sin pretender ser una réplica de ésta. Los modelos epidemiológicos se estudian con el propósito de entender por otro medio lo que ocurre en el campo, cuantificar el progreso de una epidemia, prevenir epidemias y principalmente, tornar más eficientes los medios de control existentes y formular nuevas estrategias tendientes a disminuir el crecimiento de una enfermedad (Hernández y Montoya 1987).

En este trabajo, el autor se basa en los datos de la incidencia del WMV-2 presentados en 1989. trata

RESUMEN

Se estableció el modelo epidemiológico del virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2). Los datos de la proporción de plantas enfermas debidas al WMV-2 se adaptaron al modelo de Gompertz con una tasa de infección aparente por día de 0.063 ($R^2 = 0.89$; $P = 0.01$). La tasa de incremento del virus fue máxima a los 27 días después de sembrar (DDS) y registró un valor de 2.3%. La PPE fue 1 después de 11 días de registrado el pico máximo de áfidos alados.

de cuantificar la curva de progreso del virus a través de un modelo epidemiológico; establecer las tasas de infección aparente y de incremento del virus y relaciona la incidencia del virus con la dinámica poblacional del vector *Aphis gossypii* (Glover).

MATERIALES Y METODOS

Los conteos de plantas enfermas se hicieron semanalmente en una plantación de sandía Charleston Gray, ubicada en la Cooperativa Astoria, San Pedro Masahuat, La Paz. La dispersión de la enfermedad se determinó localizando cada nuevo sitio de infección en relación con las plantas previamente infectadas. Los datos de la incidencia se transformaron a proporción de plantas enfermas, PPE, (valores entre 0 y 1; 1=100%) y éstos se analizaron bajo las ecuaciones transformadas para los modelos logístico ($\ln y/1-y$); monomolecular ($\ln 1/1-y$) y Gompertz ($-\ln(-\ln y)$).

La selección del modelo a utilizar se realizó mediante un análisis de regresión de mínimos cuadrados entre las variables \dot{Y} (PPE) y el tiempo (t) para cada modelo. El mayor coeficiente de determinación (R^2) obtenido, estableció el modelo a utilizar (Madden 1980, Madden y Campbell 1986).

La tasa de incremento (dy/dt) se obtuvo utilizando la ecuación diferencial correspondiente al modelo (Madden y Campbell 1986).

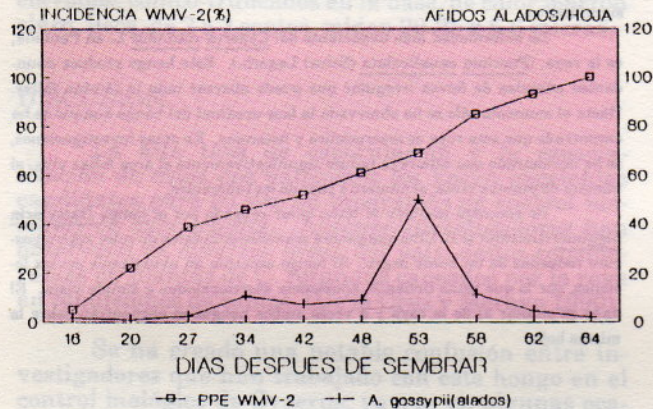
Las poblaciones de áfidos se determinaron semanalmente mediante el conteo directo en hoja; para ello se escogieron 2 hojas por planta de la parte media y se registró el número de áfidos presentes, alados y no alados. Aunque en este trabajo sólo se consideraron los alados.

*Ing. Agr., Profesor del Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica. San Salvador, El Salvador.

RESULTADOS Y DISCUSION

Curva de progreso del WMV-2 y población de *Aphis gossypii*. La incidencia de plantas enfermas inducidas por el WMV-2 y las poblaciones de *A. gossypii* (estado alado) se observan en la figura 1. La tendencia de la curva fue ascendente durante todo el ciclo del cultivo. La infección inicial se observó en 1 planta (5%, 16DDS) y se extendió a toda la plantación 48 días después. Los conteos más altos del vector ocurrieron a los 53 DDS. El 100% de plantas enfermas (PPE=1) se detectó a 11 días después del pico máximo de áfidos.

FIG. 1 INCIDENCIA DEL VIRUS 2 DEL MOSAICO DE LA SANDIA(WMV-2) Y POBLACION DE *A. gossypii* A TRAVES DEL TIEMPO.



El modelo matemático que se ajustó a la curva de progreso del WMV-2 fue el modelo de Gompertz con $R^2 = 0.89$; $P=0.01$ y una tasa de infección aparente por día de 0.063. Lo anterior es coincidente con lo establecido por Gray et al. (1986) cuando analizaron las características de una epidemia inducida por el WMV-2. La descripción matemática de una epidemia viral por el modelo de Gompertz se asocia con una enfermedad de ciclo policíclico (Tresh 1984) ya que para un potyvirus, como lo es el WMV-2, el período de incubación es corto y el mecanismo de disseminación es eficiente originando así nuevas infecciones. La máxima tasa de incremento del virus ($dy/dt=0.023=2.3\%$) ocurrió durante los primeros 11 días de observación (16-27 DDS) con $PPE = 0.39$. A medida que transcurrió el tiempo la tasa de incremento tendió a cero justamente cuando PPE se acercaba a 1.0. La maximización temprana de dy/dt permitió ajustar los datos de la PPE al modelo de Gompertz (Madden 1980 y Berger 1981).

Es necesario continuar con la estimación de la incidencia del WMV-2, usando diversas variedades de sandía, en diferentes localidades y comparar las respectivas tasas de infección aparente, intentos de control podrían evaluarse con este criterio. Así mismo se sugiere iniciar capturas de áfidos mediante trampas de charolas amarillas con agua u otro método alternativo para conocer las rutas de migración, períodos de mayor actividad de vuelo; vigilar y coordinar las fechas de siembra de tal manera que no coincidan con

los picos poblacionales de áfidos y así evitar tempranamente la maximización de la tasa de incremento viral; eliminar plantas enfermas y silvestres hospederas del virus para que no constituyan fuente de inóculo ni reservorio de áfidos vectores, de esta manera podría disminuirse la tasa de infección viral. □

CONCLUSIONES

- El modelo de Gompertz explicó la curva de progreso del WMV-2 con una tasa de infección aparente por día de 0.063 ($R^2=0.89$; $P=0.01$).
- La tasa de incremento del virus fue máxima, 2.3%, a los 27 días después de sembrar con $PPE=0.39$.
- Once días después de que ocurrió el pico más alto de la curva de población de áfidos se obtuvo el 100% de incidencia ($PPE = 1$).

BIBLIOGRAFIA

- BERGER, R.D. 1981. Comparison of the Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology* 71:716-719.
- GRAY, S.M.; MOYER, J.W.; KENNEDY, G.G.; CAMPBELL, C.L. 1986. Virus-suppression and aphid resistance effects spatial and temporal spread of watermelon mosaic virus 2. *Phytopathology* 76:1264-1269.
- HERNANDEZ, T.; MONTOYA, R. 1987. Epidemiología cuantitativa y su aplicación al análisis de algunas enfermedades de cultivos tropicales. ICA-UNAS. Lima, Perú. 50 p.
- MADDEN, L.V. 1980. Quantification of disease progression. *Prot. Ecol.* 2:159-176.
- _____; CAMPBELL, C.L. 1986. Descriptions of virus disease epidemics in time and space. In: *Plant Virus Epidemics*. G.D. McLean, R.D. Garret W.G. Ruesink. Eds. New York Academic Press. p. 273-293.
- PURCIFULL, D.E.; HIEBERT, E.; EDWARDSON, J. 1984. Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB. Descriptions of Plant Viruses. No. 293.
- RIVAS PLATERO, G.G. 1989. El virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2), fluctuación poblacional de vectores y su presencia en El Salvador. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 12:12-20.
- TRESH, J.M. 1984. Progress curves of plant virus disease. *Adv. Appl. Biol.* 8:1-85.

POSIBILIDADES DE CONTROL BIOLÓGICO DE LA PIMIENTILLA (*Cyperus rotundus* L.) CON EL USO DE HONGOS PATÓGENOS

Eduardo Esquivel R.*

ABSTRACT

Plant samples with foliar disease symptoms were taken in various sites in Panama. Two potentially damaging pathogenic fungi were detected.

Panama's most important disease of *Cyperus rotundus* L. is the rust (*Puccinia canaliculata* (Schw.) Lagerh.). This fungus produces abundant irregularly formed pustules which cover the entire leaf. Even though the rust is macrocyclical and heteroic, only the uredinal phase of the fungus has been observed in Panama. Other researchers have found that the rust reduces significantly the live foliar area, number of live plants, and the number and weight of the tubers.

Foliar blast caused by the fungus *Dactylaria higginsii* (Lutrell) M.B. Ellis was also found. This pathogen produces dark brown circular spots with a black border. An abundant sporulation of the fungus in the lesions causes a velvety appearance to the naked eye. Damage is similar to that done by the rust, and both fungi may be found on the same leaf.

RESUMEN

En diversas localidades de la provincia de Panamá, se hicieron muestreos de plantas de pimientilla, con síntomas de enfermedades foliares. Se detectaron dos hongos patógenos con posibilidades de ocasionar un daño foliar significativo.

La enfermedad más importante del *Cyperus rotundus* L. en Panamá, es la roya, (*Puccinia canaliculata* (Schw) Lagerh.). Este hongo produce abundantes pústulas de forma irregular que puede abarcar toda la lámina foliar. Hasta el momento sólo se ha observado la fase uredinal del hongo aunque se ha encontrado que esta roya es macrocíclica y heteroica. En otras investigaciones, se ha demostrado que esta roya reduce significativamente el área foliar viva, el número de plantas vivas, el número y peso de los tubérculos.

Se encontró también el tizón foliar causado por el hongo *Dactylaria higginsii* (Lutrell.) M.B. Ellis que genera manchas circulares de color marrón oscuro rodeadas de un borde negro. El hongo esporula en abundancia en las lesiones, por lo que estas tienen la apariencia aterciopeladas a simple vista. El daño es similar al de la roya y a veces ambos hongos se encuentran sobre la misma hoja.

INTRODUCCION

La pimientilla o coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) es considerada una de las malezas importantes de los cultivos tropicales y subtropicales, por su notable resistencia a herbicidas y su alta capacidad reproductiva (Gamboa y Vandermeer 1988). La idea de controlar malezas con hongos patógenos data del siglo pasado, cuando aparecieron los primeros informes sobre las enfermedades en esta especie (Phatak et al. 1983). En el control de *Cyperus rotundus* L. Se demostró que la inoculación con roya en los inicios de la primavera reducía la población de plantas en un 46%, la producción de tubérculos en un 66% y se inhibía la floración Phatak et al. (1983). Otro estudio detallado usando microparcels, indicó que la roya redujo significativamente el área foliar viva, el número de plantas vivas, el número y el peso de los tubérculos (Callaway et al. 1985a).

Phatak (1984) demostró que las combinaciones de roya y el herbicida paraquat, ejercían un 99% de control de la mencionada maleza, comparado con un 60% de control sólo con la roya y un 10% sólo con el paraquat. Varios ensayos de combinaciones de la roya con otros herbicidas dieron resultados similares (Callaway et al. 1985a).

MATERIALES Y METODOS

Con el fin de detectar plantas de *C. rotundus* L. con síntomas de enfermedades, se realizaron inspecciones en diversas localidades de la Provincia de Panamá. Se tomaron muestras de hojas que mostraban algún tipo de lesión foliar. Se colocaron en bolsas plásticas y se sellaron para su traslado al Laboratorio. Cuando se determinaron signos de roya, se observaron en el microscopio a través de raspados directos de las pústulas o por cortes finos con navaja de secciones transversales de la hoja, montados en placas con Azul de Amman (Lactofenol azul). Las hojas con signos de tizón se colocaron en cámara húmeda por 24 horas y se observaron en la misma manera. La identificación de los patógenos se llevó a cabo utilizando las claves taxonómicas existentes en la literatura especializada.

RESULTADOS

Síntomas y descripción de patógenos.

Roya de la pimientilla: *Puccinia canaliculata* (Schw.) Lagerh. En las hojas de *C. rotundus* L. presenta signos característicos de pústulas circulares o alargadas, en el envés. Las masas de esporas son de color canela o marrón oscuro. Las lesiones se manifiestan en el haz como manchas cloróticas en las etapas iniciales y completamente necróticas en estados avanzados de la enfermedad. Hasta el momento sólo se ha observado la fase uredinal del hongo, aunque se sabe que esta roya es macrocíclica y heteroica (Callaway et al. 1985b). Los uredosporos son globosos o piriformes,

*MSc. Fitopatólogo. IDIAP, Panamá.

pedicelados, ligeramente equinulados, de 25-35 micras de diámetro con varios poros visibles, parafisis clavadas-alargadas, hialinas, de 15-35 x 3-5 micras. En numerosas ocasiones se encontraron los hongos hiperparásitos *Darluca filum* (Biv.-Vern.) Cast. y *Cladosporium uredinicola* Speg. en los uredios estudiados.

Tizón de la hoja: *Dactylaria higginsii* (Lutrell) M.B. Ellis causa manchas circulares o alargadas de color marrón oscuro, rodeadas de un borde negro y a veces un halo amarillo. El hongo esporula abundantemente en las lesiones, por lo que algunas veces estas tienen apariencia aterciopelada. El daño es similar al de la roya y muchas veces se encuentran los dos hongos sobre la misma hoja. El *D. higginsii* produce conidioforos de color marrón claro, de 60-100 micras de largo, abultados en la base. Los conidios son obclavados, cónico-truncados en la base, de color marrón claro, lisos, de 2 a 3 septos, miden 20-25 x 5-6 micras.

DISCUSION

La alta tasa de esporulación y la especialización de estos dos patógenos los hacen excelentes candidatos para su uso en programas de control biológico de esta maleza. Algunos investigadores han observado en diversas áreas del país, daños considerables en plantas de *C. rotundus* causados por la roya en condiciones de campo. (De la Cruz y Merayo 1990).

Se ha creado una notable confusión entre investigadores que han trabajado con este hongo en el control biológico de *Cyperus*, ya que en algunas ocasiones la roya sólo afecta al *C. esculentus* y no al *C. rotundus*; y en otros casos las dos especies son susceptibles (Callaway et al. 1985a y 1985b). Al parecer esto se debe, por un lado, a que hay biotipos de *C. rotundus* que poseen diversos grados de resistencia a la roya, y por el otro, a que existen razas fisiológicas de la roya. Es muy posible también que se encuentre más de una especie de roya que ataque a *C. rotundus*, por lo cual se recomienda realizar estudios taxonómicos más detallados de estas enfermedades.

La estrategia de aumentar los enemigos naturales nativos con el fin de eliminar una maleza con la aplicación de una alta presión de inóculo en una época apropiada, se llama "Táctica bioherbívora"

(Templenton y Smith 1977) o "Control biológico inductivo" (Wapshere 1979). Esta estrategia también se refiere a los herbicidas biológicos, plaguicidas microbianos o micoherbicidas (Simmonds y Brosten 1989).

En el caso particular de los dos organismos estudiados, para el desarrollo eficiente de las técnicas del control biológico, se requieren estudios más amplios sobre el manejo del hongo, multiplicación y conservación del inóculo y al mismo tiempo determinar las épocas más adecuadas de aplicación. □

LITERATURA CITADA

- CALLAWAY, M.B.; PHATAK, S. y WELLS, H. 1985a. Effect of rust and rust-herbicide combination on yellow nutsedge. Proc. South Weed Sci. Soc. 38:131.
- _____ ; PHATAK, S. y WELLS, H. 1985B. Studies of alternated hosts of the rust *Puccinia canaliculata*, a potential biological control agent for nutsedges. Plant Disease 69(11):924-926.
- DE LA CRUZ, R. y MERAYO, A. 1990. Manejo de *Cyperus rotundus* L. en algunas áreas tropicales. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.16:41-48.
- GAMBOA M., W. y VANDERMEER, J. 1988. Comportamiento biológico del *Cyperus rotundus* L. I. Fases fenológicas, dinámica de crecimiento y capacidad reproductiva. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.10:13-27.
- PHATAK, S.C.; SUMNER, D.; WELLS, H.; BELL, D.; GLAZE, N. 1983. Biological control of yellow nutsedge with the indigenous rust fungus *Puccinia canaliculata*. Science. 219:1446-1447.
- _____. 1984. Knock out Nutsedge. American Veg. Grower. 32(6):4-46.
- TEMPLENTON, G. y SMITH, R. 1977. Managing weeds with pathogens. In Plant Disease: An advanced treatise. Vol. I. N.Y. Academic Press. p. 167-176.
- SIMMONDS, B. y BROSTEN, D. 1989. Microbial herbicide registrations Lag. Agrochemical Age 33(10):8-9, 18-19.
- WAPSHERE, A.J. 1979. Recent progress in the biological control of weeds. EPPO. Bull. 9(1):95-105.

EL MANEJO DE ENFERMEDADES Y PLAGAS FORESTALES EN COSTA RICA*

Luko Hilje Q.**
Manuel Víquez C.***

Carlos M. Araya F.****
Félix Scorza R.*****

ABSTRACT

This paper analyzes the experience related to forest pests and diseases control accumulated by PIPROF (Interinstitutional Program in Forest Protection) in Costa Rica; its cooperating members are Universidad Nacional, Instituto Tecnológico de Costa Rica, and Dirección General Forestal.

Relevant issues, such as the characteristics of forest production that favor the appearance of pests and diseases, the economic and operational restraints for using synthetic pesticides and some alternative control measures, among which silvicultural practices and biological control stand out, are discussed. Those silvicultural practices described include mixed plantations - based on four experiences developed in Central America so far weed management, pruning, and thinning of trees. Preventative measures, rather than curative ones are emphasized, within an integrated forest pest management framework.

RESUMEN

Se analiza la experiencia del Programa Interinstitucional de Protección Forestal (PIPROF), en el cual participan la Universidad Nacional, el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Dirección General Forestal, en el combate de enfermedades y plagas forestales en el país.

Se discuten los rasgos de la producción forestal que favorecen la aparición de problemas fitosanitarios, las limitaciones económicas y operativas del empleo de plaguicidas sintéticos y otras opciones de combate, como prácticas silviculturales y el control biológico. Las prácticas silviculturales abarcan la diversificación de las plantaciones -a partir de cuatro experiencias en América Central- así como el manejo de las malezas y la realización de podas y raleos. Se insiste en las medidas de carácter preventivo, antes que en las de tipo curativo y en la posibilidad de desarrollar programas de manejo integrado de enfermedades y plagas forestales.

ANTECEDENTES

En diciembre de 1983 se realizó, en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), el Seminario-Taller de las Ciencias Forestales, auspiciado por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), el ITCR, la Universidad Nacional (UNA), la Universidad de Costa Rica (UCR), el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), la Dirección General Forestal (DGF), el CATIE y el IICA. Dentro de esta actividad se propuso la elaboración de un diagnóstico sobre el desarrollo del campo forestal y estrechar la colaboración y la coordinación entre las instituciones del sector, en las áreas de investigación, extensión y docencia.

La discusión dentro de un marco académico y social permitió generar lo que en el futuro sería el Programa Interinstitucional de Protección Forestal (PIPROF), integrado por funcionarios interesados en aunar esfuerzos, aprovechar mejor los recursos de

cada institución, para trabajar en la detección e investigación de enfermedades y plagas de las plantaciones forestales, y para asesorar a los productores sobre su manejo o combate.

Posteriormente, cinco técnicos de la UNA, el ITCR y la DGF, se reunieron en La Selva (estación biológica de la Organización para Estudios Tropicales), para elaborar una propuesta de trabajo. Se tomó como base los trabajos realizados por el CATIE sobre el gusano barrenador de las meliáceas durante la década anterior y el trabajo pionero de años más recientes, efectuado por Loren B. Ford. La propuesta contenía un diagnóstico de los problemas fitosanitarios detectados en el país, una priorización de áreas y proyectos de investigación, el establecimiento de un plan de giras de inspección a plantaciones, una colección de especímenes y de diapositivas, una red de contacto permanente con los productores y técnicos forestales y un banco de información.

La pertinencia histórica de PIPROF resulta evidente cuando se constata que para suplir las necesidades de madera y, dada la elevada tasa de pérdida de los bosques naturales (estimada en 60 000 ha anuales) el país requiere el establecimiento de plantaciones forestales de miles de ha en ciertos casos. Ello genera enfermedades y plagas que alcanzan niveles epidémicos, como ya se ha observado durante los primeros cinco años de PIPROF. El aporte del PIPROF al campo forestal se puede concretar en actividades derivadas de los siguientes objetivos:

*Basado en un trabajo presentado al 1er. Simposio Nacional sobre Tecnología Apropriada y Agricultura Biológica para un Desarrollo Rural Alternativo. Turrialba, Costa Rica. 1989.

**Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

***Departamento de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

****Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

*****Dirección General Forestal, MIRENEM. San José, Costa Rica.

- Asesorar a los organismos, empresas y personas involucradas en la producción forestal en lo referente al manejo de enfermedades y plagas.
- Elaborar diagnósticos y dar seguimiento a los problemas de enfermedades y plagas forestales.
- Desarrollar proyectos de investigación acerca del manejo de enfermedades y plagas forestales, reales y potenciales.
- Reforzar la capacitación en protección forestal en los centros de educación superior, así como divulgar el conocimiento acumulado en relación con las enfermedades y plagas.
- Recopilar y sistematizar la información referente a las enfermedades y plagas forestales, especialmente tropicales.

PROBLEMAS FITOSANITARIOS DE LA PRODUCCION FORESTAL

El desarrollo del sector forestal en Costa Rica, basado en el establecimiento de plantaciones, se puede caracterizar en lo relativo a aspectos fitosanitarios, por los siguientes elementos:

- Con excepción de algunas especies nativas como el laurel (*Cordia alliodora*), el pochote (*Bombacopsis quinatum*) y el jaúl (*Alnus acuminata*), la mayor parte de las plantaciones, contiene especies exóticas, como pinos (*Pinus caribaea* var. *hondurensis* y *P. oocarpa*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*) y eucaliptos (*Eucalyptus* spp.). En términos fitosanitarios, esto implica que -por crecer fuera de su ámbito de distribución natural- estas especies pueden verse debilitadas por factores climáticos y edáficos, quedando propensos al ataque de enfermedades y plagas oportunistas. Además, algunas de ellas pueden ser blanco de insectos herbívoros nativos, que se alimentan de plantas silvestres (Hilje 1986).
- Los proyectos forestales, por lo general, se han establecido en áreas marginales con características topográficas y edáficas deficientes (González 1981). Esto puede conducir a que ante una calidad de sitio inferior a la requerida para el desarrollo normal de la especie forestal, se debilite y sufra ataques de plagas. Varios casos ejemplifican esta situación:
 - El proyecto de 200 ha de *P. caribaea* y *P. oocarpa* establecido en Cote, Tilarán, el cual se clausuró en 1985, por problemas de adaptación de ambas especies y fueron afectadas subsecuentemente por el hongo *Dothistroma pini*, con niveles de infestación de 85-90% (Araya 1986).
 - Un complejo de tres especies de microlepidópteros, no identificados aún, destruyó en 1987-1988, 40 ha de jaúl de 1.5 años de edad en Río Macho, Cartago, en un área con suelos franco-arcillosos, inconvenientes para la especie (J. Vásquez, com. personal).

- El hemíptero *Dictyla monotropidia* imposibilitó en 1988-1989, el desarrollo del laurel en 10 ha de terreno arcilloso, compactado por el pisoteo del ganado, en Hacienda Azul, Turrialba.
- La composición de las plantaciones es simple y homogénea. Las semillas, plántulas o pseudoestacas provienen por lo general de una misma región (similitud genética), se plantan simultáneamente (uniformidad cronológica) y pertenecen apenas a una o dos especies. El sistema allí creado es la antítesis del bosque natural y resulta vulnerable al ataque de insectos y hongos sobre todo, en forma análoga al monocultivo agrícola (Hilje 1986). En Costa Rica se han registrado hasta la fecha más de 150 especies de patógenos, insectos y animales vertebrados que afectan la producción forestal (PIPROF 1988).
- La propagación del material a plantar, bajo condiciones de vivero, ha priorizado aspectos cuantitativos en demérito de los cualitativos. Ello ha conducido a una gran producción de plántulas con deformaciones en las raíces y en su parte aérea, que se convertirán en árboles débiles, susceptibles a la acción de las plagas. Por lo general hay desatención en cuanto a la calidad genética y sanitaria de la semilla. Aparte de estas consideraciones, generalmente la inspección fitosanitaria del material del vivero es insuficiente y las plántulas o pseudoestacas pueden acarrear esporas o huevos que originarán problemas fitosanitarios en el campo. La Ley de Sanidad Vegetal de Costa Rica contiene disposiciones pertinentes, sobre todo en sus artículos 25 y 26 (Gobierno de Costa Rica, 1978), pero en la práctica no opera.

LOS PLAGUICIDAS SINTETICOS EN LA PROTECCION FORESTAL

Estos plaguicidas cumplen un papel importante en la producción forestal y se han empleado en casi todos los proyectos forestales de Costa Rica. No obstante, su amplia utilización obedece principalmente a distorsiones de tipo "estructural", como los descritos en el apartado anterior. En otras palabras, su empleo se podría reducir en forma sustancial, en la medida en que se pudieran evitar tales distorsiones.

Es importante destacar que el costo del uso de plaguicidas en el campo forestal es alto. Por ejemplo, en la producción de hortalizas como la papa es común que el agricultor haga más de 12 aplicaciones por temporada (Hilje y Cartín 1990), pero dicha inversión se recupera en un plazo de 3.5 a 4 meses. En el campo forestal en cambio, los turnos de corta son de 6-10 años para especies utilizadas para pulpa (pino y melina) y de 12-30 años en aquellas de aserrio (laurel, pochote, teca, jaúl, melina y pino), por lo que la frecuencia de su empleo está limitada por el precio de los productos. A ello se agrega el uso de equipo de aplicación más sofisticado y caro, dada la imposibilidad física de aplicar plaguicidas en árboles altos, con bombas de espalda manuales o de motor.

Cabe hacer algunas observaciones sobre los plaguicidas utilizados en los viveros y plantaciones. Los insecticidas comúnmente usados según Hilje (1988) son, entre los organofosforados: el metamidofós (Tamarón, Monitor), acefato (Orthene), clorpirifós (Lorsban), foxim (Volatón), malatión (Malatión) y paratión metílico (Folidol); entre los carbamatos, el aldicarb (Temik) y el metomil (Lannate); entre los organoclorados, el mirex (Mirex, Zompex, Paramex), endosulfán (Thiodán) y el aldrín (Aldrín). Los fungicidas más usados son: el benomil (Benlate), captafol (Difolatán), captán (Orthocide), hidróxido de cobre (Kocide, Cupravit), mancozeb (Trimiltox), maneb (Dithane) y PCNB (Terraclor). Una inspección somera de esta enumeración de plaguicidas, revela que su utilización es muy similar entre los campos forestal y agrícola.

La historia de los patógenos e insectos nocivos para los cultivos agrícolas, es relativamente larga en su exposición a ciertos plaguicidas lo que, en algunos casos, ha dado origen al desarrollo de resistencia genética. Ello justifica el empleo de productos cada vez más tóxicos -deseablemente-, con sistemas de rotación de grupos funcionales -pero la realidad del campo forestal es diferente. En sentido figurado, se podría decir que la mayoría de las plagas y enfermedades forestales no "conoce" lo que es un plaguicida, razón por la cual ciertos productos moderadamente tóxicos y relativamente baratos, como el malatión, tienen un gran potencial en la protección forestal. Si ésto no se entiende, se podría estar tirando por la borda y a costos demasiado elevados, opciones químicas que se deberían reservar para el futuro.

Con esta descripción no se pretende crear la impresión de que los plaguicidas deban ser desterrados del campo forestal. Ello sería ilusorio e insensato. Dentro de la noción del manejo integrado de plagas (Hilje 1986, 1988), cabe optimizar su uso, circunscribiéndolo a dos situaciones: como último recurso de combate y en los viveros forestales.

Existen otras medidas para el combate de las enfermedades y las plagas, que adquieren preeminencia en el campo forestal, las cuales serán discutidas en el siguiente apartado. Cabría emplear plaguicidas en casos de emergencia (sobre la base de criterios ecológicos y económicos, lógicamente) cuando todas esas opciones hayan sido agotadas. También se puede aprovechar su poder mortífero para resolver problemas en los viveros, de donde deben salir plántulas o pseudoestacas de gran calidad física y sanitaria, y en donde, por razones de restricción espacial y del tamaño de las plantas, es posible lograr una buena cobertura a un costo relativamente bajo, con un mínimo de perturbación ecológica y ambiental.

LA BUSQUEDA DE OTRAS OPCIONES DE COMBATE

En el área de la protección vegetal existe una amplia gama de métodos de combate, clasificables en las siguientes categorías: prácticas silviculturales,

desarrollo de árboles resistentes, control biológico, liberación de insectos estériles, empleo de atrayentes sexuales y de repelentes generales, uso de plaguicidas y establecimiento de medidas cuarentenarias o legales.

Estas últimas ya fueron discutidas y se recalcó su relevancia. En cuanto a los plaguicidas, debiera darse prioridad, hasta donde sea posible, a la utilización de insecticidas biológicos de cierta especificidad como *Bacillus thuringiensis* (Dipel, Bactospeine o Thuricide). La producción de feromonas sexuales, para el combate o el muestreo de insectos, ofrece posibilidades interesantes, pero su costo de producción se justificará únicamente para casos de ciertas especies cuya condición de plaga las caracterizaría como plagas primarias y de distribución geográfica amplia, al igual que la cría y liberación de insectos estériles. El desarrollo de árboles resistentes, aunque promisorio, es un proceso muy lento, dados sus extensos períodos de crecimiento. El control biológico es importante, especialmente en el caso de plagas nativas (la única especie exótica registrada hasta hoy es *Rhyacionia frustrana*, plaga de los pinos), que deben tener enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatógenos) en sus áreas de origen o residencia. La producción y utilización de sustancias repelentes es una posibilidad poco explorada, pero que ofrece gran potencial. Finalmente, las prácticas silviculturales parecen comprender las medidas que representarían la opción más cercana a la ideal, por su permanencia y la simulación de las condiciones más afines a lo que acontece en la naturaleza.

Se deben buscar medidas preventivas antes que curativas, asociadas con la estructura del "silvosistema" como tal. En ese sentido, son más llamativas aquellas tendientes a alterar la homogeneidad de las plantaciones monoespecíficas, las cuales, entrañan, por supuesto, complicaciones y costos mayores que aquellos de las plantaciones monoespecíficas pero, a largo plazo, podrían resultar más redituables.

En general, se acepta que la diversificación de un agroecosistema conduce a un impacto menor de las enfermedades y las plagas, aunque Risch et al. (1983) demostraron que las evidencias no son tan concluyentes. No obstante, cabe mencionar dos experiencias interesantes y valiosas en este sentido, en el campo forestal.

-El gusano barrenador de las meliáceas *Hypsipyla grandella*, es la principal plaga forestal del subcontinente latinoamericano (Grijpma s.f.). Ella mereció la elaboración de al menos 44 trabajos de investigación por parte del Grupo Interamericano de Trabajo sobre *Hypsipyla* en la década de los 70 (Hilje 1988). Tras estas investigaciones, enmarcadas en el concepto del manejo integrado de plagas, fue muy poca la información aprovechable en términos prácticos, debido a lo complejo que resulta combatir esta especie, por su ubicuidad y voracidad.

En años recientes, sin embargo, se han conocido dos experiencias que incorporan la diversificación

de las plantaciones. En octubre de 1980 se estableció una plantación de dos ha en la hacienda San Elías, en Guápiles, Limón, la cual incluye una combinación de laurel (*Cordia alliodora*) y cedro dulce (*Cedrela tonduzii*). El diseño de dicha plantación consiste en intercalar una hilera de cedro dulce entre franjas de tres hileras de laurel cada una. Hasta hoy, el daño causado por *H. grandella* al cedro dulce no sobrepasa un 10% (Ing. José A. Morera, com. personal). En setiembre de 1984 se estableció una plantación de 450 ha en la finca Caobal, en Xemoch, Livingston, Guatemala, en la que se mezcla caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro amargo (*Cedrela mexicana*) y *C. odorata*, todas ellas meliáceas, con el palo blanco (*Cybistax donnell-smithii*) y el matiliguatate (*Tabebuia microphylla*). La modalidad de plantación consiste en ubicar una hilera de cada especie de meliáceas entre tres hileras de palo blanco y tres de matiliguatate. Al cabo de casi cinco años de desarrollo, el daño de *H. grandella* alcanza apenas un 10% en las tres especies de meliáceas (Ing. Alfredo Santos, com. personal).

Estos hallazgos deben ser el resultado de dificultar el acceso del insecto a los árboles de caoba y cedro y de restringir la disponibilidad del recurso alimenticio. No obstante, debe haber otros factores, asociados con el temperamento de los árboles y el comportamiento de *H. grandella*, como se demostró en Surinam (Vega 1976).

- Existen dos experiencias pioneras relacionadas con la diversificación del "silvosistema", desarrolladas en el cantón de Abangares, Guanacaste.

Uno de los proyectos, establecido en 1985, tiene su base en la hacienda La Pilarica, en Tiquirusas e incorpora especies nativas de la zona, tales como el guayaquil o gavián (*Albizia guachapele*), pochote (*Bombacopsis quinatum*), ron-ron (*Astronium graveolens*), laurel (*Cordia alliodora*), guapinol (*Hymenaea courbaril*) y como única especie exótica, el San Juan, primavera o palo blanco (*Cybistax donnell-smithii*). Se sembraron 490 ha en terrenos de crecimiento secundario o tacaotales, con una modalidad de rodales puros o bloques mono-específicos de 4-12 ha, plantados en forma alterna entre especies; al interior de cada bloque, las hileras se separan entre sí por una franja de vegetación silvestre de 3 m de ancho y los árboles están a 3 m de distancia entre ellos (Ing. Daniel Pérez, com. personal).

El otro proyecto, iniciado en 1986, en fincas de Tiquirusas, Pueblo Nuevo, San Buenaventura, Nispero y Porozal comprende 460 ha, y pronto incorporará otras 240. Es un proyecto similar al anterior, con tres especies nativas (guayaquil, pochote y ron-ron) y el San Juan, establecidas en bloques menores de 10 ha (Ing. Ronald Avendaño, com. personal).

Los rasgos más sobresalientes de ambos proyectos, desde el punto de vista fitosanitario, son los siguientes. Con excepción del San Juan, las especies elegidas son nativas de Costa Rica y de la

región, lo cual da base para suponer su adaptabilidad a las condiciones climáticas y edáficas particulares de la zona y, por ello, crecerán vigorosamente y serán menos vulnerables al ataque de ciertas enfermedades y plagas. En segundo lugar, hay asociación de bloques de cuatro o más especies sin afinidad taxonómica (de las familias Fabaceae, Bombacaceae, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae y Leguminosae), lo que reduce proporcionalmente el alimento para aquellas enfermedades y plagas que muestran algún grado de especificidad. En tercer lugar, el hecho de dejar franjas de vegetación silvestre entre hileras, dentro de cada bloque, incrementa la heterogeneidad estructural, lo cual debe dificultar a los patógenos y plagas el acceso al alimento, así como mantener importantes poblaciones de parasitoides, depredadores y hasta entomopatógenos. En suma, ambos proyectos son promisorios, como opciones válidas para el manejo de problemas fitosanitarios aunque, por supuesto, solo con el tiempo se sabrá si también lo son desde el punto de vista económico.

Existen prácticas silviculturales cuyo efecto puede ser relevante, ya sea en forma preventiva o curativa, tales como:

- Control de la densidad de plantación. Esta práctica se aplica con el propósito principal de planificar el distanciamiento y el número de individuos de una o varias especies a ser plantadas.

Los individuos de una especie necesitan suficiente espacio a su alrededor para su desarrollo, que les permita competir adecuadamente frente a otros árboles y mantenerse protegidos contra enfermedades y plagas. Existen especies de árboles en bosques naturales, que crecen en conjunto con otras y requieren un espacio muy amplio, por lo cual se les encuentra muy distanciado, como los cedros (*Cedrela* spp.), el pochote (*Bombacopsis quinatum*), el cristóbal (*Platymiscium pinnatum*), el ron-ron (*Astronium graveolens*) y el guayaquil (*Albizia guachapele*). Estas especies se utilizan en proyectos de reforestación en Costa Rica. Otras, por el contrario, se desarrollan en rodales totalmente puros y con una cantidad alta de individuos por área, como es el caso de los eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), el jaúl (*Alnus acuminata*) y las coníferas (*Pinus* spp. y *Cupressus lusitanica*).

Si en una plantación forestal se concentran, por ejemplo, más de 1 000 individuos por hectárea, de la misma edad, de una misma especie -habituada a desarrollarse en forma muy espaciada- y distanciadados por un espacio muy reducido (2 m, 2.5 m, 3 m, etc.), se crea una condición de hacinamiento tal, que los árboles reaccionan en forma drástica, tornándose débiles y muy susceptibles a las condiciones adversas del sitio, tales como suelos poco fértiles, mal drenaje, temperaturas extremas, fuertes vientos, etc.

En las condiciones ecológicas que prevalecen en Costa Rica, es imperativo que se establezcan proyectos forestales respetando las exigencias naturales de espacio, propias de cada una de las es-

pecies. Por ejemplo, para ciertas especies forestales cuya densidad natural es de 10 o 25 individuos por hectárea, se podrían establecer proyectos con varias especies compartiendo una misma área, lo que traería grandes beneficios, ya que si se escogen adecuadamente, las especies pueden llegar a conformar una asociación entre ellas y crear todo un ecosistema artificial pero organizado, bastante equilibrado. Una experiencia interesante en este sentido, es la plantación mixta de diez años, de jaúl (*A. acuminata*), fresno (*Fraxinus uhdei*) y aguacatillo (*Alouea costaricensis*), existente en la finca Los Lotes, del ITCR, ubicada en Tres Ríos, Cartago. Las tres especies conviven entremezcladas en forma armónica y aparentemente se creó una fuerte dependencia entre ellas, que incide positivamente en su desarrollo.

Las condiciones tropicales de Costa Rica, exigen que las actividades forestales se planifiquen y diseñen dentro del contexto de la diversidad de especies, de edades, de ambientes y de crecimientos.

Manejo: raleos y podas. Los raleos son prácticas silviculturales de beneficio para las plantaciones forestales, que consisten en simular una situación natural en la cual las comunidades de árboles reducen su número de individuos a medida que los árboles crecen. Esto garantiza que a lo largo de un proyecto forestal, se seleccionarán y dejarán en pie los árboles más vigorosos y de características mejores, los cuales recibirán óptimas condiciones de crecimiento al eliminar, mediante el raleo, la competencia que causan individuos de características menos deseables.

Los raleos podrían ser muy perjudiciales si provocan que la caída de los árboles maltrate y destroce total o parcialmente a los árboles destinados a quedar en pie. Esto podría dejar heridas abiertas en el tronco y ramas, por donde pueden penetrar enfermedades y plagas, provocando focos de infección y de infestación.

En los casos en donde existan focos de infección bien localizados, se recomienda realizar raleos sanitarios, para eliminar los árboles afectados y evitar que una enfermedad o una plaga alcance densidades epidémicas. Sin embargo, debe tenerse el cuidado de no dejar tocones altos y, además, de incinerar o enterrar los productos de dichos raleos.

Además de las podas que se efectúan con propósitos silviculturales, como las de formación y de liberación, existen las denominadas podas sanitarias, cuya finalidad es la eliminación de ramas afectadas por enfermedades y plagas, para evitar así que éstas se propaguen. Al igual que con los raleos, las ramas podadas deben ser incineradas o enterradas.

Las podas en general, requieren gran cuidado, pues el instrumento utilizado provoca heridas en la corteza de los árboles, a través de las cuales penetran hongos y bacterias e insectos barrenadores del tronco. Se recomienda que las superficies expuestas sean recubiertas con una mezcla de un

fungicida y un sellador, como por ejemplo sulfato de cobre y pintura de aceite. Al realizar una poda, es posible que al cortar ramas afectadas por enfermedades, éstas se diseminen hacia árboles sanos; en tal sentido, es recomendable desinfectar las herramientas con hipoclorito de sodio (cloro comercial).

En lo posible, se deben seleccionar las especies, de manera que tengan la capacidad de "botar" sus ramas en forma natural conforme van creciendo, con lo cual se ahorrará trabajo y riesgos fitosanitarios.

Mantenimiento. Manejo de malezas tradicionalmente en todo proyecto forestal, en viveros o en plantaciones, se ha considerado que las malezas juegan un papel perjudicial para los árboles y para las plántulas, por la competencia que se podría presentar por el agua, nutrimentos y luz. La medida habitual es la eliminación de las malezas de la plantación.

En ciertos casos la eliminación de algunas malezas podría resultar contraproducente. Las malezas asociadas con cultivos agrícolas pueden ser fuente de néctar para los adultos de insectos parasitoides, lo cual permite incrementar su fecundidad y en consecuencia, su densidad; con esto, se lograría mantener poblaciones bajas de los insectos herbívoros, perjudiciales. En otros casos, algunas plantas silvestres preferidas por los herbívoros podrían ser utilizadas como "trampa" o distracción, para que ataquen dichas plántulas en lugar de las plántulas o árboles que se desea proteger.

Las malezas pueden proporcionar beneficios, como la protección de las plántulas ya establecidas dentro de una plantación. En octubre de 1987 se observaron en El Alto de Ochomogo y en el ITCR, en Cartago, dos fenómenos similares en plantaciones de ciprés de un año; en ambos casos, sólo un sector de la plantación se encontraba libre de malezas. Durante la época más severa de la estación lluviosa, que coincide con la proliferación de los "jobotos" o "gallinas ciegas" (*Phyllophaga* spp.) en el suelo, se observó que los árboles sin malezas fueron atacados en un 100% por estas larvas subterráneas, mientras que la plantación con malezas, sufrió un ataque no mayor de un 5%. Ello obedeció posiblemente a que los jobotos prefieren las raíces de plantas silvestres y a que algunas de éstas poseen propiedades tóxicas o inhibitorias de ciertas funciones vitales del insecto, de modo que sus poblaciones se mantienen bajas. Estos casos refuerzan la idea de que en vez de hablarse de la eliminación de las malezas, más bien debiera pensarse en su manejo o utilización adecuada.

IDEAS COMPLEMENTARIAS

La actividad forestal comercial en Costa Rica tiene una historia de apenas una década (Araya y Quirós 1987) y como era de esperar, la aparición de problemas fitosanitarios ha coincidido con el establecimiento de plantaciones de cierta extensión.

Por razones ecológicas y económicas, inherentes a la producción forestal, el empleo frecuente de plaguicidas resulta inconveniente, lo que crea posibilidades para racionalizar su uso, dando paso a métodos como las prácticas silviculturales y el control biológico (éste, por cuanto la permanencia temporal de la plantación da oportunidad de actuar a los enemigos naturales de las plagas, a diferencia de los cultivos anuales). Ello debería conducir al establecimiento de programas de manejo integrado de plagas, a pesar de ciertas limitaciones intrínsecas y operativas que existen (Hilje 1988). PIPROF en sus primeros cinco años ha trabajado con ese enfoque y ha alertado acerca del desarrollo futuro del campo forestal en el país. En este sentido, resulta pertinente transcribir a continuación las recomendaciones que PIPROF presentó y que fueron aprobadas en el Primer Congreso Forestal Nacional, celebrado en 1986. □

CONSIDERACIONES

- Las políticas de reforestación impulsadas por el Estado en la última década, han implicado el establecimiento de plantaciones forestales homogéneas, relativamente extensas. Como consecuencia, se han empezado a presentar problemas fitosanitarios con patógenos e insectos, algunos de los cuales ya han alcanzado una magnitud importante.
- En el combate de las enfermedades y las plagas forestales, dadas las características económicas y ecológicas propias de la producción forestal, se hace necesario desarrollar métodos preventivos, antes que curativos.
- Desde el año 1984 se creó el Programa Interinstitucional de Protección Forestal (PIPROF), como un esfuerzo de colaboración entre la Dirección General Forestal (DGF), la Universidad Nacional (UNA) y el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), para asesorar a las personas involucradas en la producción forestal.

RECOMENDACIONES

- El productor que adquiera material para plantar debe inspeccionar el estado fitosanitario de dicho material, especialmente si proviene de áreas en donde se han detectado ciertas plagas y enfermedades. En tal sentido, la Dirección General Forestal deberá hacer efectivas las disposiciones de la ley sobre medidas cuarentenarias para la importación y movilización interna de cualquier material sexual o vegetativo utilizado para establecer plantaciones o ensayos experimentales.
- La prevención de problemas fitosanitarios en plantaciones forestales debe iniciarse con el proceso de producción de plántulas, incluyendo la calidad genética y sanitaria de la semilla. Las condiciones de producción y las labores culturales que se realicen en esta etapa deben garantizar que las plántulas salgan del vivero con los requisitos de

calidad en cuanto a vigorosidad, forma, tamaño, color y estado sanitario, tanto de su parte aérea como de su sistema radical.

- La Dirección General Forestal, a través del Departamento de Régimen Forestal, debe velar porque la selección de las especies esté de acuerdo con las condiciones ecológicas del sitio a reforestar y porque se cumplan las prácticas de manejo que garanticen la vigorosidad de los rodales.
- Los productores deben tratar de establecer plantaciones en que se incorporen prácticas silviculturales que tiendan a diversificarlas (mediante enriquecimiento del bosque natural, plantaciones mixtas, etc.) y que para ello reciban el apoyo económico y logístico del Estado.
- Se debe restringir o prohibir la importación y utilización de plaguicidas (insecticidas, fungicidas, nematicidas, herbicidas, etc.) de uso restringido o prohibido en su país de origen y los demás se emplearán solo cuando la situación de riesgo para los viveros y plantaciones los haga imprescindibles.
- Se requiere el apoyo económico de parte del Estado y del sector privado para las actividades que realiza PIPROF en la inspección periódica de plantaciones, la investigación, la capacitación y la divulgación.

BIBLIOGRAFIA

- ARAYA, C.M. 1986. *Dothistroma pini*: ¿un problema potencial de pino en Costa Rica? Primer Congreso Forestal Nacional. San José, Costa Rica. 7 p. (Mimeografiado).
- _____ y QUIROS, I. 1987. PIPROF: una experiencia de protección forestal en Costa Rica. Curso de Entomología y Patología Forestal Tropical. Escárcega, Campeche, México. 13 p. (Mimeografiado).
- GOBIERNO DE COSTA RICA. 1978. Ley de Sanidad Vegetal (No.6248).
- GONZALEZ, M. 1981. Manejo de plantaciones forestales. Ciencias Ambientales (Costa Rica) 2:9-20.
- GRIJPM, P. (ed.). s.f. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae. (Vol. I). IICA Misc. Publ. (Costa Rica) No.101. 92 p.
- HILJE, I. 1986. Consideraciones acerca del manejo de las plagas forestales en Costa Rica. Primer Congreso Forestal Nacional. San José, Costa Rica. 19 p. (Mimeografiado).
- _____ 1988. Las plagas forestales en Costa Rica: ¿es factible su manejo integrado? Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 7:48-59.
- _____ y CARTIN, V. 1990. Diagnóstico acerca del combate químico de las polillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 17:27-33.
- PIPROF. 1988. Informe anual 1987. Costa Rica. 54 p.
- RISCH, S.J.; ANDOW, D. y ALTIERI, M. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions, and new research directions. Environ. Entomol. 12(3):625-629.

REPRESENTACIONES DEL CATIE EN LOS PAISES

Richard Taylor, Ph.D.
Representante de CATIE en Costa Rica
c/o CONYCIT
San José, Costa Rica
Teléfono: (506) 24-41-72

Bladimiro Villeda, Ing.
Representante de CATIE en Guatemala
Apartado 76-A
Guatemala, Guatemala
Teléfono: 34-77-90

Moisés Darwish, Lic.
Representante de CATIE en Panamá
Apartado 6-3786
Panama, Republica de Panamá
Teléfono: 23-76-63

Representante de CATIE en Nicaragua
Apartado 4830
Managua, Nicaragua
Teléfono: 51443 ó 51757

Joaquín Larios, M.Sc.
Representante de CATIE en El Salvador
Apartado (01)78
Oficina del IICA
San Salvador, El Salvador
Teléfono: 23-82-24

Juan Blas Zapata, Ing.
Representante de CATIE en Honduras
Oficina del IICA
Apartado 1410
Tegucigalpa, Honduras
Teléfono: 31-53-18 ó 31-52-27

Rafael Ortiz Quezada, Ph.D.
Representante de CATIE en
República Dominicana
Calle Desiderio Arias No.7
Bella Vista, Santo Domingo
República Dominicana
Teléfono: (001-809) 533-0784

CENTRO REGIONAL DE INFORMACION MIP

EDICION: Orlando Arboleda-Sepúlveda, Jefe
Diseño Gráfico: Domingo Edo. Loaiza
Digitación de Texto: Yorlene Pérez M.