ISSN 1016-0469

Manejo Integrado de Plagas

No.41

Setiembre-Diciembre 1996

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

"MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS"

- Esta Revista es un instrumento de comunicación, foro de discusión y medio de difusión de los resultados de investigación y experimentación sobre fitoprotección para la producción agrícola sostenible, la conservación de los recursos naturales y la protección de la salud de los agricultores y consumidores.

- Selecciona y difunde material de apoyo a la investigación, la enseñanza, la cooperación técnica y el desarrollo en Latinoamérica y el Caribe.

- Los trabajos son seleccionados y revisados por un grupo asesor editorial y evaluados por el Comi´te Editorial de la Revista.

- Las ideas y opiniones contenidas en los artículos publicados son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente las del CATIE o de los patrocinadores de la Revista. El contenido de la Revista puede ser citado o reproducido mencionando la fuente.

- Los costos de producción de la revista son cubiertos con aportes del presupuesto central del CATIE, de la Autoridad Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI), de los suscriptores y patrocinadores comerciales o filantrópicos de la Revista e, indirectamente, por quienes apoyan el trabajo de los autores en las correspondientes instituciones y organizaciones de investigación, enseñanza y desarrollo.

- Los trabajos para publicación deben ser sometidos mecanografiado o, preferentemente, impresos por computadora acompañados de copia en diskette en cualquier procesador de palabras. Los gráficos y figuras deben venir impresos y preferiblemente en diskette en cualquier programa graficador.

Fecha de iniciación y periodicidad:

No.1, setiembre, 1986.
Trimestral (marzo, junio, setiembre, diciembre).

Tiraje y Distribución:

- 1000 ejemplares

- Se envía en Canje por publicaciones que son de interés para las actividades que realiza el CATIE.

- La suscripción anual es de: US$20 América Central. US$25.00 resto América Latina, el Caribe, Asia y Africa. US$35 Otros países Estudiantes US$12.00 (incluye costo de envío por impreso aéreo). Versión Electrónica (INTERNET) US$10.00.

- Responsable de coordinación, edición y distribución:

Laura Rodríguez Amador
Revista Manejo Integrado de Plagas
CATIE. Unidad de Fitoprotección.
7170 Turrialba, **Costa Rica**
Tel. (506)556 1632
Fax: (506)556 0606
EMail: cicmip@catie.ac.cr

Manejo Integrado de Plagas

Estrategia esencial
para la conservación de los recursos naturales la salud y la producción agrícola sostenible

No.41 **Setiembre-Diciembre 1996**

CONTENIDO

Pág.

INFORMES DE INVESTIGACION

Epidemiología y producción del patosistema *Coffea-Hemileia* 1- 7
Hiparco Loáisiga, Yanet Gutiérrez, David Monterroso

Acción conjunta del Paraquat y el 2,4-D en malezas asociadas al café en Costa Rica 8-15
Plutarco E. Echegoyén, Bernal Valverde, Israel Garita

Estudio comparativo de la generación de tecnología MIP en el cultivo de tomate, Nicaragua 16-28
Kristen Nelson

ENSAYOS

La protección de cultivos en la agricultura sostenible: perspectivas para Costa Rica 29-36
Luis Felipe Arauz

FORO

El conocimiento ecológico y la complejidad para el manejo integrado de plagas, en el mundo postmoderno 37-44
John Vandermeer

COMUNICACION TECNICA

Nuevos representantes de la familia Tetranychidae (Acari) en Costa Rica 45-48
Carlos Vargas, Ronald Ochoa, Carlos Sanabria

Diagnóstico de la problemática de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) en dos zonas productoras de maíz de la provincia de Guanacaste, Costa Rica 49-51
Gustavo Calvo, Arnoldo Merayo, Enrique Rojas

HOJA TECNICA

Calibración de la aspersora manual de mochila ..... I-IV
Israel Garita

SECCION INFORMATIVA

Publicaciones MIP 52
Reseñas de Nuevas Publicaciones 52
Tesis Postgrado CATIE 55
Futuros Eventos 57
Mosca Blanca al Día 58

La ideas y opciones expresadas o implícitas en esta publicación son de la responsabilidad de cada autor y no necesariamente de las instituciones auspiciadoras.

Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.41 p. 1-7 , 1996

EPIDEMIOLOGIA Y PRODUCCION DEL PATOSISTEMA *Coffea-Hemileia*

Hiparco Loáisiga G.*
Yanet Gutiérrez G.**
David Monterroso S.***

RESUMEN

Se estudió el comportamiento del patosistema *Coffea-Hemileia* y su relación con la producción durante un ciclo de cultivo, en la zona norte de Nicaragua. Se seleccionaron tres localidades y en cada una se escogieron dos lotes colindantes. En uno se realizó un muestreo aleatorio por conglomerados, con el fin de describir las epidemias en el ciclo de estudio y realizar una comparación con la del 1991-92. En el lote adyacente se utilizó un diseño experimental de parcelas apareadas. El desarrollo de la epidemia se inició entre octubre y noviembre; los niveles más altos se registraron en febrero. El inóculo residual tuvo un efecto importante en el desarrollo de la epidemia y las precipitaciones moderadas determinaron el período apropiado para su desarrollo. La incidencia resultó ser un parámetro adecuado para la descripción. El desarrollo de la epidemia coincidió con el período de defoliación natural del café; y la incidencia de la enfermedad influyó en la intensidad del fenómeno. La importancia de la enfermedad varió de un ciclo a otro, porque los niveles de incidencia y defoliación disminuyeron significativamente. No se demostró un efecto negativo de la roya en la producción. El muestreo aleatorio por conglomerados resultó un método práctico.

Palabras Claves: Epidemiology, *Hemileia vastatrix*, Coffee.

EPIDEMIOLOGY AND PRODUCTION OF *Coffea-Hemileia* PATHOSYSTEM

ABSTRACT

The behavior of *Coffea-Hemileia* pathosystem and its relation to production during one culture cycle in Nicaragua's northern zone was studied. Two adjoining lots were chosen in each of the three selected sites. A random conglomerates sampling was conducted in one of the lots to describe epidemics in the study cycle and to compare them with those of 1991-1992; the adjacent lot was tested using a paired plots experimental design. The epidemic developed between October and November, and its highest levels were reached in February. The residual inoculum had an important effect on the epidemic's appearance, and moderate rainfalls determined its appropriate development period. Incidence was an adequate description parameter. The development of the epidemic coincided with natural defoliation period of the coffee and the disease's incidence greatly influenced its intensity. Disease importance varied from one cycle to the other, since incidence and defoliation levels decreased significantly. There was no negative effect of rust on production The random conglomerates sampling proved to be a simple and practical method.

Key Words: Epidemiología, *Hemileia vastatrix*, Café.

INTRODUCCION

El café es uno de los productos de exportación más importantes de Nicaragua. Aproximadamente 28.000 productores y 170.000 familias dependen directamente de este cultivo (Marenco & Acevedo 1993).

La roya del cafeto, causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk & Broome, ha sido considerada desde su aparición como la enfermedad más importante de este cultivo y una de las más devastadoras a nivel mundial (Kranz *et al.* 1972, Agrios 1991). En Nicaragua, se presentó por primera vez en 1976, y generalmente se ha controlado con productos químicos, método algunas veces limitado por razones prácticas y económicas; así como por el uso de variedades resistentes, que pueden ser atacadas en algunos casos por nuevas razas del hongo, que rompen esa resistencia (INTA-GTZ 1977, Barbosa & Wigers 1990). También se ha experimentado con métodos alternativos, como la inducción de resistencia utilizando *Bacillus thuringiensis*. Con este organismo se han obtenido buenos resultados (Lara & Guharay 1992). En esta investigación se utilizó *B. thuringiensis* para provocar variación en la incidencia de la enfermedad.

Recibido: 09/05/94. Aprobado: 25/06/96.
*5º Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. 18-22 de julio, 1994. San José, **Costa Rica**. Parte de la tesis de grado de Ing. Agr. del primer autor.
Universidad Nacional Agraria. Managua, **Nicaragua.
***Proyecto CATIE-MAG/MIP (NORAD-ASDI). Managua, **Nicaragua**.

Daño. Se consideró la roya como causa de defoliación y/o reducción de cosecha, cuando se obtuvo un **R=0,70** negativo entre incidencia (variable independiente) y el número de hojas presentes en la planta (variable dependiente). Para analizar el efecto de la enfermedad sobre la producción se evaluaron las variables independientes: **Xmáx**, un coeficiente de la enfermedad estimado por el área bajo la curva de hojas con roya (**abcHR**) sobre el área bajo la curva de hojas presentes (**abcHP**), el área bajo la curva que representa la incidencia (**abcinc**) y **r**; las variables dependientes estimadas fueron número y peso de grano a nivel de planta y bandola.

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción y comparación de las epidemias. Los coeficientes de correlación (R) obtenidos entre incidencia y severidad, simples y transformadas a lógitos, fueron mayores a 0,90; por tanto, se utilizó la incidencia para describir las epidemias. El grado de correlación entre estas dos variables sugiere que la incidencia es un estimador apropiado para ser utilizado en el campo, además es práctico y sencillo (Mendoza 1993).

En la finca La Pintada se detectaron niveles de enfermedad importantes. En las dos fincas restantes (La Laguna y La Fundadora), no se presentaron las tres fases de una epidemia (Zadoks 1979). Por esta razón, algunos aspectos discutidos en detalle, corresponden a la primera finca (Cuadro 2). A pesar de que el nivel de incidencia inicial fue mayor en las fincas La Fundadora y la Laguna, la epidemia fue más prolongada en La Pintada, donde se registraron valores mayores de incidencia máxima, final y acumulada; también los promedios obtenidos cada dos semanas (fechas de muestreo) fueron más altos.

La Pintada presentó mayores niveles de incidencia en los primeros meses del muestreo (julio-agosto), comparados con los registrados al inicio de la epidemia (Oct 29) (Fig. 1). El inóculo residual de la epidemia anterior, tuvo un efecto positivo sobre el desarrollo de ésta en el ciclo siguiente (1992-93). Mayne (1930), Bock (1962) y Chalfoun (1980) informaron que la cantidad de inóculo residual, así como su virulencia y agresividad, durante la fase de menor incidencia, tiene efecto sobre la intensidad de la enfermedad durante la siguiente epidemia (Becker 1991). En esta finca, el valor de incidencia se mantuvo en 10% aproximadamente, después de la primera vez que la incidencia acumulada alcanzó este valor (Nov 26); por tanto, el nivel de acumulación se puede considerar como el "Momento Crítico de Manejo" (Fig. 2). En esta finca, Vásquez (1992) reportó valores similares durante el ciclo 1991-92.

La tasa de crecimiento (r) de La Laguna (0,59) fue ligeramente diferente a la de La Fundadora (0,51), y menor que en La Pintada (0,70); sin embargo, por traslape de los intervalos de confianza al 95%, éstas pueden considerarse estadísticamente similares. La r debe utilizarse únicamente como indicador de velocidad y no como comparador estadístico (Somarriba 1992).

No se observó una tendencia definida a nivel de estratos, excepto en la finca La Pintada, donde se detectó el desarrollo de una epidemia verdadera (Fig. 3). Vásquez (1992) reportó que la roya tiene tendencia a desarrollarse en el estrato inferior, seguido por el medio y finalmente en el superior, lo que coincide con los resultados obtenidos en La Pintada.

Influencia de factores externos. Los mayores coeficientes de correlación se obtuvieron entre los datos de precipitación (acumulados cada dos semanas), del 3º y 4º par de semanas de anticipación, con respecto a la incidencia acumulada (Cuadro 3). Los datos sobre el desarrollo de la epidemia se relacionaron con la precipitación de los meses de octubre a febrero, la cual fue moderada, y cuyo inicio coincidió con el final de las precipitaciones intensas (Fig. 4). Las precipitaciones intensas eliminan parte del inóculo y tienen un efecto negativo sobre la enfermedad, por el contrario, las lluvias moderadas, proveen

Cuadro 2. Variables de la incidencia registradas en las tres fincas.

Variables	La Pintada	La Fundadora	La Laguna
Inicio de Epidemia	29 Oct.	12 Nov.	26 Nov.
X Inicial	0,16%	0,24%	0,22%
X Máxima y Final	11,60%	1,66%	2,44%
Tiempo en que Alcanzó X Max	14 semanas	12 semanas	10 semanas
Acumulación Final	60,48%	8,54%	8,59%
Acum. C/2 Semanas	8,64%	1,42%	1,72%

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre la precipitación y la incidencia acumulada.

Par de semanas anticipadas	Fincas		
	La Pintada	La Fundadora	La Laguna
3	-0,729	-0,858	-0,530
4	-0,678	-0,705	-0,679

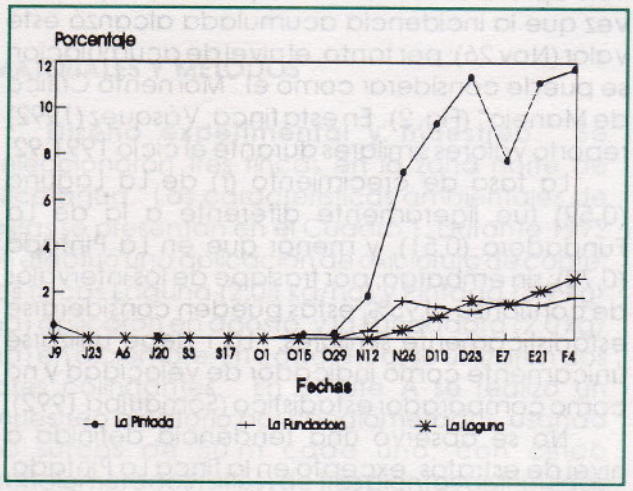


Fig. 1. Incidencia Simple en las tres fincas en estudio.

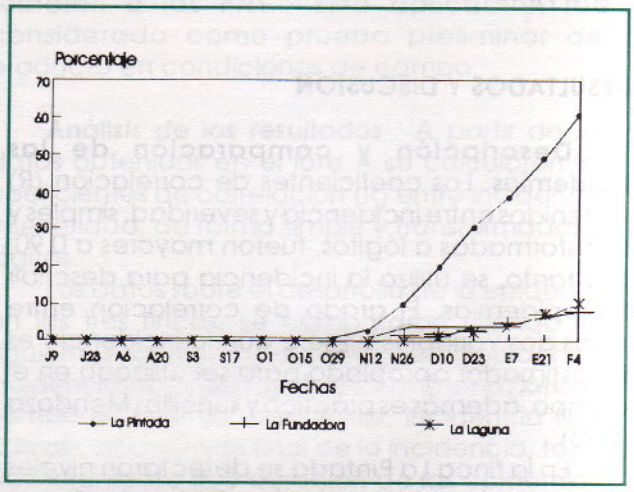


Fig. 2. Incidencia Acumulada en las tres fincas en estudio.

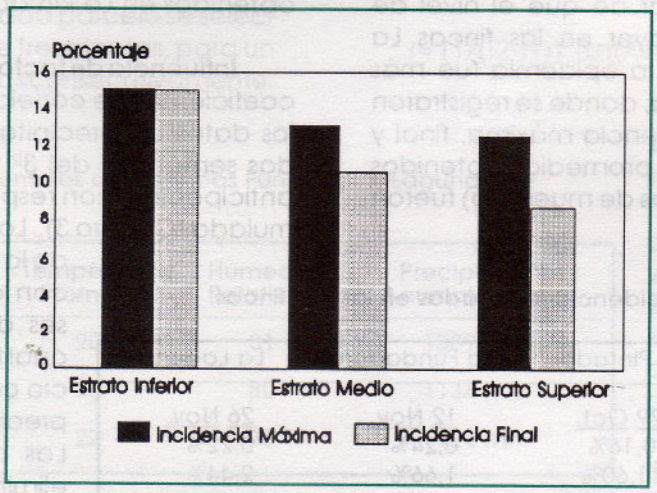


Fig. 3. Incidencia máxima y final por estrato, finca La Pintada.

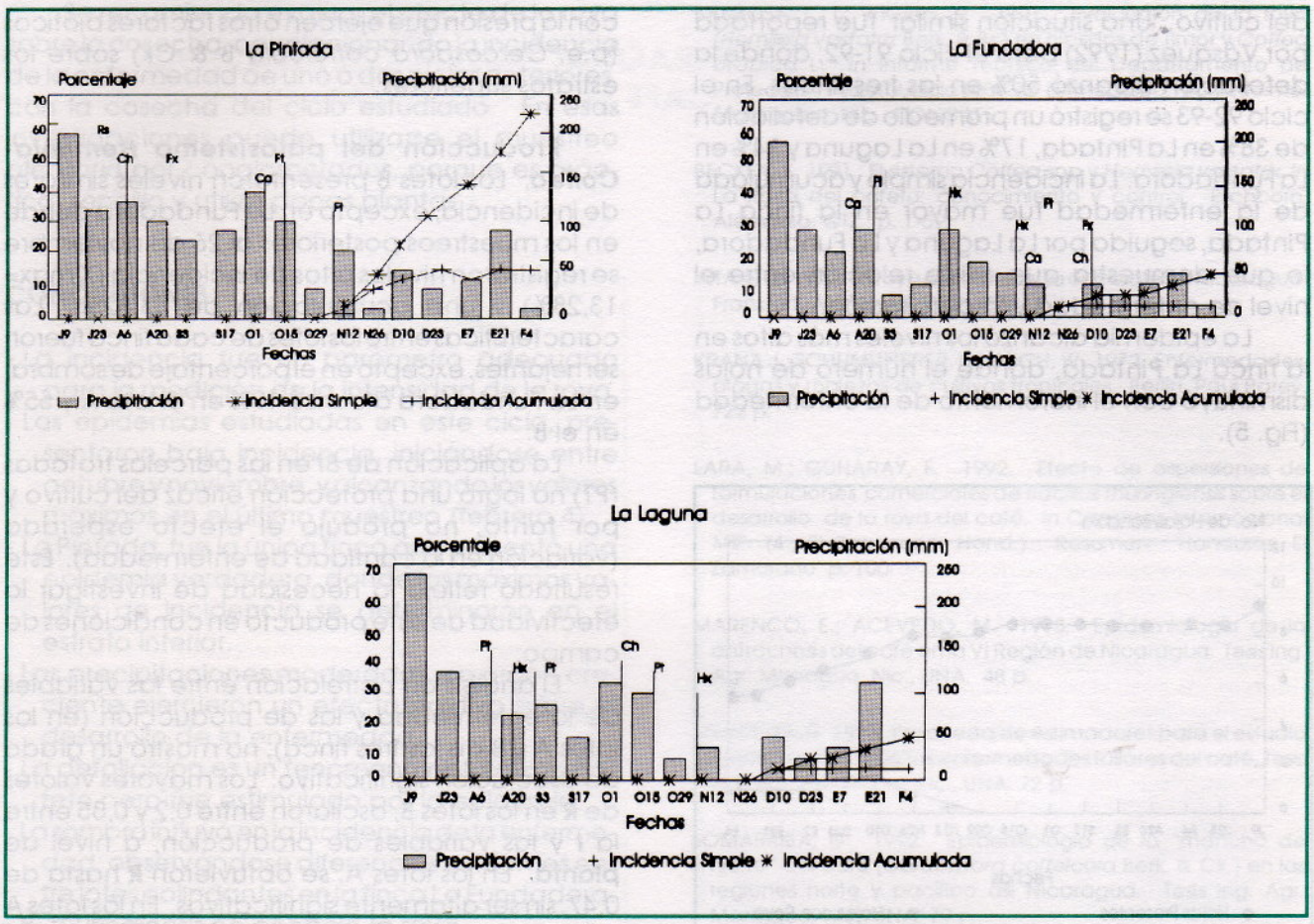


Fig. 4. Incidencia, precipitación y manejo agronómico en las tres fincas en estudio.

el agua necesaria para la germinación de las uredosporas y favorecen su dispersión (Becker 1991).

Las prácticas agronómicas más utilizadas fueron la fertilización y el control de malezas, especialmente en La Laguna y La Fundadora (Fig. 4). La aplicación de fertilizante ejerció un efecto positivo en el cultivo, porque suplió los nutrientes principales (N, P, Mg, Bo); la deficiencia de éstos ocasionan severos problemas a la planta (Manual del Cafetalero Colombiano 1979; citado por Becker 1991). La fertilización se realizó antes del inicio de las epidemias.

En La Pintada, la aplicación del fungicida presentó un efecto positivo en la protección del cultivo, logrando reducir a cero la presencia de la roya en fechas posteriores. Cuando la incidencia es baja, existe un mínimo de inóculo residual y la presión de la enfermedad disminuye; por tanto, las aspersiones de fungicidas resultan efectivas porque logran reducir el potencial de inóculo (Fulton 1984, citado por Becker 1991). En La Laguna, a pesar de que no se realizó ninguna aplicación de fungicidas durante el desarrollo de la epidemia, ésta se mantuvo en niveles bajos hasta el final del muestreo. En La Fundadora, con niveles de incidencia similares a los de La Laguna se realizó una aplicación del fungicida, y la incidencia se mantuvo en niveles menores al 2%. Según el criterio local, este nivel revela la existencia de "mucha enfermedad". Ello sugiere que la aplicación de fungicidas, cuando el nivel de incidencia de la enfermedad es bajo, resulta impráctico, porque no se conoce con certeza el comportamiento posterior de la epidemia.

La defoliación. En todas las fincas se observó una disminución en el promedio de hojas por planta, durante los últimos meses de 1992, ésto coincide con el período de defoliación natural

del cultivo. Una situación similar fue reportada por Vásquez (1992) para el ciclo 91-92; donde la defoliación alcanzó 50% en las tres fincas. En el ciclo 92-93 se registró un promedio de defoliación de 38% en La Pintada, 17% en La Laguna y 14% en La Fundadora. La incidencia simple y acumulada de la enfermedad fue mayor en la finca La Pintada, seguida por La Laguna y La Fundadora, lo que demuestra que existe relación entre el nivel de enfermedad y la defoliación.

La epidemia alcanzó los niveles más altos en la finca La Pintada, donde el número de hojas disminuyó con el incremento de la enfermedad (Fig. 5).

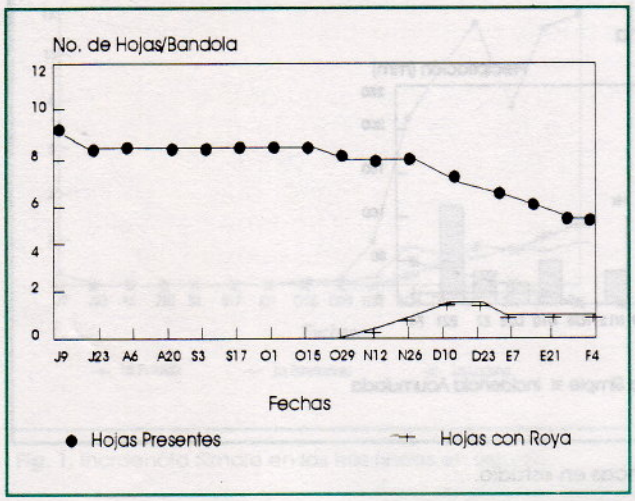


Fig. 5. Curvas de hojas en La Pintada.

El descenso observado en el número de hojas por bandola coincide con nivel de incidencia de 7,17% y una acumulación de 9,91%, registrado el 26 de noviembre. El efecto defoliador de la roya es posterior al nivel de incidencia detectado en un período determinado y no ocurren simultáneamente. Cuando la incidencia acumulada llega a 10%, se considera el "Momento Crítico de Manejo" de la enfermedad.

En las fincas La Pintada (46,07%) y La Laguna (17,93%) la mayor defoliación se produjo en el estrato superior; en La Fundadora (21,67%) se observó mayor defoliación en el estrato medio. En la finca La Pintada, a pesar de que el estrato inferior presentó mayor incidencia de la enfermedad fue el estrato superior el más defoliado. Esto podría estar relacionado con la defoliación natural del cultivo que ocurre en los últimos meses del año (Vásquez 1992, Somarriba 1992), y con la presión que ejercen otros factores bióticos (p.e. *Cercospora coffeicola* B & Ck) sobre los estratos superiores.

Producción del patosistema *Hemileia-Coffea*. Los lotes B presentaron niveles similares de incidencia, excepto en La Fundadora donde en los muestreos posteriores al 26 de noviembre se registraron niveles altos de incidencia (X max= 13,28%) y una acumulación de 53,32%. Las características entre los lotes de cada finca fueron semejantes, excepto en el porcentaje de sombra; en La Fundadora alcanzó 10% en el lote A y 55% en el B.

La aplicación de *Bt* en las parcelas tratadas (PT) no logró una protección eficaz del cultivo y por tanto, no produjo el efecto esperado (variación en la cantidad de enfermedad). Este resultado refleja la necesidad de investigar la efectividad de este producto en condiciones de campo.

El análisis de correlación entre las variables de la enfermedad y las de producción (en los lotes A y B de las tres finca), no mostró un grado de asociación significativo. Los mayores valores de **R** en los lotes B, oscilaron entre 0,2 y 0,35 entre la **r** y las variables de producción, a nivel de **planta**. En los lotes A, se obtuvieron **R** hasta de 0,47, sin ser altamente significativos. En los lotes A y B no se evidenció influencia directa de la roya en la cosecha de ese año.

En este ciclo se detectó una incidencia baja de la enfermedad, por el contrario, en el ciclo 91-92 se presentó una alta incidencia. Según Becker (1991) la roya es una enfermedad cíclica, acorde a la fenología del cultivo; los años en los que se alcanza una producción alta coinciden con alta incidencia de roya (Alfonsi *et al.* citados por Monaco 1977). Esto explica porque no se produce una relación directa entre la incidencia de la enfermedad y la cosecha del mismo ciclo.

Los resultados obtenidos en los lotes A y B, demuestran una baja correlación (no significativa) entre la roya y el rendimiento; y los métodos para estimar esa relación no permitieron definir el efecto preciso en un ciclo de estudio. En ambos casos, los resultados sugieren que la roya no tiene un efecto evidente sobre la producción del café, durante el mismo ciclo. Esto confirma lo informado por Avelino *et al.* (1991) que efectos negativos de esta enfermedad no se perciben en la cosecha del mismo año de estudio.

Se recomienda evaluar el efecto de la roya sobre la cosecha, correlacionando la incidencia de la enfermedad de uno ó dos ciclos anteriores, con la cosecha del ciclo estudiado. En esas investigaciones puede utilizarse el muestreo aleatorio por conglomerados, porque es práctico, sencillo y utiliza pocas plantas.

CONCLUSIONES

- La incidencia fue un parámetro adecuado para la medición de la intensidad de la roya.
- Las epidemias estudiadas en este ciclo, presentaron baja incidencia, iniciándose entre octubre y noviembre, y alcanzando los valores máximos en el último muestreo (febrero 4).
- La Pintada, fue la única finca que presentó una epidemia verdadera, donde los máximos valores de incidencia se determinaron en el estrato inferior.
- Las precipitaciones moderadas, en orden creciente ejercieron un efecto positivo sobre el desarrollo de la enfermedad.
- La defoliación es un fenómeno natural del cafeto pero fue estimulado por la epidemia.
- La sombra influyó en la incidencia de la enfermedad, observándose diferencias evidentes entre lotes colindantes en la finca La Fundadora.
- *B. thuringiensis* no controló la roya.
- La roya no presentó un efecto de reducción de la cosecha del mismo ciclo de estudio.
- El muestreo aleatorio por conglomerados resultó un método práctico y sencillo de implementar.

LITERATURA CITADA

AGRIOS, G. 1991. Fitopatología. México, Limusa. p. 29-32, 205-210.

AVELINO, J.; RIVEIRO, R.; TOLEDO, J.C. 1991. Epidemiología de la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*) y evaluación de las pérdidas en la producción del café: avances de un año. *In* Memoria técnica de investigaciones en café 1990-1991. (Guatemala). Memorias. Guatemala, ANACAFE. p. 109-115.

BARBOSA T., I.; WIGERS, P. 1991. Evaluación de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en híbridos de Timor y *Coffea arabica* L. *In* Informe Técnico del Departamento de Protección Vegetal, ciclo 1989-90. (Matagalpa, Nic.). Informe. Matagalpa, Nic., CONCAFE.

BECKER, S. 1991. El sistema *Coffea* spp y *Hemileia vastatrix*. *In* La Roya del cafeto: conocimiento y control. Eschborn, Alemania, GTZ. p. 1-59.

INTA-GTZ. 1977. La roya del cafeto y su combate en Nicaragua. Frankfurt, Alemania, GTZ. 43 p.

KRANZ, J.; SCHUMUTTERER, H.; KOCH, W. 1972. Enfermedades, plagas y malezas de cultivos tropicales. Berlín, Paul Parey. 722 p.

LARA, M.; GUHARAY, F. 1992. Efecto de aspersiones de formulaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis* sobre el desarrollo de la roya del café. *In* Congreso Internacional MIP. (4., El Zamorano, Hond.). Resumen. Honduras, El Zamorano. p. 100.

MARENCO, E.; ACEVEDO, M. 1993. Epidemiología de la antracnosis del café en la VI Región de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic., UNA. 48 p.

MENDOZA, R. 1993. Propuesta de estimadores para el estudio epidemiológico de las enfermedades foliares del café. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic., UNA. 72 p.

SOMARRIBA, G. 1992. Epidemiología de la "mancha de hierro" del café (*Cercospora coffeicola* Berk. & Ck.) en las regiones norte y pacífico de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic., UNA. 79 p.

VAN DER PLANK, J.E. 1963. Plant diseases: Epidemics and Control. New York, Academic Press. 349 p.

VASQUEZ, O. 1992. Epidemiología de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix* B. & Br.) en las zonas Norte y Pacífico de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic., UNA. 56 p.

ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. New York, EE.UU., Oxford University Press. 427 p.

ACCION CONJUNTA DEL PARAQUAT Y EL 2,4-D EN MALEZAS ASOCIADAS AL CAFE EN COSTA RICA*

Plutarco Elías Echegoyén**
Bernal Valverde***
Israel Garita***

RESUMEN

La mezcla de tanque de paraquat con 2,4-D es muy utilizada para el control de malezas en el cultivo de café en Costa Rica. Se estudió la acción de estos dos herbicidas al aplicarlos combinados sobre malezas de café, tanto en condiciones semicontroladas (casa de mallas) como de campo. En una primera etapa, se estimó, mediante análisis probit, el ámbito de respuesta de seis malezas comúnmente encontradas en los cafetales (*Bidens pilosa*, *Borreria latifolia*, *Drymaria cordata*, *Emilia fosbergii*, *Portulaca oleracea* y *Richardia scabra*) a cada herbicida aplicado individualmente. Posteriormente, se evaluó la acción combinada de los dos herbicidas aplicándolos en diferentes dosis, tanto en forma separada como en mezcla de tanque, en dos malezas seleccionadas (*B. pilosa* y *R. scabra*). El peso seco de las plántulas se utilizó como variable de respuesta. Para estimar la respuesta de las malezas sembradas y voluntarias a la aplicación de los herbicidas (individual y en mezcla) se utilizó el porcentaje visual de daño. Las malezas más sensibles al paraquat fueron *E. fosbergii* y *B. pilosa* y la más tolerante *B. latifolia*; *R. scabra* fue la más tolerante al 2,4-D. La respuesta a la aplicación combinada de los herbicidas, en condiciones semicontroladas y de campo, mostró ser menos activa que lo esperado, especialmente cuando se usaron dosis altas de ambos productos; por tanto, la interacción entre éstos, puede considerarse como antagonista.

Palabras Claves: Malezas, Control químico, Antagonismo, Café, Herbicidas.

JOIN ACTION OF PARAQUAT AND 2,4-D ON WEEDS ASSOCIATED WITH COFFEE IN COSTA RICA

ABSTRACT

The mixture of paraquat and 2,4-D is widely used to control coffee weeds in Costa Rica. The joint action of these two herbicides was studied both under semi-controlled (screenhouse) and field conditions. Initially, a dose response bioassay was carried out employing six selected weeds commonly found in coffee plantations (*Bidens pilosa*, *Borreria latifolia*, *Drymaria cordata*, *Emilia fosbergii*, *Portulaca oleracea* and *Richardia scabra*) to which each separate herbicide was applied. Subsequently, both herbicides were applied individually and combined at different doses to two selected weeds (*B. pilosa* y *R. scabra*) to determine their combined effect based on plantlets dry weight. Finally, the effect of both herbicides (separate and mixed) was estimated in field plots of naturally-occurring and planted weeds using the visual damage percentage. *E. fosbergii* and *B. pilosa* were the most sensitive to paraquat and *B. latifolia* was the most tolerant. *R. scabra* resulted the most 2,4-D tolerant weed. Both in the screenhouse and in the field, the combined application of paraquat plus 2,4-D, especially at the highest doses, was less effective than expected, indicating antagonism in this mixture.

Key Words: Weeds, Chemical control, Antagonism, Coffee, Herbicides.

INTRODUCCION

Los caficultores costarricenses han utilizado el control químico de malezas por más de 40 años (Campos 1990). Desde entonces, emplean mezclas de herbicidas; una de las más usadas es la de paraquat con 2,4-D (Compañía Costarricence de Café 1980). Sin embargo, en Costa Rica no se han realizado investigaciones sistemáticas sobre la posible interacción entre ambos productos.

Los mecanismos que ocasionan que dos o más productos químicos aplicados juntos, interactúen, son complicados y la terminología empleada para describirlos es oscura y confusa (Hatzios y Penner 1985). La interacción puede ser definida como las respuestas diferenciales de las malezas a los herbicidas, y que son mayores a lo que podría ser atribuido al azar, entre los efectos simples que puede causar un herbicida (Steel y Torrie 1988); es decir, cuando hay influencia de un factor (herbicida) sobre el otro y viceversa (Lockhart 1965). Por tanto, la acción combinada, no se puede predecir a partir de los efectos de cada herbicida aplicado en forma separada (Nash 1981).

En esta investigación se adoptaron las definiciones sugeridas por Hatzios y Penner (1985),

Recibido: 11/09/95. Aprobado: 25/09/96.

*Parte de la tesis de maestría del primer autor. Programa de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal, Departamento de Planificación, Soyapango, San Salvador, **El Salvador.

***CATIE, Area de Fitoprotección, Turrialba 7170, **Costa Rica.**

para los tipos de acción conjunta de mezclas de productos químicos, en plantas superiores. Sinergismo es la acción cooperativa de dos plaguicidas, de modo que la respuesta por parte de un organismo de prueba, a la aplicación combinada, es mayor que la respuesta esperada, de acuerdo a un modelo apropiado de referencia. Existe antagonismo cuando en la acción conjunta de dos agroquímicos, la respuesta observada es menor que la estimada por el modelo de referencia mencionado. Si la respuesta de un organismo de prueba, a la aplicación conjunta de dos químicos, es igual a la estimada por el modelo señalado, existe aditividad.

El propósito de esta investigación fue determinar el tipo de acción conjunta que ocurre entre el paraquat y el 2,4-D, cuando se aplican en mezcla de tanque, sobre malezas asociadas al café.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en una casa de mallas en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica, y en la finca cafetalera "La Isabel", situada al noreste de Turrialba, Costa Rica. Turrialba tiene una temperatura media anual de 22,5°C, humedad relativa de 85% y precipitación anual de 2678 msnm, está a 650 m.s.n.m.

La investigación se dividió en tres etapas, en las dos primeras se evaluó la respuesta biológica de las malezas a cada herbicida aplicado en forma individual y la estimación del tipo de acción conjunta entre los dos herbicidas. Ambas etapas se realizaron en condiciones semicontroladas (casa de mallas). Se seleccionaron seis malezas comúnmente asociadas al cultivo de café en Costa Rica (*Bidens pilosa* L.; *Borreria latifolia* (Aubl.) Schum; *Drymaria cordata* (L.) Wild. ex Roem & Schult; *Emilia fosbergii*, Nicolson; *Portulaca oleracea* L. y *Richardia scabra* L.); todas reproducidas por semilla. En la tercera etapa se realizó la validación, en condiciones de campo en la finca "La Isabel".

Las semillas se sometieron a un tratamiento térmico para romper su latencia; para ésto se utilizaron cuatro lámparas fluorescentes de 40 watts (temperaturas entre 45 y 50°C) por 12 horas. Las semillas de *B. pilosa* no requieren este tratamiento.

En todos los experimentos se usaron formulaciones comerciales de los herbicidas paraquat (27,6% S.A.; 200 g de i.a./l) y 2,4-D amina (60% SL; 600 g e.a./l).

Respuesta biológica a herbicidas individuales. Se sembraron entre 300 y 600 semillas de cada maleza, en macetas de 12,5 cm de altura y de 16,5 cm de diámetro superior, con 1,7 kg de suelo de cantero. Se utilizó un suelo de textura franca, con un pH de 5,6 y 8,48% de materia orgánica, tamizado y sometido a una temperatura de 200°C por 7 horas. Antes de la siembra, se fertilizó el suelo con una solución líquida al 0,5% v/v (10:4:7:0,2:0,8 más microelementos) en dosis de 40 ml/maceta.

Las plantas se ralearon gradualmente hasta dejar el número apropiado para la evaluación, ésto varió de 5 a 10 plantas por maceta, según la maleza. En algunos casos se hicieron trasplantes para lograr la densidad deseada. Las macetas se regaron superficialmente cuando fue necesario.

Se realizaron 12 bioanálisis diferentes, para la mayoría de éstos se hicieron nueve tratamientos (ocho dosis crecientes del herbicida y un testigo sin aplicación) y cuatro repeticiones en diseños completamente al azar. Los rangos de las dosis fueron diferentes para algunas malezas o grupos de malezas y se determinaron mediante pruebas preliminares, aplicando dosis extremas de cada producto sobre pocas plantas. Las aplicaciones se hicieron entre los 27 y los 49 días después de la siembra (dds), según la especie; las plántulas debían tener una altura de 9 a 17 cm y de tres a cinco pares de hojas. Los herbicidas se aplicaron en una cámara de aspersión controlada[1], equipada con una boquilla 8001VS, con una descarga de 300 l/ha de solución a 2,1 kg/cm². El daño causado por el paraquat y 2,4-D se evaluó a los ocho y 14 días después de la aplicación (dda) respectivamente. Después de efectuada la determinación de la mortalidad y del porcentaje visual de daño causado por el tratamiento, se cosecharon las plantas. Se determinó su peso fresco y se secaron en un horno con circulación forzada de aire a 60°C, para obtener el peso seco. En la estimación de los porcentajes de disminución de rendimiento (% DR) de los tratamientos se utilizó la fórmula de Abbott (1925):

[1] R & D Sprayers, Inc., Opelousas, Louisiana, **U.S.A.**

$$\% DR = \frac{\text{Rendimiento del testigo - Rendimiento del tratamiento}}{\text{Rendimiento del testigo}} X100$$

El % DR obtenido a partir del peso seco se transformó a equivalentes de mortalidad (%DR/ 100 * N; donde N = número total de plantas por tratamiento) y se aplicó análisis probit a cada bioanálisis para estimar la DR_{50} y el patrón de comportamiento de cada maleza a la aplicación de los herbicidas evaluados. Los procedimientos manuales para realizar estos cálculos pueden consultarse en Goulden (1952) y Busvine (1971). Con el objetivo de lograr un mejor ajuste del modelo, los tratamientos que causaron exceso de daño (por ejemplo mayor al 70% para el paraquat) o plantas muertas no se consideraron en el análisis.

Bioanálisis para estimar la acción conjunta entre el paraquat y el 2,4-D. Las malezas *B. pilosa* y *R. scabra* fueron seleccionadas para realizar las pruebas, debido a su buena germinación, crecimiento; fácil manejo y respuesta clara a los herbicidas. El manejo de las malezas en esta etapa fue similar al manejo usado en los bioanálisis preliminares. Se realizaron dos análisis (uno con cada maleza) usando un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo factorial, aplicando los herbicidas en forma individual y en mezcla (factores), en seis dosificaciones (niveles) en todas las combinaciones posibles (36 tratamientos, incluyendo al testigo absoluto sin aplicación de herbicida) y seis repeticiones, considerando nueve repeticiones para el testigo absoluto.

La aplicación de paraquat y 2,4-D en *B. pilosa* se realizó a los 35 dds, en plántulas con alturas entre 14 y 18 cm, y de tres a cuatro pares de hojas. Las dosis fueron de 0; 7,5; 15; 30; 60 y 120 g de i.a. (ion)/ha y de 0; 2,5; 10; 40; 160 y 640 g de e.a./ha, respectivamente. Los mismos herbicidas se aplicaron en *R. scabra* a los 44 dds, sobre plántulas con alturas entre 10 y 15 cm y al inicio de floración, en dosis de 0, 40, 80, 160, 320, y 640 g de i.a. (ion)/ha y de 0, 20, 100, 500, 2500, y 12500 g de e.a./ha, respectivamente. El ámbito de dosis se definió con base en los bioanálisis preliminares; el rango varió entre DR_{20} y DR_{80}. El criterio de bloqueo para estas malezas fue el tamaño de las plántulas; en el caso de *R. scabra* también se consideró el número de botones florales presentes. Se midieron las mismas unidades utilizadas en los bioanálisis preliminares. La evaluación final y la cosecha se realizó (en ambos experimentos) a los 10 dda. El peso seco se usó como variable principal para el análisis; para detectar la heterogeneidad e interacciones se le aplicó un ANDEVA. Los datos se expresaron como porcentajes de peso con respecto al testigo.

El tipo de respuesta de las plantas a cada combinación de herbicidas, se estimó usando el método de Colby (1967); y las significancias de cada una de ellas, se determinó por el método de Flint *et al.* 1988.

Validación de campo. Se seleccionó una plantación comercial de café, que oscilaba entre tres y cuatro años de edad, uniforme, sembrado a 0,7 m entre plantas y 2,2 m entre hileras, de relieve plano, y suelo Lhitic Troporthent (rocoso tropical de alta infiltración), de clase inceptisol (suelos recientes por lo menos con un 20 a 30% de arcilla). Las parcelas (108 en total) midieron 0,9x3 m, y se distribuyeron a lo largo y entre las hileras de café. Inicialmente, para esta fase, se seleccionó *B. pilosa*, la cual se sembró al voleo con posterior escardado de la parcela. Sin embargo, la maleza no se estableció, y fue necesario preparar camas de siembra en las que se depositaron semillas de *R. Scabra*, *E. fosbergi*, y *P. oleracea* en surcos alternos. Además de las malezas evaluadas, emergieron malezas voluntarias (*Eleusine indica*, *Digitaria* sp., *Cyperus odoratus*, *Spananthe paniculata*, *Melampodium* sp., *Eclipta* sp., *Commelina* sp., *Borreria* sp. y *Euphorbia* sp.). Debido a la irregularidad de la germinación y del establecimiento de las malezas de prueba, fue necesario replantear el experimento usando un diseño completamente al azar desbalanceado, con arreglo factorial, debido a que ofrecía ventajas. Se hicieron seis repeticiones para 2,4-D (24 parcelas), cinco para paraquat (20 parcelas) y cuatro para las 16 combinaciones de estos herbicidas (64 parcelas); para un total de 108 parcelas. La mitad de cada parcela constituyó el testigo absoluto, porque no se le aplicó ningún tratamiento. Las dosis se seleccionaron con base en los bioanálisis anteriores, tomando la DR_{40} como dosis intermedia. El paraquat se asperjó a razón de 0; 12; 30; 75 y 187,5 g i.a. de ion/ha; las dosis de 2,4-D fueron 0; 8,9; 40; 180 y 810 g e.a./ha. La aplicación se realizó a los 59 dds, con una aspersora de presión constante, ejercida por CO_2, con boquilla 8002VS

a 2,1 kg/cm² y con gasto de 240 l de solución/ha, provista con una campana de aplicación para evitar la deriva. A las soluciones de herbicidas se les agregó 0,2% v/v de coadyuvante WK.

Los datos de peso fresco y seco de las malezas de cada parcela no fueron de utilidad para el análisis, por su gran variabilidad. Para el análisis se utilizó el porcentaje de daño calificado en forma visual; este fue realizado por tres evaluadores en forma independiente, ocho días después de la aplicación. Debido a la heterogeneidad de varianzas, los datos se transformaron al arc. sen.$\sqrt{(\%/100)}$. La covarianza de la composición y abundancia de las malezas para el porcentaje visual de daño no fue significativa. Se calculó el porcentaje de no daño y se aplicó el modelo de Colby tal como lo aplicaron Shaw y Wixson (1991).

RESULTADOS Y DISCUSION

Respuesta biológica de las malezas a los herbicidas aplicados individualmente. Con el modelo probit se estimaron las líneas dosis-respuesta (Figs. 1 y 2) y las DR_{50} de las seis malezas a los herbicidas (Cuadro 1). Utilizando estos valores se calculó la relación de tolerancia (RT) a los herbicidas. Esta se obtuvo dividiendo la DR_{50} de cada maleza entre la DR_{50} de *B. pilosa*, (que presentó los DR_{50} menores).

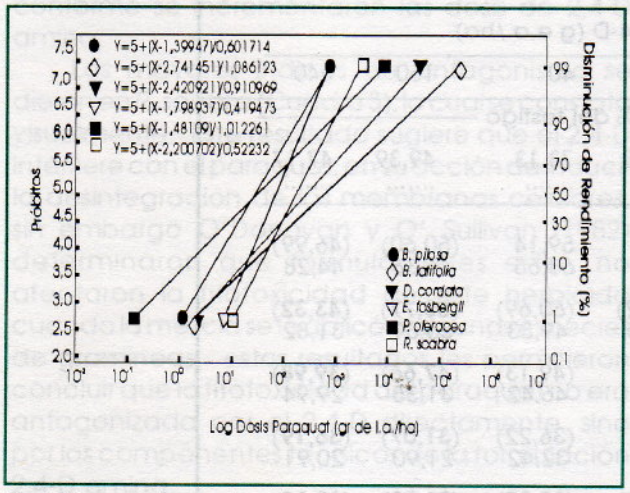


Fig. 1. Respuesta de seis malezas asociadas al café en Costa Rica, a la aplicación de dosis crecientes de paraquat.

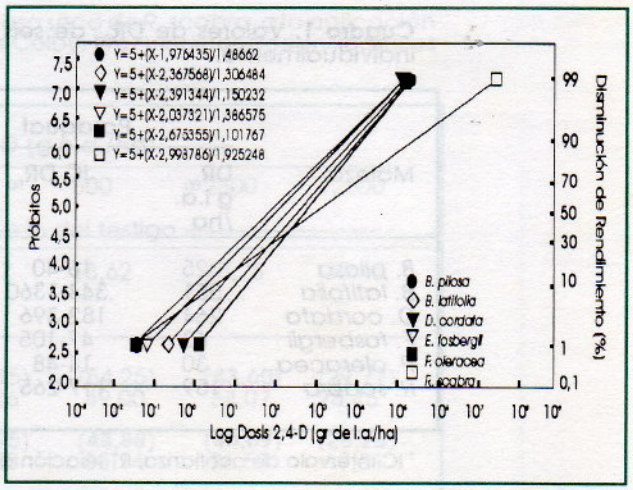


Fig. 2. Respuesta de seis malezas asociadas al café en Costa Rica, a la aplicación de dosis crecientes de 2,4-D.

El ajuste del modelo probit a las respuestas de las malezas fue aceptable, especialmente para dosis intermedias. El modelo no es útil para dosis extremas, porque los intervalos de confianza (IC) se amplían considerablemente, son imprecisos y los valores resultantes tienden a desviarse de las predicciones.

Las malezas más sensibles al paraquat fueron *E. fosbergii* y *B. pilosa* y las más tolerantes *D. cordata* y *B. latifolia* (Fig. 1). La sensibilidad al 2,4-D fue similar para todas las malezas, excepto para *R. scabra* que presentó una tolerancia elevada (Fig. 2). La respuesta de las malezas al 2,4-D mostró un rango de variación más amplio que el paraquat, debido a que el 2,4-D no posee un efecto fulminante sobre las malezas (Fig. 2).

Es importante señalar que los límites de confianza obtenidos son aproximaciones, debido a que las DR de las malezas son estimados a partir de medias que tienen varianza; y ésta no se consideró en la aplicación del modelo.

Se consideró como criterio de sensibilidad la desviación estándar (σ): a menor desviación estándar, mayor sensibilidad (la pendiente de la recta es dada por $1/\sigma$). Las ecuaciones de la recta que se representan en las Figs. 1 y 2 son de la forma $Y = 5 + (X - \mu)/\sigma$, donde Y son las predicciones de la respuesta de la maleza al herbicida, en próbitos, 5 es una constante que se agrega al intercepto con el fin de obtener Y en próbitos (sin esta constante los resultados se obtienen en desviaciones de la curva normal estándar), X son estimaciones del estímulo en log de las dosis y μ es la DR_{50} expresada en logaritmo.

Cuadro 1. Valores de DR_{50} de seis malezas al paraquat y 2,4-D aplicados individualmente.

Maleza	Paraquat			2,4-D		
	DR_{50} g i.a. /ha	IC DR_{50}*	RT*	DR_{50} g i.a. /ha	IC DR_{50}*	RT*
B. pilosa	25	16-40	1	95	45-354	1
B. latifolia	551	344-1360	22	233	114-395	2,5
D. cordata	264	182-396	10,5	246	163-352	2,6
E. fosbergii	63	47-105	2,5	109	36-208	1,2
P. oleracea	30	14-48	1,2	474	322-696	5,0
R. scabra	159	117-265	6,3	997	379-2015	10,5

* IC intervalo de confianza, RT relación de tolerancia.

Bioanálisis para estimar la acción conjunta del paraquat y el 2,4-D. Los porcentajes de peso seco observados, así como los esperados (estimados a partir de los herbicidas aplicados en forma individual y en dosis iguales) se presentan en los Cuadros 2 y 3. Los porcentajes observados del testigo, se han colocado entre paréntesis cuando existe señal de antagonismo, según Colby (1967). Se subrayan las respuestas antagonistas que resultaron significativas según el análisis estadístico de Flint *et al.* (1988).

De las 25 combinaciones (en dosis diferentes de cero) de los herbicidas aplicados a *B. pilosa*, 18 mostraron antagonismo según Colby (los porcentajes observados fueron mayores a los esperados), de éstas nueve resultaron significativas (Cuadro 2). Para *R. scabra* (Cuadro 3), 23 combinaciones presentaron antagonismo (aplicando el criterio de Colby) y de ellas 15 fueron significativas.

Cuadro 2. Calificación de la respuesta de peso seco de *B. pilosa* a la aplicación combinada de paraquat y 2,4-D (método de Colby, 1967); indicando significancias estadísticas (Flint *et al.* 1988).

Paraquat (g i.a./ha		2,4-D (g e.a./ha)					
		0	2,5	10	40	160	640
		% del testigo					
0	Obs.	100	101,47	98,88	73,13	49,39	47,17
	Esp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
7,5	Obs.	93,87	88,87	82,05	59,14	(50,60)	(46,99)
	Esp.	....	95,25	92,82	68,65	46,36	44,28
15	Obs.	67,45	(69,23)	(72,52)	(60,69)	(**58,77**)	(**43,32**)
	Esp.	....	68,44	66,70	49,33	33,31	31,82
30	Obs.	63,48	53,27	60,76	(49,13)	(**47,66**)	(**39,98**)
	Esp.	....	64,41	62,77	46,42	31,35	29,94
60	Obs.	44,34	(47,53)	39,66	(36,22)	(**31,07**)	(**36,19**)
	Esp.	....	44,99	43,84	32,42	21,90	20,91
120	Obs.	31,03	28,19	(33,54)	(**32,39**)	(**31,23**)	(**30,15**)
	Esp.	....	31,49	30,68	22,69	15,33	14,64

Los porcentajes del testigo observado (Obs.) mayores que los esperados (Esp.) indican antagonismo; los menores, sinergismo (según Colby 1967). Se resaltan las combinaciones antagonistas significativas (no hubo combinaciones sinergistas significativas).

Cuadro 3. Calificación de la respuesta de peso seco de *R. scabra*, a la aplicación combinada de paraquat y 2,4-D (método de Colby, 1967); indicando significancias estadísticas (Flint *et al.* 1988).

Paraquat (g i.a./ha		2,4-D (g e.a./ha)					
		0	20	100	500	2500	12500
			% del testigo				
0	Obs.	100	96,91	78,07	58,62	40,75	30,45
	Esp.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
40	Obs.	83,60	(87,54)	(76,15)	(54,25)	(**43,60**)	(29,77)
	Esp.	....	81,01	65,26	49,00	34,07	25,45
80	Obs.	65,07	60,46	(57,95)	(**48,88**)	(**40,69**)	(**28,25**)
	Esp.	....	63,05	50,80	38,14	26,51	19,81
160	Obs.	33,38	(38,94)	(**35,53**)	(**37,33**)	(**38,29**)	(**27,50**)
	Esp.	....	32,35	26,06	19,57	13,60	10,17
320	Obs.	23,39	(25,68)	(**26,24**)	(**22,73**)	(**33,43**)	(**25,88**)
	Esp.	....	22,67	18,26	13,71	9,53	7,12
640	Obs.	25,37	24,12	(22,84)	(**22,31**)	(**24,62**)	(**24,34**)
	Esp.	....	24,59	19,81	14,87	10,34	7,73

Los porcentajes del testigo observado (Obs.) mayores que los esperados (Esp.) indican antagonismo; los menores, sinergismo (según Colby, 1967). Se resaltan las combinaciones antagonistas significativas (no hubo combinaciones sinergistas significativas).

También se determinó, especialmente para *B. pilosa*, que el antagonismo crece a medida que se incrementan las dosis de 2,4-D. Esto coincide con lo observado por O'Donovan y O' Sullivan (1982), quienes detectaron reducción en la fitotoxicidad de paraquat sobre cebada (*Hordeum vulgare*) y avena silvestre (*Avena fatua*) conforme se incrementaron las dosis de 2,4-D amina.

Los mayores índices de antagonismo se dieron en *R. scabra* (Cuadro 3), lo cual se constató visualmente. Este resultado sugiere que el 2,4-D interfiere con el paraquat, en su acción de inducir la desintegración de las membranas celulares; sin embargo O'Donovan y O' Sullivan (1982) determinaron que formulaciones ester, no afectaron la fitotoxicidad de este herbicida cuando la mezcla se le aplicó a algunas especies de gramíneas; estos resultados les permitieron concluir que la fitotoxicidad del paraquat no era antagonizada por el 2,4-D directamente, sino por los componentes técnicos de la formulación 2,4-D amina.

Varios autores coinciden en que las mezclas de tanque pueden usarse con éxito, aún con interacciones antagonistas entre sus componentes (Green 1989). O'Donovan y O' Sullivan (1982) informaron que la fitotoxicidad del paraquat, no fue antagonizada por la sal amina de 2,4-D, cuando se aplicaron separadamente y en forma secuencial, con al menos una hora entre aplicaciones.

Validación de campo. La DMS estimada está dada en escala transformada y las significancias se señalan en los valores originales (Cuadro 4). Los resultados mostraron tendencias similares a los obtenidos en los bioanálisis realizados en condiciones semicontroladas; se observó antagonismo con dosis altas de 2,4-D. Por tanto, la mezcla de tanque paraquat-2,4-D, fue menos activa, según valores esperados, especialmente cuando se usaron dosis altas de ambos productos; debido a ésto las señales de interacción encontradas, pueden calificarse como de carácter antagonista.

A pesar de que en esta investigación se detectó antagonismo entre el paraquat y 2,4-D, la experiencia de muchos años de uso en condiciones de campo indica que este antagonismo puede ser compensado en la práctica, por la eficacia de ambos productos, especialmente por las dosis usadas para el control de las principales malezas asociadas al café. Sin

Cuadro 4. Análisis estadístico de la estimación visual de daño en porcentaje, ocho días después del tratamiento con paraquat (A) y 2,4-D (B), solos y en combinación a diferentes dosis sobre malezas de café en el campo.

Dosis herbicida: A	B	% de daño observado (transf.)[1]	% testigo esperado (transf.)	% de daño esperado (transf.)	Diferencia % de daño (Obs-Esp) (transf.)	% daño observ. escala original
0	0	0	100	0		0
0	8,9	10,24				4,17
0	40	14,89				7,17
0	180	42,88				46,67
0	810	57,77				71,17
12	0	27,92				23,20
30	0	38,58				39,40
75	0	58,84				72,80
187,5	0	67,41				83,80
12	8,9	28,79	64,70	35,30	-6,51	23,25
12	40	36,75	61,35	38,65	-1,91	36,00
12	180	50,65	41,17	58,83	-8,18	59,50
12	810	55,64	30,44	69,56	-13,93	68,00*
30	8,9	48,94	55,13	44,87	4,07	56,75
30	40	47,99	52,27	47,73	0,26	54,75
30	180	56,31	35,08	64,92	-8,61	69,00
30	810	53,91	25,93	74,07	-20,15	64,50*
75	8,9	57,70	36,95	63,05	-5,35	71,25
75	40	56,54	35,03	64,97	-8,43	68,75
75	180	55,40	23,51	76,49	-21,09	67,50*
75	10	56,80	17,38	82,62	-25,82	69,75*
187,5	8,9	68,31	29,26	70,74	-2,43	85,75
187,5	40	72,24	27,74	72,26	-0,02	90,25
187,5	180	69,78	18,62	81,38	-11,61	87,75*
187,5	810	69,34	13,76	86,24	-16,89	87,25*
DMS (0,05)					11,20	

[1] Transformado al arco seno de la raíz cuadrada de la proporción.
* El asterisco indica acción antagonista obtenida por comparación del porcentaje de daño esperado contra el observado, no designación indica aditividad.

embargo, es importante destacar que el complejo de malezas en este cultivo, está cada vez más limitado a especies intrínsicamente tolerantes a ambos herbicidas, como son *Borreria latifolia* y *Drymaria cordata*. El productor debe considerar que el uso de un grupo muy limitado de herbicidas, produce cambios en la diversidad de la flora, propiciando la prevalencia de especies tolerantes.

AGRADECIMIENTOS

A la Organización de Estados Americanos (OEA), por el financiamiento de los estudios de posgrado del primer autor y al Ingeniero Rolando Picado, de la Hacienda "La Isabel", por facilitar el área donde se realizó la fase de experimentación en condiciones de campo.

LITERATURA CITADA

ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18:265-267.

BUSVINE, J. R. 1971. A critical review of the techniques for testing insecticides. 2 ed. London, CAB. 345 p.

CAMPOS, E. 1990. Control de malezas. In Ramirez, J.E., ed. 40 años de investigación y transferencia de tecnología en café. San José, Costa Rica, Programa Cooperativo ICAFE-MAG. p. 61-82.

COLBY, S. R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. Weeds 15:20-22.

COMPAÑIA COSTARRICENSE DEL CAFE S.A. 1980. Guía agrícola: cultivo del café. 4. Control de malas hierbas. San José, Costa Rica, CAFESA. 32 p.

FLINT, J. L.; CORNELIUS, P. L.; BARRETT, M. 1988. Analyzing herbicide interactions: A statistical treatment of Colby's method. Weed Technology 2:304-309.

GOULDEN, H. C. 1952. Methods of statistical analysis. 2 ed. New York, Wiley. 467 p.

GREEN, J. M. 1989. Herbicide antagonism at the whole plant level. Weed Technology 3:217-226.

HATZIOS, K. K.; PENNER, D. 1985. Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. Rev. Weed Science 1:1-63.

LOCKHART, J. A. 1965. The analysis of interactions of physical and chemical factors on plant growth. Annual Review of Plant Physiology 16:37-53.

NASH, R. G. 1981. Phytotoxic interaction studies-techniques for evaluation and presentation of results. Weed Science 29:147-155.

O'DONOVAN, J. T.; O'SULLIVAN, P. A. 1982. Amine salts of growth regulator herbicides antagonize paraquat. Weed Science 30:605-608.

SHAW, D. R.; WIXSON, M. B. 1991. Postemergence combinations of imazaquin or imazethapyr with AC 263,222 for weed control in soybean (Glycine max). Weed Science 39:644-649.

STEEL, R. G.; TORRIE, J. H. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. Ricardo Martínez B. 2 ed. México, McGraw-Hill. 622 p.

Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.41 p. 16-28, 1996

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA GENERACION DE TECNOLOGIA MIP EN EL CULTIVO DE TOMATE, NICARAGUA*

Kristen C. Nelson**

RESUMEN

Se realizó una comparación de dos modelos de generación de tecnología; el modelo guiado por científicos (IGC) y el modelo guiado por agricultores (IGA) con productores de tomate, en el Valle Sébaco, Nicaragua. Se evaluó el proceso de generación de tecnología MIP, los métodos de participación y autogestión de los productores y científicos y la institucionalización de los dos modelos. La investigación fue realizada por un equipo interdisciplinario, mediante entrevistas pre y post programa y observaciones directas.

Con el modelo IGA, se obtuvo mayor participación de los agricultores, tanto en número de participantes como en fincas involucradas. Se observaron cinco modos de influencia y seis de autogestión. Con el modelo IGC, se presentaron dos formas de influencia y dos niveles de autogestión.

Palabras Claves: Generación de tecnología, Nicaragua, Transferencia de tecnología, Investigación participativa.

COMPARATIVE STUDY OF MIP TECHNOLOGY GENERATION IN TOMATO, NICARAGUA

ABSTRACT

A comparison of two technology generation models was conducted; one model guided by scientists (IGC) and the other by farmers (IGA) in the Sebaco Valley of Nicaragua. The study focused on the technology generation process, IPM technologies and farmer opinion, forms of participation and empowerment by farmers and scientists, and institutionalization of the two models. The reseach was contructed by an interdisciplinary group using pre- and post-program interviews and participant observation.

In the IGA model, farmer participation was greater than in the IGC model in number of farmers and farm units involved. The achieved five forms of influence, and six out of eight levels of empowerment in the farmer-led model. In the scientist-led model, farmers achieved two forms of influence and two out of eight levels of empowerment. Farmer evaluations were varied and complex..

Key Words: Technology generation, Nicaragua, Technology transfer, Participatory research.

INTRODUCCION

El debate sobre la generación de tecnología MIP, debe enmarcase en el contexto de la investigación agrícola en América Central. Durante las décadas de los 50 y 60, las instituciones de investigación desarrollaron proyectos grandes y centralizados, enfocados al desarrollo de variedades híbridas y uso de plaguicidas; pero en las décadas de los 70 y 80 se produjo una crisis en muchas instituciones (Kaimovitz 1993). Los rendimientos agrícolas y los precios bajaron, no se adoptaron tecnologías nuevas a pesar de que los pequeños agricultores demandaban un cambio en las agendas de investigación, para que se diera respuesta a sus necesidades. La crisis fomentó un debate sobre los procesos de investigación y generación de tecnología más adecuados. Los defensores de la investigación en sistemas agrícolas, abogaron por un sistema interdisciplinario, enfocado a las necesidades de los pequeños agricultores (Flora 1988; Simmonds, 1985; Hildebrand 1981; Norman *et al.* 1983; Shaner *et al.* 1982); y solicitaron a las instituciones nacionales que realizaran investigación que diversificaran sus objetivos, pasando de experimentos en estaciones experimentales a investigación en finca. Algunos propulsores de este tipo de investigación solicitaron a las instituciones nacionales mayor participación del grupo de clientes, en el proceso de investigación sustantivo (Chambers *et al.* 1989, Rhoades and Booth 1982). En esta década las instituciones centroamericanas han enfrentado críticas por la falta de respuesta a problemas serios, así como reducción del financiamiento público y la privatización (Kaimowitz 1993). Actualmente muchas instituciones públicas y privadas buscan

Recibido: 22/07/94. Aprobado: 25/09/96.

*En esta investigación participaron Diego Gómez, Marywbska Calderón, Virgilio Dávila, Sandra Dinarte, Carolina Espinoza, Falguni Guharay, Benito Guerrero, David Monterroso, Carlos Pérez, Isabel Rivas, Peter Rosset, Jorge Simán y Charles Staver.

** ECOSUR. Colegio de la Frontera Sur. Apdo. Postal No. 63. 29290 San Cristóbal de las Casas. Chiapas, **México**. (Tel: 011-52-967-8-1884).

identificar el proceso de investigación más adecuado y determinar quienes deben controlarlo.

A finales de los años 80, había una plétora de estudios de caso, realizados en condiciones de finca. Sin embargo, pocos proyectos ofrecían un planteamiento comparativo para la evaluación de modelos de participación de agricultores, en la investigación en finca. Los estudios de caso no se basaron en la teoría, ni se analizaron los planteamientos experimentales. Por lo tanto, es difícil medir el éxito de la participación, en términos prácticos (Farrington y Martin 1988).

Esta investigación realizó un estudio comparativo de dos modelos de generación y transferencia de técnicas MIP en Nicaragua. MIP es un conjunto de metodologías de control de plagas, que tienen como objetivo disminuir las aplicaciones de plaguicidas y fomentar el uso de prácticas culturales, biológicas y genéticas; protegiendo los recursos naturales y la salud humana, garantizando un sistema agrícola sustentable. El estudio se realizó en conjunto con un Proyecto Nacional de Investigación MIP, desarrollado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Ministerio de Agricultura (MAG) de Nicaragua y financiado por la Organización de Ayuda y Desarrollo Internacional de Noruega (NORAD).

El equipo científico seleccionó el tomate como modelo para el estudio, porque es un cultivo anual en donde se da un uso intensivo de plaguicidas, además los técnicos del equipo poseen amplia experiencia en el control de plagas en tomate. Esta investigación tiene como objetivo comparar dos modelos de generación de tecnología MIP, evaluando la participación del agricultor y el proceso de autogestión.

MATERIALES Y METODOS

Generación de Tecnología y Participación del Agricultor. Durante muchos años los agricultores se han comunicado entre ellos, como respuesta a los cambios en el sistema agrícola y con el objetivo de modificar los procesos de producción. La evolución gradual, de la tecnología generada por el agricultor, no solucionan los problemas agrícolas, los cuales cambian rápidamente. Durante años, las instituciones de investigación agrícola han desarrollado programas de generación de tecnología en aspectos como incremento de la producción, adaptación de variedades y generación de conocimientos sobre manejo de plagas. Sin embargo, estas instituciones tienen problemas para diseñar programas exitosos de generación y transferencia de tecnología (Buttel y Youngberg 1984).

Byerlee y Collinson (1980) afirman que la investigación en finca, asegura que las tecnologías desarrolladas consideran las necesidades del agricultor, incorporando las condiciones ambientales, la realidad socioeconómica, preferencias y la limitación de recursos. Se han desarrollado metodologías para la investigación en finca, que van desde la definición de problemas hasta su evaluación (Gómez 1985, Hildebrand 1979, Collinson 1982, Tripp y Woolley 1989). Se han publicado muchos informes de experiencias de científicos y científicos-agricultores (Buckles 1993, Stroud 1993, Ewell 1988, Franzel 1992, ILEIA 1988, Cernea *et al.* 1985, Ashby 1986, Horton y Prain 1987, Lightfoot 1987, Hildebrand y Poey 1989). Otros informes señalan los logros obtenidos por los programas de investigación, con respecto a la incorporación de resultados a nivel de finca y la opinión de los agricultores (Ewell 1990, Cernea *et al.* 1985, Biggs 1986).

Estudios recientes enfatizan la falta de coordinación entre las actividades de investigación agrícola y las de los organismos responsables de la transferencia de tecnología (Eponou 1993, Kaimowitz *et al.* 1990). En algunos países se realizan esfuerzos para solucionar este problema, pero muchas instituciones financieras y científicas están otorgando fondos a las organizaciones no-gubernamentales (ONGs). Algunas ONGs y organizaciones de agricultores han sido pioneras en la generación de tecnología "del agricultor para el agricultor" y su experiencia en la transferencia de esta tecnología ha sido exitosa (Holt-Giménez 1992, Haverkort *et al.* 1991, Bunch 1982).

Dos escuelas de pensamiento han influido en el debate sobre la participación de los productores en la investigación agrícola y en la generación de tecnología en la presente década. La primera de éstas, fue estimulada por un creciente interés en la investigación en finca, especialmente por parte de quienes promovían la investigación en los sistemas agrícolas.

El fracaso de los modelos de investigación "arriba-abajo", de la Revolución Verde motivaron a algunos científicos y sociólogos a promover un planteamiento interdisciplinario, que incorporara las necesidades de los pequeños agricultores. Durante los años 80 continuó el debate sobre la

participación de los agricultores en la investigación (Chambers *et al.* 1989, Tripp 1982, Rhoades y Booth 1982).

La segunda escuela de pensamiento fue apoyada por los defensores de la investigación de acción participativa IAP (Fals-Borda 1987). Esta tuvo un origen diferente en América Latina. Al comienzo de los años 70, debido a las críticas formuladas a los modelos tradicionales, los investigadores optaron por un nuevo modelo de trabajo enfocado en "la gente" como fuente de conocimiento y transformación de la sociedad.

En Centro América, la participación de los agricultores en la investigación agrícola, ha estado influída por los avances a nivel mundial sobre investigación en finca y por el IAP en América y Europa. Gran parte de la participación ha estado asociada a pruebas realizadas por las instituciones de investigación agrícola en condiciones de finca, en aspectos como evaluación de variedades, fertilización y otras prácticas agronómicas. Históricamente, el agricultor se ha involucrado poco en investigaciones en MIP (Andrews *et al.* 1992). En Filipinas, Goodell *et al.* (1984), iniciaron pruebas de validación de tecnologías MIP en el cultivo del arroz con la participación del agricultor (Adalla y Rola 1988). En esta década la participación de los productores se incrementó mediante seminarios para compartir los conocimientos sobre prácticas tradicionales como alternativa para el control de plagas; así como la elaboración de programas de capacitación para extensionistas, con el objetivo de fortalecer los conocimientos de los agricultores en los sistemas ecológicos y estrategias MIP (Van de Fliert y Winarto 1993, Garcia-Padilla y Padilla 1993).

En América Central, los investigadores del Proyecto MIP del CATIE, lograron un nivel importante de involucramiento de agricultores en la fase de validación de tecnologías MIP (CATIE 1990, Monterroso 1990). Los investigadores de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, incrementaron la participación de agricultores en investigaciones MIP, en repollo, maíz, frijol; y en control biológico, utilizando metodologías diferentes (Bentley 1992, Ardón y Sánchez 1991).

El debate actual, sobre la participación del agricultor en programas MIP, está enfocado a la validez de los diferentes modelos de participación y su habilidad para cumplir tanto con las tecnologías MIP, como con la compleja realidad de los agricultores, como es la escasez de recursos en América Central (Nelson 1994, Andrews *et al.* 1992, Nelson y Gómez 1991, Andrews 1989).

Participación, Autogestión y "Empowerment". En muchas ocasiones la participación es definida como la habilidad para involucrar la mayor cantidad posible de productores en un programa de investigación. Farrington y Martin (1988) lo conceptualizaron como las actividades que animan a la participación, mejoran el nivel de influencia que tienen los agricultores y/o científicos sobre las etapas de la investigación (desde planeación hasta documentación). Sin embargo, pocos autores han analizado la autogestión, y su relación con la investigación agrícola.

La autogestión puede darse a nivel individual, grupal, y/o en comunidades en ambientes reforzados y positivos (Israel *et al.* 1993, Schulz e Israel 1991). Esta puede ser definida como la construcción de varios niveles que incluyen: 1. la capacidad personal, donde se incorpora el concepto de deficiencia misma y el desarrollo de capacidades básicas; 2. poder social, o la habilidad para influir la canalización de recursos sociales y económicos.

Freire (1968) define "empowerment" como el proceso interactivo que enlaza el sentido del ser mismo y la eficacia colectiva con sentimientos de identidad con el grupo". El grupo puede incrementar la autogestión para si mismo y para los individuos que lo conforman, actuando o trabajando juntos y luego reflejando la experiencia para incrementar su acceso al poder sociopolítico. Este espiral contínuo de acción y reflección promueve o incrementa las habilidades, la teoría-práctica, y la emancipación.

Otros se refieren a un proceso de autogestión en el cual hay una "gestión" incrementada, y la capacidad para luchar por esos intereses (Giddens 1987; Habermas in Giddens 1985). En el proceso de autogestión, la auto-cofianza y la auto-eficiencia se trasladan de una situación a otra. La auto-confianza mejorada ayuda a los individuos a superar la incertidumbre y las dudas. A través de la autogestión, el aprendizaje social mejora y la gente logra entender el poder que tienen y como usarlo (Gaventa 1980).

Otro modelo define este concepto a partir de su raíz latina posee "poder" y ese "ser". Hacerse autogestionado y poderoso es "poder ser". El "empowerment" y autogestión es un proceso a largo plazo, tanto en los niveles individuales, grupales o comunales. Una persona no puede

autogestionar a otra, pero en grupo y durante la creación de un proceso, las personas pueden autogestionarse mediante su propia "gestión". Personas externas pueden facilitar la autogestión y participar en el proceso grupal pero no pueden lograr la autogestión de los que no tienen poder. El grupo que trabaja unido transforma la experiencia individual en una experiencia colectiva a través de conocimientos compartidos y acción colectiva. Al nivel individual hay reflexión y transformación personal. Al nivel organizacional o comunitario, hay características estructurales que pueden intervenir en la autogestión, y por tanto la autogestión organizacional requiere cambios estructurales.

Diseño de Investigación. Para evaluar los factores críticos de la generación de tecnología, y de la participación y planteamientos de autogestión, se diseñaron dos modelos prototipos: **Modelo de Investigación Guiado por Científicos (IGC)** y **Modelo de Investigación Guiado por Agricultores (IGA)**. Estos modelos son dos opciones, de un universo de posibilidades que van desde el control total en manos de científicos hasta el control total ejercido por agricultores. El modelo IGC representa el planteamiento usado normalmente por las instituciones agrícolas. Este puede ser definido como un proceso vertical de generación y transferencia de tecnología (Fig. 1). Su objetivo es la generación de tecnología por científicos y su posterior adopción por parte de los agricultores. En las primeras etapas, los investigadores reúnen información con los agricultores y analizan los problemas críticos del sistema. Posteriormente, los científicos revisan la literatura, desarrollan ensayos en laboratorios y estaciones experimentales y desarrollan un paquete tecnológico (en estas etapas del proceso solamente el científico participa). El paquete tecnológico se valida luego en condiciones de finca; y la transferencia se inicia cuando el extensionista intercala "días de campo" con agricultores, con las visitas del grupo de técnicos a los experimentos en fincas, con el fin de discutir las ventajas de la nueva tecnología. El agricultor tiene control sobre el proceso, únicamente en la etapa final, cuando decide aceptar, modificar o rechazar el paquete tecnológico.

En el modelo IGA, la generación y transferencia de tecnología son procesos de intercambio simultáneo (Fig. 2). Su objetivo es generar tecnología que promueva la autogestión del agricultor y el desarrollo de redes de intercambio de tecnología entre agricultores, técnicos y científicos. Los agricultores y científicos comparten responsabilidades. El proceso se desarrolla mediante reuniones entre agricultores, técnicos y científicos. Las etapas varían dependiendo del fin del proceso; y pueden incluir la identificación del problema, selección de posibles opciones tecnológicas, experimentos en condiciones de campo y evaluación final. La diferencia entre este modelo y el IGC, es que la opinión y experiencia del agricultor son tan valiosas como el conocimiento del científico.

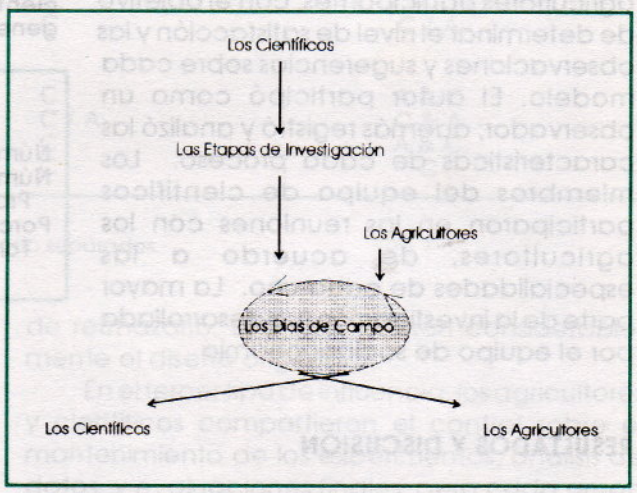


Fig. 1. Modelo de generación de tecnología guiado por los científicos (IGC).

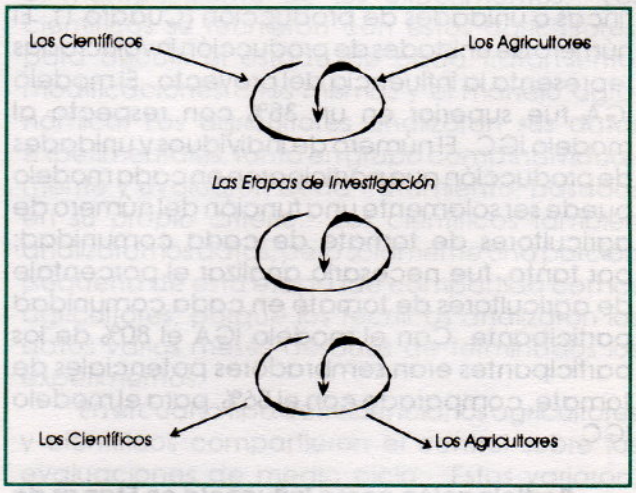


Fig. 2. Modelo de generación de tecnología guiado por los agricultores (IGA).

En este estudio se evaluaron estos modelos en el proceso de generación de tecnología MIP. La investigación se desarrolló entre setiembre de 1990 y junio de 1991, en las regiones de Sébaco, Darío, y San Isidro, Departamento de Matagalpa, Región VI, Nicaragua. Esta zona se caracteriza por la producción de tomate de mesa e industrial, por pequeños productores. Cada modelo se evaluó en tres comunidades, con el fin de compararlos posteriormente.

La información sobre preferencias y opiniones de agricultores, técnicos y científicos se obtuvo mediante entrevistas personales y observación de los participantes. Se realizaron entrevistas previas y posteriores al proceso, a cada uno de los 101 agricultores participantes, con el objetivo de determinar el nivel de satisfacción y las observaciones y sugerencias sobre cada modelo. El autor participó como un observador; además registró y analizó las características de cada proceso. Los miembros del equipo de científicos participaron en las reuniones con los agricultores, de acuerdo a las especialidades de cada uno. La mayor parte de la investigación fue desarrollada por el equipo de socioeconomía.

RESULTADOS Y DISCUSION

Unidades de producción y agricultores participantes: Con el modelo IGA se logró mayor participación tanto a nivel individual como de fincas o unidades de producción (Cuadro 1). El número de unidades de producción involucradas representa la influencia del proyecto. El modelo IGA fue superior en un 38% con respecto al modelo IGC. El número de individuos y unidades de producción que participaron en cada modelo puede ser solamente una función del número de agricultores de tomate de cada comunidad; por tanto, fue necesario analizar el porcentaje de agricultores de tomate en cada comunidad participante. Con el modelo IGA el 80% de los participantes eran sembradores potenciales de tomate, comparado con el 56%, para el modelo IGC.

Participación como Influencia en Etapas de Investigación: Se analizó la participación del agricultor y su nivel de influencia, en cada etapa de la investigación. En ambos modelos, los agricultores no tenían control sobre la etapa de planeación (Cuadro 2). Usando el modelo IGC, los científicos evaluaron la tecnología de umbrales de acción para *Heliothis zea*, *Spodoptera*, *Keiferia* y *Liriomyza*, aplicando una mezcla de insecticida biológico (B.t.) e insecticida químico, para determinar las poblaciones mayores a el nivel definido por el umbral. En cada comunidad se seleccionaron dos fincas, en las cuales se realizó un ensayo para comparar el tratamiento MIP con uno tradicional.

Cuadro 1. Número de agricultores y unidades de producción que participaron en los modelos de investigación guiado por científicos (IGC) y guiado por agricultores (IGA) para la generación de tecnología MIP.

	Modelo IGC	Modelo IGA
Número de Individuos	59	93
Número de Unidades de Producción	27	43
Porcentaje de Todos los Tomateros en las Comunidades	56%	80%

Solamente seis agricultores tuvieron influencia en las etapas de implementación, manejo y monitoreo. Ellos realizaron el manejo agronómico de los experimentos y los científicos, evaluaron las tecnologías MIP, en condiciones de finca. Ashby (1987) demostró que los experimentos manejados por agricultores reflejan mejor las condiciones dinámicas a nivel de finca. Los agricultores que atendieron los experimentos, ofrecieron a los técnicos de campo y científicos, sus opiniones sobre el proceso. Tres de estos agricultores fueron líderes de opinión comunitarios y participaron activamente en los experimentos, los otros discutieron muy poco con los científicos sobre los experimentos. Durante los días de campo, 59 productores visitaron los experimentos y aprendieron sobre tecnologías MIP; sin embargo, estos no tenían influencia sobre el contenido de estas actividades. Los científicos se interesaron en los comentarios ocasionales externados por los agricultores sobre los experimentos, pero no se realizaron evaluaciones formales. Por tanto, la influencia de los agricultores con el modelo IGC fue muy baja.

Cuadro 2. Participación de los científicos (C) y los agricultores (A) en los modelos de investigación guiado por científicos (IGC) y guiado por agricultores (IGA) para generación de tecnología MIP.

Etapas de Investigación	Modelo IGC	Modelo IGA
Planificación:		
metas y objetivos	C	C
selección del área del trabajo	C	C
diseño del proceso	C	C
Identificación del Problema:		
selección de los insectos	C	A
selección de las tecnologías MIP	C	A
selección de las parcelas experimentales	C	A
Experimentación:		
diseño de los experimentos	C	A & C[1]
implementación/manejo	C / A[2]	A
monitoreo	C / A	A & C
recolección de datos	C	C
análisis de datos	C	C / A
Evaluación:		
evaluación medio ciclo	C	A & C
transferencia de los resultados	C / A	C & A
evaluación final	C	A & C
documentación	C	C

[1] A&C = agricultores y científicos trabajando juntos.
[2] C/A = científicos y agricultores participando, pero trabajando separados.

En el modelo IGA, la influencia de los agricultores varió dependiendo de la etapa de investigación (Cuadro 2). Se identificaron cinco formas de influencia: control total, influencia compartida con poder de veto, control compartido con influencia diferente, control compartido e influencia similar y ninguna influencia.

Con el primer tipo, 93 agricultores tenían control total sobre la etapa de identificación del problema y manejo de los experimentos. En tres comunidades, los productores señalaron la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) como el problema principal. En el manejo de esta plaga, todas las comunidades seleccionaron el uso de frijol como cultivo trampa, y aplicaciones de mezclas de aceite comestible con jabón durante los primeros 45 días del cultivo. Una comunidad además de ésto evaluó las aplicaciones de Neem (*Azadirachta indica*); otra agregó el uso de umbrales de acción con aplicaciones de insecticidas biológicos para el manejo de *Heliothis zea*, *Spodoptera*, *Keiferia*, y *Liriomyza*. En todos los ensayos se compararon las técnicas MIP con las tradicionales de uso intensivo de químicos.

En el segundo tipo de influencia, los agricultores compartieron el proceso de diseño experimental con los científicos, pero tenían la opción de rechazarlo. Ellos modificaron considerablemente el diseño original.

En el tercer tipo de influencia, los agricultores y científicos compartieron el control sobre el mantenimiento de los experimentos, análisis de datos, y evaluaciones finales; pero cada grupo lo hizo en forma diferente. En cada comunidad, varios agricultores participaron activamente en el mantenimiento de los experimentos. Los científicos se reunieron con estos agricultores, para discutir el estado de cada tratamiento, modificaciones a los mismos y el manejo agronómico. Los agricultores analizaron sus datos experimentales, tanto en grupo como individualmente y evaluaron cada tratamiento, basados en su propio criterio. Los científicos también analizaron los datos, pero solamente una porción pequeña de esta etapa fue compartida con los agricultores, porque los técnicos analizaron los datos varios meses después de terminados los experimentos.

En el cuarto tipo de influencia, los agricultores y científicos compartieron el control sobre las evaluaciones de medio ciclo. Estos variaron, dependiendo de la comunidad, pero generalmente se realizaron reuniones informales y discusiones sobre el progreso de los experimentos.

El intercambio de información se realizó mediante métodos informales y durante todo el ciclo de cultivo.

En el último tipo de influencia, los agricultores no se involucraron y no tuvieron control sobre la toma de datos. El grupo de técnicos no sugirió ningún método alternativo de control compartido.

Con el modelo IGA es posible influir al agricultor durante cada etapa, desde la identificación del problema hasta la documentación. En la práctica, se observaron diferentes niveles de influencia, desde el control total hasta ningún tipo de influencia. Los niveles de involucramiento del agricultor también variaron entre las comunidades. Por ejemplo, en Surco Muerto, los agricultores ejercían control total durante la etapa de identificación del problema, pero durante las etapas posteriores los científicos tuvieron el control y los agricultores únicamente visitaron los experimentos informalmente.

"Empowerment"/Autogestión en el contexto de investigación MIP. En muchos proyectos, la participación del agricultor no es el objetivo final, sino una forma de mejorar el proceso de autogestión. Existe un debate contínuo sobre la forma en que opera el concepto de autogestión. En los últimos años, los investigadores han intentado evaluar los grados de autogestión (Gutiérrez 1990, Israel, et. al. 1993, O'Brien y Flora 1992). La percepción del control, a nivel individual, organizacional y comunal, es un indicador parcial de autogestión. Por tanto, la autogestión crece mediante la autonomía y toma de decisiones. La autogestión de agricultores a nivel individual y grupal crea un ambiente social, en el cual los agricultores pueden adquirir más control sobre los cambios tecnológicos. En este proceso los agricultores aumentaron su habilidad para mejorar los métodos de control de plagas, trabajar en equipo y contribuir al bienestar de sus familias y comunidades.

En este estudio, se analizó la autogestión del agricultor en el contexto del programa de investigación CATIE/MAG-MIP en Nicaragua. En este país cuando se utilizan modelos tradicionales se observan diferencias importantes en el poder de decisión entre científicos y agricultores. Los científicos y los técnicos, tienen acceso a la información y a los recursos; y la mayoría de los agricultores carecen de recursos y educación. La comparación del potencial de cada modelo para facilitar el proceso de autogestión y minimizar las diferencias entre científicos y agricultores demostró que el modelo IGC tiene potencial para la autogestión en los aspectos donde interactúan científicos y agricultores y el modelo IGA presenta potencial para alcanzar un proceso de autogestión colaborativo. En esta investigación, los científicos mostraron su interés en variar su posición de control absoluto en la investigación de MIP. Los agricultores involucrados no habían tenido experiencias en las cuales ejercieran control, durante el proceso de generación de tecnología. Durante esta investigación participaron en la creación de tecnologías estratégicas para la solución de problemas (Cuadro 3).

Como parte de este estudio, se desarrolló un "continuum de "Empowerment/autogestión" en éste se describen los desniveles utilizados (Cuadro 3) para comparar el grado de autogestión logrado con cada modelo.

Intercambio y acceso a la información. Con ambos modelos se logra el intercambio y acceso a la

Cuadro 3. Continuum de "Empowement/Autogestión para agricultores en el modelo de investigación guiado por científicos (IGC) y el modelo de investigación guiado por agricultores (IGA) para la generación de tecnologías MIP.

	Continuum de "Empowerment"/Autogestión	IGC	IGA
MAS	Investigación iniciada localmente con enlaces a nivel regional		
^	Creación de una organización o grupo		X
^	Creación de nuevos conocimientos		X
^	Desarrollo y capacitación habilidad		X
^	Planificación y toma de decisiones		X
^	Evaluación de los resultados de investigación	X	X
MENOS	Intercambio de información/Acceso a nueva información	X	X

información. La información generada facilita la reflexión y la acción en el proceso de autogestión. Con el modelo IGC, el agricultor recibió nuevas tecnologías sobre control de *Heliothis* y filosofía MIP. El método de enseñanza, influyó en el proceso de autogestión. Las conferencias redujeron el interés del agricultor, por el contrario las actividades prácticas lo incrementaron. Otra modalidad de intercambio que causó efecto positivo fueron las charlas entre científicos y agricultores, sobre las plagas más importantes del tomate. Es importante señalar que el modelo IGA facilitó el intercambio de información con los agricultores, desde las primeras etapas del proceso.

Evaluación de resultados. El concepto de evaluar para efectos de esta investigación, se definió como poner en perspectiva el conocimiento ya adquirido y compararlo con el criterio propio. El modelo IGC permitió a los agricultores comentar los resultados experimentales y preguntar sobre las tecnologías. Con el modelo IGA, la evaluación fue un proceso grupal. Los agricultores y científicos incrementaron la eficacia, repasando los resultados experimentales y expandiendo la visión individual, sobre tecnologías viables para el control de plagas.

"Toma de decisiones práctica" sobre planes de investigación. Este mecanismo mejora la autogestión porque los agricultores tienen control sobre la investigación. Con el modelo IGA, los agricultores no participaron en la toma de decisiones sobre el cultivo y la tecnología investigada, éste no generó poder porque el proceso no respetaba sus necesidades. Sin embargo, los agricultores mantenían el control en las etapas de identificación del problema y de selección tecnológica en la cual se analizaron aspectos de interés para ellos sobre control de plagas.

Desarrollo de habilidades: La mayoría de científicos y organizadores consideran que este aspecto es esencial para la autogestión. Con el modelo IGA, los agricultores desarrollaron habilidades tecnológicas y del proceso mismo. Aprendieron a utilizar un diseño para evaluar tecnologías. Algunos agricultores mejoraron las destrezas para la identificación de insectos; otros enseñaron a otros productores lo referente a los ciclos de vida de los insectos. La mayoría de los participantes aprendieron a utilizar las tecnologías MIP experimentadas. Algunos también desarrollaron habilidades para la presentación de ideas debido a su participación en reuniones de grupo.

Generación de conocimiento. La generación de conocimientos es la habilidad de los agricultores para fortalecer su capacidad de análisis como individuos y como grupo. Mediante el modelo IGA, los agricultores utilizaron su experiencia, la información ofrecida por los científicos y la experiencia del proceso de investigación compartido, para entender el sistema del cultivo del tomate en el Valle de Sébaco. Esta generación de conocimiento no fue un proceso homogéneo sino un debate dinámico sobre ecología, economía, y factores sociopolíticos relacionados con el cultivo de tomate. Esto puede ser considerado un proceso de "conocimientos prácticos". La organización o fortalecimiento del grupo es esencial para la autogestión.

El modelo IGA, permitió a los agricultores de tomate, reunirse e iniciar el fortalecimiento de un grupo semi-formal de investigación. En las localidades de El Limón y Monte Grande, las experiencias individuales en control de plagas, pueden ser reconocidas como una experiencia colectiva. La influencia del grupo de agricultores en las decisiones del Proyecto CATIE/MAG-MIP, fue mayor que la de los agricultores individualmente.

Investigación local y relación con otros proyectos. La relación con proyectos similares, que funcionan en la región, ofrece mayor oportunidad para la autogestión. Ninguno de los modelos estudiados se iniciaron localmente o se relacionaron con proyectos similares en otras regiones. El modelo IGC en algunos casos es considerado un proceso dominado por técnicos externos a la comunidad, quienes asumen que los agricultores requieren tecnologías MIP. En los días de campo los productores no externaron críticas sobre el enfoque general del proyecto, pero mostraron interés en el análisis por parte de los investigadores de los problemas agrícolas y económicos, no solamente de plagas.

El modelo IGA puede considerarse un proceso paternalista, porque el CATIE/MAG-MIP, inició el proyecto, y no los agricultores. Esta habría sido una crítica legítima si los agricultores no se les hubiera dado la opción de rechazar el proyecto, o el control sobre las decisiones y

recursos. A los productores de cada comunidad se les consultó sobre sus intereses en la experimentación de nuevas tecnologías para el cultivo del tomate. En las tres comunidades, los productores determinaron que algunos de sus intereses coincidian con los intereses de los científicos; y por tanto, era factible desarrollar de un proyecto en común, donde ellos tenían control sobre las decisiones y los recursos experimentales durante ese año; sin embargo, los científicos retuvieron el control sobre la asignación de recursos del proyecto para cada año. Se recomendó al Proyecto CATIE/MAG-MIP que era importante la participación en el proceso de autogestión de agricultores, el establecimiento de relaciones con proyectos locales, en los cuales los agricultores controlan la agenda de investigación y contaran con recursos suficientes para realizar los experimentos.

El estudio comparativo CATIE/MAG-MIP significó un avance en la comprensión de diferentes formas de autogestión del agricultor, dentro del contexto de investigación agrícola institucionalizada. Existen límites en los niveles de autogestión que se logran en cada situación. Por ejemplo, con pequeños agricultores, es importante determinar qué nivel de autogestión puede lograrse. También sin una distribución mayor de recursos a nivel social es difícil lograr la autogestión de algunos agricultores dentro de una comunidad o la de una comunidad dentro de una región más amplia. Existen barreras personales e institucionales como dudas, ideologías falsas, resistencia profesional, etc., que impiden el proceso de autogestión; por ejemplo, algunos agricultores interiorizan la relación con los científicos en la medida en que las recomendaciones no se evalúan críticamente y los científicos se resisten al cambio, cuando el valor dado a su opinión profesional disminuye.

La participación del agricultor en un proceso de autogestión puede contribuir a mejorar los vínculos de una relación restringida entre científicos y agricultores, y alterar las relaciones tradicionales de poder; así como cambiar el sistema de "decisión-haciendo" de los sistemas de investigación agrícola y generación de conocimiento. Además, rompe la ideología científica que domina la generación del conocimiento científico y crea un entendimiento que incorpora el conocimiento del agricultor y del científico. Finalmente, el proceso de autogestión en una institución científica puede servir como modelo para otras instituciones de investigación.

Evaluación de las reuniones. Se analizó la participación del agricultor y la autogestión desde la perspectiva de la literatura y de los comentarios de agricultores y científicos. Los agricultores no sabían que estaban participando en un estudio comparativo, pero tenían observaciones sobre las reuniones en las que participaron.

La comparación directa de los modelos no es apropiada por las diferencias de las actividades evaluadas; sin embargo, un análisis de varios factores es válido y permite realizar la comparación.

Se obtuvieron más comentarios positivos sobre las reuniones del modelo IGA que las del modelo IGC (Cuadro 4). El número de comentarios negativos por participante, fue muy similar para los dos modelos. La relación de comentarios positivos *vs* negativos fue aproximadamente de 2 a 1 en el modelo IGC y 3 a 1 en el modelo IGA. Es importante destacar que la mayoría de los agricultores de la localidad Surco Muerto no deseaban involucrarse con los experimentos del tomate desde las primeras etapas. Por lo tanto, si no se consideran los comentarios negativos de este grupo se reducen considerablemente, y la relación de comentarios positivos *vs* negativos es de 5,5 a 1. Los agricultores evaluaron positivamente las reuniones realizadas en ambos modelos, pero se obtuvieron más comentarios negativos sobre el modelo IGC.

Cuadro 4. Número promedio de comentarios por agricultor sobre los días del campo en el modelo de investigación guiado por científicos (IGC) y sobre las reuniones de investigación en el modelo de investigación guiado por agricultores (IGA).

Número Promedio de Comentarios por Agricultor	Modelo IGC (N = 28)	Modelo (IGA) (N = 47)	Modelo IGA sin Surco Muerto (N = 36)
Positivo:	1,04	1,45	1,56
Negativo:	0,46	0,43	0,28

Cuadro 5. Opiniones de los agricultores sobre los días de campo en el modelo de investigación guiado por científicos (IGC) y sobre las reuniones de investigación en el modelo de investigación guiado por agricultores. (Algunos individuos hicieron más que un comentario, resultando en un porcentaje combinado mayor a 100%).

	Modelo IGC (N=28)	***Modelo IGA*** (N=47)
Comentarios Generales de los Agricultores		
Les gustó todo	61%	49%
Les gustó algunos aspectos específicos	53%	87%
No les gustó nada	0%	66%
No les gustó algunos aspectos específicos	30%	27%
No respondió	70%	8%

Que les gustó más a los agricultores de las reuniones (en orden de prioridad)...

1. Demostración sobre umbrales 2. Discusión	1. Discusión 2. Evaluación del control de plagas 3. Preparación de los científicos 4. Ciclos de vida de los insectos

Las sugerencias para mejorar las reuniones futuras (en orden de prioridad)...

1. Aumentar el número de reuniones 2. Aumentar la participación de los productores 3. Ofrecer capacitación sobre insectos 4. Entregar folletos o materiales con información	1. Aumentar la participación en la localidad de Surco Muerto 2. Modificar las presentaciones muy técnicas de los científicos. 3. Aumentar las visitas a cada finca 4. Hacer más análisis de los datos con los agricultores 5. Analizar más información sobre producción 6. Aumentar la educación sobre los insectos 7. Entregar folletos 8. Aumentar el número de las reuniones en algunas comunidades

Con el modelo IGC el 61% de los participantes se mostraron satisfechos con todo el proceso (Cuadro 5); el 87% de los agricultores se mostraron satisfechos con aspectos específicos del modelo IGA. No se presentaron diferencias significativas entre el número de comentarios negativos sobre aspectos específicos de los modelos. En el modelo IGA, el 66% de los participantes se mostraron totalmente satisfechos con las reuniones. En el modelo IGC, 70% de los participantes no respondieron.

Los agricultores que usaron el modelo IGC aprobaron mejor el ejercicio activo sobre el umbral de acción (Cuadro 5) y se identificaron con el método de demostración y la identificación de insectos. Por ejemplo en Regadío, una reunión de dos horas se dedicaron 23 minutos a la discusión, pero los agricultores señalaron la discusión como uno de los aspectos más positivos.

Los agricultores destacaron como el aspecto más positivo del modelo IGA, la discusión agricultor-agricultor y agricultor-científico. Otro aspecto positivo mencionado fue la evaluación de técnicas de control de plagas.

Los participantes del modelo IGA externaron más observaciones porque participaron en la toma de decisiones desde el principio. Los agricultores que utilizaron el modelo IGC comentaron que era necesario realizar más reuniones y mayor participación de los agricultores, especialmente mayor involucramiento en los experimentos y las reuniones, así como aumentar los conocimientos sobre insectos mediante discusiones y materiales impresos como folletos. Los

productores participantes señalaron que los científicos debían utilizar menos términos científicos y más vocabulario común en las charlas con productores. Además consideran que el programa debe expandirse y convertirse en un programa de asistencia técnica con visitas a fincas individuales.

En las evaluaciones específicas sobre los modelos, el 89% de los agricultores que usaron el modelo IGC calificaron las presentaciones de los científicos como buenas; con el modelo IGA el 76% les dió esta misma calificación.

Se logró mejor transferencia de información a otros agricultores de las comunidades usando el modelo IGA, que con el modelo IGC. El 32% de los participantes del modelo IGC relataron a sus vecinos sus experiencias en las reuniones comparado con el 53% para el modelo IGA. Esto confirma que se logró mayor nivel de autogestión con el modelo IGA.

Los agricultores participantes en el estudio manifestaron la necesidad de contar con folletos y programas radiales sobre MIP. Además mostraron interés por materiales audiovisuales sobre insectos; y solicitaron al Proyecto CATIE/MAG-MIP que implemente un programa de visitas a las fincas.

El 35% de los agricultores que usaron el modelo IGC manifestaron su interés en tener mayor participación en la investigación, describiendo un proceso de colaboración semejante, al del modelo IGA. Los agricultores participantes en el modelo IGA se mostraron interesados en continuar e intensificar el proyecto conjunto de investigación.

El debate sobre la generación y transferencia de tecnologías MIP en América Central continuará. Los resultados de este estudio explican algunos aspectos, pero también generan más preguntas. Sin duda, es necesario continuar la investigación sobre participación del agricultor y el control en el proceso de investigación.

En Nicaragua, se deben hacer estudios para determinar los efectos del modelo IGA a largo plazo. Es importante determinar si la habilidad de los agricultores para experimentar y evaluar tecnologías, se incrementa cuando se utiliza este modelo. Observaciones preliminares, sugieren que con este modelo los agricultores se involucran en todo el proceso de investigación.

Basados en los resultados de este estudio, se inició un Proyecto de tecnologias MIP para el manejo de mosca blanca en tomate, en el cual el número de lotes experimentales pasó de 6 a 19, con cobertura para las cinco zonas del país donde se cultiva tomate.

En el año 1993, agricultores representantes de 14 comunidades participaron en un seminario, con el objetivo de intercambiar resultados de los experimentos, información sobre producción de tomate y planes para investigaciones futuras. Los productores coordinaron este seminario, y los científicos de CATIE/MAG-MIP tuvieron un papel mínimo en el evento.

Los agricultores participantes en esta investigación reciben visitas regulares de grupos de productores interesados en la tecnología MIP y en el proceso de investigación; otros participan en comités consejeros del Ministerio de Agricultura, en el Valle de Sébaco.

Los estudios futuros deberán evaluar las tecnologías MIP generadas usando el modelo IGA, específicamente, si satisfacen las necesidades de los agricultores y resultan más fáciles de adoptar.

Es necesario realizar investigaciones con la participación de científicos y agricultores, con el objetivo de determinar el nivel de influencia, en el proceso de transferencia de tecnología, que tienen las metodologías utilizadas por los científicos para obtener la información de los agricultores y sus problemas. Muchas instituciones de investigación agrícola enfrentan problemas para incorporar al agricultor dentro de sus programas. Es útil identificar las instituciones que han desarrollado programas exitosos con participación de agricultores, para conocer su experiencia.

CATIE/MAG-MIP ha utilizado el modelo IGA para la investigación en el cultivo de tomate y basados en esa experiencia, han modificado este modelo para adaptarlo a la investigación de plagas en café y plátano.

La investigación agrícola y la transferencia de tecnología tiene como reto satisfacer los requerimientos de los agricultores, en las próximas décadas. Ante este desafío muchas instituciones públicas y privadas dedican recursos a la identificación del mejor proceso de investigación así como a la determinación de quiénes y como deben controlarlo. En la investigación MIP, ésto es una prioridad y los resultados de ésta muestran que la investigación en condiciones de finca, con un control activo del agricultor y un proceso de autogestión, es la opción más viable para Nicaragua.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue desarrollada gracias a aporte de Fulbright de la Organización de Estados Americanos y del Proyecto MIP del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) y del Ministerio de Agicultura (MAG), Nicaragua, financiado por la Organización de Ayuda y Desarrollo Internacional de Noruega (NORAD).

LITERATURA CITADA

ADALLA, C.B.; ROLA, A.C. 1988. Participatory Verification and Technology Generation of Location Specific IPM Technology in Calamba, Laguna: A Pilot Project. *In* Filipino Women in Rice Farming Systems, A. C. Rola, (comp). UPLB, Philippines, Los Banos IRRI. p. 41-56.

ANDREWS, K.L. 1989. Modelos de Investigación y Transferencia de Tecnología en Manejo Integrado de Plagas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 13:65-82.

ANDREWS, K.L.; BENTLEY; J.W.; CAVE, R.D. 1992. Enhancing Biological Control's Contributions to Integrated Pest Management through Appropriate Levels of Farmer Participation. Florida Entomologist 75(4):29-439.

ARDON, M.; SANCHEZ, R. 1991. Participación de pequeños agricultores en un programa de MIP en repollo. Honduras, Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

ASHBY, J.A. 1987. The Effects of Different Types of Farmer Participation on the Management of On-Farm Trails. Agricultural Administration & Extension 25:235-252.

_____. 1986. Methodology for the Participation of Small Farmers in the Design of On-Farm Trials. Agricultural Administration 22:1-19.

BENTLEY, J.W. 1992. Learning about Biological Pest Control. ILEIA Newsletter 8(4):16-17.

BIGGS, S.D. 1986. Institutional Innovations by Agricultural Researchers. *In* Conference on Farming Systems Research for Resource-Poor Farmers in East India, India.

BUCKLES, D. (ed.) 1993. Gorras y Sombreros: Caminos Hacia la Colaboración entre Técnicos y Campesinos. México, CIMMYT. s.p.

BUNCH, R. 1982. Dos Mazorcas de Maíz: una guía para el mejoramiento agrícola orientado hacia la gente. Oklahoma, World Neighbors. s.p.

BUTTEL, F.H.; YOUNGBERG, I.G. 1984. Sustainable Agricultural Research and Technology Transfer: Socio-Political Opportunities and Constraints. *In* Sustainable Agricultural and Integrated Farming Systems, (eds.) T. C. Fridgen, C. Battenfield, y S. L. Edens. East Lansing, Michigan State University, p. 287-297 .

BYERLEE, D.; COLLINSON, M. 1980. Planning Technologies Appropriate to Farmers-Concepts and Procedures. Mexico, CIMMYT. s.p.

CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE-MIP. Turrialba, Costa Rica, Proyecto MIP. Serie Técnica, Informe Técnico, No.151.

CERNEA, M.M.; COULTER; J.K.; RUSSEL, J.F.A. (eds.) 1985. Research-Extension-Farmer A Two-Way Continuum for Agricultural Development, Washington, World Bank. s.p.

CHAMBERS, R.; PACEY, A.; THRUPP, L.A. (eds.) 1989. Farmer First: Farmer innovation and agricultural research. London, Intermediate Technology.

COLLINSON, M.P. 1982. Farming Systems Research in Eastern Africa: The Experiences of CIMMYT and Some National Agricultural Research Services. East Lansing, Michigan State University. International Development Paper. No.3.

EPONOU, T. 1993. Partners in Agricultural Technology: Linking Research and Technology Transfer to Serve Farmers. The Hague: International Service for National Agricultural Research. ISNAR Research Report No. 1.

EWELL, P. 1990. Links between On-Farm Research and Extension in Nine Countries. *In* Making the Link: Agricultural Research and Technology Transfer in Developing Countries, (ed.) D. Kaimowitz. Boulder, Westview Press p. 151-196.

_____. 1988. Organization and Management of Field Activities in On-Farm Research: A Review of Experience in Nice Countries. The Hague, Netherlands, ISNAR. OFCOR Comparative Study, 2.

FALS-BORDA, O. 1987. The application of participatory action research in Latin America. International Sociology 2(4):329-347.

FARRINGTON, J.; MARTIN, A. 1988. Farmer Participation in Agricultural Research: a review of concepts and practices. London: Overseas Development Institute. Agricultural Administration Unit Occasional Paper, 9.

FLORA, C.B. 1988. Farming Systems Approaches to International Technical Cooperation in Agriculture and Rural Life. Agriculture and Human Affairs 5:24-34.

FRANZEL, S. 1992. Defining Recommendation Domains. Journal for Farming Systems Research-Extension 3(1):71-86.

FREIRE, P. 1968. Pedagogy of the oppressed. new York. The Seabury Press.

GARCIA-PADILLA, V.; PADILLA, H. 1993. Campaign for Pesticide Free Rice. ILEIA Newsletter 9(2):7-9.

GAVETA, J. 1980. Power and powerlessness: Quiescence and revellion in an Appalachian Valley. Chicago: University of Illinois.

GUIDDENS, A. 1985. Jurgen Habermas. In the return of grand theory in the human sicneices, (ed.) Q. Skinner. Great Britain: Cambridge University Press. p. 121-140.

_____. 1987. Social theory and modern sociology. Standord: Stanford University Press.

GOMEZ, A. 1985. A Farming Systems Research Approach to Identifying Farmers' Production Problems. *In* Research, Extension, Farmer: A Two-Way Continuum for Agricultural Development, (eds.) M. M. Cernea, J. K. Coulter, y J. F. A. Russell. Washington. World Bank p. 63-70.

GOODELL, G. 1984. Challenges to International Pest Management Research and Extension in the Third World: Do We Really Want IPM to Work? Bulletin of the Entomological Society of America 30, (3):18-26.

GUTIERREZ, L.M. 1990. Developing methods to empower latinos: an empirical approach. (Artículo presentado a the Council on Social Work Education) s.p.

HAVERKORT, B., VAN DER KAMP, J.; WATERS-BAYER, A. (eds.). 1991. Joining Farmers' Experiments: Experiences in Participatory Technology Development. London, Intermediate Technology Publications. s.p.

HILDEBRAND, P.E. 1981. Motivating Small Farmers, Scientists and Technicians to Accept Change. Agricultural Administration 8:375-383.

_____. 1979. Summary of the Sondeo Methodology Used by ICTA. Guatemala, ICTA. s.p.

HILDEBRAND, P.E.; POEY, F. 1989. Ensayos agronómicos en fincas según el enfoque en sistemas agropecuarios. Gainesville, FL. Editorial Agropecuaria Latinoamericana. s.p.

HOLT-GIMENEZ, E. 1992. From Peasant to Peasant. ILEIA Newsletter 8(2):3-4.

HORTON, D.; PRAIN, D. 1987. CIP's Experience with Farmer Participation in On-farm Research. *In* Taller para América Latina sobre Investigación de Frijol en Campos de Agricultores, Cali, Col.). Memoria. Cali, Col., CIAT. s.p.

ILEIA. 1988. Proceedings of ILEIA Workshop on Operational Approaches for Participative Technology Development in Sustainable Agriculture, Leusden, ILEIA.

ISRAEL, B.A.; CHECKOWAY, B.; SCHULZ, A.; ZIMMERMAN, M. 1993. Health Education and Community Empowerment: Conceptualizing and Measuring Perceptions of Individual, Organizational, and Community Control. Program on Conflict Management Alternatives, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan. PCMA Working Paper Series. 23.

KAIMOWITZ, D. 1993. Agricultural Research and Extension in Latin America: The Agenda for the Nineties. The Rural Sociologist 13(1):5-14.

KAIMOWITZ, D.; SNYDER, M.; ENGEL, P. 1990. Conceptual Framework for Studying the Links between Agricultural Research and Technology Transfer in Developing Countries. In Making The Link Agricultural Research and Technology Transfer in Developing Countries, (ed.) D. Kaimowitz. Boulder, Westview Press. s.p.

LIGHTFOOT, C. 1987. Indigenous Research and On-farm Trials. Agricultural Administration 24:79-89.

MONTERROSO, D 1990. Metodología para Establecer un Plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en el Cultivo de Repollo. *In* Memorias 4to Congreso Nacional y 3er Congreso Internacional MIP (1990 Managua, Nicaragua). Resúmenes s.p.

NELSON, K.C.; GOMEZ, D. 1991. Generation and Transfer of IPM Technology: Knowledge, Participation, and Organization. *In* 11th Annual Farming Systems Research and Extension Meeting East Lansing, Michigan, Michigan State University.

NELSON, K.C. 1994. Participation and Empowerment: A Comparative Study of IPM Technology Generation in Nicaragua. School of Natural Resources and Environment, University of Michigan: Ann Arbor. (Ph, dissertation).

NORMAN, D.W.; SIMONS, E.B.; HAYS, H.M. 1983. Farming systems in the Nigerian Savanna: Research and Strategies for Development. Boulder, Co., ·Westview Press.

O'BRIEN, W.E.; FLORA, C.B. 1992. Selling Appropriate Development vs. Selling-Out Rural Communities: Empowerment and Control in Indigenous Knowledge Discourse. Agriculture and Human Values 9:95-102.

RHOADES, R.E.; BOOTH, R.H. 1982. Farmer-Back-To-Farmer: A Model for Generating Acceptable Agricultural Technology. Agricultural Administration 11:127-137.

SCHULZ, A.; ISRAEL, B.A. 1991. Empowerment and Empowering Processes: A Theory Development Seminar Series. PCMA Working Paper Series. 49 Program on Conflict Management Alternatives, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.

SHANER, W.W.; PHILIP, P.F.; SCHMEHL, W.R. 1982. Farming systems research and development. Boulder, Co, Westview Press.

SIMMONDS, N.W. 1985. Farming systems research: a review. Washington. World Bank Technical Paper No.43.

STROUD, A. 1993. Conducting On-Farm Experiments. Cali, Col. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

TRIPP, R. 1982. Data Collection, Site Selection, and Farmer Participation in On-Farm Experimentation. CIMMYT Working Paper 82/1.

TRIPP, R.; WOOLLEY, J. 1989. The Planning Stage Of On-Farm Research: Identifying Factors for Experimentation. Mexico y Colombia, CIMMYT y CIAT.

VAN DE FLIERT, E.; WINARTO, Y.T. 1993. From Technological Packages to Ecological Principles. ILEIA Newsletter 9(2):16-18.

LA PROTECCION DE CULTIVOS EN LA AGRICULTURA SOSTENIBLE: PERSPECTIVAS PARA COSTA RICA*

Luis F. Arauz Cavallini**

RESUMEN

En los últimos años se ha generado una amplia discusión sobre el tema de la agricultura sostenible. En Costa Rica el sector agropecuario juega un papel muy importante en la economía del país, sin embargo, también ha contribuido al deterioro ambiental; considerando tanto la degradación contaminante, como la no contaminante. Se mencionan algunas políticas que permitirían alcanzar la interacción óptima entre la productividad y la conservación. El concepto de agricultura sostenible es presentado en el marco de las escuelas de pensamiento (productivista, ambientalista, comunitaria y la responsable). Se discute la protección de cultivos desde la perspectiva de la sostenibilidad y se incluyen ejemplos de trabajos realizados en Costa Rica en cada campo (control biológico, patogénico, cultural, MIP). Algunas áreas de la fitoprotección en las cuales se debe hacer énfasis son: investigación (los sistemas de preaviso y umbrales económicos, agricultura ecológica, ingeniería genética aplicada al control biológico, aplicaciones de la informática, etc.), extensión (mayor responsabilidad ecológica del extensionista, capacitación en métodos alternativos del control de plagas, etc.), educación agrícola superior y media, educación al consumidor y marco institucional.

Palabras Claves: Agricultura sostenible, Fitoprotección, Costa Rica.

CROP PROTECTION IN SUSTAINABLE AGRICULTURE: PERSPECTIVES FOR COSTA RICA

ABSTRACT

During the last years an ample discussion about sustainable agriculture has arisen. In Costa Rica, the agricultural sector plays a very important role in the country's economy; but it has also contributed to the country's environmental deterioration, including polluting and non-polluting degradation. Some policies that will allow an optimum interaction between productivity and preservation are mentioned. The sustainable agriculture concept is presented within the frame of thought schools (productivist, environmentalist, showing examples of activities conducted in Costa Rica (biological, pathogenical and cultural control, MIP). Some plant protection areas that should be emphasized are: research (forecasting systems and economical thresholds, ecological agriculure, genetic engineering applied to biological control, computer applications, etc.), extension (more extensionist's ecological awareness, training in pests control alternative methods, etc.), high and medium agriculture education, consumers education, and institucional setting.

Key Words: Sustainable agriculture, Plant protection, Costa Rica.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha discutido ampliamente los conceptos "agricultura sostenible" y "desarrrollo sostenible". El diccionario define el término sostenibilidad como mantener firme una cosa, sustentar, es decir, evitar que se caiga.

La aplicación de esta definición al crecimiento económico de una sociedad, medido en términos de ingreso per capita, índices de consumo, nivel de industrialización o con cualquier otro parámetro utilizado como indicador de crecimiento, permitiría considerar que en las etapas iniciales de crecimiento económico, la calidad de vida (alimentación, salud, educación, bienestar social, etc.) tiende a aumentar, hasta alcanzar un punto a partir del cual se podría considerar que los problemas de deterioro ambiental y descomposición social, asociados al crecimiento hipertrófico de la economía, se traducen en el menoscabo de las condiciones de vida. En este caso, el desarrollo, entendido como crecimiento económico, no se podrá mantener a largo plazo, y por tanto, no es sostenible. En este sentido, el desarrollo sostenible implica mantener un nivel adecuado en las condiciones de vida de la sociedad, y ésto no se puede lograr sin salvaguardar la base ecológica y cultural que las sustentan.

Recibido: 14/12/94. Aprobado: *25/09/96.*
Simposio Nacional sobre Plaguicidas. Universidad Nacional de Costa Rica. 1994.
Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos Escuela de Fitotecnia Universidad de Costa Rica. San José, **Costa Rica.

Agricultura, desarrollo y deterioro ambiental en Costa Rica

En Costa Rica, el desarrollo nacional está muy ligado al aporte del sector agropecuario; éste contribuye con el 70% de las exportaciones, genera el 26% del empleo directo, ocupando solamente el 4,9% de la materia prima importada y el 0,6% de los bienes de capital importados, lo cual se traduce en un gran aporte neto de divisas (Quesada 1990). Sin embargo, este sector, también ha contribuido notablemente al deterioro ambiental del país, considerando tanto la degradación no contaminante, (erosión y deforestación) como la contaminante (Radulovich 1988).

Hasta 1984, aproximadamente el 70% del territorio nacional estaba deforestado (Fournier 1984) (Fig. 1). Las actividades agropecuarias, especialmente las ganaderas, se desarrollaban en tierras de aptitud forestal (Cuadro 1). Las consecuencias de esta situación, como pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y agotamiento de fuentes de madera, están bien documentadas (Fundación Neotrópica 1988, Radulovich 1988). Un uso deficiente de la tierra, unido a un mal manejo de los suelos, en áreas de vocación agrícola, han ocasionado una erosión moderada en el 24% de los suelos y severa en el 17% (Fundación Neotrópica 1988).

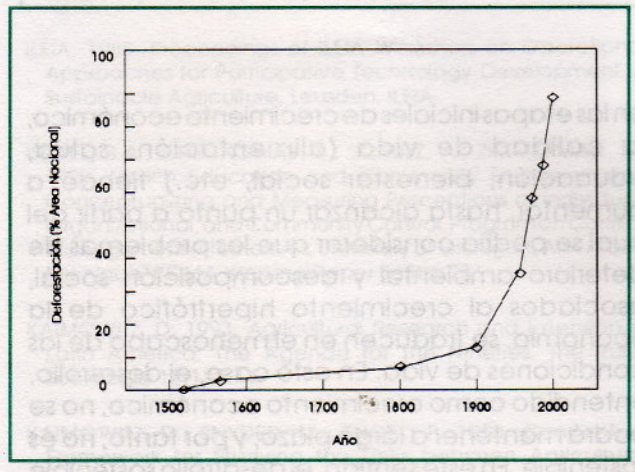


Fig. 1. Evolución de la deforestación en Costa Rica (Fournier 1985).

Cuadro 1. Uso actual y potencial de la tierra en Costa Rica.

Actividad	Uso actual (%)	Uso potencial (%)
Agricultura	11,76	15
Ganadería	43,14	20
Bosques	33,33	65 (43: Producción, 22: Protección)
Otros usos	11,76	

Fuente: Fournier 1985

Además de la degradación no contaminante, la actividad agrícola ha estado asociada a problemas de contaminación ambiental, principalmente por la producción de desechos y la utilización excesiva de plaguicidas, que contaminan el agua, el aire y el suelo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Algunos ejemplos de contaminación ambiental ligada a la agricultura en Costa Rica.

	Fuentes de Contaminación del Medio	
Medio	Desechos agrícolas	Plaguicidas
Suelo	Plásticos	Caldo bordelés [a]
Agua	Pulpa de café [b]	Numerosos derrames[c]
Aire	Humo de las quemas	Aplicaciones aéreas mal dirigidas

[a] Cordero y Ramírez 1977, [b] Radulovich 1988, [c] Fundación Neotrópica 1988. (Derrames accidentales e intencionales han causado muerte de animales domésticos y vida).

Muchos de los problemas de salud humana están asociados al uso de plaguicidas. Por ejemplo en estudios realizados en Costa Rica se detectaron niveles altos de DDT en leche materna (Umaña y Constenla 1984). También, se ha informado de casos de esterilidad masculina asociado al uso del nematicida DBCP (Ramírez y Ramírez 1980). A pesar de que se han encontrado residuos de plaguicidas en los alimentos, en niveles que sobrepasan la tolerancia permitida por los organismos internacionales pertinentes, no se ha cuantificado su efecto en los consumidores (Carazo *et al.* 1976). En general, los plaguicidas se aplican en forma excesiva y se manejan de una manera deficiente (Arauz *et al.* 1983); incrementando los problemas antes señalados.

La contribución del sector agropecuario al deterioro ambiental de Costa Rica, es evidente y obliga a replantear el papel de este sector en el desarrollo sostenible del país, mediante la minimización de las influencias negativas de la actividad agropecuaria, sobre la conservación del ambiente, y la maximización de las influencias positivas (Fig. 2).

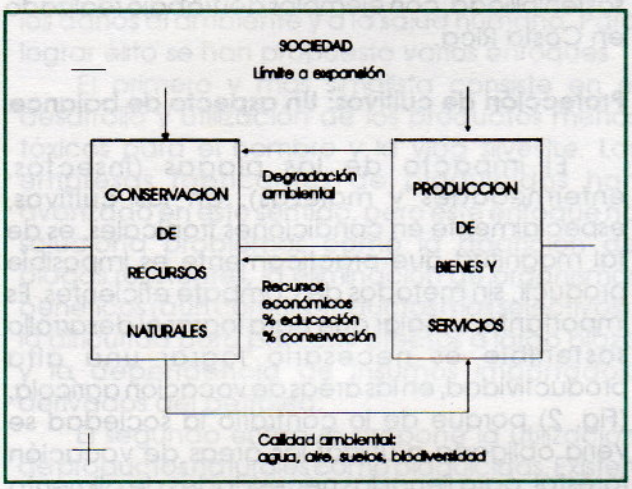


Fig. 2. Interacción entre el sector productivo y el sector de conservación de recursos naturales en la sociedad.

Aunque parece utópico tratar de buscar la interacción óptima entre sectores, se han sugerido algunas políticas concretas para el sector agropecuario, que permitirían alcanzar el objetivo de productividad y conservación (Vásquez 1988). Dichas políticas pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Uso óptimo de la tierra, evitando su degradación.
2. Uso racional de productos químicos, que disminuya el riesgo de toxicidad y la contaminación ambiental, y promueva la agricultura biológica y el manejo integrado de plagas.
3. Desarrollo de nuevos cultivos, considerando la vocación agroecológica de las tierras.
4. Investigación en biotecnología y transferencia de los productos resultantes al agricultor.
5. Protección de tierras de labranza de alta capacidad productiva, ubicadas cerca de los centros urbanos, para su aprovechamiento en la producción de alimentos, como parte de una estrategia de ordenamiento territorial.
6. Distribución de tierras de verdadera vocación agrícola.
7. Conservación de biodiversidad, como una medida para conservar los recursos fitogenéticos.
8. Disminución de las pérdidas postcosecha, como una alternativa para incrementar la oferta de alimentos, sin necesidad de incorporar nuevas tierras al proceso productivo.
9. Desarrollo de una agroindustria fuerte, competitiva y ambientalmente adecuada.
10. Prohibir los asentamientos humanos, con fines agropecuarios en áreas ecológicamente frágiles.

¿Qué es agricultura sostenible?

Es evidente, que la agricultura contribuye al desarrollo sostenible de un país, únicamente si esta actividad es en sí misma sostenible. Tradicionalmente, se ha considerado que la agricultura está sustentada por tres pilares: tierra, mano de obra y capital, integrados por un componente de administración (Fig. 3).

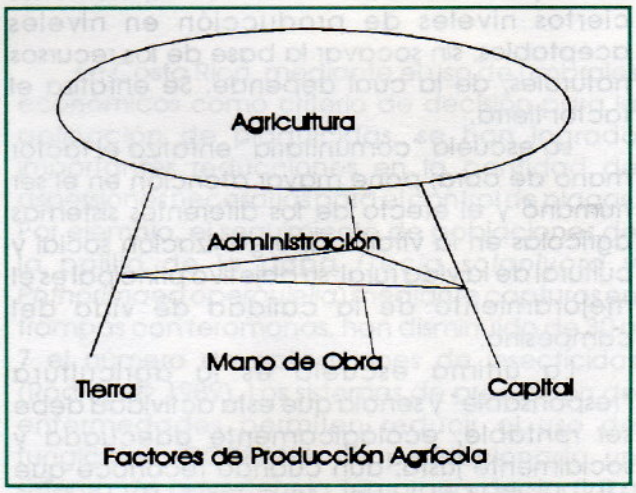


Fig. 3. Factores de producción agrícola.

La agricultura es sostenible si los tres factores de producción están disponibles no solo en cantidades adecuadas, sino también con la calidad requerida. La degradación de los suelos y la contaminación ambiental en las zonas agrícolas, afectan la calidad del factor tierra. A nivel global, la utilización de materias primas no renovables, podrían eventualmente, llegar a agotar las reservas de estos recursos. La contaminación del ambiente y de los alimentos

así como los problemas de intoxicación por plaguicidas, inciden sobre el factor mano de obra. Tampoco hay sostenibilidad, si el factor capital depende en proporción considerable, de los bienes importados.

El término "agricultura sostenible" tiene diferentes significados. Douglass (1984) tipificó las "escuelas de pensamiento" de acuerdo a la concepción que dan a este término. Aún cuando este autor no lo menciona, pareciera que el enfoque de cada una de ellas está relacionado con el concepto de "factores de producción".

Según la "escuela productivista" la sostenibilidad consiste en satisfacer la demanda de alimentos de la población mundial y para lograr este objetivo procura, el desarrollo de tecnología agrícola moderna, que garantice una alta productividad. Los factores culturales y ecológicos son de importancia secundaria; por el contrario enfatiza el mejoramiento de los bienes de capital, el uso intensivo de productos químicos y las operaciones a gran escala.

La escuela "ambientalista" conceptualiza la agricultura sostenible como la que procura, antes que maximizar los rendimientos, mantener ciertos niveles de producción en niveles aceptables, sin socavar la base de los recursos naturales, de la cual depende. Se enfatiza el factor tierra.

La escuela "comunitaria" enfatiza el factor mano de obra; pone mayor atención en el ser humano y el efecto de los diferentes sistemas agrícolas en la vitalidad, organización social y cultural de la vida rural; su objetivo principal es el mejoramiento de la calidad de vida del campesino.

La última escuela es la agricultura "responsable" y señala que esta actividad debe ser rentable, ecológicamente adecuada y socialmente justa; aún cuando reconoce que ésto es difícil de lograr, afirma que debe haber un balance entre los objetivos de las distintas escuelas de pensamiento. Esto constituye un reto importante a la creatividad de los profesionales en agronomía.

La literatura sobre agricultura sostenible enfatiza tres grandes áreas: a. Manejo y conservación de la fertilidad de los suelos, destacando el reciclaje de nutrimentos y el aporte de estos por medios naturales, o a través de la adición de fertilizantes orgánicos o abonos verdes (National Research Council 1989); b. Utilización de insumos, especialmente en lo referente a subsidios de energía, en los sistemas agrícolas (Edens y Haynes 1982); y c. La protección de los cultivos, con énfasis en los problemas causados por plaguicidas y el manejo ecológico del cultivo, con el objetivo de minimizar las interacciones negativas y maximizar las positivas, con respecto al subsistema de cultivos, en un agroecosistema.

En este trabajo se analiza el área de protección de cultivos desde la perspectiva de sostenibilidad, con ejemplos del trabajo realizado en Costa Rica.

Protección de cultivos: Un aspecto de balance

El impacto de las plagas (insectos, enfermedades y malezas), en los cultivos, especialmente en condiciones tropicales, es de tal magnitud que prácticamente es imposible producir, sin métodos de combate eficientes. Es importante, señalar que para lograr el desarrollo sostenible es necesario lograr una alta productividad, en las áreas de vocación agrícola, (Fig. 2) porque de lo contrario la sociedad se vería obligada a utilizar las áreas de vocación forestal, para llenar las necesidades de alimento y divisas, con el consecuente deterioro ambiental. Por tanto, ser improductivo no es sostenible. Frecuentemente, quienes se oponen al uso de plaguicidas, no ofrecen soluciones económicamente viables. En Costa Rica, algunos grupos promueven la agricultura orgánica, como si ésta consistiera únicamente en dejar de utilizar productos químicos; los resultados han sido desastrosos, desalentando a los agricultores participantes y reafirmando su convicción en el uso rutinario de plaguicidas como garantía para producir. Sin embargo, existían experiencias muy positivas en agricultura orgánica, por ejemplo la promovida por la Misión de Japón en Zarcero, Costa Rica.

La sostenibilidad de la agricultura no implica necesariamente la eliminación de los plaguicidas como opción de manejo. En algunas ocasiones, el uso de estos productos es una decisión menos dañina para el ambiente, que otras opciones de protección de cultivos, por ejemplo la utilización de herbicidas en sistemas de mínima labranza, en suelos con cierta pendiente. Sin embargo, los problemas de manejo y uso excesivo de plaguicidas, demuestran que es necesario mejorar el manejo de estos productos a nivel individual e institucional, porque frecuentemente el marco institucional vigente se contrapone

con el uso racional de plaguicidas. Este es el caso de algunos de los avíos bancarios (plan o presupuesto de manejo del cultivo), los cuales contemplan aplicaciones de plaguicidas aún cuando no sean necesarias.

Uno de los objetivos de la protección de cultivos, desde la perspectiva de la agricultura sostenible, es reducir los problemas asociados al uso de plaguicidas, obteniendo rendimiento y calidad aceptable, y paralelamente minimizar los daños al ambiente y a la salud humana. Para lograr ésto se han propuesto varios enfoques.

El primero y más simplista consiste en el desarrollo y utilización de los productos menos tóxicos para el hombre y la vida silvestre. Las empresas fabricantes de plaguicidas han avanzado en este sentido, pero este enfoque no soluciona problemas como la aparición de plagas resistentes, la eliminación de organismos benéficos (aún con los productos más selectivos), la dificultad para predecir efectos a largo plazo y la dependencia de insumos importados, derivados del petróleo.

El segundo enfoque propone la utilización de productos naturales como plaguicidas. Existen muchos productos derivados de plantas que tienen propiedades biocidas. Aunque este enfoque tiene un innegable atractivo, presume algunas cosas que podrían no ser ciertas. Una de estas es la afirmación de que los productos naturales, no son dañinos a la salud humana, se descomponen rápidamente, no perjudican el ambiente ni generan resistencia en las plagas. Todo eso debe ser demostrado, y es peligroso considerarlo un hecho, como lo hacen algunos promotores de la agricultura orgánica. Es válido, considerar que con este enfoque, la fabricación de productos químicos, al menos parcialmente, podría convertirse en una empresa local, basada en materiales renovables producidos en el país.

El tercer enfoque, además de incorporar elementos de los dos primeros, intenta sustituir los plaguicidas por un manejo ecológico de las plagas, basado especialmente en un conocimiento profundo del agroecosistema. Esta es la filosofía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Fig. 4). El inconveniente de este enfoque es que el técnico y/o el agricultor deben manejar gran cantidad de información. Actualmente, ésto es posible gracias al uso creciente de la informática, pero requiere que los técnicos se preparen. Debido a la complejidad inherente a la noción del MIP, en la práctica, las estrategias de protección de un cultivo, se basan en unas pocas plagas. Los umbrales económicos, que son un concepto fundamental dentro de este enfoque, se han generado para plagas específicas, sin considerar las interacciones con otras plagas, ni el costo ambiental asociado al control.

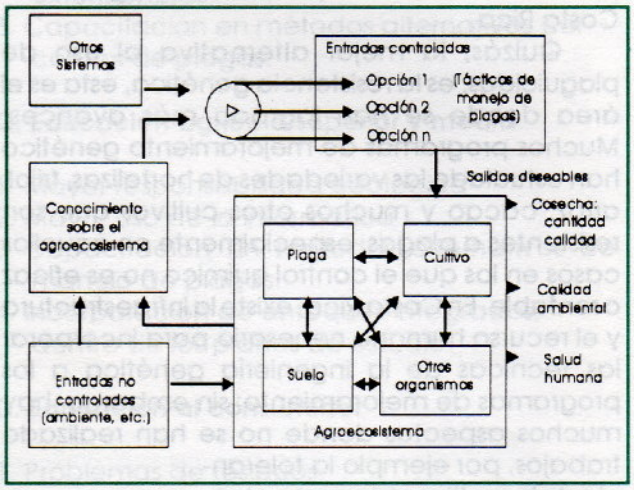


Fig. 4. El manejo integrado de plagas en un agroecosistema.

En Costa Rica, mediante el uso de umbrales económicos como criterio de decisión para la aplicación de plaguicidas, se han logrado importantes reducciones en la cantidad de aspersiones necesarias para el control de plagas. Por ejemplo, el seguimiento de poblaciones de la polilla de la papa (*Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*) mediante capturas en trampas con feromonas, han disminuido de 30 a 7 el número de aplicaciones de insecticidas (Rodríguez 1989). Los sistemas de predicción de enfermedades permiten reducir el uso de fungicidas. CORBANA ha perfeccionado un sistema de advertencia temprana de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, basado en la evaluación de los estadíos iniciales de la enfermedad y el desarrollo del follaje (Romero 1988). Con este sistema se ha bajado de 30 o 40 a 10 o 15 aplicaciones de fungicida por año (Marín, Douglas CORBANA 1991 com. pers.).

Es importante destacar que la utilización de umbrales económicos no siempre está asociado al uso del control químico como opción de manejo. Idealmente, debería servir como criterio de decisión, para el uso de varias opciones

disponibles. Por ejemplo, una estimación de las poblaciones de nematodos en un campo, puede indicar si debe sembrarse una variedad susceptible o una resistente pero de menor rendimiento.

Es útil analizar algunas opciones no químicas (genéticas, biológicas, culturales y físicas) de protección de cultivos y los avances logrados en Costa Rica.

Quizás, la mejor alternativa al uso de plaguicidas, es la resistencia genética, esta es el área donde se han logrado más avances. Muchos programas de mejoramiento genético han estudiado las variedades de hortalizas, frijol, arroz, cacao y muchos otros cultivos que son resistentes a plagas, especialmente en aquellos casos en los que el control químico no es eficaz o rentable. En Costa Rica, existe la infraestructura y el recurso humano necesario para incorporar las técnicas de la ingeniería genética a los programas de mejoramiento; sin embargo, hay muchos aspectos donde no se han realizado trabajos, por ejemplo la tolerancia de los cultivos a la competencia de las malezas.

Otra opción de manejo, es el control biológico mediante organismos antagonistas. En este país, el desarrollo de este tipo de control ha sido diferente, en las distintas áreas de la fitoprotección. Los entomólogos han realizado notables progresos en este campo, con importantes logros ya implementados a nivel comercial en hortalizas y frutales. Por el contrario, el control biológico de patógenos y malezas ha sido menos estudiado, aunque existe un potencial que está siendo explorado. Por ejemplo, el control biológico de enfermedades postcosecha, en productos perecederos, tiene la ventaja de que se realizará en condiciones controladas, y con medios de aplicación relativamente simples.

El control cultural de las plagas, es la piedra angular de la fitoprotección en la agricultura sostenible. Las prácticas culturales están dirigidas en primer lugar al mane del ambiente para favorecer el cultivo y desfav recer la plaga, y en segundo lugar a la destruc ción de las poblaciones de plagas. La lista d prácticas que pueden utilizarse para este tipo d control es exhautiva. Sin embargo, es important destacar dos prácticas novedosas en este pa

El manejo de la nutrición es básica en l protección de cultivos. Tradicionalmente s afirma que una planta bien nutrida resiste mej los ataques de patógenos, pero recientement se ha comenzado a investigar el efecto de cad elemento en la susceptibilidad o la resistencia d las plantas, a las enfermedades. Este tema h sido ampliamente estudiado por Graham (198 (Cuadro 3). En Costa Rica, se han realizad pocos trabajos en esta línea. Por ejempl Chaverri (1991) determinó una correlació negativa entre los niveles de calcio foliar y l severidad de la telaraña (*Thanatephoru cucumeris*) en frijol.

Cuadro 3. Papel de algunos nutrimentos en los mecanismos de defensa d las plantas.

Nutrimento	Efecto en los mecanismos de defensa
Nitrógeno	
nivel subóptimo a óptimo	Favorece síntesis de fenoles y alcaloides (mejora la defensa)
exceso	Desfavorece síntesis de fenoles y alcaloides, mayor suculencia. (incremento en susceptibilidad)
Potasio deficiencia	Pérdida de turgencia celular y acumulación de sustancias que estimulan los patógenos
Calcio	Incrementa firmeza de los tejidos y da resistencia a la degradación enzimática
Cobre **Boro** **Manganeso**	Intervienen en la síntesis de lignina y fenoles simples
Zinc **Hierro** **Niquel**	Intervienen en la síntesis de fitoalexinas
Silicio **Niquel** **Litio**	Esenciales en la formación de barreras físicas

Fuente: Graham (1983)

Con respecto a la incorporación de materia orgánica al suelo, ésta no solo mejora las propiedades físico-químicas, sino que promueve el desarrollo de microorganismos antagonistas a los patógenos habitantes del suelo. Por ejemplo, Corrales *et al.* (1990) informó que la adición al suelo de un sustrato complejo a base de gallinaza, úrea y cal reduce en un 75% la incidencia de *Phytophthora capsici* en chile dulce, en relación con el tratamiento químico recomendado (a base de fosfonato de aluminio).

En algunos casos, los métodos químicos de control pueden ser sustituidos por métodos físicos. Un caso relevante es el uso de calor solar para desinfectar suelos. Este proceso denominado solarización, ha dado buenos resultados, en el combate de enfermedades y de malezas (Navarro *et al.* 1991).

Por último, no se puede pensar que la responsabilidad de los técnicos en protección de cultivos, termina en la cosecha. Los niveles de pérdidas postcosecha, especialmente en productos perecederos, son aproximadamente del 30% y en algunos casos supera esta cifra (Arauz y Mora 1983). Por ello es necesario mejorar a corto plazo el manejo postcosecha con el propósito de reducir estas pérdidas.

Posibles direcciones futuras

Con el fin de compatibilizar los objetivos de la agricultura sostenible (rentabilidad, protección del ambiente y de la salud humana) y la preservación de la base social y cultural del agro, es necesario generar información en condiciones locales, y transferir ésta al técnico y al agricultor. La investigación, la extensión, la educación agrícola y la educación del consumidor, complementados con un marco institucional adecuado, son elementos indispensables para desarrollar una agricultura sostenible, que conduzca a un desarrollo también sostenible. En el caso de la protección de cultivos, es necesario hacer énfasis en las siguientes áreas:

A. Investigación:

1. Sistemas de preaviso y umbrales económicos
2. Ingeniería genética aplicada al control biológico
3. Aplicaciones de la informática
4. Mejoramiento de tecnologías tradicionales
5. Agricultura ecológica

B. Extensión:

1. Mayor responsabilidad ecológica del extensionista
2. Mayor uso de la informática por parte de los extensionistas
3. Capacitación en métodos alternativos del control de plagas.

C. Educación agrícola superior y media

1. Mayor responsabilidad ecológica
2. Mayor uso de la informática
3. Capacitación en métodos alternativos de manejo de plagas.
4. Incorporación de enfoques integrados, dentro de los planes de estudio

D. Educación al consumidor

1. Problemas de residuos
2. Normas de calidad

E. Marco institucional

1. Regulación oficial de residuos de plaguicidas en alimentos.
2. Incorporación de elementos de la agricultura sostenible en las políticas de crédito agrícola y seguro de cosechas.

CONCLUSION

La agricultura sostenible plantea un reto a quienes de una u otra manera están relacionados con la producción agrícola. ¿Cómo hacer compatibles, o al menos balancear, los objetivos asociados a la sostenibilidad de la agricultura?. La investigación ha generado algunas opciones; y se han presentado algunos ejemplos de prácticas de fitoprotección que podrían reducir el impacto de los plaguicidas, pero hay muchas más. Sin embargo, todavía existe un largo camino que recorrer, y mientras no se disponga de una respuesta técnica adecuada, las respuestas a la pregunta aquí planteada estarán en el dominio de la ética más que en el de la ciencia.

Es necesario balancear conceptos y filosofías. Se debe buscar el equilibrio entre maximización y sostenibilidad, entre factores

económicos y ecológicos, entre explotación y conservación, entre el corto y el largo plazo. En aquellas circunstancias, en que no es posible lograr un balance, se debe escoger, decidir y sacrificar algunas cosas, en bien de las aspiraciones de la sociedad.

LITERATURA CITADA

ARAUZ, L.F.; CARAZO, E.; MORA, D. 1983. Diagnóstico sobre el uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica; informe preliminar. Agronomía y Ciencia 1:37-49.

ARAUZ, L.F.; MORA, D. 1983. Evaluación preliminar de los problemas poscosecha en seis frutas tropicales de Costa Rica. Agronomía Costarricense 7:43-53.

CARAZO, E.; FUENTES, G.; CONSTENLA, M. 1976. Residuos de insecticidas organofosforados en repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Turrialba 26:321-325.

CORRALES, O.; VARGAS, E.; MOREIRA, M. 1990. Efecto de la materia orgánica en el combate de la pudrición basal del chile dulce (*Capsicum annuum*) causada por *Phytophthora capsici*. Agronomía Costarricense 14:1-8.

CHAVERRI, J.F.; GONZALEZ, L.C. 1991. Efecto de la aplicación de Ca y P en ultisoles e inceptisoles sobre el desarrollo de la telaraña (*Thanatephorus cucumeris*) en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona de Río Frío, Costa Rica. *In* Reunión Anual, Sociedad Americana de Fitopatología, División Caribe (31, 1991, San José, Costa Rica). Resúmenes p 8.

DOUGLASS, G.K. 1984. When is agriculture sustainable? *In* Edens, T.C., Fridgen, C.; Battenfield, S.L. Sustainable agriculture and integrated farming systems. 1984 Conference Procceedings. Michigan State University. p. 10-21.

EDENS, T.C.; HAYNES, D.L. 1982. Closed system agriculture: Resource constraints, management options and design alternatives. Annual Review of Phytopathology 20:363-395.

FOURNIER, L.A. 1984. El sector forestal en Costa Rica: antecedentes y perspectivas. Agronomía Costarricense 9:253-260.

FUNDACION NEOTROPICA. 1988. Desarrollo socioeconómico y el ambiente natural de Costa Rica: situación actual y perspectivas. San José, Heliconia. 160 p.

GRAHAM, R.P. 1983. Effect of nutrient stress on susceptibility of plants to disease, with particular reference to trace elements. Advances in Botanical Research 10:221-276.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Alternative agriculture. Washington, D.C., National Academy. 448 p.

NAVARRO, J.R., MORA, D., DIAZ, J., VILCHEZ, H., CORRALES, E. 1991. Efecto de la solarización del suelo sobre la población de malezas y el hongo *Rhizoctonia solani*, durante la estación lluviosa en Alajuela, Costa Rica. *In* Resúmenes, XXXI Reunión Anual, Sociedad Americana de Fitopatología, División Caribe. (31, 1991, San José, Costa Rica). Resúmenes p. 84.

RADULOVICH, R. 1988. Degradación ambiental en Costa Rica. Agronomía Costarricense 12: 253-271.

RAMIREZ, A.L.; RAMIREZ, C.M. 1980. Esterilidad masculina causada por exposición laboral al nematicida 1, 2-dibromo-3-propano. Acta Médica Costarricense 23:219-222.

RODRIGUEZ, C.L. 1989. Problemática del combate de la polilla de la papa en Costa Rica. Investigación Agrícola (Costa Rica) 3:1-4.

ROMERO, R. 1988. Evaluación de la infección de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*, Mulder y Stover) mediante el sistema del porcentaje de infección, para fines de combate. *In* Reunión ACORBAT, (1988, San José, Costa Rica). Memorias. p. 175-190.

QUESADA, C. 1990. Estrategia de conservación para el desarrollo sostenible de Costa Rica, ECODES. Costa Rica, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. San José, 180 p.

UMAÑA, V.; CONSTENLA, M. 1984. Determinación de plaguicidas organoclorados en leche materna en Costa Rica. Revista de Biología Tropical 32:233-239.

VASQUEZ, A. 1988. Ponencia Sectorial: Agricultura. *In* Congreso Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica. (1, San José, Costa Rica), Memoria. San José, Costa Rica. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. p. 101-112.

Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.41 p. 37-44, 1996

EL CONOCIMIENTO ECOLOGICO Y LA COMPLEJIDAD PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, EN EL MUNDO POSTMODERNO*

John Vandermeer**

RESUMEN

El sistema de agricultura moderna se distinguió por una productividad muy alta, sin embargo; algunos costos indirectos (ej. uso intensivo de plaguicidas) asociados a este sistema no eran considerados. El reconocimiento de estos costos y el interés mundial por la agricultura sostenible propició el desarrollo del Manejo Integrado de Plagas (MIP). En este sentido el MIP está a la vanguardia de la evolución postmoderna de la agricultura y constituye la primera etapa del desarrollo de una agricultura sostenible. El MIP está comenzando a enfrentar el problema del conocimiento de la complejidad, la cual los ecólogos están intentando resolver. Algunos de los problemas de complejidad descritos son: la no linealidad inherente en los sistemas ecológicos, la multidimensionalidad inevitable de los agroecosistemas, las implicaciones de la escala en tiempo y espacio y el reconocimiento de los clientes y las metas del MIP.

Palabras Claves: Manejo Integrado de Plagas, Ecología.

ECOLOGICAL KNOWLEDGE AND PESTS INTEGRATED MANAGEMENT COMPLEXITY IN THE POST-MODERN WORLD

ABSTRACT

The Modern agriculture system was characterized by a very high productivity; nevertheless, some indirect costs (p.e. plaguicides intensive use) associated to it were not estimated. Identification of these costs together with a worldwide interest on sustainable agriculture, favoured the Integrated Pest Management (IPM) development. In this sense, IPM is at the spearhead of agriculture's post-modern evolution, constituting the first sustainable agriculture development stage. Some complexity problems described are: inherent non-linearity of ecological systems, agroecosystems unavoidable multidimensionality, scale implications in time and space, clients identification, and IPM objectives.

Key Words: Integrated Pest Management, Ecology.

La agricultura moderna se origina al final de la Segunda Guerra Mundial. En ese momento, la mecanización masiva y el uso intensivo de químicos, se convirtieron en el pilar de los sistemas de producción en el mundo desarrollado; y comenzaron a ser utilizados en el mundo subdesarrollado. Anteriormente, las grandes industrias de alimentos, incluyendo compañías de granos básicos, habían tomado el control del mercado de muchos productos agrícolas.

La combinación de ambas técnicas y la monopolización de las compañías procesadoras de alimentos, señalaba la terminación del sistema de producción utilizado por los agricultores. La naturaleza fundamental de la agricultura cambió a partir de ese período; por ejemplo, anteriormente un productor de maíz seleccionaba la semilla de su propia producción, la sembraba, la cuidaba, y cosechaba sus mazorcas. Actualmente, la agricultura requiere de inversión de capital, obtención de crédito, compra de semilla híbrida, utilización de un tractor y otros equipos automáticos para realizar la siembra, aplicación de plaguicidas, cosecha mecánica, venta de la cosecha a empresas procesadoras, transformación del producto con emulsificantes, preservantes y colorantes, presentación del producto en empaque atractivo para el consumidor, y promoción sofisticada del producto bajo una marca. En otras palabras, la agricultura era la producción de maíz a partir de semillas y tierra; ahora es la fabricación de un producto a partir de petróleo.

Técnicamente, el sistema moderno tiene una productividad muy alta, pero, ésto es cierto si se ignoran un sinnúmero de costos reales de producción. El reconocimiento de algunos de estos costos indirectos, propició el desarrollo del concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

La publicación de los libros "Primavera silenciosa" (Silent Spring) de Rachael Carson y "El círculo vicioso de los plaguicidas" (The Pesticide Treadmill), de Robert Van den Bosh marca el inicio del sistema postmoderno de agricultura. A partir de estas publicaciones se observó un

Recibido: 29/11/94. Aprobado: *26/09/96.*

*5°Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. 18-22 de julio, 1994. San José, **Costa Rica**.

Departamento de Biología. Universidad de Michigan. Ann Arbor, MI 48109. **EE.UU.

incremento en el número de propuestas alternativas sobre agricultura, que variaban desde críticas leves sobre prácticas específicas, hasta fuertes denuncias de todo el sistema.

En la actualidad existe una tendencia hacia la agricultura sostenible, la cual reconoce abiertamente los problemas asociados con la agricultura moderna, así como la necesidad de buscar soluciones a los mismos. Posiblemente por una mejor percepción de los problemas, causados por los plaguicidas o por los argumentos presentados en esos libros, el manejo de plagas fue el aspecto, en el cual los problemas del sistema moderno de agricultura se hicieron más obvios y como respuesta a esta problemática nació el manejo "integrado" de plagas como alternativa al manejo "moderno" de plagas. En este sentido, el MIP está a la vanguardia de la evolución postmoderna de la agricultura, y constituye la primera etapa del desarrollo de una agricultura sostenible, y los promotores de MIP son los Bolívares, los Che Guevara, los Henry Ford (dependiendo del punto de vista político) de la agricultura postmoderna, la agricultura verdaderamente sostenible.

Es posible enumerar varios éxitos de MIP; sin embargo, la realidad es que existen más problemas que soluciones. En algunos casos, la capacidad técnica para resolver un problema causado por una plaga no está disponible; o el problema es demasiado complicado y no es posible imaginar una solución. En otras ocasiones existen técnicas muy buenas, pero éstas no se utilizan. Esto podría considerarse un indicador del inicio de una nueva etapa; y quizás sea necesario enfocar las cosas desde un punto de vista diferente.

En éste sentido, es importante definir ¿Qué es un ecólogo? A pesar de que la ecología es un campo bastante conocido en el mundo actual, esta especialidad todavía no es considerada por muchos técnicos de otras especialidades. Un ecólogo no necesariamente es un ecologista ni un ambientalista.

El Dr. Levins, de la Universidad de Harvard, definió este término como el estudio de la complejidad. Probablemente, ésta es la mejor definición de un ecólogo y constituye un intento para explicar el significado de la ecología moderna. En este sentido, es probable que el MIP esté comenzando a manejar seriamente el problema de la complejidad, la cual los ecólogos intentan comprender. Esta complejidad no es la de multi-factores, que puede ser representada fácilmente con cajas negras relacionadas con flechas, sino una complejidad que por su naturaleza, es difícil de analizar. Algunos ejemplos de ésta son los siguientes factores:

Las interacciones de orden superior fueron probadas fehacientemente en los años sesenta, aunque previamente fueron intuidas por muchos naturalistas, agrónomos y entomólogos. Por ejemplo, si una plaga es afectada por un depredador, con intensidad alfa (α), se considera solamente como una aproximación; debido a que la tasa del efecto del depredador está influenciada por el mismo depredador, así como por la densidad de su presa.

En este caso, habría sido conveniente, que el sistema fuese sencillo (Fig. 1a), y fácilmente descrito por una ecuación lineal como:

$$d(\ln P)/dt = r - aD$$

En ella, P es la presa y D el depredador).

Pero ahora se sabe que los ecosistemas son más complejos (Fig. 1b), y que deben ser descritos mediante ecuaciones como la siguiente:

$$d(\ln P)/dt = r\{(K - P)/K\} - aD/(1 + bP)$$

O sea, los factores no lineales son muy importantes. A partir de aquí, se genera la pregunta ¿Es el comportamiento general de un ecosistema el resultado directo de los aspectos no lineales?

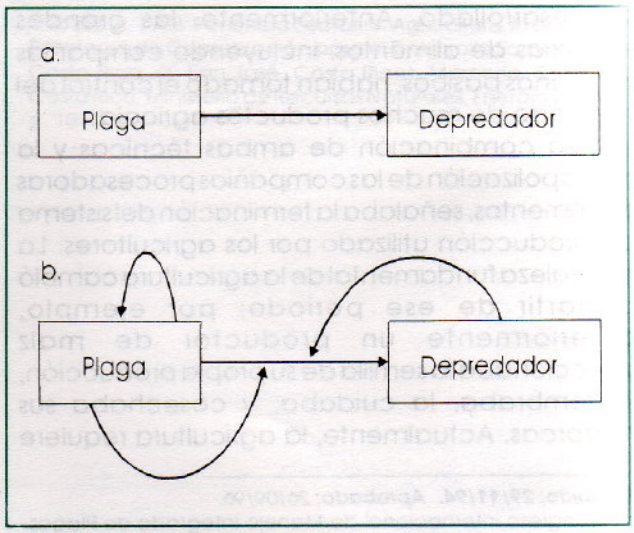


Fig. 1. Diagrama de dos métodos de conceptualizar un sistema de una plaga y su depredador.

El ejemplo clásico, es la ecuación logística, la cual en su forma discreta es:

$$N_{t+1} = rN_t(K - N_t)/K.$$

Normalmente, se asume que cualquier población puede ser caracterizada por su **r** (tasa intrínseca de crecimiento), y **K** (crecimiento máximo). Ante ésto surge la pregunta ¿Qué aspectos de una población son interesantes? Obviamente, es interesante su tasa de crecimiento y el crecimiento máximo de su población (Fig. 2); pero si los factores no lineales son muy importantes, la población puede tener un comportamiento diferente (Fig. 2). Este es el famoso **caos**. Es importante destacar que la población de la Fig. 2 también tiene una **r** y **K**, pero, debido a su fuerte tendencia no lineal, su comportamiento no se puede entender, aún cuando se conozcan los valores de **r** y **K**, sino que es necesario entender las reglas no lineales del sistema. O sea, el comportamiento cualitativo del sistema es el resultado de su carácter no lineal.

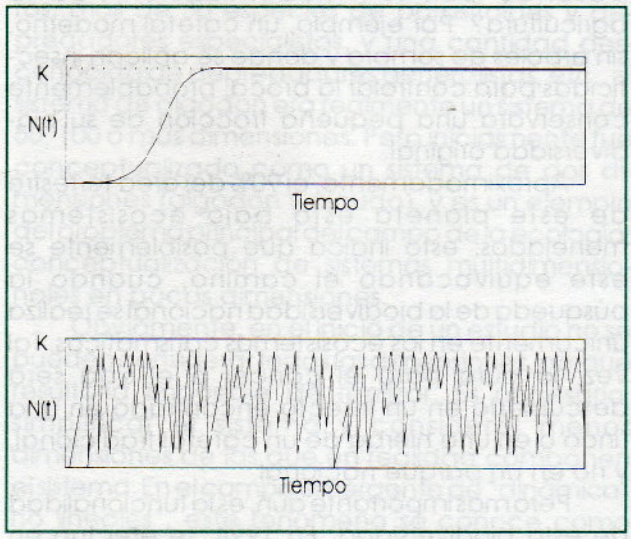


Fig. 2. Comportamiento hipotético de una población gobernada por la ecuación logística. La gráfica arriba muestra el comportamiento clásico de una población creciendo de acuerdo con su taza intrínseca hasta su capacidad de carga. La gráfica abajo muestra un comportamiento caótico, resultado de no linealidades fuertes.

Por ejemplo, Levins (com. personal 1994) señala que un sistema de control biológico puede consistir en una combinación de depredadores generalistas y especialistas. La idea básica es que los generalistas mantienen las plagas por debajo de cierto umbral durante tiempos normales, y cuando por alguna circunstancia una plaga comienza a incrementarse, los especialistas, con su capacidad para responder rápidamente al incremento en la densidad de su presa, controlan los brotes ocasionales (Fig 3). Este es un planteamiento muy bueno, pero la situación debe analizarse con mucho cuidado. Si todas las interacciones son lineales, habría un punto en donde todos los componentes (las dos plagas o presas, el depredador generalista y el especialista), eventualmente llegarían; éste es conocido como el punto de equilibrio del sistema. Si el sistema tiene un componente no lineal, por ejemplo, una respuesta funcional de los depredadores, la situación puede variar.

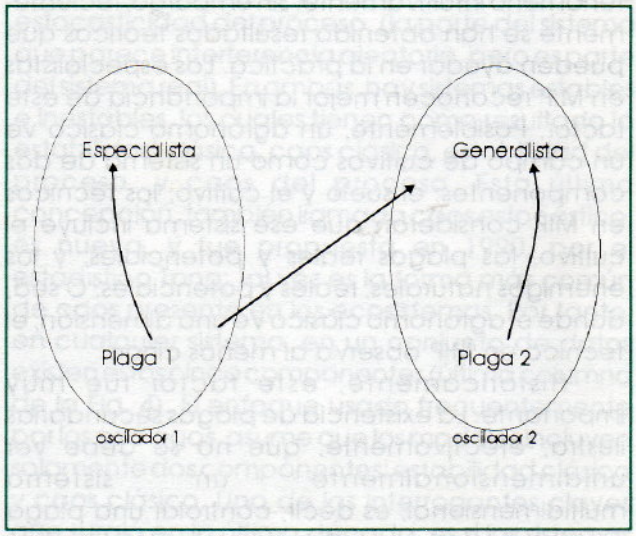


Fig. 3. Diagrama de la situación de plagas controladas por un especialista y un generalista.

La modelación de este sistema mediante ecuaciones diferenciales, tiene como resultado un sistema con dos osciladores, porque una relación depredador/presa es fundamentalmente oscilatoria, y cada una de las relaciones depredador-presa (generalista-presa y especialista-presa) son oscilatorias. Sin embargo, es más importante la función de la interacción entre los dos osciladores (generalista-presa) porque su propósito es conectarlos. Estos son cualitativamente idénticos a los sistemas físicos de osciladores conectados. Existe abundante información en física sobre este problema, y los resultados señalan claramente que el comportamiento del sistema es sumamente complicado, e

incluye puntos estables, oscilaciones armónicas, oscilaciones al revés, caos, caos intermitente, y otros, dependiendo del tamaño de este término.

Entonces, en el control biológico, lo que se espera de este sistema no es simplemente el control de plagas, sino también oscilaciones correlacionadas con los organismos generalistas y especialistas, o caos intermitente, y varias posibilidades, dependiendo del tamaño de la conección entre los dos osciladores.

Por tanto, los factores no lineales representan un reto a la intuición, específicamente lo relacionado al comportamiento del sistema cultivo-plagas y enemigos naturales.

El segundo factor de importancia es la **multidimensionalidad**. Probablemente los agrónomos, entomólogos, etc. aprecian este fenómeno intuitivamente. Sin embargo, recientemente se han obtenido resultados teóricos que pueden ayudar en la práctica. Los especialistas en MIP reconocen mejor la importancia de este factor. Posiblemente, un agrónomo clásico ve un campo de cultivos como un sistema de dos componentes: el suelo y el cultivo; los técnicos en MIP consideran que ese sistema incluye el cultivo, las plagas reales y potenciales, y los enemigos naturales, reales y potenciales. O sea, donde el agrónomo clásico ve una dimensión, el técnico en MIP observa al menos cinco.

Históricamente, este factor fue muy importante. La existencia de plagas secundarias ilustra, efectivamente, que no se debe ver unidimensionalmente un sistema multidimensional; es decir, controlar una plaga sin considerar, que los enemigos naturales pueden estar controlando otras plagas potenciales. Este problema es mucho más generalizado de lo que se cree.

Esta situación nos lleva al tema de la biodiversidad y la preocupación mundial por los niveles de destrucción de ésta. Actualmente, se organizan seminarios, congresos internacionales, y se genera mucha discusión sobre este grave problema; pero su análisis debe realizarse bajo un enfoque convencional. Perfecto 1994 (Comun. pers.) señala que la mayoría de la atención sobre biodiversidad ha sido dirigida hacia la fauna carismática (como tigres y elefantes), y los ecosistemas carismáticos (como bosques del trópico húmedo). Sin embargo, la biodiversidad como tal, es mucho más abundante y existen muchas especies en peligro de extinción y no solamente las ballenas o los osos pandas. Por ejemplo, a partir de las investigaciones de Erwin se conoce que la diversidad de coleópteros en el dosel de los árboles de los bosques tropicales, es enorme, y las extrapolaciones hasta el bosque en general son de una magnitud increíble. Por tanto, la biodiversidad de la fauna no carismática es enorme y, probablemente debido a su falta de visibilidad, está en mayor peligro de extinción que otros animales.

Tal vez, es de mayor importancia la biodiversidad de los ecosistemas no carismáticos. Entre estos sobresalen los trabajos de I. Perfecto, V. Cartín y P. Hanson en Costa Rica, quienes encontraron que los cafetales tradicionales, o sea, con sus árboles de sombra, frutales, y cultivos intercalados, etc., contienen una diversidad de artrópodos muy amplia. Según Perfecto *et al.* (1994) la diversidad de coleópteros e hymenópteros encontrada en los árboles de sombra, de un cafetal tradicional, está dentro del rango señalado para los bosques naturales del trópico húmedo. O sea, un cafetal tradicional parece tener una biodiversidad local muy similar a la de un bosque natural. Este tipo de resultados obligan a plantear la pregunta ¿Que está pasando con la "modernización" de la agricultura? Por ejemplo, un cafetal moderno sin árboles de sombra y donde se aplican insecticidas para controlar la broca, probablemente conservará una pequeña fracción de su biodiversidad original.

Aproximadamente, el 90% del área terrestre de este planeta está bajo ecosistemas manejados; ésto indica que posiblemente se esté equivocando el camino, cuando la búsqueda de la biodiversidad nacional se realiza únicamente en los ecosistemas carismáticos. Tal vez, la cura para el cáncer o el sida será descubierta en un insecto encontrado en una finca o en una hierba de un cafetal tradicional, y no en un parque nacional.

Pero más importante aún, es la funcionalidad de esta biodiversidad. En 1994, se efectuó en Kenia la Conferencia Internacional sobre la Biodiversidad en los Agroecosistemas, auspiciada por el GCTE (Global Change in Terrestrial Ecosystems, U.K.). La conclusión general de esta conferencia fue la necesidad urgente de investigar en agroecosistemas que tienen una biodiversidad enorme.

O sea, además de la diversidad planificada por el productor (por ejemplo cultivos intercalados, agroforestería y huertos caseros),

existe una diversidad secundaria que posiblemente tiene un efecto crítico en el ecosistema. Por ejemplo, un cafetal semi-moderno tiene dos especies planificadas, café y poró (*Erythrina* spp.). Pero también incluye más de 20 especies de hormigas, 30 especies de otros hymenópteros y 50 especies de coleópteros. Ante ésto surge la pregunta ¿Cuál es la función de estas especies? Su respuesta podría ser que quizás ninguna, pero podría tener alguna inesperada e importante, y eso justifica el esfuerzo para entenderlo.

Es útil recordar la experiencia del algodón en América Central. La dimensionalidad del agroecosistema de este cultivo no era solamente la del picudo (*Anthonomus grandis*) como creyeron los que comenzaron a utilizar el DDT, sino las dimensiones del picudo, más el bellotero, la mosca blanca y otras plagas, además de todos sus enemigos naturales. O sea, fue un sistema con una biodiversidad secundaria (enemigos naturales), cuya pérdida, fue lo que casi destruyó la producción de algodón.

El algodón es solamente un ejemplo del problema universal, de intentar entender el mundo ecológico. Con alrededor de 30 herbívoros, más de 30 especies de parasitoides y depredadores especialistas, y una cantidad desconocida de depredadores generalistas, etc., el sistema de algodón era realmente un sistema de 50, 100 o más dimensiones. Pero inicialmente fue conceptualizado como un sistema de dos dimensiones (algodón y picudo), y es un ejemplo del problema principal del campo de la ecología: conceptualización de sistemas multidimensionales en pocas dimensiones.

Obviamente, en el inicio de un estudio no se pueden considerar todas las dimensiones, porque resultaría imposible de realizar. Es necesario, simplificar el sistema y considerar menos dimensiones de las que en realidad componen el sistema. En el campo emergente de "dinámicas no lineales", este fenómeno se conoce como incrustamiento, y las dimensiones que se estudian se denominan **dimensiones incrustadas**. Recientemente, varios ecólogos y matemáticos han informado sobre esta problemática. Son notables los trabajos de Bill Shaffer, Alan Hastings, Peter Turchin y John Ellner. Así como los estudios de George Sugihara, del Scripps Institute of Oceanography en California, donde se analiza esta problemática.

Este documento también incluye otros conceptos, como métodos estocásticos. El autor sugiere que cuando se incrusta, o sea, cuando se conceptualiza un sistema de muchas dimensiones en solamente tres o cuatro, las dimensiones no incrustadas se interpretan como interferencia (ruido). Es decir, estocasticidad en el proceso. Pero, obviamente, ésta es diferente de la estocasticidad real del sistema en general; por tanto, aún si se incrustaran todas las dimensiones, quedarían efectos estocásticos.

El proceso de estudio de un ecosistema puede conceptualizarse en forma diferente, siguiendo la metodología propuesta por Sugihara 1990, Sugihara 1994 (Fig. 4). La dimensionalidad real (no se conoce en la práctica) tiene una parte determinística y otra estocástica. En la primera existe la parte incrustada y la estocasticidad del proceso, (la parte del sistema que parece interferencia aleatoria, pero es parte del sistema real). En ambas, hay sistemas estables e inestables, los cuales tienen como resultado la estabilidad clásica, caos clásico, estabilidad del proceso, y caos del proceso. Esta última concepción, también llamada caos estocástico, es nueva, y fue propuesta en 1990, por el estadístico Tong; tal vez es la forma más común de caos presente en los ecosistemas. Por tanto, en cualquier sistema, en un conjunto de datos existen estos cinco componentes (última columna de la Fig. 4). El enfoque usado frecuentemente por los ecólogos, asume que los modelos incluyen solamente dos componentes: estabilidad clásica y caos clásico. Una de las interrogantes claves que surgió en la última década, es si los sistemas son caóticos o no. Con el nuevo enfoque de Sugihara, se aprecia que el proceso de modelación, o sea, el proceso de entender un ecosistema, es mucho más complicado. En el pasado, se habían identificado varias situaciones, de las cuáles se esperaba la generación de un comportamiento caótico. Pero no se había reconocido que un sistema puede mostrar caos, aunque la manera en que se conceptualiza no lo permita. En última instancia, esta falla es un resultado del fenómeno de dimensionalidad; y los problemas que se generan en el análisis de datos a largo plazo son enormes.

El tercer factor es el problema de la escala en tiempo y espacio. La consideración del factor **tiempo** en sistemas multidimensionales no lineales, como lo son, probablemente, la mayoría de los sistemas agrícolas, los ecólogos, agrónomos,

entomólogos, patólogos, edafólogos, etc., es decir, todos los practicantes del MIP, deben revisar las metas, al igual que lo están haciendo los técnicos en climatología. Por ejemplo, en la actualidad los climatólogos realizan predicciones precisas solamente para intervalos de tiempo muy cortos, su interés en predicciones a largo plazo, perdió validez con la revolución causada por la teoría de caos. Su filosofía sobre conocimientos climatológicos ha cambiado mucho; y al igual que en esa disciplina, en MIP también debe cambiar.

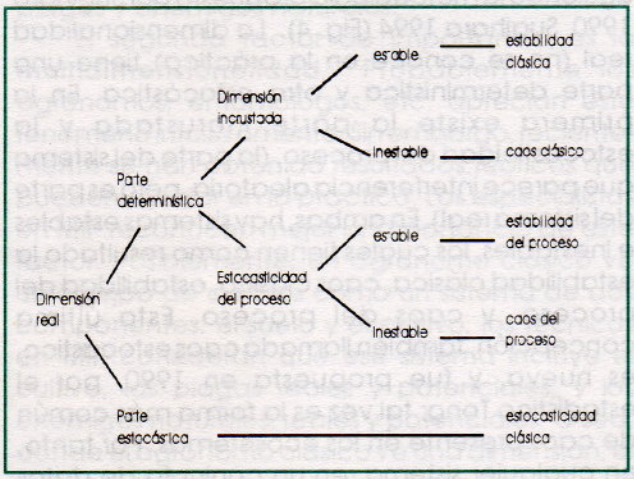


Fig. 4. Diagrama de los componentes de un conjunto de datos.

Las metas sobre la adquisición de conocimientos (sobre los sistemas) a corto plazo pueden continuar igual, pero los nuevos conocimientos sobre la no linealidad y la multidimensionalidad de los sistemas, obligan a cambiar las metas de búsqueda de información a largo plazo. En otras palabras, se debe reconocer que la multidimensionalidad y no linealidad son características intrínsecas de los ecosistemas, incluyendo los agroecosistemas. Por ello, la predicción precisa a largo plazo es, en principio, imposible, y se debe cambiar la filosofía sobre el conocimiento de esos sistemas.

Probablamente, para identificar los diferentes patrones cualitativos, a lo largo del tiempo es necesario trabajar en este tipo de modelos. Es decir, en vez de trabajar con valores exactos de un número definido de variables, se debe hacer con correlaciones entre. variables claves; en vez de estimaciones precisas de las tasas de cambio de variables, se deben usar las direcciones de cambio (incremento *vs* decremento de una población, expansión o contracción de un ámbito, etc.). El campo de la modelación cualitativa, usando matemática ecléctica, o solamente gráficas, probablemente será mucho más útil que otros métodos, por ejemplo, los modelos de cajas y flechas.

Esta misma idea es aplicable al factor **espacio**. Aunque, tal vez se puede predecir el rendimiento de maíz, en la finca de un productor, es más difícil predecirlo para la cuenca donde está ubicada esa finca y todavía más difícil de estimar la producción de maíz, frijoles, tiquisque y yuca de esa cuenca. Lamentablemente, el desarrollo de modelos más grandes y complicados no ayudará, como si lo hace en climatología. Cuando los sistemas son multidimensionales y no lineales, los conceptos de dimensión incrustada, caos clásico y caos del proceso, sugieren que las prediciones precisas son imposibles, por lo menos en principio. Entonces, es necesario limitar los análisis precisos a espacios limitados, y enfocar de otra manera, el estudio de los procesos en áreas más amplias.

Este resultado, tiene consecuencias muy importantes en la práctica. Las decisiones específicas, por ejemplo, sobre el manejo de un cultivo en una área determinada, pueden ser mejoradas hasta obtener un alto grado de precisión, pero tienen aplicabilidad solamente para ese campo en particular. Por otro lado, las decisiones a nivel más general y amplio, no pueden ser mejoradas con el mismo nivel de precisión y deberán basarse en un enfoque más cualitativo. La implicación principal, es que el tamaño ideal de la unidad de planificación es diferente al tamaño ideal de la unidad de producción.

Si la planificación está únicamente en manos de productores pequeños, las decisiones individuales pueden ser sub-óptimas cuando se analizan desde una perspectiva más amplia, y en un caso extremo puede presentarse lo que ha ocurrido en algunos países, donde cada productor procura obtener el máximo provecho, y el mercado o ambiente se deteriora. Por otra parte, si la planificación está estrictamente dirigida desde un nivel mayor (el Estado o una corporación grande) los conocimientos a nivel local se pierden, y el sistema alcanza un nivel sub-óptimo. Obviamente, lo ideal es separar los niveles de planificación y producción, para tratar de optimizar el agroecosistema completo.

Obviamente, no es un proceso fácil, pero a nivel conceptual sus ventajas son claras. La planificación a gran escala, puede estar dirigida hacia la satisfacción de las necesidades alimentarias de la población, la conservación del medio ambiente, y la manipulación de mercados, pero al mismo tiempo, se mantiene el poder de decisión sobre los detalles de la producción, en manos de campesinos, agricultores individuales u otras unidades locales de producción. Es claro, que existen grandes barreras técnicas e ideológicas, que deben superarse para lograr un consenso sobre esta problemática.

El cuarto factor, está basado en los anteriores y obliga a plantearse una pregunta trascendental ¿Cuáles son las metas y quiénes son los clientes del MIP? Definitivamente la planificación a gran escala deberá estar basada en conocimientos cualitativos y generales, y en modelos flexibles y eclécticos. Esto significa que la unidad de planificación a gran escala, (el Estado o una corporación internacional) es uno de los clientes claves. Pero a nivel práctico, frecuentemente los pequeños productores son los que toman las decisiones diarias y por tanto, pueden poner en práctica las metodologías y técnicas que se desarrollen. Debido a ésto, los pequeños productores también son clientes claves; pero es importante analizar los diferentes tipos de pequeños productores. Por ejemplo, los que están organizados en cooperativas de producción en Nicaragua son diferentes a los productores no organizados del norte de Costa Rica, quienes están tratando de trabajar con el proyecto de riego del SENARA. Los desmovilizados de la guerra en El Salvador, cuyas parcelas están ubicadas en grandes pendientes, encuentran problemas muy diferentes a los que enfrentan los indígenas del altiplano de Guatemala. Los que producen granos básicos viven situaciones diferentes de las que encaran los que siembran cultivos no tradicionales para exportación. Todos estos ejemplos, representan situaciones sociopolíticas y ecológicas muy distintas, y deben analizarse de manera diferente.

En síntesis, el punto es que se debe ver a todos los productores, pequeños o grandes, cooperativistas o independientes, en zonas de paz o de conflicto, legales o ilegales, como los clientes de las técnicas de MIP.

Pero si un grupo tan ecléctico, conforman el conjunto de clientes, es necesario forjar metas igualmente eclécticas. O sea, un algodonero con una finca grande tendrá una visión del mundo distinta de la que tiene un campesino sin tierra. El primero probablemente está tratando de maximizar sus ganancias, y el segundo está tratando de obtener tierra. Si se ofrecen métodos de control biológicos, ni el algodonero ni el agricultor sin tierra, necesariamente tendrán interés en esta técnica. Tal vez el algodonero esté más interesado en el dinero que invertió en un equipo, que está alquilando a sus vecinos y sus metas para controlar plagas son mucho más complicadas que lo que se creía. Posiblemente, el agricultor sin tierra esté más interesado en producir, aún usando métodos conocidos y aplicando grandes cantidades de plaguicidas, con el objetivo de lograr mayor credibilidad en su reclamo por la tierra. Así las intenciones de promover el MIP fallarán, si no se toman en consideración las metas de estos clientes.

Finalmente, debido a la diversidad de metas y productores, es necesario analizar el origen de las actividades de investigación. Por ejemplo, el Proyecto MIP/CATIE, en Nicaragua, desarrolló una investigación dirigida por K. Nelson (ver artículo pág. 16), en la cual se comparó la participación de varias cooperativas de productores de tomate, y se estudió el proceso de formulación de los temas de investigación. O sea, no solamente se preguntó que se investigaría, sino también cómo seleccionar estos temas. Esta problemática se analizó dentro del contexto de la producción de tomate, en el Valle de Sébaco, en Matagalpa, Nicaragua. Los resultados, aunque complejos, respaldaron la idea de involucrar los productores en el proceso de investigación desde el inicio, o sea, en la toma de decisiones sobre los propios temas a investigar, para lograr así una participación mucho más integral, completa, y probablemente más duradera, que en los modelos convencionales.

Con esta metodología, la investigación en cierto sentido es dirigida por los productores, y no por los técnicos; se elimina el papel tradicional del investigador entrevistando a los productores para conocer sus problemas de producción y ofrecer recomendaciones sobre cómo solucionarlos.

En resumen, en este artículo se define la ecología como el estudio de complejidades. Por tanto, los programas de MIP tienen que manejar complejidades, como la no linealidad inherente de los sistemas ecológicos, la multidimensionalidad inevitable de los agroecosistemas, las

implicaciones de la escala en tiempo y espacio, el reconocimiento de clientes y metas, y el proceso de formulación de los temas de investigación. Es muy importante recordar que el MIP es un campo de vanguardia en la lucha hacia una agricultura sostenible y, por tanto, aquellos que lo promueven son revolucionarios en un sentido metafórico en esta verdadera revolución ecológica, que se llama agricultura sostenible.

LITERATURA CITADA

CARSON, R.L. 1962. Silent spring. Houghton Miffin, Boston.

ELLNER, S.; TURCHIN, P. 1995. Chaos in a noisy world: New methods and evidence from time-series analysis. American Naturalist v. 145(3):343-375.

KLEBANOFF, A.; HASTINGS, A. 1994. Chaos in one predator, two-prey models: general results from bifurcation theory Math-biosci. v.122(2):221-233.

LEVINS, R. 1994. Ecología. Michigan University. Com. Person.

NELSON, K. 1996. Estudio comparativo de la generación de la tecnología MIP en el cultivo de tomate, Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.41 p.

PERFECTO, I. 1994. Michigan University. Com. Person.

PERFECTO, I; VANDERMEER, J.; WOLFF, R. 1994. Reducción en la biodiversidad de artrópodos con la transformación de cafetales en el Valle Central de Costa Rica. *In* Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (5, San José, C.R.). Resúmenes. p. 134.

SUGIHARA, G. 1994. Nonlinear forecasting for the classification of natural time series. Phylosophical Transactions of the Royal Society of London 348:477-495.

_____. 1990. Non linear forecasting as away of distinguishing chaos from measurements in the time series. Nature. 344:734-741.

TURCHIN, P.; ODENDA, F.J. RAUCHER, M.D. 1991. Quantifying insect movement in the filed. Envirom. Entomol. 20(4):955-963.

Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.41 p. 45-48 , 1996

NUEVOS REPRESENTANTES DE LA FAMILIA TETRANYCHIDAE (ACARI) EN COSTA RICA

Carlos Vargas*
Ronald Ochoa**
Carlos Sanabria***

RESUMEN

Se describen las características taxonómicas más relevantes, así como los daños que producen tres nuevos representantes de la familia Tetranychidae en Costa Rica: *Oligonychus beeri*, *Tetranychus desertorum* y *Tetranychus recki*.

Palabras Claves: Acaros, Costa Rica, *Oligonychus beeri*, *Tetranychus desertorum* y *Tetranychus recki*.

NEW TETRANICHIDAE FAMILY (ACARI) REPRESENTATIVES IN COSTA RICA

ABSTRACT

The most relevant taxonomical characteristics and damages produced by three new representatives of the Tetranychidae mite family: *Oligonychus beeri*, *Tetranychus desertorum* and *Tetranychus recki* in Costa Rica are described.

Key Words: Mites, Costa Rica, *Oligonychus beeri*, *Tetranychus desertorum*, *Tetranychus recki*.

INTRODUCCION

Los ácaros de la familia Tetranychidae son fitófagos y pueden provocar serios daños en cultivos agrícolas (alimenticios, ornamentales y medicinales) y forestales, (Fréitez 1974, Ochoa *et al.* 1994).

Esta familia presenta las siguientes características generales: presencia de complejo palpal-pulgar-uña (uña palpal), genitalia rugosa en la hembra, el aedeagus del macho es característico de esta familia y es utilizado como caracter taxonómico para la separación de las especies. Los machos son más pequeños que las hembras y generalmente tienen el opistosoma aguzado (Pritchard & Baker 1955, Gutiérrez 1985).

Los ácaros del género *Oligonychus* se reconocen porque presentan la uña empodial bien desarrollada, y entre 6 y 12 pelos próximoventrales; las hembras poseen un par de setas para-anales (Pritchard y Baker 1955, Gutiérrez 1985).

Las hembras del género *Tetranychus* tiene los empodios I con tres pares de pelos próximoventrales libres (dos en *T. fijiensis*), similares a los empodios III y IV del macho, que presenta el empodio I con los pelos próximoventrales fusionados (separados en *T. recki*) (Pritchard y Baker 1955). La hembra posee un par de setas para-anales, y una estriación definida entre el tercer y cuarto par de setas histerosomales dorsocentrales; ello permite la separación en tres subgéneros: *Tetranychus*, *Polynychus* y *Armenychus*; estas estrías son diferentes a las que presenta *Oligonychus* (Tuttle, Baker y Abbatiello 1976).

En investigaciones realizadas en Costa Rica se encontraron las siguientes especies (de los géneros *Oligonychus* y *Tetranychus*): *O. gossypii*, *O. mcgregori*, *O. peronis*, *O. perseae*, *O. peruvianus*, *O. pratensis*, *O. propetes*, *O. punicae*, *O. veranerae*, *O. viridis*, *O. yothersi* y *O. zeae*; *T. abacae*, *T. berryi*, *T. cinnabarinus*, *T. fernandezi*, *T. ludeni*, *T. marianae*, *T. mexicanus*, *T. neocaledonicus*, *T. salasi*, *T. tumidus*, *T. turkestani*, *T. urticae* y *T. wainsteini* (Baker & Pritchard 1962, Ochoa *et al.* 1994, Quirós-González 1981, Salas 1978).

El objetivo de este trabajo es informar sobre tres nuevos representantes de la familia Tetranychidae en Costa Rica: *Oligonychus beeri*, *Tetranychus desertorum* y *T. recki*.

Recibido: 30/08/95. Aprobado: *25/09/96.*
*CATIE. 7170 Turrialba, Turrialba, **Costa Rica**.
Brigham Young University, Department of Zoology, 335 MLBM, Provo, Utah 84602, **USA.
*** Ministerio de Agricultura y Ganadería, Departamento de Protección Agropecuaria, San José, **Costa Rica**.

Oligonychus beeri Estébanes & Baker

Identificación: *O. beeri* es semejante a *O. chiapensis* Estébanes & Baker. El macho tiene la protuberancia terminal distal del aedeagus en forma rectangular, y el peritrema presenta una terminación curva similar a un gancho. En el macho de *O. chiapensis*, la protuberancia terminal distal del aedeagus es angular y la parte final del peritrema es recto, con un ligero ensanchamiento en su parte distal (Tuttle *et al.* 1976).

Macho: Los empodios I-IV poseen uña fuerte y pelos próximoventrales libres. El aedeagus presenta una terminación distal rectangular dirigida hacia el dorso del ácaro, con una angulación proximal perpendicular con respecto a la base (Fig. 1).

Hembra: Los empodios I-IV tienen una uña fuerte y pelos próximoventrales libres. Los peritremas son curvos distalmente en forma de gancho (Fig. 2). Las setas opistosomales son de tamaño similar. Los huevos son rojos y con estipe dorsal.

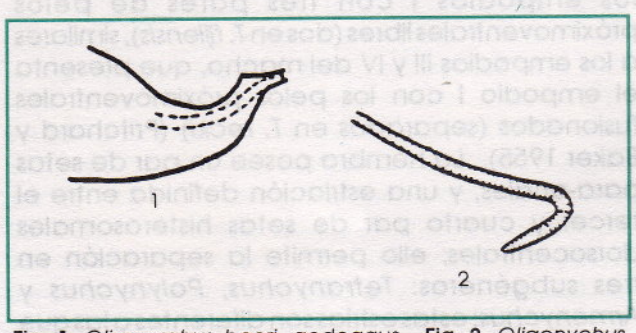


Fig. 1. *Oligonychus beeri*, aedeagus. **Fig. 2.** *Oligonychus beeri*, peritrema.

Reconocimiento en condiciones de campo: Los ácaros fueron localizados en el haz de los folíolos de gavilán *(Pentaclethra macroloba* Mimosaceae). El inicio del daño se caracteriza por un amarillamiento ligero en la base del folíolo que se extiende a la parte distal; al aumentar el daño, la tonalidad de las hojas afectadas cambia a rojizo-pardo, que en casos severos cubre todo el folíolo (Foto 1). Las poblaciones se localizaron sobre las hojas desarrolladas; y las partes más afectadas fueron las regiones media e inferior (Foto 2). La población aumenta entre los meses de enero a abril; posteriormente decrece con el inicio de las lluvias, y el árbol recupera su color verde. El daño fue observado en CATIE, Turrialba, Cartago y en la zona aledaña a la carretera Braulio Carrillo, Guápiles, Limón. En Turrialba, en enero de 1995 se observó un mayor daño causado por este ácaro con respecto a años anteriores. El ataque se concentró en algunos árboles y fue generalizado en todo el follaje; causando defoliación; después el ataque se extendió a los árboles aledaños.

Foto 1. *Pentaclethra macroloba*, folíolos dañados por *Oligonychus beeri*.

Foto 2. *Pentaclethra macroloba*, daño de *Oligonychus beeri*.

Tetranychus desertorum Banks

Identificación: *T. desertorum* es semejante a *T. gigas* Pritchard & Baker, excepto en que el macho tiene la protuberancia terminal del aedeagus mucho más grande (Pritchard & Baker 1955).

Macho: Empodios I con espolón dorsomedial, de la mitad del largo de los pelos próximoventrales fusionados o uncinados; empodios II con espolón de un tercio del largo de los pelos próximoventrales. Los espolones I y II tienen el mismo tamaño. Empodios III con espolones de menor tamaño que en las patas I y II. Pata IV con espolones muy reducidos o ausentes. Empodios II-IV con pelos próximoventrales divididos. El aedeagus presenta una terminación pequeña, con una ligera angulación proximal y en su parte posterior una angulación curva ventralmente, con forma de un gancho pequeño (Fig. 3).

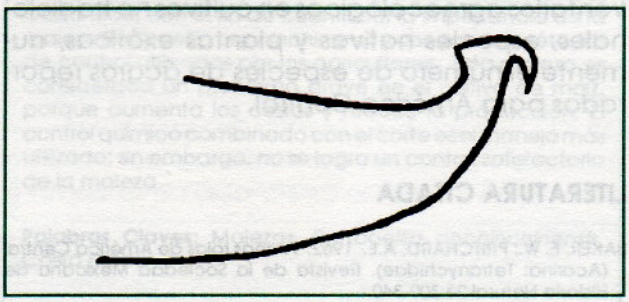


Fig. 3. *Tetranychus desertorum*, aedeagus.

Hembra: Empodios I con espolones que no se extienden más allá de donde se separan los pelos próximoventrales. Espolones de empodios II de menor tamaño que en empodios I. Empodios III y IV no presentan espolones. Los empodios I-IV con pelos próximoventrales libres. Peritremas curvos distalmente en forma de gancho.

Reconocimiento en condiciones de campo: Se determinó la presencia del ácaro *Tetranychus desertorum* en haba de caballo *(Canavalia ensiformis)*, utilizada como cobertura viva en plantaciones experimentales de plátano (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*) en CATIE, Turrialba, Costa Rica. El daño ocasionado por este ácaro se manifiesta como parches amarillentos en el haz de las hojas, producto de la alimentación de las colonias localizadas en el envés.

Tetranychus recki Baker & Pritchard

Identificación: *T. recki* presenta un aedeagus similar al de *T. urticae* Koch, pero con mayor protuberancia (Baker & Pritchard 1962). El macho tiene los empodios I con los pelos próximoventrales separados, por el contrario, *T. urticae* los tiene juntos.

Macho: Empodios I con espolón dorsomedial grande, aproximadamente de la mitad de los pelos próximoventrales libres. Espolones I-II del mismo tamaño y ligeramente más grandes que los III-IV. Pelos próximoventrales I más cortos que II-IV, estos últimos tienen el mismo tamaño (Fig. 4). Aedeagus presenta una protuberancia fuerte y ligeramente aguda en sus áreas proximal y distal, con caída en su parte distal formando un ángulo entre 150 y 165 grados con respecto al cuerpo central (Fig. 5). Los peritremas son curvos distalmente (Fig 6).

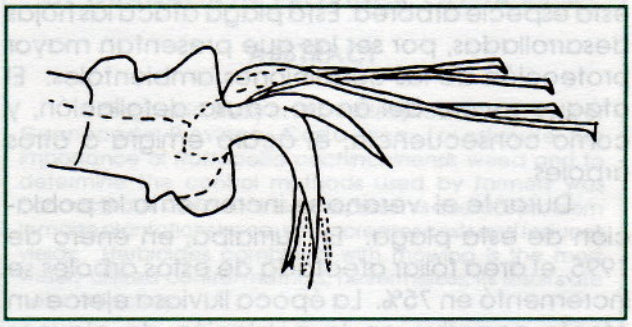


Fig. 4. *Tetranychus recki*, empodio I del macho.

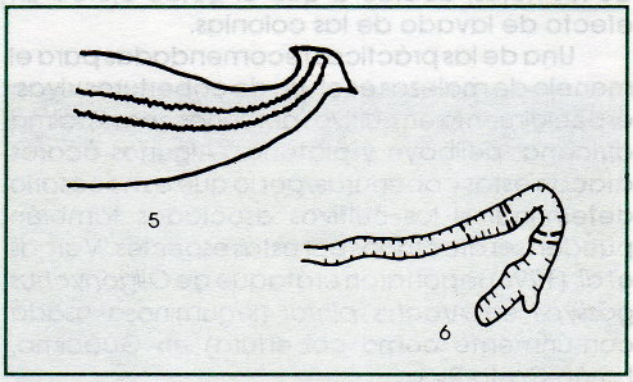


Fig. 5. *T. recki* aedegus. **Fig. 6.** *T. recki*, peritrema del macho.

Hembra: Empodios I-IV con espolón dorsomedial grande y pelos próximoventrales libres. Peritremas curvos distalmente en forma de gancho. Las hembras son de color marrón oscuro.

Reconocimiento en condiciones de campo: Los ácaros fueron localizados en el envés de las hojas de *Carica papaya*, en CATIE, Turrialba, Costa Rica. Las poblaciones se ubicaban en el envés de las hojas desarrolladas, las cuales presentaban un ligero amarillamiento por el haz.

DISCUSION

El incremento de los sistemas de producción intensiva, además del cultivo de especies no tradicionales, ha contribuido a la aparición de nuevas plagas, entre ellas los ácaros. Entre éstos, destacan los géneros *Oligonychus* y *Tetranychus* con gran cantidad de especies.

O. beeri fue encontrado en México, en *Inga* sp. (Tuttle *et. al.* 1976), pero es la primera vez que se informa de su presencia en América Central. Los daños ocasionados por este ácaro en gavilán sugiere que puede causar problemas graves a esta especie arbórea. Esta plaga ataca las hojas desarrolladas, por ser las que presentan mayor protección de las condiciones ambientales. El ataque severo del ácaro causa defoliación, y como consecuencia, el ácaro emigra a otros árboles.

Durante el verano se incrementa la población de esta plaga. En Turrialba, en enero de 1995, el área foliar afectada de estos árboles se incrementó en 75%. La época lluviosa ejerce un efecto negativo en la población de algunos ácaros, especialmente en los que viven en el haz de las hojas, debido a que el goteo ejerce un efecto de lavado de las colonias.

Una de las prácticas recomendadas para el manejo de malezas es el uso de coberturas vivas, especialmente en cultivos perennes como palma africana, pejibaye y plátano. Algunos ácaros atacan estas coberturas, por lo que es necesario determinar si los cultivos asociados también pueden ser afectados por estas especies. Vargas *et al.* (1996) reportaron el ataque de *Oligonychus gossypii* en *Arachis pintoi* (leguminosa usada comúnmente como cobertura) en Guácimo, Limón Costa Rica.

Las observaciones que se realizaron en el campo permitieron detectar un ataque leve de *T. desertorum* en *C. ensiformis*. Ochoa *et al.* (1994) informaron del ataque de este ácaro en *Carica papaya*, *Cajanus* sp., *Cucurbita pepo* y *Phaseolus vulgaris* en Nicaragua y Guatemala. En Estados Unidos, se ha reportado la presencia de este ácaro en *Larrea tridentala*, *Phacelia crenulata*, *Opuntia* sp. y nabo; en Argentina en pera; en Mexico en *Larrea tridentata*, *Phaseolus vulgaris*, *Phyla nodiflora*, *Amaranthus hybridus*, *Solanum nigrum*, *Ambrosia condertiflora*, *Buddleia scordioides*, *Cassia crotolarioides*, *Encelia farinosa*, *Marrubium vulgare*, *Mentzelia pumila*, *Parthenium hysterophorus*, *Ruellia nudiflora* y *Sphaeralcea angustifolia* (Pritchard & Baker 1955, Tuttle *et. al.* 1976).

T. recki fue recolectada por J.G. Mallphysse, atacando *Acalypha hispida* en Honduras en 1958. Después de esta fecha no hay reportes de la presencia del ácaro en el área.

En Turrialba, Costa Rica, en 1995 se observó este ácaro en el envés de hojas de *C. papaya*; distribuidos en grupos de seis a 12, con una tela fina y poco densa.

Es de esperar que al incrementarse los inventarios agroecológicos en cultivos no tradicionales, especies nativas y plantas exóticas, aumente el número de especies de ácaros reportados para América Central.

LITERATURA CITADA

BAKER, E. W.; PRITCHARD, A.E. 1962. Arañas rojas de América Central (Acarina: Tetranychidae). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 23:309-340.

FREITEZ, F.P. 1974. Reconocimiento preliminar de ácaros fitoparásitos de la familia Tetranychidae de Costa Rica (ACARINA). Tesis Ing. Agr San José C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía 145 p.

GUTIERREZ, J. 1985. Systematics. *In* Helle, W.; Sabelis, M.W. (ed.). Spider Mites. Their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier v1A p.75-90.

OCHOA, R.; AGUILAR, H; VARGAS, C. 1994. Phytophagous mites of Central America: an illustrated guide. Turrialba, Costa Rica. CATIE Serie Técnica, Manual Técnico No. 6, 234 p.

PRITCHARD, A.E.; BAKER, E. W. 1955. A revision of the spider mite family Tetranychidae. Ed. by P.D. Hurd, Jr. San Francisco, San Francisco Pacific Coast Entomology Society v.2. 472p.

QUIROS-GONZALEZ, M. 1981. A systematic revision fo the spider mites of Central America (Tetranychidae: Acari). Thesis MSc., Faculty of the Graduate School of the University of Maryland. 351 p.

SALAS, L.A. 1978. Algunas notas sobre las arañitas rojas (Tetranychidae: ACARI) halladas en Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(1):47-59.

TUTTLE, D.M.; BAKER, E.W.; ABBATIELLO, M.J. 1976. Spider mites of Mexico (ACARI: Tetranychidae). International Journal of Acarology 2(2):1-108.

VARGAS, C.; MERAYO, A.; AGUILAR, H. 1996. Identificación de ácaros en coberturas vivas y malezas en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.40 p. 40-43.

Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.41 p. 50-52 , 1996

DIAGNOSTICO DE LA PROBLEMATICA DE LA CAMINADORA (*Rottboellia cochinchinensis*) EN DOS ZONAS PRODUCTORAS DE MAIZ DE LA PROVINCIA DE GUANACASTE, COSTA RICA

Gustavo Calvo Domingo*
Arnoldo Merayo Miller*
Enrique Rojas Calvo**

RESUMEN

Se realizó un estudio de diagnóstico en dos zonas productoras de maíz, en la Provincia de Guanacaste, Costa Rica, con el fin de cuantificar la importancia de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* y conocer los métodos de control utilizados por los agricultores. Esta maleza es considerada un problema grave en el cultivo de maíz, porque aumenta los costos y reduce la producción. El control químico combinado con el corte es el manejo más utilizado; sin embargo, no se logra un control satisfactorio de la maleza.

Palabras Claves: Malezas, *Rottboellia cochinchinensis*, Costa Rica.

DIAGNOSIS OF *Rottboellia cochinchinensis* IMPACT IN TWO MAIZE PRODUCTION AREAS OF GUANACASTE PROVINCE, COSTA RICA

ABSTRACT

A diagnostic study in two maize production areas of Guanacaste Province, Costa Rica, to estimate the importance of *Rottboellia cochinchinensis* weed and to determine the control methods used by farmers was conducted. *R. cochinchinensis* represents a seriuos problem in maize plantations because it increases costs and reduces yields. Herbicides combined with mowing is the most widely utilized control method; nevertheless, its results are not satisfactory.

Key Words: Weeds, *Rottboellia cochinchinensis*, Costa Rica.

INTRODUCCION

La caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* Lour. W. D.Clayton) es una de las malezas más importantes en las regiones tropicales, debido a su agresividad y capacidad de competencia con cultivos como maíz (Foto 1), arroz de secano, frijol, sorgo y caña de azúcar.

En varios estudios sobre competencia con maíz y frijol, se mencionan reducciones en el rendimiento del cultivo que oscilan entre 60% y 80%, en parcelas sin control de la maleza (Patterson et al. 1979; Sharma y Zelaya 1986).

En investigaciones realizadas en Costa Rica se ha informado de la presencia de la maleza en todo el país; sin embargo, en los últimos años el problema se ha agudizado en la provincia de Guanacaste. En esta zona, Rojas, *et al.* (1993) determinaron que en parcelas de maíz, sin control de la maleza, la producción se redujo entre 46 y 54%.

Foto 1. Cultivo de maíz infestado con *Rottboellia cochinchinensis*.

Los objetivos de este estudio fueron: 1. Recolectar información de los productores para describir y cuantificar la importancia de la maleza, en el cultivo del maíz. 2. Conocer los métodos utilizados por los agricultores para el control de la

Recibido: 04/01/96. Aprobado: 25/09/96.
*CATIE. 7170 Turrialba, **Costa Rica.**
Dow Elanco. Apartado Postal 10207-1000. San José, **Costa Rica.

maleza, en dos zonas de Guanacaste, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

La información se recolectó mediante una encuesta, realizada a productores de maíz de dos cantones de Guanacaste (Santa Cruz y Carrillo). La guía de entrevista incluyó preguntas sobre características del agricultor, del cultivo, de la maleza, así como del manejo y costos asociados. La muestra utilizada fue de 15 agricultores de cada cantón. Cada entrevista tuvo una duración aproximada de 30 minutos, y la información obtenida se analizó utilizando estadística descriptiva.

RESULTADOS

Características del agricultor. La edad promedio de los agricultores fue de 59 años. El 65,4% son propietarios del área que siembran, el 15,4% utilizan tanto áreas propias como alquiladas, el 15,4% cultiva tierras alquiladas y solo el 3,9% lo hace en tierras prestadas. El tamaño promedio de las fincas es de 5,63 ha, y varía desde 0,5 hasta 10 ha. La experiencia de los entrevistados en actividades agrícolas, es de 41,5 años en promedio; y el 70% tiene un grado de escolaridad que les permite leer y escribir.

El financiamiento de los costos del cultivo es variado. El 76,5% de los agricultores utiliza recursos propios, el 11,5% combina los recursos propios con financiamiento del Centro Agrícola Cantonal de su comunidad, el 8% obtiene la totalidad de los recursos necesarios del Centro Agrícola Cantonal y el 4% de los bancos estatales.

Características del sistema de siembra. Las prácticas de preparación del área de siembra más utilizadas son la arada y rastreada (46%), y corte de la parte aérea de la maleza (23%) (Cuadro 1). El sistema de siembra más utilizado (61,5%) es el de "primera" y "postrera" (maíz - maíz), seguido por el sistema maíz en "primera" y frijol en "postrera" (maíz-frijol) (29,9%). Es importante señalar que la totalidad de los productores entrevistados en la localidad de Palmira, Carrillo, utilizan el sistema maíz-frijol.

La labor de siembra en "primera", depende del inicio de las lluvias, normalmente se efectúa en la primera o segunda semana de mayo. La siembra de "postrera" se realiza entre agosto (38,5%) y setiembre (53,9%). En estas zonas, las siembras dependen de las lluvias, por lo tanto durante los meses de enero-abril no se siembra ningún cultivo.

Cuadro 1. Sistemas de preparación del suelo utilizados por los productores de maíz de Santa Cruz y Carrillo, Guanacaste.

Sistema	Porcentaje (%)
Arada y rastrea	46,1
Corte de la maleza	23,0
Corte o herbicida	11,5
Quema o herbicida	7,7
Quema + herbicida	3,8
Quema	3,8
Cero labranza	3,8

El rendimiento del cultivo en estas zonas es en promedio 1763 kg de maíz/ha en primera 1508 kg/ha en postrera y 1122 kg de frijol/ha en postrera.

El 61,5% de los productores destinan la totalidad de la producción para consumo propio un 30,5% la utilizan para este mismo fin, pero venden los excedentes, o parte de la cosecha cuando tienen problemas económicos; solamente el 8% vende toda la producción.

Características de *Rottboellia*. La maleza es conocida por los agricultores por varios nombres algunos son cholo, paja peluda, zacate indio zacatón, invasor, zacate patón, siete cosechas y corrongo.

Los productores entrevistados consideran que esta maleza es un problema en el cultivo de maíz; y señalan diferentes características que convierten esta gramínea en una planta indeseable (Cuadro 2). El 24,6% destacan que *R. cochinchinensis* tiene un crecimiento acelerado, y que sobrepasa la altura del maíz, aún cuando éste germine primero.

Además, los productores consideran que el manejo de esta maleza en el cultivo del maíz es difícil y requiere mayor frecuencia de corte que otras malezas.

Algunas percepciones, relacionadas con los problemas señalados, son el aumento en los costos de producción debido a la demanda de

mano de obra y las molestias causadas durante la cosecha por el pelo irritante que recubre las hojas. Además tiene la capacidad para germinar durante todo el ciclo del cultivo (germinación escalonada); ésto dificulta su control.

Cuadro 2. Características indeseables de *R. cochinchinensis* percibidas por los agricultores de Santa Cruz y Carrillo, Guanacaste.

Problema	Agricultores (%)
Crece muy rápido	24,6
Manejo difícil	18,8
Reduce el rendimiento	18,8
Aumenta los costos	8,7
Dificulta la cosecha	8,7
Produce mucha semilla	5,8
Germinación escalonada	4,3
Mayor uso de herbicidas	2,9

Manejo de la maleza. El método de manejo más utilizado es la combinación del corte y el control químico (53,8%). El 23% de los productores utiliza únicamente el corte de la maleza como método de control y el 23% restante aplica herbicidas. Durante el ciclo de cultivo del maíz, los productores realizan dos cortas y 1,5 aplicaciones de herbicida en promedio.

Los agricultores que utilizan únicamente control químico, durante el ciclo de cultivo del maíz realizan en promedio 2,5 aplicaciones de herbicidas.

El herbicida más utilizado (65,4%) es el paraquat (200g/l); las dosis usadas varían entre 44,5 y 150 ml de producto comercial por bomba de 18 litros, dependiendo del tamaño y desarrollo de la maleza. Otros herbicidas utilizados fueron la atrazina (11,5%) y el glifosato (Roundup) (4%). Es importante indicar que la atrazina no controla esta maleza.

El costo promedio de manejo de *Rottboellia*, es de US$70,30 por hectárea, lo que representa el 34% de los costos totales, que de acuerdo a lo informado por los agricultores son de aproximadamente US$208,30/ha.

CONCLUSIONES

Los agricultores entrevistados consideran a *R. cochinchinensis* como una maleza muy importante en el cultivo de maíz.

El principal método de control empleado es la combinación del control químico con el corte de la maleza.

A pesar de los diferentes métodos de manejo utilizados por los agricultores, éstos no logran controlar la maleza en forma satisfactoria; por el contrario, ésta continúa extendiéndose a otros campos de cultivo.

Los costos de control de *R. cochinchinensis* representan uno de los más altos en el proceso productivo del cultivo del maíz.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó con el auspicio del Natural Resourses Institute, U.K., como parte del Proyecto Manejo Integrado de Plagas del Suelo (EMC-X0261), asignado al CATIE, Costa Rica. Parte de la investigación también fue realizada gracias al apoyo del Proyecto Manejo Integrado de Plagas (596-0150) USAID.

LITERATURA CITADA

PATTERSON, D.T.; MEYER, C.R.; FLINT, E.P.; QUIMBY, P.C. JR. 1979. Temperature responses and potential distribution of itchgrass (Rottboellia exaltata) in the United States. Weeds Science 27:77-82.

ROJAS, E.; DE LA CRUZ, R.; MERAYO, A. 1993. Efecto competitivo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 27:42-45.

SHARMA, D.; ZELAYA, O. 1986. Competition and control of ichtgrass (*Rottboellia exaltata*) in maize. Tropical Pest Management 32:101-104.

PUBLICACIONES MIP

Biología y control de *Phyllophaga* spp. 1996. Turrialba, Costa Rica. CATIE-PRIAG. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 277.

Esta publicación corresponde a la Memoria del Seminario-Taller Centroamericano sobre Biología y Control de *Phyllophaga*, realizado en Turrialba, Costa Rica del 23-27 mayo, 1994. Este evento fue organizado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y financiado por el Programa de Reforzamiento a la Investigación sobre Granos en Centroamérica (PRIAG).

Las larvas de *Phyllophaga* destruyen las raíces de un amplio rango de granos básicos y cultivos hortícolas en la región centroamericana. Las pérdidas ocurren principalmente en pequeños campos de cultivo de agricultura marginal con cultivos alimenticios, café, árboles, vegetación natural con pastos y malezas que constituyen un ambiente favorable para muchos escarabeidos.

De acuerdo con los diagnósticos de producción de varios cultivos en los países centroamericanos, tanto a nivel nacional como en áreas geográficas específicas, los daños ocasionados por larvas del género *Phyllophaga* constituyen un problema agudo para los productores de las fincas medianas y pequeñas. La seriedad del problema radica en que los daños frecuentemente se perciben cuando ya es tarde para aplicar soluciones prácticas, y cuando ya se ha invertido una parte importante del costo de producción de un cultivo.

Existe ya información sobre aspectos de biología, las fases de desarrollo y el control de las especies de estos géneros, y los agricultores utilizan algunas prácticas para su control. Esta publicación trata de reunir esa información y actualizar los conocimientos disponibles para que sirvan de base a investigaciones ulteriores y para incorporar tales conocimientos en planes de transferencia y de capacitación.

Para mayor información:
Unidad de Fitoprotección
CATIE. 7170 Turrialba, COSTA RICA
Tel.: (506) 556-1632
Fax: (506) 556-0606

RESEÑAS DE NUEVAS PUBLICACIONES

Phillips-Mora, W.; Rodríguez, R.H.; Fritz, P.J. 1995. Marcadores de ADN: Teoría, aplicaciones y protocolos de trabajo. Con ejemplos de investigación en cacao (*Theobroma cacao*). Serie Técnica. Informe Técnico No. 252. 183 p.

Este libro representa una colaboración significativa al conocimiento teórico, disponible en español, del análisis basado en marcadores moleculares. El texto está estructurado en tres partes: teoría, aplicaciones y protocolos de trabajo. En la primera se presentan aspectos

teóricos relacionados con la química del ácido desoxirribonucleico (ADN), genes y genomas, bibliotecas genéticas, marcadores moleculares y medidas de las distancias genéticas. En las aplicaciones, ampliamente se comenta y discuten tópicos relacionados con el uso de los marcadores de ADN, mapas de seguimiento genético, loci de características cuantitativas (QTL), análisis cuantitativo del crecimiento y selección genética apoyados con marcadores moleculares. La tercera parte está orientada hacia diferentes procedimientos experimentales que se utilizan en biología molecular: aislamiento del ADN, digestión y purificación, preparación de sondas, hibridación de ácidos nucleicos y electroforesis para análisis RAPD.

De forma global, el documento describe algunas experiencias del CATIE con el cacao (*Theobroma cacao);* por ejemplo: la construcción de mapas de ligamiento genético a partir de una población segregante, el uso de RFLP para demostrar si una población es un híbrido verdadero, la identificación de materiales resistentes a *Phytophthora palmivora*, causante de la mazorca negra del cacao. El modelo de investigación propuesto puede ser adaptado a otras especies de interés agrícola. Además, el texto puede utilizarse como material de lectura para cursos de biotecnología a nivel de pre y postgrado en las facultades de Ciencias Agrícolas de la región centroamericana.

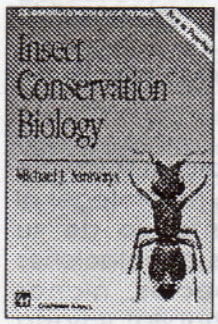
Se destaca que el libro ha sido cuidadosamente diagramado; las instrucciones y tablas permiten a quienes trabajamos en el novedoso campo de la biología molecular su fácil entendimiento. Por tanto, felicitamos a los autores y editores por tan valioso aporte para la biotecnología de la región.

Reseñado por: Msc. Gonzalo Galileo Rivas-Platero, CATIE, Area de Agricultura Tropical Sostenible.

Hill, D.S. 1995. Agricultural entomology. Portland, Oregon, U.S.A. Timber Press. 635 p.

Esta obra constituye una herramienta importante como libro de texto para cursos en entomología agrícola o aplicada, porque presenta un conocimiento básico en entomología, enfatizando en las especies de la clase Insecta (y algunos Arachnida) tanto plagas como benéficos. La Parte A, presenta aspectos básicos como distribución, ecología y población de especies de importancia agrícola, forestal y veterinario. Indica los órdenes y subórdenes de cada grupo de insectos. En la Parte B, se describen brevemente cada orden de Insecta y Acarina, y se enfatiza la biología, ciclo de vida y daños. Se discute la importancia de algunas especies en la agricultura; ilustrando con fotografías tanto del organismo como del daño que causa; también presenta la clasificación de la clase Insecta, incluyendo el número aproximado de especies por orden.

Reseñado por: Msc. Douglas Cubillo. CATIE. Unidad de Fitoprotección.



SAMWAYS, M.J. 1994. Insect conservation biology. Chapman & Hall, London. 358 p.

El tema de la conservación de la fauna casi siempre se restringe a los animales vertebrados. Ello tiene varias explicaciones. Es un grupo cuantitativamente pequeño, con unas 44.000 especies en total. Son relativamente fáciles de caracterizar y clasificar, y notorios por su tamaño. Puesto que sus proles no son tan altas como las de otros grupos, enfrentan mayores riesgos de supervivencia. Además, por su cercanía filogenética con la especie humana, generalmente provocan afectos y emociones que llevan a la gente a sentir compasión por ellos

y, por tanto, a protegerlos.

Quizás por esto sea tan llamativo y hasta disonante hallar un libro como el reseñado. Se refiere a insectos, tan contrastantes con los vertebrados: el mayor grupo de organismos del planeta (unas 750.000 especies)

Alguien, en forma legítima, podría cuestionar si realmente existen riesgos de extinciones en un grupo caracterizado por su alta fecundidad. Michael Samways se ha propuesto demostrar que sí, con argumentos bien fundamentados. El, quien labora en la Universidad de Natal, en Sudáfrica, está calificado para hacerlo. Lo respalda un vasto *curriculum*, con al menos 30 publicaciones formales sobre el tema, y amplia experiencia en los ambientes tropicales.

Y son justamente estos ambientes los que lo han inducido a escribir el libro. Es cierto que hay antecedentes históricos valiosos desde el siglo pasado, en Europa, cuando se reconoció la importancia de proteger habitats, más que especies individuales de insectos, disociadas de su contexto ecológico. Ello originó la creación de reservas biológicas importantes. Sin embargo, actualmente el debate y las propuestas han sido mucho más amplios. La destrucción de grandes masas de bosques tropicales ha sido una campanada de alerta, de resonancia planetaria. Por ello, durante el último decenio la conservación de la biodiversidad ha ganado importantes terrenos, catalizada en gran medida por el libro *Biodiversity* (1988), de Edward O. Wilson y la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992.

Es en dicho contexto que el libro de Samways cobra pertinencia, pues ¿cómo no proteger al grupo tropical más representativo de su biodiversidad, en cuanto a formas, adaptaciones fisiológicas, riqueza de especies, nichos ecológicos, requerimientos de habitat y hasta fenómenos de especiación y endemismo?

No obstante, el concepto de conservación podría quedar vacío si no se le precisara y, en concordancia, se tomaran *acciones concretas* para encarnarlo. En ese sentido es que radica la mayor virtud del libro reseñado. El autor aporta un marco histórico, biogeográfico, de la evolución de los insectos, así como los antecedentes de la conservación de insectos, para luego ubicar sus planteamientos. Dedica dos secciones, subdivididas en capítulos, a sus análisis e inquietudes, y reserva la última para sus propuestas.

Discute, con notable habilidad didáctica, aspectos tales como la modificación severa del paisaje, la pérdida o fragmentación de habitats, la importancia de los reductos, corredores, bordes, ecotonos, etc. En tal contexto, analiza aspectos claves de genética de poblaciones y las probabilidades de extinción de especies. Evidentemente, ello es muy importante en cuanto a la relación entre los campos de cultivo, plantaciones forestales, áreas silvestres y reductos de vegetación secundaria, por la entomofauna que comparten, por lo que dedica un capítulo completo al manejo de insectos que son plagas. Finalmente, tras plantear aspectos éticos, desemboca en propuestas de acción. Estas incluyen aspectos metodológicos acerca de cómo evaluar las comunidades de insectos, así como métodos y técnicas para la restauración de habitats y paisajes, para beneficiar a las poblaciones de insectos.

Como entomólogo aplicado, celebro la aparición de este libro, especialmente porque es rico y sugestivo en ideas y temas para investigación, dentro del paradigma de la sostenibilidad. Aporta una visión de conjunto de las interacciones entomológicas en el paisaje moderno y real de las regiones tropicales, especialmente, remarca convergencias entre lo práctico y lo aplicado, y concilia la conservación con la producción agrícola y forestal. Invito al lector a consultarlo y, sobre todo, a concretar algunas de las propuestas esbozadas.

Reseñado por: Dr. Luko Hilje. CATIE. Unidad de Fitoprotección.

TESIS DE POSGRADO

(CATIE)

Ortuño C., F.L. 1993. Patogenicidad e interacciones de *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus californicus* y *Fusarium solani* en la ornamental *Aglaonema commutatum* var. María y alternativas de combate de nematodos. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 133 p.

Plantas de *A. commutatum* var. María inoculadas con *P. coffeae* (0, 10, 100, 1000, 10000/planta) presentaron lesiones radicales (60-100%), reducción del follaje, altura (71,4%), peso (48,4%) y número de hojas (56%), 90 días después de la inoculación. Similares resultados fueron obtenidos cuando fueron inoculadas con *H. californicus* (0, 50, 500, 5000 y 50000/planta) pero 120 días después de la inoculación. Con este organismo no se observaron lesiones radicales, pero si se dió destrucción del tejido. Ambos nematodos inducen engrosamiento de la pared celular, aumento del número y tamaño del núcleo.

F. solani (1, 2, 3, 4, millones de esporas/planta) no fue capaz de inducir alteraciones en *A. commutatum*, 120 días después de la inoculación. Sin embargo, se observaron efectos sinérgicos, daño de la raíz y reducción del follaje (peso y altura), cuando las plantas fueron inoculadas simultáneamente con *P. coffeae* y *H. californicus*, 60 días después de la inoculación.

El Aldicarb (5,5 kg i.a./ha), ethoprop (5,5 Kg i.a./ha), gallinaza (20 ton/ha) y broza (20 ton/ha) no fueron capaces de controlar ambas especies de nematodos, ocho meses después del tratamiento. Después de ocho meses el 75% de las plantas no tuvieron valor comercial y de éstas, 35% estaban muertas.

Especies ornamentales, pertenecientes a las familias Liliaceae y Euforbiaceae resultaron inmunes a *P. coffeae* y *H. californicus*; por tanto, pueden ser utilizadas para la rotación de cultivos con el objetivo de disminuir la incidencia de nematodos.

Castillo V., A. 1995. Evaluación de nematodos entomógenos (Rabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) para el control biológico de broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr. en Chiapas, México. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p.

Se determinó bajo condiciones de laboratorio el parasitismo que ejercen los nematodos pertenecientes a las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae sobre adultos de *Hypothenemus hampei* y su potencial para el control de los insectos localizados en frutos caidos durante el período intercosechas en Chiapas, México. Como modelo de evaluación se empleó café pergamino infestado, simulando el suelo con arena. Se observó un efecto patogénico en la broca del café cuando se aplicaron de 125 a 4000 juveniles infectivos de nematodos sobre la arena conteniendo el grano afectado. Se incluyeron en esta evaluación tres cepas nativas de la región del Soconusco, cuatro originarias de Costa Rica y una cepa comercial. Cuatro cepas presentaron mayor efecto parasítico, tres de las cuales fueron del género *Heterorhabditis* y la cepa comercial de *Steinernema carpocapsea*. Se determinó una CL50 = 600 juveniles infectivos por grano infestado, para la cepa más agresiva, LIM-1 *Heterorhabditis* spp. El efecto parasítico usando café pergamino infestado fue mayor que cuando se usó café verde y café seco.

Rodríguez O., L.A. 1995. Antagonismo endofítico de microorganismos a *Mycosphaerella fijiensis* del plátano y *Alternaria solari* del tomate. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 138p.

Debido a la contaminación ambiental por el uso de plaguicidas, la resistencia de los hongos a los fungicidas y la necesidad de los agricultores de competir en el mercado de productos sin residuos, el control biológico de patógenos mediante microorganismos antagónicos ha surgido como una alternativa promisoria.

y, por tanto, a protegerlos.

Quizás por esto sea tan llamativo y hasta disonante hallar un libro como el reseñado. Se refiere a insectos, tan contrastantes con los vertebrados: el mayor grupo de organismos del planeta (unas 750.000 especies)

Alguien, en forma legítima, podría cuestionar si realmente existen riesgos de extinciones en un grupo caracterizado por su alta fecundidad. Michael Samways se ha propuesto demostrar que sí, con argumentos bien fundamentados. El, quien labora en la Universidad de Natal, en Sudáfrica, está calificado para hacerlo. Lo respalda un vasto *curriculum*, con al menos 30 publicaciones formales sobre el tema, y amplia experiencia en los ambientes tropicales.

Y son justamente estos ambientes los que lo han inducido a escribir el libro. Es cierto que hay antecedentes históricos valiosos desde el siglo pasado, en Europa, cuando se reconoció la importancia de proteger habitats, más que especies individuales de insectos, disociadas de su contexto ecológico. Ello originó la creación de reservas biológicas importantes. Sin embargo, actualmente el debate y las propuestas han sido mucho más amplios. La destrucción de grandes masas de bosques tropicales ha sido una campanada de alerta, de resonancia planetaria. Por ello, durante el último decenio la conservación de la biodiversidad ha ganado importantes terrenos, catalizada en gran medida por el libro *Biodiversity* (1988), de Edward O. Wilson y la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992.

Es en dicho contexto que el libro de Samways cobra pertinencia, pues ¿cómo no proteger al grupo tropical más representativo de su biodiversidad, en cuanto a formas, adaptaciones fisiológicas, riqueza de especies, nichos ecológicos, requerimientos de habitat y hasta fenómenos de especiación y endemismo?

No obstante, el concepto de conservación podría quedar vacío si no se le precisara y, en concordancia, se tomaran *acciones concretas* para encarnarlo. En ese sentido es que radica la mayor virtud del libro reseñado. El autor aporta un marco histórico, biogeográfico, de la evolución de los insectos, así como los antecedentes de la conservación de insectos, para luego ubicar sus planteamientos. Dedica dos secciones, subdivididas en capítulos, a sus análisis e inquietudes, y reserva la última para sus propuestas.

Discute, con notable habilidad didáctica, aspectos tales como la modificación severa del paisaje, la pérdida o fragmentación de habitats, la importancia de los reductos, corredores, bordes, ecotonos, etc. En tal contexto, analiza aspectos claves de genética de poblaciones y las probabilidades de extinción de especies. Evidentemente, ello es muy importante en cuanto a la relación entre los campos de cultivo, plantaciones forestales, áreas silvestres y reductos de vegetación secundaria, por la entomofauna que comparten, por lo que dedica un capítulo completo al manejo de insectos que son plagas. Finalmente, tras plantear aspectos éticos, desemboca en propuestas de acción. Estas incluyen aspectos metodológicos acerca de cómo evaluar las comunidades de insectos, así como métodos y técnicas para la restauración de habitats y paisajes, para beneficiar a las poblaciones de insectos.

Como entomólogo aplicado, celebro la aparición de este libro, especialmente porque es rico y sugestivo en ideas y temas para investigación, dentro del paradigma de la sostenibilidad. Aporta una visión de conjunto de las interacciones entomológicas en el paisaje moderno y real de las regiones tropicales especialmente, remarca convergencias entre lo práctico y lo aplicado, y concilia la conservación con la producción agrícola y forestal. Invito al lector a consultarlo y, sobre todo, a concretar algunas de las propuestas esbozadas.

Reseñado por: Dr. Luko Hilje. CATIE. Unidad de Fitoprotección.

Enmarcado en este contexto, el presente trabajo se orientó a conocer la efectividad de microorganismos usados vía endofítica contra *Alternaria solani* en tomate y *Mycosphaerella fijiensis* en plátano. El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología y en uno de los invernaderos del CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se utilizó el cultivar de tomate Hayslip, y el plátano variedad Curraré. El aislamiento de microorganismos en ambos cultivos, se realizó mediante lavado de hojas para epifíticos y licuado de hojas para endofíticos.

Se determinó que la desinfección con hipoclorito de sodio al 1% durante 5 minutos fue el mejor método para aislar microorganismos endófitos en tomate. Se seleccionaron 48 organismos para las pruebas de antagonismo sobre hojas desprendidas, con base en su morfología y color, además se usaron los seis microorganismos aislados previamente en el laboratorio. Trece de estos microorganismos disminuyeron la incidencia del tizón temprano.

En las pruebas de antagonismo en invernadero se utilizaron aquellos microorganismos que controlaron la enfermedad en más de 50%. Estos fueron aplicados a las plantas a través del hipocótilo. Se evaluó el número y tamaño de lesiones, además del índice de enfermedad.

El hongo *Trichoderma harzianum* disminuyó el número de lesiones e índice de enfermedad; el Bacillus A28 también redujo el número de lesiones del patógeno, sin embargo este efecto se perdió después de los 49 días de su aplicación. Se observó que el extracto de Bocashi fermentado y *T. harziaum* afectaron negativamente la altura de las plantas.

En los experimentos de plátano se evaluó el período de incubación de sigatoka negra. De acuerdo a los resultados obtenidos no se encontró efecto de los microrganismos aplicados vía endofítica hacia esta variable.

Caamal M. J.A. 1995. El uso de leguminosas como cobertura viva y muerta para el control de malezas en el cultivo de maíz, como alternativa al sistema de roza - tumba - quema, en Yucatán, México.

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de las leguminosas *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* como cobertura viva, y *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum* como cobertura muerta o mantillo para el control de las malezas en el cultivo de maíz. El estudio se realizó entre marzo de 1994 y febrero de 1995, en la Unidad Experimental de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

La investigación se dividió en dos fases. En la primera, los tratamientos incluyeron las dos especies de cobertura viva sembradas en parcelas de 5 x 10 m, el mantillo de las leguminosas arbóreas y la aplicación de paraquat (0,60 kg./ha). Cuatro parcelas adicionales permanecieron en barbecho. El diseño experimental fue de bloques completos al azar.

En la segunda fase las parcelas iniciales fueron divididas, en una de éstas se repitió el mismo tratamiento de la primera etapa. Se sembró el maíz en ambas subparcelas (1,20 x 1 m). Las cuatro parcelas adicionales en barbecho, también fueron divididas en subparcelas para establecer: a) 1a. parcela en barbecho: *M. deeringianum* y *C. ensiformis*, intercaladas entre las hileras de maíz, a 50 cm entre plantas; b) 2a. parcela en barbecho: aplicación de mantillo de *L. leucocephala* y *L. latisiliquum* (12 t de material verde/ha); c) 3a. parcela en barbecho: aplicación de herbicida (0,60 kg i.a./ha) y deshierba manual, y d) 4a. parcela en barbecho: maíz sin deshierba y barbecho (sin maíz y sin deshierba). El diseño utilizado en esta segunda fase fue de parcelas divididas.

La biomasa total de malezas fue evaluada a los 60 y 90 días después de la siembra (dds) de las coberturas en la primera fase, y a los 20 y 60 dds, en la segunda etapa. La cobertura de malezas fue evaluada en los mismos intervalos, pero se incluyeron dos evaluaciones (a los 30 y 45 dds del maíz), en la segunda etapa. También se midió la altura de *C. ensiformis*, y la cobertura del terreno por *M. deeringianum* y *C. ensiformis*, cada 30 días en ambas fases. Adicionalmente, al finalizar cada fase se determinó el rendimiento de grano y la biomasa vegetativa del maíz.

En la primera fase, las diferencias en biomasa de malezas se hicieron evidentes hasta el segundo muestreo. Las parcelas con cobertura viva, acumularon la menor cantidad de malezas, comparadas con las parcelas en barbecho y con las coberturas muertas. En la segunda fase,

el mejor control de malezas se observó en las parcelas con residuos de leguminosas de la primera fase. Asímismo, las parcelas con leguminosas sembradas por vez primera, acumularon menos malezas en los testigos. La cobertura de malezas siguió un patrón similar, siendo menor en las parcelas con residuos de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*. Los testigos del agricultor (deshierba manual y aplicación de herbicida), también mostraron un buen control de malezas.

C. ensiformis, alcanzó su mayor altura (1,60 m) en la primera fase, cuando fue sembrada en monocultivo. En la segunda etapa, la presencia del maíz redujo su crecimiento en un 50%. La cobertura ejercida por las leguminosas también fue reducida en la segunda etapa, porque en monocultivo alcanzaron rápidamente valores elevados (96%), y en el segundo caso, se desarrollaron más lentamente, alcanzando como máximo un 70% de cobertura para *Mucuna*.

El rendimiento de grano de maíz fue superior en las parcelas como residuo de *C. ensiformis* en comparación con las que tuvieron residuo de *M. deeringianum*, debido a la mayor cantidad de biomasa producida por la primera. La producción de grano también fue mayor en las parcelas con coberturas comparadas con los testigos del agricultor. Asímismo, las parcelas con coberturas vivas (sin residuo de la primera fase) produjeron más grano que las coberturas muertas.

FUTUROS EVENTOS

28 Octubre - 1 Noviembre 1996

1 Taller Latinoamericano de Bioplaguicidas
Información:
MSc. Mario Bustamante
Esc. Agrícola Panamericana
Apartado Postal 93
Tegucigalpa, **Honduras**
Tel: (504) 76 6140 / 50
Fax: (504) 76 6242
EMail:
mario%eapdpv%sdnhpn@sdnbq.undp.org

11 - 15 Noviembre, 1996

III Foro de Biotecnología CIIDIR 96 y I Congreso Iberoamericano de Biotecnología Aplicada
Información:
Dpto. de Biotecnología
Negut No.312 ote. Durango, DGO, México
C.P. 34000. Apartado postal 57
Tel/Fax: (18)114437

14 - 15 Noviembre, 1996

XIX Congreso Nacional de Control Biológico
VII Curso de Control Biológico
Información:
M C Héctor Manuel Cárdenas Cota
Tel.: (67)12-31-41
(67)12-28-80 Ext. 128

17-23 Noviembre, 1996

2nd International Crop Science Congress
Información:
Secretary-General, 2nd I CSC
National Academy of Agricultural Sciences
Indian Agricultural Research Institute
New Delhi - 110012, **India**
Fax: 91-11-5753677 ó 5753713

6 - 8 Enero, 1997

4th International Conference on Pests in Agriculture
Información:
ANNPP
6, Boulevard de la Batille
F 75012 Paris
Tel: (00) 33 1 43 44 89 64
Fax: (00) 33 1 43 44 29 19

2 - 7 Mayo 1997

XVI Congreso Brasileiro de Entomología
Información:
EMBRAPA
Tel. (075)721-2120
Fax: (075)721-1118
EMail: cbe97@cnpmf.embrapa.br

15 - 17 Octubre, 1997

VI Congreso Nacional de Micología y IX Jornadas Científicas
Información:
Dra. Evangelina Pérez Silva
México, D.F.
Fax: (915)550-1760
smdm@tservidor.unam.mx

9 - 16 Agosto, 1998

7th International Congress of Plant Pathology
Información:
CAB International
Wallingford Ox10 8 DE, **U.K.**
EMail: cabi@cabi.org

MOSCA BLANCA AL DIA

Coordinador: Luko Hilje
(lhilje@catie.ac.cr)

No. 16 Setiembre, 1996

NOTA EDITORIAL

Este boletín anuncia tres hechos especialmente importantes: la gran afluencia de ponencias para el **V Taller**, el avance en la edición del libro sobre metodologías para moscas blancas y geminivirus en América Latina, y la publicación del libro editado por los doctores Dan Gerling y Richard T. Mayer. En síntesis, **información**: nuevos datos, enfoques y métodos para mejorar nuestra comprensión del complejo *B. tabaci*-geminivirus, y así manejarlo adecuadamente, para beneficio de nuestros agricultores. ¡Aprovechémosla!

AMERICA LATINA

- Como se anunció en **MBDía No. 14 y No. 15**, a fines de este mes se realizará el **V Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus**, en Acapulco, México. Se han recibido casi 60 ponencias, con una amplia variedad de aspectos cubiertos. Aprovechamos la oportunidad para reconocer a su coordinador, *M.Sc. Víctor Manuel Pinto* y colaboradores, la excelente labor desarrollada. En el próximo número informaremos ampliamente al respecto.

- En julio, L. Hilje fue invitado por la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN) a su XXIII Congreso, en Cartagena de Indias. Presentó la charla *Impacto de **Bemisia tabaci** en Mesoamérica y opciones para su manejo*. Además, aprovechó la oportunidad para promover la creación de la Comisión Nacional de Moscas Blancas en dicho país. La Dra. Nora Jiménez fue nombrada tentativamente como coordinadora de ésta.

- Como se informó en **MBDía No. 15**, se está elaborando el libro **Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus**, editado por L. Hilje y cofinanciado por PRIAG y CATIE. Se espera que circule antes de finales de noviembre. Responde a la necesidad de lograr la uniformidad en las metodologías de investigación, muestreo y evaluación del daño, así como en el análisis y presentación de datos.

HALLAZGOS

Los primeros tres corresponden a una versión editada de los resúmenes sobre moscas blancas presentados en el *XXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*.

- **Distribución geográfica de Aleyrodidae y sus enemigos naturales en yuca.** *(José Castillo y Anthony C. Bellotti)*. Se registró para 95 localidades de las áreas más importantes de la producción de yuca (enero 1994-marzo 1995), donde se recolectaron 322.279 individuos (huevos y ninfas). La composición de especies fue: *Aleurotrachelus socialis* (85,6%), *Trialeurodes variabilis* (11%) y *Bemisia tuberculata* (3,4%). Las tres difirieron en su distribución, según el clima: región Andina, costeña y de los llanos. Sus enemigos naturales más frecuentes fueron parasitoides, destacando *Encarsia hispida* (64,2%) y *Eretmocerus* sp. (17%) (ambos Aphelinidae) y *Amitus spiniferus* 5,5%) (Platygasteridae). Todas estas parasitaron preferencialmente a *A. socialis*.

- **Niveles de daño económico de *Bemisia tabaci* en tomate.** *(Rafael Bolaño)*. En el norte del Cesar, *B. tabaci* causa hasta 35% de reducción en el rendimiento del cultivo. Para evaluar dichos niveles, se trabajó en fincas de agricultores en Manaure, con seis tratamientos (niveles), en un diseño de bloques completos al azar. La ecuación de regresión entre los niveles de densidad y el rendimiento fue $Y = 8,34 - 0,55X$ ($R^2 = -0,86$); es decir, hubo una reducción promedio de 0,55 t/ha por cada nivel de infestación. El nivel 3 (3 ninfas/hoja/planta) fue el de importancia económica. Cuando el insecto se combate a este nivel, se obtienen las mayores ganancias, según el análisis de los ingresos

marginales. Así, se requiere hacer únicamente 13 aplicaciones de insecticidas (en contraste con las 22 que comúnmente hace el agricultor), para obtener los mismos beneficios netos.

- Ciclo de vida y dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* en algodón. *(Alvaro Luis Montoya, Oscar Gregorio Pérez y Valentín Lobatón).* El trabajo se realizó en el laboratorio, en Montería. En el Sinú medio, la especie predominante es *B. tabaci* biotipo **B** (o *Bemisia argentifolii*). En cuanto a sus ciclo de vida, la duración promedio de sus estadios fue de 4,3 días para el huevo, y 2,48, 2,24, 2,85 y 2,69 días para las ninfas de 1o., 2o, 3o. y 4o. instar, respectivamente; la "pupa" (parte del 4o. instar) duró 2,24 días. La longevidad de los machos fue de 7,8 días y la de las hembras de 9,7 días. La oviposición promedio fue de 34,3 huevos (ámbito de 18-75). El período de oviposición duró 24 h, tanto para hembras fertilizadas como partenogenéticas; el de preoviposición fue de 14 y 16 días, para ambos tipos de hembras, respectivamente. La proporción de sexos fue de 1,23:1. Se comprobó la existencia de partenogénesis arrenotóquica. Diariamente hubo varios picos de actividad (No. adultos/trampa). A los 100 días de edad del cultivo hubo cuatro, a las 10, 14, 18 y 23 h (valores promedio de 0,75 adultos/ trampa), mientras que a los 120 días hubo dos, a las 10 y 22 h (valores promedio de 5,2 y 4,2 adultos/ trampa, respectivamente). En cuanto a la abundancia estacional del insecto, sus mayores valores (4,48 y 8,85 adultos/ trampa, en promedio) se obtuvieron a finales de diciembre y durante enero; en cambio, de septiembre hasta mediados de diciembre fueron bajos (O,O17 y 0,69 adultos/ trampa).

- La densidad de adultos virulíferos de *Bemisia tabaci* afecta el rendimiento del tomate. Se estudió el efecto de dicha densidad, para determinar si la severidad del mosaico amarillo del tomate y el rendimiento del cultivo variaban al aumentar tal densidad. Se hizo mediante inoculaciones controladas, en el campo (Turrialba, Costa Rica). En todos, salvo el testigo, las plantas se inocularon con geminivirus 4 días después del trasplante (ddt). Los tratamientos (densidades del vector) fueron: 2, 5, 10, 15, 20 y 30 adultos virulíferos, denominados T2, T5, T10, T15, T20 y T30, respectivamente. Todos los tratamientos inoculados alcanzaron el grado máximo de severidad de la enfermedad, pero hubo diferencias ($p < 0,05$) entre ellos. Es decir, el aumento en la densidad del vector redujo el rendimiento ($Y = -0,0014X + 1,33$, $R^2 = 0,78$) y también hubo una relación inversa entre la severidad y el rendimiento ($Y = -0,77X + 2,83$, $R^2 = 0,82$). En T2 y T5 los rendimientos fueron satisfactorios comercialmente (1,34 y 1,18 kg/planta), y sus ingresos brutos de $ 25.000 y $ 24.000/ha, respectivamente; en T30 fueron de $ 12.000/ha, y de $ 31.000/ha en el testigo absoluto. *(Este trabajo de tesis, realizado por Eduardo Salazar, aparecerá en la revista **Manejo Integrado de Plagas**).*

REUNIONES

- The Brighton Conference. Del 18 al 21 de noviembre de 1996 se efectuará este renombrado congreso en fitoprotección, en la ciudad de Brighton, Inglaterra. Una de sus secciones se denomina **Recent developments in the study of whiteflies**. Sus organizadores son los doctores C. Furk y R.A. Umpelby. Los interesados pueden contactar al Comité Organizador, a la siguiente dirección: *Conference Associates & Services International Ltd. 4 Cavendish Square, London WIM OBX. Tel. + 44 (0) 171 499 0900. Fax + 44 (0) 171 629 3233.*

- Plan de Acción de los EE.UU. Del 28 al 30 de enero de 1997 se realizará en San Diego, California, la **Quinta Reunión Anual** sobre el Plan Quinquenal de Moscas Blancas para los EE.UU. Los interesados pueden contactar al Dr. Nick C. Toscano o a Ms. Lisa Arth, a la siguiente dirección: *College of Natural and Agricultural Sciences. University of California. Riverside, CA. 92521. Fax (909) 787-4190.*

PUBLICACIONES

- Nuevo libro. Como se adelantó en **MBDía No. 14**, recientemente fue publicado el libro correspondiente a la siguiente cita: *Gerling, D. & R.T. Mayer. 1996. Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. Intercept, United Kingdom. 702 p.*

- Manuales divulgativos. Recientemente fueron publicados en California los siguientes materiales: *Management of silverleaf whitefly: A comprehensive manual on the biology, economic impact and control tactics* y *Whiteflies in California: A resource for cooperative extension*. El primero está profusamente ilustrado con fotografías a colores. El segundo es un manual para adiestrar a adiestradores. Ambos se pueden conseguir gratuitamente, solicitándolos a la siguiente dirección: *Dr. Peter B. Goodell. Cooperative Extension Statewide IPM Project. Kearney Agricultural Center. 9240 South Riverbend Avenue. Parlier, California 93648. Fax (209) 891-2593. Tel. (209) 891-2500.*

POR FAVOR, FOTOCOPIE ESTE BOLETIN Y ENVIELO RAPIDAMENTE A TODOS LOS INTERESADOS QUE CONOZCA

HOJA TECNICA

No. 18 Setiembre 1996

CALIBRACION DE LA ASPERSORA MANUAL DE MOCHILA

Israel Garita Cruz*

La aspersora de mochila. La aspersora de mochila es el equipo más utilizado para la aplicación de plaguicidas y fertilizantes en los cultivos. En los países tropicales, millones de familias se dedican a la agricultura en extensiones relativamente pequeñas y este tipo de aspersora es de uso común en labores de protección de cultivos.

Esta consiste de un tanque, una bomba accionada manualmente, una cámara de compresión que estabiliza la presión y una lanza (aguilón) que tiene una llave de paso y una o varias boquillas. El tanque normalmente está hecho de polipropileno u otro plástico y permanece en posición vertical cuando se coloca sobre el suelo; cuando se encuentra en uso se ajusta en forma confortable a la espalda del operador. La capacidad normal del tanque es de aproximadamente 15 litros, y por tanto el peso total no excede los 20 kg. La bomba de la aspersora puede ser de pistón o de diafragma. La de pistón normalmente se usa cuando se requieren presiones más altas y la de diafragma es útil cuando se aplican caldos o sustancias abrasivas, por ejemplo, una suspensión de un polvo mojable. El sistema de presión (bomba + cámara) puede encontrarse fuera o dentro del tanque, en este último caso, normalmente, estos dos componentes están unidos en una sola pieza (Foto 1).

Existen varios tipos de aguilones diseñados para aumentar el rendimiento del trabajo o para mejorar la eficacia del plaguicida. Entre estos se encuentran: aguilones horizontales con varias boquillas, que pueden ser colocados en la lanza o en la parte posterior de la aspersora (Foto 2); aguilones verticales colocados en la

Foto. 1. Aspersora manual con mecanismo de presión interno y con paleta para agitación del caldo.

Foto. 2. Aspersora manual con aguilón horizontal trasero.

* Investigador. CATIE, Unidad de Fitoprotección. Turrialba 7170, **Costa Rica**. E-mail: igarita@catie.ac.cr

parte posterior para aplicaciones al follaje en cultivos en hileras, y aguilones de tres boquillas que asperjan la hilera del cultivo por encima y por ambos lados.

Boquillas. A pesar de ser uno de los componentes más pequeños, la boquilla es una de las partes más importantes de la aspersora. Además de regular la descarga, las boquillas determinan el patrón de aspersión, que puede ser de abanico plano, de inundación o de cono. Las boquillas se fabrican en diferentes materiales como: plástico, bronce, aluminio, nailon, acero inoxidable, acero inoxidable endurecido y cerámica. La durabilidad y el costo de las boquillas normalmente aumenta en el orden mencionado.

Las boquillas de abanico plano expulsan menos líquido en los márgenes por lo que requieren de un traslape del 30-50% para asegurar uniformidad en la aplicación. La altura, el ángulo de salida y la distancia entre boquillas, son factores que pueden manejarse para lograr un traslape adecuado. Las boquillas de abanico plano deben ser colocadas en un ángulo de 12-15 grados con respecto a la barra o aguilón, para evitar que las gotas de los márgenes se unan y se distorsione así, el patrón de aspersión. Este tipo de boquilla se usa principalmente en la aplicación preemergente y postemergente de herbicidas a presiones de 30-40 lb/pulg^2. Las boquillas de inundación tienen un patrón de aspersión similar a las de abanico plano pero con ángulos más amplios (115-150º) y gotas más grandes que hacen necesario un 100% de traslape; adicionalmente, se recomienda colocarlas en un ángulo de 45º con respecto a la vertical para mejorar su uniformidad. Estas boquillas trabajan a presiones más bajas (15 lb/pulg^2), presentan menos riesgo de atascamiento debido al tamaño de su orificio y producen gotas menos sujetas a la deriva. Se recomiendan para aplicaciones de herbicidas preemergentes al suelo y fertilizantes líquidos. Por último, las boquillas cónicas producen gotas más pequeñas que llegan a las hojas de diferentes direcciones y proporcionan una mejor cobertura. Son más utilizadas para la aplicación de fungicidas, insecticidas y herbicidas de contacto, y se clasifican según su patrón, en boquillas de cono hueco y boquillas de cono lleno. Este tipo de boquilla puede tener dos piezas, por ejemplo los discos que requieren de un nebulizador o una pieza, como algunas versiones modernas. También existen boquillas de cono ajustables, que pueden producir desde un chorro hasta un cono hueco con gotas pequeñas; a pesar de que presentan esta facilidad, su uso no se recomienda porque es difícil mantener una calidad constante en la aplicación y se desajustan con facilidad, especialmente cuando han sido utilizadas por largos períodos.

Calibración. El desempeño de un plaguicida, depende en gran medida, de la aplicación adecuada de una determinada cantidad de ingrediente activo. Calibrar un equipo aspersor significa determinar su descarga por unidad de superficie y así poder realizar una dosificación correcta del producto. Tanto los equipos nuevos como los usados, deben ser calibrados periódicamente. El primer paso de la calibración es la revisión del equipo, el cual debe estar limpio, libre de fugas y funcionar adecuadamente. El segundo paso es escoger la boquilla adecuada para el trabajo a realizar (después de estos pasos se deben seguir los procedimientos señalados más adelante).

Tres variables afectan la cantidad de caldo (mezcla del vehículo + plaguicida) aplicado por área: la descarga de la boquilla, la velocidad de avance y el ancho de franja. La descarga de la boquilla depende del tamaño del orificio que posee y de la presión de trabajo. El caudal de la boquilla aumenta según la raíz cuadrada de la presión, de tal manera que para duplicar la descarga, se debe aumentar cuatro veces la presión. Por esta razón, no se puede pretender hacer cambios importantes en el volumen de aplicación variando únicamente la presión. En el caso de las aspersoras manuales, en las que tampoco se puede variar mucho la velocidad de avance, lo más aconsejable es cambiar de boquilla.

Cuando se utiliza una aspersora manual se debe tener un ritmo de palanqueo cómodo y uniforme que evite variaciones en la presión. La velocidad de avance tiene que permitir al operador adaptarse a las condiciones del campo sin tener que realizar esfuerzos innecesarios; la velocidad normal de aplicación con una aspersora manual es de alrededor de 1 m/seg. El ancho de franja efectivo de la boquilla también afecta la calibración. Si se duplica el ancho de franja de la boquilla, se reduce en 50% la cantidad de caldo aplicado por área.

Dosificación. Una vez determinado el volumen de aplicación, se debe calcular la concentración del plaguicida, para lograr la dosis deseada por hectárea. Esto se obtiene dividiendo la dosis del producto (kg ó l/ha) entre el volumen de aplicación. Por ejemplo, si el volumen de aplicación es de 200 l/ha y la dosis del producto es de 3 kg/ha, su concentración en el caldo de aplicación deberá ser de 15 g/l. Si la aspersora tiene un tanque con capacidad para 16 litros, la cantidad correcta es de 240 g/bomba.

Aplicación general. La calibración para una aplicación general (sobre toda la superficie del suelo) se puede efectuar aplicando en una área ya definida, para posteriormente determinar el volumen gastado y calcular el volumen que se requiere en una hectárea. Si tomamos como ejemplo la aplicación general de un herbicida preemergente en una plantación joven de café sembrada a 1m x 2 m, el procedimiento a seguir es el siguiente:

Revisar que el tanque y la cámara de compresión de la bomba estén completamente vacíos, poner en el tanque de la bomba un volumen de agua determinando (10 l) y luego aplicar a una longitud ya determinada de calle de café (100 m). Una vez concluida esta aplicación, se mide el volumen de agua sobrante y se determina el volumen gastado, restándolo del volumen inicial. Por ejemplo, si se gastaron 6 l de agua en 100 m de calle de café (200 m²), entonces el volumen de aplicación se puede calcular con la siguiente relación o regla de tres:

$$\frac{6\ l}{200\ m^2} \times \frac{10000\ m^2}{ha} = 300\ l/ha$$

Otra alternativa para alcanzar este cálculo es el método indirecto. Con éste, se mide la descarga de la bomba (l/min) recogiendo en un recipiente el agua expulsada durante un minuto y midiéndola con una probeta (repetir al menos 3 veces y obtener promedio), luego se mide el tiempo tardado en aplicar el área marcada y se calcula lo que se tardaría en aplicar una hectárea. Por ejemplo, si la bomba descarga 0,5 l/min y el operador tardó 12 minutos en aplicar los 200 m² (600 min/ha), entonces el volumen de aplicación sería:

$$\frac{600\ min}{ha} \times \frac{0{,}5\ l}{min} = 300\ l/ha$$

Este método supone que la presión se mantiene uniforme y que la llave de paso se mantiene abierta durante todo el tiempo de aplicación. Debido a que no siempre ésto se cumple, normalmente se prefiere el método directo.

Aplicación alrededor del árbol. En cultivos sembrados a distancias amplias (cítricos, mango, palma aceitera y árboles forestales), los herbicidas se aplican normalmente, en un círculo alrededor de la planta (plato, rodaja, comal, círculo). En este caso, el primer paso de la calibración es el cálculo del área aplicada por planta, para lo cual se utiliza la fórmula **Area (m²)** $= \pi r^2$, en donde π es la constante 3,1416 y **r** es el radio del círculo aplicado en metros. El segundo paso es la aplicación en un número determinado de rodajas (en la mayoría de los casos 20 es suficiente) y la determinación del volumen empleado en ellas. Con estos dos datos y conociendo el número de plantas por hectárea se puede calcular el volumen de aplicación.

Ejemplo: Si se desea aplicar un herbicida a la rodaja (r = 1,5 m), en una plantación de mango sembrada a 8 m x 6 m (208 árboles/ha) y se gastaron 4 l de agua en 20 rodajas, el volumen de aplicación se puede calcular de la siguiente manera:

Area de una rodaja: $3{,}1416\ (1{,}5)^2 = 7{,}07\ m^2$

Area aplicada en las 20 rodajas:

$7{,}07\ m^2 \times 20 = 141{,}4\ m^2$

Volumen de aplicación:

$$\frac{4\ l}{141{,}4\ m^2} \times \frac{10000\ m^2}{1\ ha} = 283\ l/ha$$

Este volumen de aplicación corresponde a una hectárea de rodajas, o sea, área útil aplicada y no a una hectárea de plantación. Por tanto, en una hectárea de plantación de mango se estaría aplicando a 1463,5 m². Esto es importante para calcular la cantidad de producto que debe comprarse. Es importante también señalar que cuando el tronco del árbol es grueso, es necesario restar el área ocupada por éste, del área total de la rodaja; para ésto se utiliza útil la fórmula: $\mathbf{A} = \pi(\mathbf{P}/2\pi)^2$ donde **A** es el área (m²) del tronco, **P** es el perímetro del tronco (m) y π es

3,1416. Así por ejemplo, si el tronco de los árboles de mango tienen un diámetro de 0,9 m se debe rebajar 0,064 m^2 a los 7,07 m^2 de la rodaja.

Aplicación al follaje de los cultivos. A diferencia de un herbicida preemergente, para el cual la dosis se da en l ó kg/ha, la cantidad de fungicida o insecticida necesaria para proteger el follaje de un cultivo, depende del tamaño de las plantas. En otras palabras, no se debe aplicar la misma dosis por hectárea de un fungicida a plantas de tomate recién trasplantadas, que a una plantación de tomate en producción. En estos casos, es mejor preparar el caldo de aplicación con la concentración (g ó ml/l) que recomienda la etiqueta, de esta manera, la dosis por área se ajusta automáticamente, ya que el volumen de caldo empleado dependerá de la cantidad de follaje presente en el cultivo. La utilidad de la calibración en estas condiciones es asegurar una buena calidad de aspersión y el permitir estimar la cantidad de producto que se debe comprar. El procedimiento de calibración es es el de aplicación a una longitud determinada de hilera de cultivo (100 m) y el cálculo del volumen necesario para asperjar una hactárea. La cantidad de metros lineales de cultivo presentes en una hectárea se puede calcular con la fórmula **L (m) = 10000/ dh**, en donde **dh** es la distancia (m) entre hileras de cultivo. En una hectárea de tomate sembrado a 1,5 m entre hileras hay 6667 m lineales de cultivo, de tal manera que si en 100 m gastamos 7,5 l de agua, el volumen de aplicación sería de 500 l/ha.

Aplicación dirigida de herbicidas: parchoneo. La aplicación dirigida de herbicidas de acción postemergente es muy frecuente debido a la distribución de las malezas en parches. En este caso, al igual que con fungicidas aplicados al follaje, es recomendable dosificar por concentración. Las casas comerciales normalmente indican la concentración (%) en la cual se deben usar los herbicidas, según el tipo de maleza y su estado de crecimiento.

Para determinar el volumen de aplicación promedio, es aconsejable escoger una sección de la finca, que presente una infestación representativa de malezas, aplicar a una área determinada y relacionar el volumen gastado con lo que se emplearía en una hectárea. De nuevo, ésto permite ajustar la canlidad de la aspersión y estimar la cantidad total de producto que será necesaria para la aplicación.

LITERATURA CONSULTADA

BODE, L.E. 1987. Spray application technology. *In* Methods of applying herbicides (Monograph 4). Ed. by C.G. McWhorter, M.R. Gebhardt. Illinois, Weed Science Society of America. p. 85-110.

MATTHEWS, G.A. 1992. Pesticide application methods. 2ed. Essex, England, Longman Scientific& Technical. 405 p.

PITTY, A.; MUÑOZ, R. 1990. Guía práctica para el manejo de malezas. Honduras, El Zamorano. 223 p. (Publicación DPV-EAP #337).

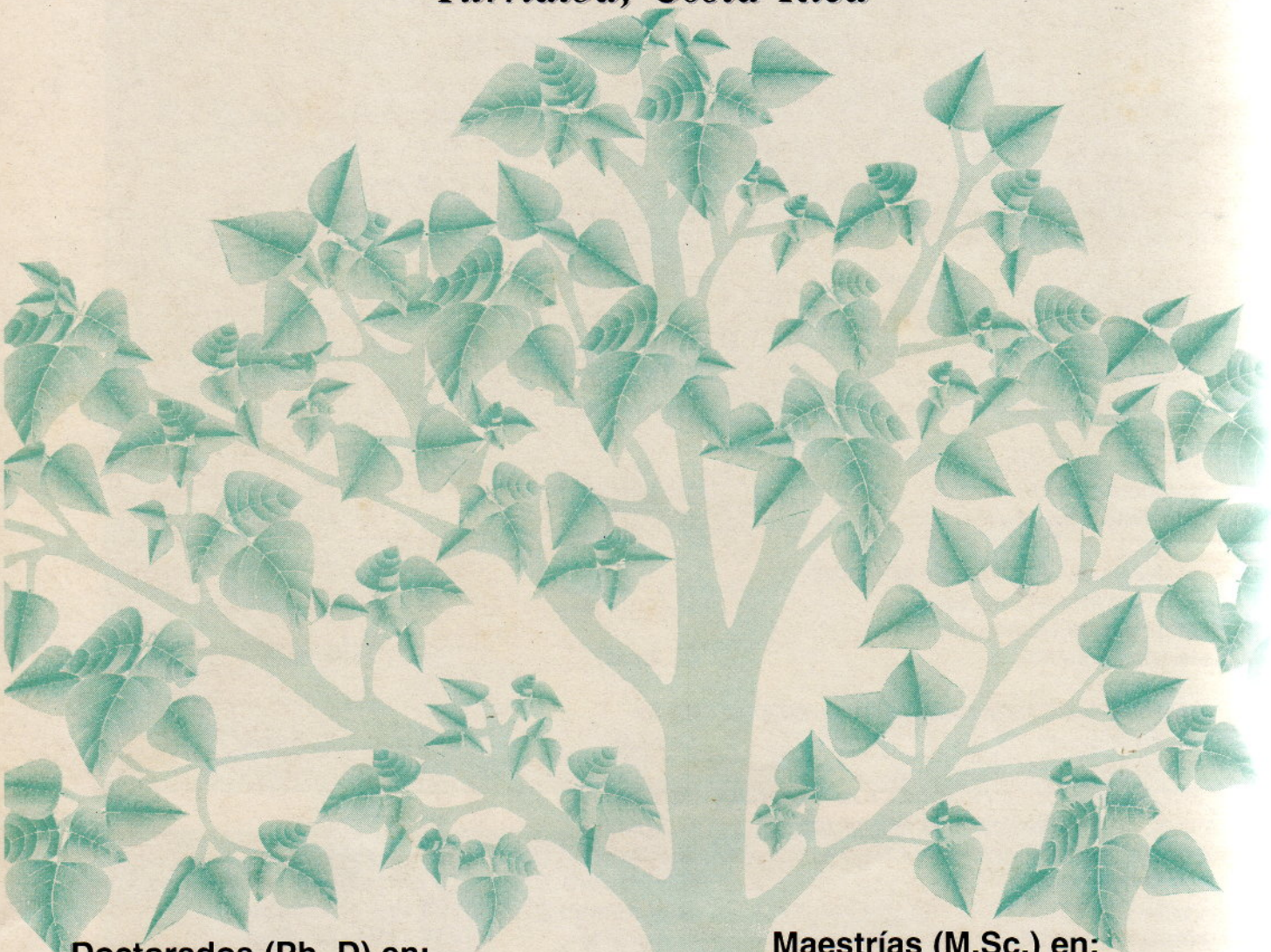
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)

PROGRAMA DE ENSEÑANZA (EDECO)
AREA DE CAPACITACION

CURSOS ESPECIALES Y ESTRATEGICOS
AÑO 1996

SISTEMAS AGROFORESTALES Y CUENCAS HIDROGRAFICAS		
Rehabilitación de Cuencas Hidrográficas	(J.Faustino)	17-28 junio
Sistemas de Información Geográfica	(S.Velásquez)	1- 19 julio
Desarrollo de Sistemas Agroforestales	(D.Kass)	1 julio - 20 setiembre
CULTIVOS TROPICALES		
Biología Molecular y sus Aplicaciones en la Conservación de Germoplasma	(J.Vincent E.)	22 abril- 3 mayo
Recursos Genéticos y su Utilización	(J.Morera)	30 set - 11 oct
Cultivos Seguridad Alimentaria	(M.Alvarez)	14 - 25 octubre
FITOPROTECCION		
Control Biológico de Plagas	(M.Carballo)	22 julio - 2 agosto
Estados Inmaduros de Insectos	(D.Coto)	4-20 noviembre
MANEJO SILVICULTURA Y BOSQUES		
Silvicultura y Manejo de Bosques	(J.Zamora)	12 febrero -22 marzo
Planificación de Estrategias para la Extensión Forestal	(C.Rivas)	16-27 setiembre
MANEJO Y CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD		
Areas Protegidas	(J.Villa)	15 abril - 17 mayo
ECONOMIA DE LA PRODUCCION Y CONSERVACION		
Formulación y Evaluación de Proyectos	(J.Aguirre)	10 - 21 junio
Análisis de Impacto Ambiental	(S.Schultz)	2 - 13 setiembre
Mujer y Desarrollo	(C.Fassaert)	7 oct. - 29 noviembre
Forestería Comunitaria	(J.Karremans)	23 set. - 4 octubre
Gerencia Ambiental	(J.Aguirre)	18 - 29 noviembre
INFORMATICA Y COMUNICACIONES		
Formación Base de Datos	(A.M.Arias)	20 - 29 mayo
Análisis Estadístico en Agricultura con Software SAS (1)	(P.Ferreira)	3 -7 junio
Análisis Estadístico en Agricultura con Software SAS (2)	(P.Ferreira)	10-14 junio
Simulación y Sistemas de Expertos en la Agricultura	(J.Arze)	5-16 agosto
CURSOS ESPECIALES		
Planificación y Gestión Uso Múltiple e Integral de Recursos Forestales Tropicales	(E.Mies)	25 marzo-26 abril
Posgrado en Investigación y Desarrollo para Uso Agrícola Sostenible de Tierras Trópico Americano	(R.Moreno)	4 marzo-24 mayo
Mejoramiento Genético, Selección de Fuentes Semilleras y Manejo de Semillas	(L.F.Jara)	27 mayo - 4 junio

CATIE
ESCUELA DE POSTGRADO
Turrialba, Costa Rica



Doctorados (Ph. D) en:

Forestería
(Conjuntamente con Colorado State University)

Agroforestería
(Conjuntamente con University of Florida)

Maestrías (M.Sc.) en:

Sistemas de Producción Agrícola Sostenible

-Cultivos Tropicales
-Fitoprotección
-Sistemas Agroforestales

Manejo Integrado de Recursos Naturales

-Manejo de Cuencas
-Manejo de Conservación de la Biodiversidad
-Manejo y Silvicultura de Bosques
-Economía y Sociología Ambiental

Solicite información a:
Escuela de Postgrado
CATIE
Apartado Postal 7170 Turrialba
Costa Rica
Fax (506) 5560914/5561533
Tel. (506) 5561016/5566431
Email: posgrado@catie.ac.cr

J. G. ARTE IMPRESOS, S.A. TEL: 257-5259 / FAX: (506) 257-5260