

IMPACTO ECOLOGICO DE CULTIVOS HORTICOLAS NO-TRADICIONALES EN EL ALTIPLANO DE GUATEMALA

Charles MacVean,
Ronaldo Pérez,
Helda Morales
Centro de Estudios Agrícolas,
Instituto de Investigaciones

INTRODUCCION

En el altiplano de Guatemala la mayoría de agricultores conserva aún la producción tradicional de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), basada en un manejo con cantidades mínimas de fertilizantes y plaguicidas químicos. Sin embargo, desde hace algunos años, muchos pequeños productores han sustituido la milpa por hortalizas no tradicionales con fines de exportación, en busca de un mejor ingreso monetario. Las verduras de exportación incluyen el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), col de bruselas (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*), arveja china (*Pisum sativum*) y ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), cultivos que típicamente requieren de aplicaciones rutinarias de agroquímicos. Debido al clima propicio y mano de obra disponibles en el altiplano, Guatemala y otros países se han convertido en grandes surtidores hortícolas para Estados Unidos, sobre todo en épocas en que la producción interna de ese país no es suficiente para satisfacer su mercado. Según la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales de Guatemala (1993), los cultivos no tradicionales produjeron en 1992 alrededor de U. S.\$ 43 millones (incluyendo frutas, flores, verduras, especias, etc.), equivalentes a un 4% del ingreso total de divisas por exportaciones de Guatemala.

El objetivo del presente estudio es evaluar efectos ecológicos de las hortalizas no-tradicionales de exportación en las zonas tradicionalmente dedicadas al maíz, distinguiendo entre efectos debidos a diferentes especies de cultivos y a diferentes tipos de manejo; por ejemplo, la diferencia entre manejo con plaguicidas industriales vs. un cultivo sin estos plaguicidas (manejo orgánico). El estudio fue financiado por la Asociación para el Avance de las Ciencias Sociales en Guatemala (AVANCSO), que publicará, a principios de 1994, una versión más extensa y técnica del trabajo dentro de su serie "Textos de Debate"¹.

El problema

El mercado de exportación de hortalizas exige una alta calidad de producto, incluyendo una apariencia impecable, casi cosmética, en frutas y vegetales. Los gustos del consumidor dictan que pequeñas raspaduras o manchas causadas por insectos o enfermedades son inaceptables, aun cuando no interfieren con la calidad nutritiva del producto. Para cumplir con las normas, muchos productores emplean plaguicidas que controlen los insectos o enfermedades, sin respecto a la legalidad o toxicidad de los químicos. Aparte de los efectos tóxicos que estos compuestos pueden provocar en el ambiente local, algunos de los plaguicidas utilizados no están permitidos por la *Environmental Protection Agency* (EPA), que fija los niveles críticos en productos consumidos en Estados Unidos. Muchos de los plaguicidas empleados en Guatemala son de uso restringido, han sido cancelados, o no son tolerados en alimentos (Hoppin, 1991). Estos plaguicidas son motivo de inspección en los puertos de importación para detectar trazas, o residuos, de los químicos en los vegetales. El problema ha llegado al punto que tan sólo en los primeros seis meses de 1992 se registraron en Estados Unidos 296 retenciones de productos agrícolas guatemaltecos por residuos de plaguicidas, casi todas en arveja china. En parte, el problema se debe a que en Guatemala un 50% de las aplicaciones de pesticidas en cultivos no tradicionales violan los intervalos recomendados entre la última aplicación de plaguicidas y la cosecha² (Hoppin, 1991). Las detenciones en la frontera de Estados Unidos provocaron pérdidas económicas estimadas en casi US \$10 millones (Proyecto de Desarrollo Agrícola, 1992). Es irónico que las técnicas empleadas por el agricultor para asegurar la calidad de su producto hayan tenido más bien la consecuencia de que éste sea rechazado.

¹ El informe completo sobre el estudio puede consultarse en el Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala.

² Estos intervalos establecen un tiempo prudencial desde la última aplicación de plaguicida, permitiendo que éste se degrade o elimine de la planta y no ponga en peligro la salud del consumidor.

De acuerdo con una investigación realizada por Trivelato y Wesseling (1992) a nivel centroamericano, los productores de cultivos no tradicionales emplean ahora más plaguicidas y tienen más problemas con las plagas que hace algunos años. Aunque los químicos no son la única manera de controlar las plagas de un cultivo, son la vía más sencilla y rápida, por lo menos a corto plazo. Con el tiempo, la resistencia evoluciona en las plagas, surgen problemas de contaminación y los plaguicidas se tornan indeseables e inefectivos. Los métodos de cultivo orgánico son una opción y pueden ser efectivos, pero requieren más conocimiento de la ecología del cultivo, mejor planificación y medidas a largo plazo que garanticen una buena nutrición de la planta y un control natural de plagas. Aunque pocos agricultores utilizan métodos orgánicos, esta tecnología está recibiendo más atención porque elimina los riesgos de contaminación por químicos, tanto en el producto comestible como en el suelo y el agua de las zonas productoras.

Los problemas asociados con el control químico de las plagas, así como una serie de críticas sociales y económicas, han hecho de los cultivos no tradicionales un asunto muy controversial en los últimos años (AVANCSO/PACCA, 1992). Nuestro estudio enfoca únicamente aspectos biológicos y agronómicos, tales como la prevalencia de plagas en el maíz tradicional y dos de los cultivos denominados "no tradicionales", la arveja china y el brócoli. También documenta otros componentes ambientales de los nuevos cultivos, como efectos sobre biodiversidad y calidad del suelo. Nuestro objetivo es alimentar la controversia con datos cuantitativos para una mejor comprensión de la realidad ecológica de los cultivos no tradicionales.

Parámetros para la determinación de impacto ambiental

Dada la complejidad del agroecosistema³ resultaría imposible medir en forma directa el impacto total de una nueva tecnología o cultivo en el medio ambiente. La mejor opción para lograr el objetivo es medir algunos parámetros del ecosistema e interpretarlos como indicadores del efecto más amplio. Por ejemplo, en la evaluación del impacto de una tecnología o tratamiento químico en un ambiente particular, es común emplear mediciones de diversidad de artrópodos, grupo que incluye a las arañas y a los insectos. Estos reflejan en gran parte la diversidad total de organismos, ya que los insectos representan más del 54% de todas las especies conocidas en el mundo (Wilson, 1989). La manera más sencilla de medir biodiversidad consiste en determinar el número de especies presentes en una área

determinada; ésta es la medida de diversidad que usamos en este estudio. Al comparar la diversidad de un cultivo tradicional, como el maíz, con la del brócoli o arveja china en la misma zona geográfica, se puede sugerir el efecto que éstos han tenido. Si se encuentra que un nuevo cultivo está asociado con una menor diversidad que el cultivo tradicional de la zona, se puede deducir un efecto o "impacto" ecológico del nuevo cultivo. Por ejemplo, el uso excesivo de pesticidas generalmente da como resultado una reducción de la diversidad total de un ecosistema. En otros casos, aunque la diversidad se mantenga, la composición de especies se altera, de tal manera que pueden prevalecer las especies de organismos plaga y haber una disminución de especies benéficas. De hecho, este desbalance es común en sistemas agrícolas en los que se practican aplicaciones rutinarias de pesticidas (Metcalf and Luckman, 1982).

Con respecto a las hortalizas de exportación, la interpretación de impactos ecológicos debe contemplar, por lo menos, dos factores importantes. Primero, los nuevos cultivos pertenecen a diferentes familias y especies botánicas que los cultivos tradicionales, y por lo tanto tienen diferentes insectos, enfermedades y malezas asociadas. Es decir, las diferencias taxonómicas entre cultivos son un componente importante de las diferencias entre lo tradicional y lo no tradicional. En segundo lugar, como ya se mencionó, una misma especie puede ser cultivada de manera "química" u "orgánica", y esta diferencia de manejo puede producir efectos marcados en la diversidad del agroecosistema.

Además de los insectos, los nematodos, las lombrices, plantas asociadas y algunos organismos que causan enfermedades en plantas (fitopatógenos) también son abundantes, fáciles de coleccionar y poseen valor económico para el agricultor, ya sea dañino o benéfico; por ejemplo, los nematodos u hongos parasíticos pueden causar graves daños a las plantas. Por otro lado, las lombrices, a través de su acción digestiva y los túneles que cavan en el suelo, mejoran la calidad del mismo. Todos estos organismos son afectados por la introducción de nuevos cultivos, cambios en el manejo del cultivo y sobre todo por la aplicación de plaguicidas (Southwood, 1977). Por lo tanto, son útiles para detectar cambios positivos o negativos en el ecosistema, y así los empleamos en esta evaluación.

³Conjunto formado por el cultivo, sus condiciones ambientales, físicas y químicas, organismos que lo habitan y las relaciones entre todos estos componentes.

El término "plaga" se refiere a la población de un insecto, nematodo o microbio, cuando causa un daño económico en un cultivo (Metcalf y Luckman, 1982). La mayoría de plagas son especies llamadas "fitófagas" o "herbívoras", es decir que comen plantas. Por este hábito alimenticio es que pueden llegar a causar daño en un cultivo, aunque la gran mayoría de especies fitófagas son inofensivas. Cuando hay un equilibrio ecológico, las plagas son controladas en forma natural por muchos factores, entre los que figuran los llamados "enemigos naturales" u "organismos benéficos". Aquí se incluyen ciertas avispas, moscas, arañas y ronrones que se alimentan de las plagas, ya sea consumiéndolas directamente (depredadores) o colocando sus huevos en ellas y utilizándolas como recurso alimenticio para su prole (parasitoides). La abundancia relativa de herbívoros con respecto a organismos benéficos nos da un índice comparativo del "equilibrado" del sistema de cultivo.

DISEÑO Y METODOLOGIA

El trabajo de campo se ejecutó entre septiembre y noviembre de 1992, incluyendo localidades en los departamentos de Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango y Guatemala. El diseño incluyó a) comparaciones entre maíz, brócoli y arveja china, para medir diferencias entre especies de cultivos; y b) comparaciones entre cultivo orgánico y cultivo químico⁴ en arveja china y brócoli, para determinar efectos del tipo de manejo agronómico dentro de una misma especie de cultivo.

La investigación se realizó en parcelas de agricultores previamente seleccionadas como típicas de cada localidad, en términos de extensión sembrada, tipos de cultivo y manejo, recursos económicos, y otros factores. Para esta selección, fue valiosa la colaboración de AVANCSO, ALTER-TEC⁵ y ALCOSA⁶. Las parcelas experimentales, de 25 metros cuadrados cada una, se delimitaron en áreas sembradas y manejadas por el agricultor. En cada una de seis localidades se establecieron dos repeticiones de cada tratamiento, o sea, combinación de especie de cultivo y tipo de manejo. Por ejemplo, un tratamiento consistió en evaluar brócoli manejado con químicos, otro fue brócoli orgánico, un tercero fue maíz tradicional, etc.

Todas las variables que se mencionan a continuación se muestrearon en las mismas parcelas. Se contó con más de 19 indicadores de impacto, incluyendo factores bióticos y abióticos, pero no todos se discuten en este artículo. Entre los bióticos (vivos o biológicos), tenemos: niveles de plagas insectiles, enfermedades, nematodos fitoparásitos, lombrices, nematodos benéficos, plantas asociadas al cultivo,

arácnidos, insectos (totales, controles biológicos y fitófagos) y porcentaje de parasitismo en plagas. Los factores abióticos (físicos y químicos) se midieron principalmente en el suelo: cantidad de hojarasca, grado de erosión, materia orgánica, pH (acidez), minerales tóxicos como el aluminio, y niveles de nutrientes como el magnesio, calcio y potasio.

Las poblaciones de plagas insectiles y el daño por fitopatógenos se determinaron por muestreos visuales, en plantas elegidas al azar dentro de cada repetición. La presencia de enfermedades (hongos, bacterias y otros) se cuantificó visualmente, estimando el porcentaje del tejido de la planta afectado y los patógenos se identificaron en el laboratorio. Para determinar la biodiversidad se realizaron muestreos con red entomológica y se colocaron trampas en el suelo para atrapar artrópodos rastrojos diurnos y nocturnos. El diseño de trampas y metodología se basó en experiencias previas en evaluaciones de impacto realizadas en Guatemala, y en las recomendaciones de la literatura (Borror *et al.*, 1989; Boucek, 1988; Peterson, 1976; White, 1983; Yoshimoto, 1990).

Se tomaron muestras de suelo en cada parcela para detección de lombrices, nematodos plaga y benéficos. El suelo se extrajo en la base de la planta, de acuerdo con el procedimiento propuesto por Zuckerman *et al.* (1985). Las determinaciones químicas del suelo se realizaron en Agrilab, un laboratorio nacional especializado en este tipo de análisis.

Se hizo un ensayo preliminar (sin repeticiones) para comparar erosión en maíz y brócoli, en una parcela ubicada en San José Pinula (Guatemala), con pendientes desde 0% hasta aproximadamente 45%. Los dos tratamientos estaban colocados uno a la par del otro, de tal forma que las orientaciones e inclinaciones eran idénticas. Se siguió la metodología propuesta por Rice (1991): enterrar en cada parcela barras metálicas con 5 cm fuera del suelo, al inicio del experimento; dos semanas después, esta altura se midió de nuevo para obtener una estimación del suelo perdido. El experimento se realizó cuando el brócoli había alcanzado su máximo crecimiento, justo antes de la cosecha.

El análisis estadístico de los datos se hizo con el paquete SPSS 4.0 (SPSS INC., 1990). Para cada uno de los indicadores de impacto se probaron las hipótesis nulas correspondientes a los factores de interés (especie del cultivo y tipo de manejo), usando análisis de varianza con un diseño de bloques (Zar, 1984).

⁴ Manejo químico: aplicaciones rutinarias de agroquímicos, monocultivismo (siembra de un solo cultivo) y suelos libres de malezas; manejo orgánico: sin agroquímicos sintéticos, control de plagas con productos naturales, policultivo (combinación de cultivos en la misma parcela) y rotación de cultivos en el tiempo.

⁵ Alternativas Tecnológicas. Organización no-gubernamental que promueve la agricultura orgánica en Guatemala.

⁶ Alimentos Congelados, S. A. Compañía exportadora de hortalizas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al comparar las distintas especies de cultivos analizados por muestreo visual, el brócoli presentó el mayor número de plagas insectiles, seguido de la arveja china y el maíz (Fig. 1). El brócoli parece ser un cultivo inherentemente más atractivo para insectos plaga que el maíz o la arveja china. De hecho, los insectos seleccionan sus plantas hospederas de acuerdo con características químicas y físicas de la planta que los atraen y estimulan a alimentarse, y el brócoli posee características deseables para sus fitófagos. Como miembro de la familia de las mostazas (Brassicaceae), el brócoli produce aceites volátiles (derivados de la sinigrina) que sirven como potente estímulo específico para los insectos que se alimentan de esta planta (Harborne, 1982).

También es interesante el tipo de plagas que se encontraron en los diferentes cultivos y los daños que producen. En los policultivos maíz-frijol y maíz-haba se encontraron pulgones (Aphididae), tortuguilla del frijol (*Epilachna varvivestis*) y chicharritas (Cicadellidae); todos ellos causan un daño indirecto, ya que se alimentan del follaje de la planta y no de la mazorca o grano cosechado. En cambio, en la arveja china y el brócoli se encontraron especies que causan daños directos al producto cosechado: trips (Thysanoptera) en las vainas de arveja, gusano de la col (*Leptophobia aripa*) y palomilla del repollo (*Plutella xylostella*) en las cabezas o floretes del brócoli.

La Fig. 2 sugiere que, además de las diferencias debidas a la especie del cultivo, existen diferencias causadas por el tipo de manejo: en el caso del brócoli

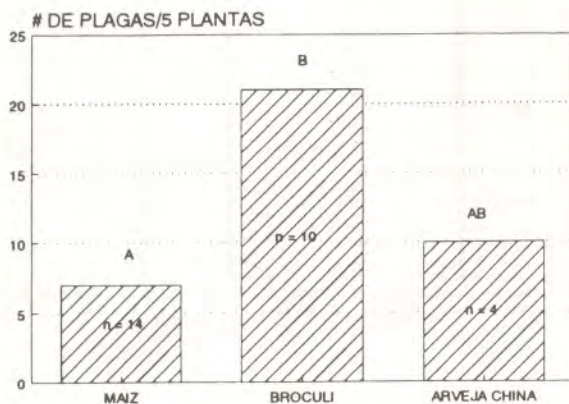


Figura 1. Plagas insectiles en distintos cultivos del altiplano, por muestreo visual. Las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $P > 0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 5 plantas examinadas en cada una.

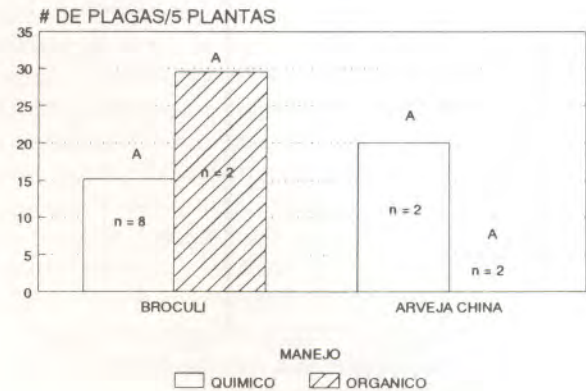


Figura 2. Plagas insectiles en brócoli y arveja china del altiplano, con manejo químico y orgánico, según muestreo visual. las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $P > 0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 5 plantas examinadas en cada una.

hubo mayor densidad de plagas en el manejo orgánico; por el contrario la arveja china presentó plagas sólo en el manejo químico. Las diferencias no son estadísticamente significativas, pero sugieren una interesante interacción entre el tipo de cultivo y el tipo de manejo. No es lo mismo hablar de producción orgánica (o química) en brócoli y en arveja china; esto, a su vez, señala que las generalizaciones sobre plagas en cultivos no tradicionales ocultan diferencias importantes.

Del muestreo con trampas de suelo y red entomológica obtuvimos el número de especies presentes en las parcelas, lo cual constituye una medida gruesa de biodiversidad (Fig. 3). El maíz y la arveja china orgánica tuvieron mayor número de especies de insectos que el brócoli (tanto orgánico como químico) y la arveja china química. La tendencia se mantuvo al analizar a los enemigos naturales y los insectos fitófagos. Estos resultados sugieren que el brócoli, a pesar de tener niveles relativamente altos de insectos plagas, es menos atractivo para especies de insectos en general. Esto concuerda con la presencia de sustancias químicas secundarias (sinigrina) en el brócoli, que son atrayentes específicos para algunos insectos, pero en general repelentes para la mayoría de especies (Harborne, 1982). Este efecto parece ser independiente del tipo de manejo utilizado en el cultivo, ya que la diversidad en brócoli orgánico es similar a la del brócoli químico. La alta diversidad encontrada en arveja china orgánica demuestra que un cultivo nuevo puede ser tan diverso como una milpa tradicional. Este resultado contradice la generalización expresada

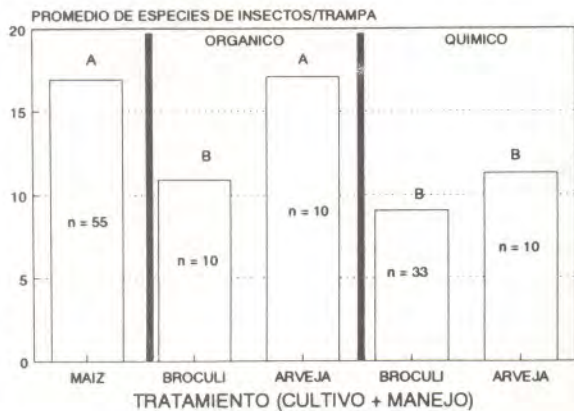


Figura 3. Especies de insectos en maíz, brócoli y arveja china del altiplano, con manejo químico y orgánico, empleando trampas de suelo y red. Las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $P > 0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 3 trampas y 100 barridas de red en cada una.

por AVANCSO/PACCA (1992) de que las exportaciones no tradicionales, y específicamente la arveja china, disminuyen la diversidad biológica.

Además de los aspectos químicos, otra razón por la que el maíz y la arveja poseen faunas insectiles más diversas son las diferencias estructurales. El maíz es una planta más grande y dura más tiempo en el campo que el brócoli o la arveja; tiene follaje cerca del suelo y aéreo, hojas viejas y jóvenes, lo que crea un mayor número de microhabitats. Por lo tanto, hay un mayor número de nichos ecológicos y mayor cantidad de fitófagos y enemigos naturales (Metcalf y Luckman, 1982). Por otro lado, la arveja china posee flores durante su ciclo de crecimiento, y el néctar de éstas es un nutriente atractivo para muchos insectos, incluyendo a pequeñas avispas parasitoides. El brócoli no presenta flores durante el ciclo de cultivo porque necesita ser cosechado antes de desarrollarlas plenamente.

Los datos de las colectas por red y trampas también se emplearon para calcular la proporción de fitófagos a enemigos naturales en los distintos tratamientos, o sea, el número de herbívoros por cada enemigo natural (número de individuos, no especies). Donde se encuentra una proporción elevada, se espera que el potencial de los enemigos naturales de regular o controlar a los fitófagos (control biológico) es relativamente bajo, y viceversa. La Fig. 4 muestra que las proporciones más altas de fitófagos se dan en el brócoli (orgánico o químico) y en la arveja china química. El maíz y la arveja china orgánica presentan proporciones más bajas de fitófagos, o sea que tienen relativamente más abundancia de enemigos naturales. Aparentemente, el brócoli no es atractivo para los

controles biológicos, pero sí lo es para los fitófagos, entre los cuales se encuentran las plagas. Los datos de la arveja china indican nuevamente la gran importancia del factor de manejo, y que la arveja china orgánica no difiere significativamente del maíz tradicional en su proporción de fitófagos a carnívoros. La diferencia en la abundancia relativa de fitófagos entre cultivo orgánico y químico puede deberse a que los pesticidas estén eliminando desproporcionalmente a enemigos naturales, un proceso bien conocido en otros agroecosistemas (Van den Bosch *et al.*, 1982).

Los arácnidos (arañas, ácaros) muestreados en este estudio son en su mayoría benéficos, ya que se alimentan de insectos fitófagos y plagas de los cultivos. Por tal razón, se considera positivo tener un mayor número de arácnidos en un cultivo dado. La Fig. 5 muestra que la diversidad de arácnidos fue baja en todos los tratamientos pero, aún así, se encontraron más especies de arácnidos en maíz y tratamientos orgánicos que en los químicos. Las diferencias principales son atribuibles al manejo del cultivo, no a la especie, e indican que los arácnidos son susceptibles a disminución debido a manejo con agroquímicos.

Los datos sobre presencia de enfermedades (Fig. 6) nos indican nuevamente que es difícil generalizar sobre lo ventajoso o desventajoso de los cultivos no tradicionales. En contraste con el patrón observado para plagas insectiles, los datos sugieren que el brócoli tiene una baja susceptibilidad al daño por enfermedades, independientemente del tipo de manejo. No puede decirse lo mismo de la arveja china

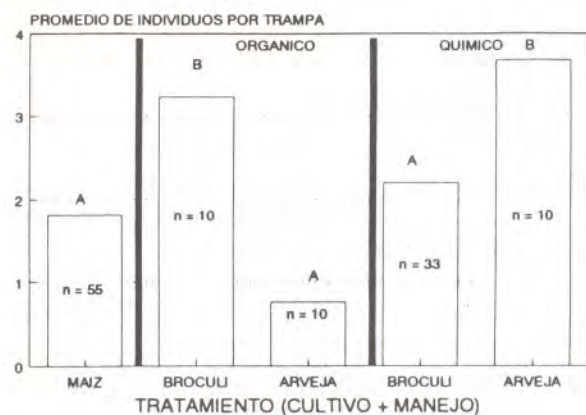


Figura 4. Proporción de fitófagos/enemigos naturales en maíz, brócoli y arveja china del altiplano, con manejo químico y orgánico, empleando trampas de suelo y red. Las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $P > 0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 3 trampas y 100 barridas de red en cada una.

manejada químicamente, ya que presentó un porcentaje de daño muy superior a los demás tratamientos, incluyendo el maíz. Una situación similar se aprecia con los nematodos fitoparásitos (Fig. 7) cuyos niveles más altos se dieron en la arveja china química. El manejo químico de arveja y brócoli presentó mayores poblaciones de nematodos que el orgánico.

Lo interesante de estos datos es que el uso de plaguicidas industriales, aplicados por el agricultor con el fin de lograr un control efectivo de enfermedades y nematodos parasíticos, no está asociado con niveles reducidos de las plagas en relación con el manejo orgánico. El manejo orgánico, a pesar de que no es común, parece ofrecer una mejor tecnología para controlar estos problemas. Es importante aclarar que el rubro de "manejo orgánico" no significa "no hacer nada", sino incluye toda una serie de métodos y procedimientos para lograr la nutrición de la planta y la prevención de ataques de plagas sin abonos ni pesticidas sintéticos. Es una tecnología compleja que requiere la siembra de plantas con propiedades nematocidas o insecticidas (por ejemplo la ruda y la flor de muerto), plantas que dotan de nutrientes al suelo al descomponerse, etc.

Finalmente, con respecto a parámetros del suelo, nos limitamos a presentar dos resultados importantes. Primero, el maíz presentó una cantidad de hojarasca mayor que el brócoli y la arveja china (Fig. 8); segundo, el brócoli perdió casi el doble de suelo

que el maíz en el ensayo de erosión (Fig. 9). La cantidad de hojarasca en un cultivo da un indicio de la materia orgánica que se está reciclando hacia el suelo y de la resistencia a la erosión del mismo. La materia orgánica, a su vez, proporciona nutrientes a la planta, captura metales tóxicos y mantiene una textura favorable para el crecimiento de la planta. En el maíz, tanto la mayor cantidad de hojarasca como el menor grado de erosión son probablemente la consecuencia del tamaño, longevidad y manejo de esta planta. Es decir, el maíz genera más follaje que la arveja o el brócoli, y las malezas de la milpa también desarrollan un mayor tamaño antes de ser destruidas por el agricultor. Esta biomasa es devuelta al suelo en forma de hojarasca que al descomponerse mejora la calidad del suelo. Los problemas de erosión en milpas tradicionales son bien conocidos; por lo tanto, es preocupante detectar aun mayor erosión en un cultivo no tradicional con auge en el altiplano guatemalteco.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados anteriores, se deduce que el tema de los efectos ambientales de los cultivos no tradicionales es complejo y no es fácil hacer generalizaciones. Los cultivos no tradicionales presentan mayores densidades de plagas y menor densidad de organismos benéficos que los maizales

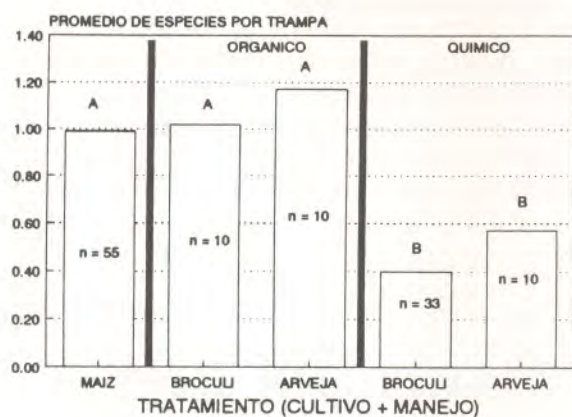


Figura 5. Especies de arácnidos en maíz, brócoli y arveja china del altiplano, con manejo químico y orgánico, empleando trampas de suelo y red. Las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $P > 0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 3 trampas y 100 barridas de red en cada una.

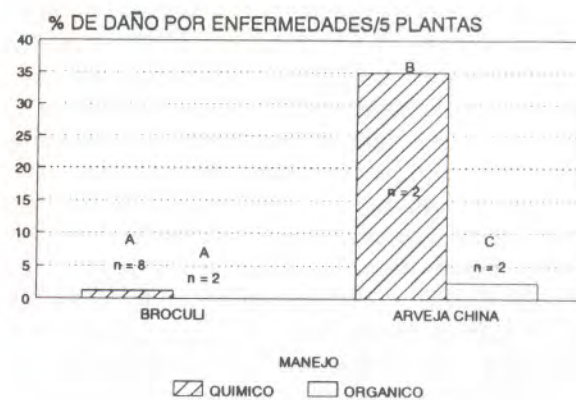


Figura 6. Daño por enfermedades en brócoli y arveja china del altiplano, con manejo químico y orgánico. Las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $P > 0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 5 plantas examinadas en cada una.

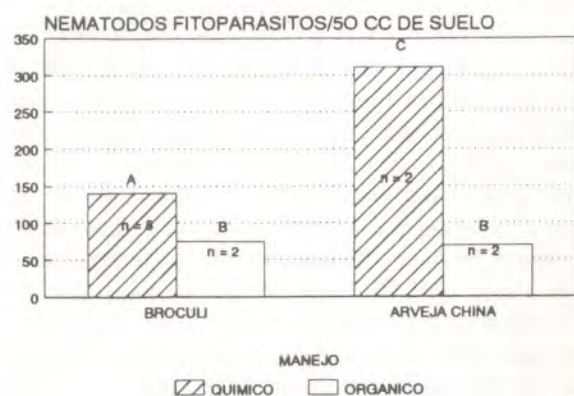


Figura 7. Nematodos fitoparásitos en suelo de brócoli y arveja china del altiplano, con manejo químico y orgánico. Las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $P>0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 3 muestras de suelo en cada una.

tradicionales, pero esto no es por causa de la "tradicionalidad" de la milpa. Estas diferencias se deben en algunos casos a la especie y estructura de la planta en cuestión, y en otros a las prácticas agrícolas con que se maneja.

Las hortalizas no tradicionales no presentan un patrón estereotipado de comparación con el maíz tradicional. Por ejemplo, es cierto que la arveja china bajo manejo "tecnificado" (plaguicidas químicos aplicados en forma calendarizada, eliminación de malezas, etc.) presentó niveles elevados de plagas con respecto del maíz. Sin embargo, lo contrario se encontró en arveja orgánica, lo cual sugiere que las técnicas de manejo son más importantes que la "tradicionalidad" del cultivo. De hecho, los datos sugieren que el manejo orgánico podría solucionar los problemas de detenciones fitosanitarias de la arveja. Hace falta realizar estudios económicos para determinar la rentabilidad del manejo orgánico de la arveja. Además, es muy importante realizar trabajos que documenten no sólo los niveles de organismos fitófagos, plagas y organismos benéficos, sino la magnitud de su efecto como plagas o benéficos en cada cultivo. Salvo el caso de enfermedades, el estudio que hemos realizado no incluye determinaciones de daño en las plantas, ni establece la densidad a la cual una plaga causa pérdidas económicas. Esta información es importante para interpretar mejor las diferencias en niveles de plagas, benéficos, etc., que hemos documentado entre una especie de cultivo y otra, y entre tipos de manejo agronómico.

A causa de la corta duración de este estudio, los resultados podrían variar en otras épocas del año. Además, este trabajo no constituye un juego de experimentos controlados ni se pretende establecer relaciones definitivas de causa y efecto. Sin embargo, este tipo de estudio permite hacer un reconocimiento ecológico general bajo condiciones reales de campo, identificar problemas, proponer soluciones y dar lineamientos para futuras investigaciones. Por ejemplo, bajo el rubro de cultivo "tradicional", se estudió principalmente el maíz. Deben investigarse los otros componentes de la milpa (frijol, güicoy) u otros cultivos que sean tradicionales en la zona.

Aparte de los aspectos ecológicos y agronómicos, hay que prestar atención a los problemas educativos y sociales. En algunos casos particulares encontramos que los agricultores están conscientes de que existen productos químicos venenosos y que algunos insectos son benéficos mientras otros son plagas. Sin embargo, las opiniones de los agricultores revelaron una falta general de conocimiento para identificar y distinguir entre diferentes plagas en sus cultivos, para el manejo de pesticidas y los riesgos correspondientes de salud y para la conservación de suelos. Es necesario que la asesoría a los productores acompañe el impulso de cultivos nuevos y que las prácticas agrícolas sean diseñadas para la región, tanto en sus aspectos ecológicos y agrícolas como sociales y económicos.

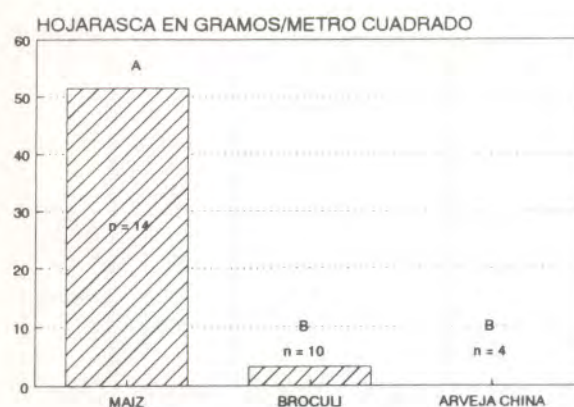


Figura 8. Hojarasca sobre el suelo de distintos cultivos del altiplano. Las columnas (medias) con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $P>0.05$). "n" representa el número de repeticiones, con 3 muestras de suelo en cada una.

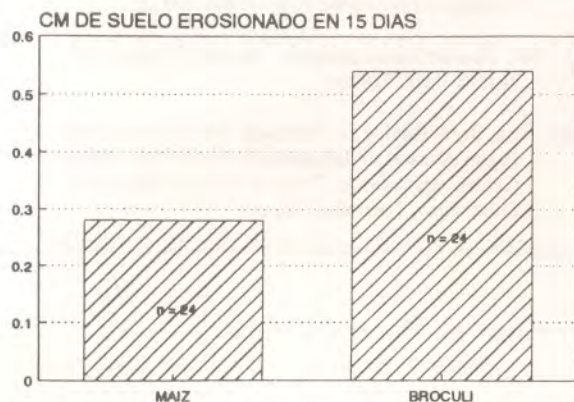


Figura 9. Suelo erosionado en una plantación de maíz y brócoli de San José Pinula, en condiciones similares de pendiente y otros. No hay análisis estadístico por falta de repeticiones.

Finalmente, debe entenderse que el concepto de "tradicional" es arbitrario y relativo a cada zona. Se trata de un espectro continuo entre lo antiguo y lo nuevo, ya que con el tiempo un cultivo, como el de arveja china, se volverá "tradicional" y algún otro será el nuevo. Las etiquetas de "tradicional" o "no-tradicional" son artificiales y, en muchos casos, poco útiles para determinar si un cultivo es deseable o no. Como hemos mostrado en este estudio, es esencial descomponer la etiqueta en factores específicos y diferenciar entre ellos; por ejemplo, la especie del cultivo, el manejo agronómico que recibe, y otros factores de importancia ecológica o social. El debate sobre lo apropiado o inapropiado de las "nuevas hierbas" en el desarrollo rural será más provechoso en la medida que se describan, evalúen e interpreten científicamente los fenómenos que ocurren en el campo.

LITERATURA CITADA

- AVANCSO/PACCA, 1992. Nuevos dilemas para Guatemala: agricultura no tradicional, ecología y globalización. Asociación para el Avance de las Ciencias Sociales en Guatemala. 8 pp.
- Borror, D., A. Triplehorn, and N. Johnson. 1989. *An introduction to the study of insects*. 6a ed. Saunders, Philadelphia. 875 pp.
- Boucek, Z. 1988. *Australasian Chalcidoidea (Hymenoptera)*. CAB International, Wallingford UK. 832 pp.
- Castañeda, O. 1991. *Formas de agricultura y características de la agricultura alternativa*. En: Memoria I Taller Nacional de Agricultura Orgánica. Helvetas (Fundación Suiza para el Desarrollo) y Altertec, Guatemala. pp. 27-33.
- Gremial de exportadores de productos no-tradicionales. 1993. Estadísticas. Guatemala.
- Harborne, J. B. 1982. *Introduction to ecological biochemistry*. 2a. ed. Academic Press. 278 pp.
- Hoppin, P. J. 1991. *Pesticide use on four non-traditional crops in Guatemala: policy and program implications*. Ph. D. Thesis, School of Hygiene and Public Health, Johns Hopkins University. Maryland. 274 pp.
- Jeavons, J. 1982. *How to grow more vegetables*. Ecology action of the mid-peninsula, Berkeley. 160 pp.
- Margulis, L. and R. Fester. 1991. *Symbiosis as a source of evolutionary innovation*. MIT Press, Cambridge. 454 pp.
- Metcalf, R. and W. Luckmann. 1982. *Introduction to insect pest management*. 2a. ed. John Wiley & Sons, Nueva York. 577 pp.
- Peterson, A. 1976. *Entomological techniques: how to work with insects*. Entomological Reprint Specialists, Los Angeles, 435pp.
- Proyecto de Desarrollo Agrícola. 1992. *Plaguicidas registrados por el EPA de uso general en cultivos no tradicionales de exportación*. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación G de G/USAID, Guatemala. 87 pp.
- Rice, R. 1991. *Observaciones sobre la transición en el sector cafetalero en Centroamérica*. Agroecología Neotropical 2:1-6.
- Southwood, T.R.E. 1977. *The relevance of population dynamic theory to pest status*. En: Cherrett, J. and G. Sagan (eds.) *Origins of pest, parasite, disease and weed problems*, pp. 127-138. Blackwell, Londres.
- Southwood, T.R.E. and M.J. Way. 1970. *Ecological background to pest management*. En: *Concepts of pest management*. R. Rabb and F. Guthries. N. Carolina State U., North Carolina. pp. 6-28.
- SPSS Inc. 1990. *SPSS/PC+, Statistical data analysis for the IBM PC/XT/AT and PS2*, Ver. 4.00. Chicago.
- Trivelato, M. and C. Wesseling. 1992. *Utilización de plaguicidas en cultivos no tradicionales en Costa Rica y otros países centroamericanos: aspectos ambientales y de salud ocupacional*. En: Mendizabal, A. y J. Weller (eds.) *Importaciones agrícolas no-tradicionales: promesa o espejismo?* pp. 163-179. CODESCA y PREALC (OIT), Panamá.
- UVG-AID-MOSCAMED-IICA. 1989. *Evaluación de impacto ambiental de Malathion en la costa sur de Guatemala: reporte técnico del análisis de diversidad y poblaciones de artrópodos*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 248 pp.

- UVG-ECOTECNIA. 1990. **Evaluación del impacto ambiental de Malathion en la costa sur de Guatemala: reporte técnico del análisis de diversidad y poblaciones de artrópodos.** Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 96 pp.
- Van den Bosch, R., P. S. Messenger and A. P. Gutiérrez. 1982. **An introduction to biological control.** Plenum Press. Nueva York. 247 pp.
- White, R. 1983. **A field guide to the beetles of north america.** Houghton Mifflin Company, Boston. 368 pp.
- Wilson, E. 1989. **Biodiversity.** National Academy Press, Washington. 521 pp.
- Yoshimoto, C. 1990. **A review of the genera of new world Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea).** Sandhill Crane Press, Gainesville. 166 pp.
- Zar, J. 1984. **Biostatistical analysis.** 2a. ed. Prentice-Hall, Nueva York. 718 pp.
- Zuckermann, B., W. Mai, y H. Harrison. 1987. **Fitonematología: manual de laboratorio.** Trad. N. Marbán. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. 248 pp.
-
-