Artículos

Calendarización, uso racional, sustitución y rediseño: una comparación entre horticultores orgánicos y convencionales en Costa Rica

Neidy Clavijo[1]
Cornelius Prins[2]
Vera Sánchez[2]
Gabriela Soto[2]
Charles Staver[3]

RESUMEN. El manejo de plagas tiene dos componentes: uno física y otro de información sobre cómo, cuándo y por qué usar el insumo físico. Las etapas propuestas en la evolución del manejo integrado de plagas —calendarización, uso racional, sustitución y rediseño— se basan en el uso cada vez mayor de información frente a una reducción en el uso de insumos externos. Al norte de Cartago, Costa Rica, se estudiaron tres grupos de horticultores (orgánicos, asistidos por el Ministerio de Agricultura y asistidos por casas comerciales) en relación con sus conocimientos del agroecosistema, sus estrategias de búsqueda de información, sus prácticas de manejo y el estado de salud de sus cultivos para determinar la progresión que mostraron entre las tres etapas del manejo integrado de plagas. Los tres grupos conocen las plagas y enfermedades mejor que los ciclos de vida y factores abióticos y bióticos en la red alimenticia. Los productores orgánicos tienen mayores conocimientos sobre la vegetación espontánea y la vida del suelo. El conocimiento individual del agricultor sobre el agroecosistema se correlacionó positivamente con su estrategia de búsqueda de información, sin diferencias entre los grupos. Las prácticas agrícolas utilizadas por cada agricultor también tienen una relación con su manejo conceptual del agroecosistema. No se registró una progresión fuerte de la aplicación calendarizada por etapa al rediseño del sistema. Los agricultores presentaron diferentes combinaciones de las cuatro etapas. La gran mayoría aún usa aplicaciones calendarizadas de insumos naturales o sintéticos. El estudio sugiere reenfocar el MIP de la tecnología misma a la persona que la aplica. Según los resultados, la sustitución y el rediseño podrían ser mejores alternativas para alcanzar sistemas de cultivos más sanos que el uso racional.

Palabras clave: MIP, uso racional de plaguicidas, hortalizas, agricultura orgánica, agroecología.

ABSTRACT. Calendarization, rational use, substitution and system redesign: A comparison between organic and conventional farmers in Costa Rica. Pest management is a combination of physical inputs and technical information about how, when and why they should be used. The proposed stages in the evolution of integrated pest management —calendarization, rational pesticide use, substitution and system redesign— represent an increase in the use of technical information with each progressive stage and a decline in outside inputs. This proposed progression was tested north of Cartago, Costa Rica, among three groups of vegetable growers— organic, advised by the Ministry of Agriculture and advised by commercial input distributors— by studying their understanding of the agroecosystem, information seeking strategies, crop management practices and the health status of the crop. The three groups were more familiar with pest and disease identification than with pest life cycles and the influence of abiotic and biotic factors in the food web. The organic growers had greater agroecological knowledge about spontaneous vegetation and soil ecology than the other two groups. An individual grower's agroecological knowledge was positively correlated with their strategy for seeking new information, although not by type of grower. A strong progression from calendarized applications by stage to system redesign was not registered. Growers presented different combinations of the four strategies. Most growers still use the routine application of inputs, whether natural or synthetic chemicals. The study suggests refocusing IPM from an emphasis on technology to the persons applying the technology.

Keywords: IPM, rational pesticide use, vegetables, organic agriculture, agroecology.

[1] CORPOICA, Bogotá, **Colombia.** n.clavijo@javeriana.edu.co
[2] CATIE, Turrialba, **Costa Rica.** prins@catie.ac.cr, sanchezv@catie.ac.cr, gabisoto@catie.ac.cr
[3] Biodiversity International, Parc Agropolis II, 35397, Montpellier, **Francia.** c.staver@cgiar.org

Introducción

En su inicio, los plaguicidas parecían ser una solución permanente a los problemas fitosanitarios (Andrews 2000). No obstante su gran efectividad inicial, cada vez se necesitan más aplicaciones, nuevos productos y técnicas de aplicación para que las pérdidas de rendimiento y calidad no se incrementen. En algodón y hortalizas, las aplicaciones cada 2-3 días han significado 20 aplicaciones o más por ciclo de cultivo (Murray 1994). El manejo integrado de plagas (MIP) surgió como respuesta a este uso excesivo de plaguicidas (Perkins 1982, Kogan 1998), el cual se fundamenta en recuentos de plagas y de daño según umbrales para así racionalizar las aplicaciones de plaguicidas durante períodos críticos del cultivo.

La base del MIP son los conocimientos ecológicos de las plagas (insectiles, enfermedades, vegetación espontánea, etc.) —su ciclo de vida y la influencia de factores ambientales, meteorológicos y biológicos sobre la dinámica poblacional— y del cultivo —etapas críticas, relación daño/rendimiento y diferencias varietales—. Entre los agricultores, este conocimiento ecológico se interpreta como la capacidad que tienen para observar lo que está pasando en sus campos año con año y ciclo tras ciclo y relacionarlo con sus conocimientos de los organismos en el plantío y sus relaciones con el cultivo, con las condiciones de tiempo, del terreno, de los terrenos vecinos, las prácticas que han aplicado y los resultados que han obtenido. Al final, "es entender el por qué de las cosas" (CATIE 2003).

La ampliación de los conocimientos ecológicos sobre los cultivos, sus plagas y su red alimenticia ha permitido versiones de MIP más allá del uso racional de plaguicidas sintéticos. En vez de depender exclusivamente de plaguicidas para el control de plagas, según Bird et ál. (1990) el MIP debe avanzar a una etapa de sustitución de plaguicidas por insumos biológicos y prácticas culturales mas benignas para el ambiente y el ser humano. Posterior a la sustitución, estos autores visualizan una etapa de rediseño del sistema de cultivos para reducir el uso de insumos a través de rotaciones diversificadas, cultivos y coberturas intercaladas, enmiendas y la diversificación de otras prácticas, incluyendo el manejo de los bordes del plantío (Altieri 1999).

Las prácticas de manejo de plagas tienen dos componentes: uno físico, y uno de información sobre cómo, cuándo y por qué utilizarlo (Ortiz 2001). La progresión planteada por Bird et ál. (1990) de calendarización, empleo racional, sustitución y rediseño se basa en el uso cada vez mayor de información frente a una reducción en el uso de insumos comprados. En este estudio sujetamos esta progresión a una prueba de campo. En los últimos 10-20 años, algunos agricultores han ampliado sus prácticas de manejo de plagas en respuesta a programas de extensión, oportunidades de mercado y la oferta de nuevas tecnologías. En la reorientación de sus prácticas de producción, ¿hasta qué punto estos grupos muestran la progresión de calendarización a uso racional y luego sustitución para llegar al rediseño de su sistema?

En el proceso de cambio de prácticas de producción, el agricultor sigue un ciclo de aprendizaje (Ortiz 2001, Staver y Wiegel 2004). Constantemente enfrenta las incertidumbres del clima, de las plagas, de los precios de insumos y del mercado (Staver 2003). Para defenderse, mantiene redes de consulta con otros agricultores, intermediarios, casas comerciales y extensionistas, rastrea la radio, los folletos, los libros y los periódicos y asiste a charlas y talleres (Prins 1999). Según su experiencia práctica y sus estudios, tiene un concepto o una estrategia para lograr buenas cosechas y ganancias. Así, el productor va identificando nuevas ideas y prácticas para probar en su finca. Cada nuevo ciclo de siembra también es una prueba de su experiencia y sus habilidades, que le permite ir afinando sus estrategias de producción (Staver 2001). Mediante la búsqueda de nueva información, experimentos en finca y prueba y error a lo largo de los ciclos de siembra, cada agricultor va planteando cambios. No solamente cambia sus prácticas, sino también sus criterios de decisión, su estrategia para obtener buenas cosechas y, posiblemente, cambia también sus redes de consulta y de información.

En este contexto, en el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos con tres grupos de horticultores de la zona norte de Cartago, Costa Rica:

- Determinar su nivel de conocimientos agroecológicos, ya que la progresión en MIP implica un uso cada vez mayor de información de este tipo.
- Explorar sus estrategias de rastreo de información y de generación de conocimientos.
- Cuantificar sus prácticas de producción y sus criterios para el uso de insumos y prácticas.
- Analizar hasta qué punto los conocimientos agroecológicos, las estrategias y las prácticas usadas se relacionaban entre sí y con el estado fitosanitario de los campos de producción.
- Categorizar cada agricultor según las etapas de MIP.

Cerramos el análisis con recomendaciones prácticas sobre una agenda de investigación y enfoques alternativos de capacitación que contribuyen a un MIP en el cual los agricultores hacen un mayor uso de conocimientos ecológicos.

Materiales y métodos

Las doce fincas de producción hortícola en el estudio están ubicadas entre Pacayas, Capellades y Cipreses en la zona norte de Cartago, en Costa Rica. Las dos primeras pertenecen al cantón Alvarado, a 1735 msnm, una temperatura promedio de 15 ºC y precipitación anual de 2313 mm. Cipreses se ubica en el cantón de Oreamundo, a 1453 msnm, su temperatura promedio es de 19 ºC, con una precipitación promedio anual de 1275 mm. Los suelos que predominan en las zonas son de origen volcánico en pendientes de moderadas a fuertes.

Se escogieron tres grupos de horticultores, con cuatro fincas cada uno, para lograr una amplitud de estrategias y tácticas de manejo de plagas: (i) ORG: producción orgánica-productores pertenecientes a la Asociación de Productores Orgánicos de la Zona Norte de Cartago (APROZONOC); (ii) MAG: producción convencional asistida por el Ministerio de Agricultura; y (iii) CC: producción convencional asistida por casas comercializadoras de agroquímicos.

Se elaboró una lista inicial de agricultores con las organizaciones contacto —MAG de Pacallas, Cipreses y Capellades, Casa Comercial ASOPAC y la Asociación de Productores Orgánicos de la Zona Norte de Cartago (APROZONOC)—. En las visitas preliminares, los agricultores fueron caracterizados por años de experiencia practicando agricultura, tamaño de la finca, condiciones climáticas, tipo de suelo y acceso a recursos. Además, cada agricultor indicó sus planes de siembra para la época seca que se aproximaba. De esta manera, se escogieron cuatro agricultores de cada grupo, con una experiencia de entre 10 y 20 años, con cierta semejanza socioeconómica y con planes de siembra que permitieran una logística de muestreo durante el período del estudio (cinco meses). Aun así, los agricultores orgánicos quedaron en la parte agroclimática más baja de la zona, con cultivos de zapallito (*Cucurbita pepo* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), mientras los otros dos grupos estuvieron en el rango agroclimático superior, con siembras de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) y repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.).

Manejo conceptual de los componentes del agroecosistema

Para cuantificar los conocimientos que el agricultor posee acerca del agroecosistema se elaboraron cinco grupos de preguntas acerca de suelo, plagas, organismos benéficos, vegetación espontánea y enfermedades, con preguntas individuales sobre identificación, ciclos de vida y condiciones que favorecían y desfavorecían el insecto o agente causal de enfermedades, acompañadas de láminas que incluían fotografías y muestras vivas. Cada respuesta dada por el productor fue calificada en una escala de ningún conocimiento (0) a excelente comprensión (1) con base en la respuesta y las explicaciones acompañantes. A partir de las calificaciones obtenidas realizamos comparaciones de medias utilizando ANDEVAS.

Estrategias de búsqueda de información y ampliación de conocimientos

Se llevó a cabo una encuesta semiestructurada enfocada en tres secciones: (i) fuentes de información a las que los productores acuden en caso de problemas fitosanitarios con sus cultivos; (ii) fuentes de información y asesoría para realizar experimentación; y (iii) clases y número de capacitaciones recibidas en el último año y el agente capacitador. Las respuestas fueron codificadas en forma numérica para llegar a una cuantificación de la intensidad de búsqueda de información (IBI):

$$IBI = \Sigma(\text{No. capacitaciones} + \text{fuentes de información} + \text{nuevos experimentos})$$

La escala permitió hacer una regresión entre los conocimientos agroecológicos y la IBI.

Prácticas agrícolas, criterios de decisión y sistemas de cultivos

En las visitas semanales que se realizaron a las fincas durante los ciclos de cultivo, se recopiló información concerniente a prácticas de saneamiento (químicas, culturales, biológicas), número de aplicaciones químicas o biológicas por cultivo, fertilizaciones, enmiendas, densidades de cultivos, insumos utilizados y frecuencia de uso y control de vegetación espontánea. También se observó lo que sucedía en el resto de la finca. En una entrevista final con el productor, se indagó cada una de las prácticas realizadas a lo largo del ciclo del cultivo en forma ascendente (¿qué hacemos?), así como los insumos que se utilizan (¿con qué?), frecuencias, dosis, distancias (¿cómo lo hacemos?) y los criterios en los cuales se basan para la toma de decisiones (¿por qué lo hacemos?). La información recopilada fue codificada numéricamente como en el caso anterior, otorgándole un valor de 0 cuando no se realizaba y un valor de 1 cuando se ejecutaba. De la misma manera se cuantificaron y tabularon el número e intervalos de aplicaciones tanto de fertilizante, fungicida y herbicida como los criterios para la toma de decisiones. Finalmente, se diseñó una categorización numérica para cada alternativa de producción con base en la clase de insumos y criterios para la toma de decisiones que las caracteriza, lo cual permitió ubicar a los productores de los cuatro sistemas

Cuadro 1. Escala de insumos y criterios para clasificar agricultores según las cuatro alternativas de producción

Actividad	Calendarización (0,25)	Uso racional (0,50)	Sustitución (0,75)	Rediseño (1)
Preparación del terreno	El mismo tipo de laboreo para todos los cultivos. Uso de maquinaria agrícola.	Tipo de laboreo según el cultivo. Uso de maquinaria o tracción animal.	Tipo de laboreo según el cultivo y la presencia de plagas en el suelo; preparación mecánica y manual.	Laboreo mínimo o nulo para mejorar las condiciones del agroecosistema como hábitat.
Criterios para el control de plagas	Intervalo fijo de aplicación (cada 8 o cada 15 días).	Aplicaciones con base en recuentos y umbrales de daño de plagas.	Aplicaciones con base en recuentos y umbrales para plagas y benéficos.	Aplicaciones basadas en recuentos de organismos benéficos y plagas durante y fuera del ciclo de cultivo.
Insumos para el control de plagas	Plaguicidas tóxicos de amplio espectro y mezclas de fungicidas e insecticidas.	Plaguicidas específicos y de baja toxicidad y uso reducido de mezclas.	Uso de productos orgánicos, menos tóxicos para organismos benéficos y el medio ambiente.	Uso de rotaciones, cultivos en asocio, descanso, enmiendas al suelo, bordes como hábitat.
Criterios para fertilización	Productos y dosis rutinarias, sin considerar tipo de cultivo y requerimientos del suelo.	Aplicación según los requerimientos del cultivo y con base en un análisis edáfico.	Aplicación según los requerimientos del cultivo y con base en un análisis del suelo.	Aplicaciones para nutrir la planta, reponer los nutrientes del suelo y mejorar su salud.
Insumos para fertilización	Fertilizantes sintéticos en mezclas de nutrientes.	Fertilizantes de nutrientes individuales.	Abonos orgánicos, coberturas verdes.	Abonos orgánicos, coberturas verdes.
Manejo de vegetación espontánea	A lo largo del ciclo de cultivo, para eliminar vegetación espontánea totalmente.	Solamente en períodos críticos.	Solamente en períodos críticos y en función del daño de cada hierba.	Vegetación espontánea como hábitat de otros organismos con control selectivo contra dañinas.
Insumos para el control de vegetación espontánea	Herbicidas químicos en mezclas y amplio espectro.	Herbicidas químicos dirigidos.	Eliminación mecánica, manual, rotaciones y coberturas para efecto a corto plazo.	Eliminación mecánica manual, rotaciones, coberturas con metas a mediano plazo.
Registros	No se llevan registros.	Registros de insumos y plagas.	Registros de insumos, plagas y organismos benéficos.	Registros amplios, incluyendo plagas y benéficos dentro y fuera del plantío y del ciclo y del suelo.
Distribución de cultivos en el tiempo	Monocultivos, sin criterio de control de plagas.	2-3 familias de cultivos en función de control de plagas.	4-5 familias de cultivos en función de control de plagas y benéficos.	Más de 5 familias en el agroecosistema, en función de hábitat aéreo y del suelo.
Distribución de cultivos en el espacio	Monocultivos, sin criterio de control de plagas.	Más de dos familias de cultivos en función de control de plagas.	Más de cuatro familias en función de control de plagas y benéficos.	Más de 5 familias en el agroecosistema, en función de hábitat y calidad biológica del suelo

en el nivel correspondiente de manejo (Cuadro 1). Se completó una regresión de los conocimientos frente a las prácticas utilizadas.

Diagnóstico de sanidad del cultivo y el terreno

En cada finca en un plantío se estableció una parcela de muestreo de 30 × 30 m^2, donde se evaluó semanalmente el vigor de cultivo, la incidencia y severidad de plagas y enfermedades foliares y la biomasa por especie de la vegetación espontánea. Una vez durante el ciclo del cultivo se evaluó el banco de semilla en el suelo, el fraccionamiento de la materia orgánica del suelo, la biomasa microbiana y la presencia de lombrices. Los datos fueron analizados con un diseño irrestricto al azar en el tiempo. Con base en estos resultados, se elaboró una matriz que permitiera calificar las condiciones de cada componente del agroecosistema en las doce fincas evaluadas en función de una escala de 0–0,25 (malo); 0,26–0,50 (regular); 0,51–0,75 (bueno); y 0,76–1 (muy bueno). Se diferenció entre la sanidad actual y los factores relacionados con la salud futura del sistema. Se usó una regresión para analizar la relación entre las prácticas usadas y el estado del cultivo.

Resultados y discusión

Manejo conceptual de los componentes del agroecosistema

Los tres grupos de horticultores presentaron diferencias significativas en la conceptualización general de agroecosistema (p = 0,07), así como en los componentes suelo (p = 0,05) y vegetación espontánea (p = 0,02). En los tres casos, los productores ORG alcanzaron la calificación más alta (0,71, 0,77 y 0,74, respectivamente). Aunque no se encontraron diferencias estadísticas en el conocimiento de organismos benéficos, plagas y enfermedades entre los tres tipos de productores, las tendencias ubican a los ORG con mayores conocimientos. Aunque como un todo se observó un concepto más completo del agroecosistema entre los agricultores orgánicos, existen excepciones de productores MAG y CC que manejan bien el concepto (Figura 1).

El conocimiento de las enfermedades registró la calificación más baja para los tres grupos de agricultores. A pesar de que la mayoría de los productores identifica y diferencia el agente causal, fue evidente que manejan poca información sobre ciclos de vida, períodos críticos de la planta, hospederos alternos de los patógenos y los factores que propician el desarrollo de las enfermedades en sus sistemas (Cuadro 2). En general, los productores mostraron menos conocimientos sobre lo que no pueden observar directamente, como es el caso de ciclos biológicos de hongos o bacterias, hospederos alternos y hábitat para organismos benéficos. Aunque el conocimiento sobre vegetación espontánea no cabe en esta generalización, porque se supone que la naturaleza de la vegetación espontánea es más fácilmente observable, los agricultores MAG y CC fueron algo mas débiles en estos conocimientos.

Estrategias de búsqueda de información y ampliación de conocimientos

Se observaron diferencias significativas entre los tres grupos en cuanto a las fuentes de información para resolver sus problemas fitosanitarios, enriquecer su experimentación y capacitarse, aunque no se encontró una diferencia significativa en un índice combinado de los tres temas.

En la búsqueda de posibles soluciones a los problemas fitosanitarios, cada grupo tiene sus preferencias en cuanto a fuentes de información. Los CC recurren a las casas comerciales, la experiencia propia, al Ministerio de Agricultura y amigos y vecinos, pero no mencionan bibliografía como fuente de información. Los MAG consultan al Ministerio de Agricultura y luego a las casas comerciales; posteriormente recurren a su propia experiencia y en menor grado a vecinos y bibliografía. Los agricultores ORG mencionan a amigos y vecinos y experiencia propia como mayor fuente de información para resolver un problema fitosanitario dado, luego bibliografía y, en menor grado, al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), APROZONOC y casas comerciales. Las únicas diferencias estadísticas entre los tres grupos de agricultores fueron su frecuencia de consulta a casas comerciales y al Ministerio de Agricultura. Los ORG no consultan al Ministerio de Agricultura y recurren en un menor grado a casas comerciales, mientras que ambos constituyen las principales fuentes para los otros dos grupos (p = 0,01 y 0,07, respectivamente).

La experimentación entre los grupos de agricultores se resume en dos grandes grupos: prácticas orgánicas (aplicación de lombricompost, bioabonos a base de frutas, trampas de insectos, hongos fitopatógenos) y productos químicos (fungicidas, insecticidas, fertilizantes, herbicidas, hormonas de crecimiento). La experimentación de prácticas orgánicas es llevada a cabo en su gran mayoría por los productores ORG, quienes tienen como mayor fuente de información al INA (p = 0,003). Otras fuentes consultadas son la experiencia propia y, en menor proporción, la asesoría de APROZONOC y consultas bibliográficas, pero sin diferencias significativas con los otros dos grupos de agricultores. La experimentación con productos químicos es exclusiva de los MAG y CC, siendo las casas comerciales la fuente de información más importante (p = 0,003).

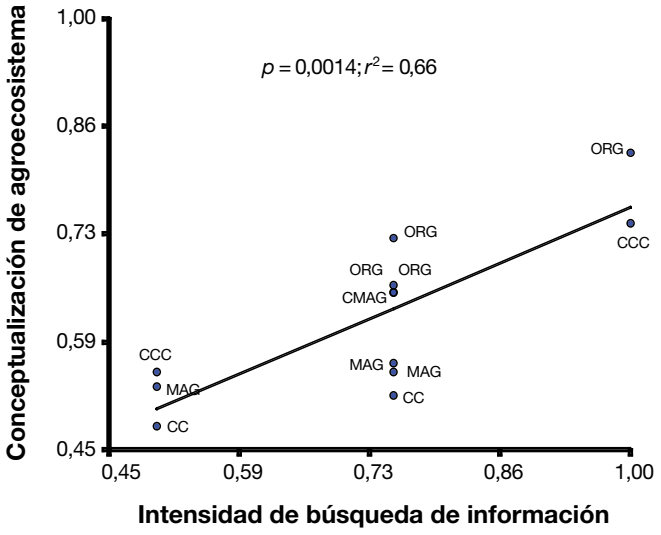

Figura 1. Relación entre la búsqueda de información y el manejo conceptual del agroecosistema entre los productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003. ORG = orgánicos; MAG = producción convencional asistida por el Ministerio de Agricultura; CC = producción convencional asistida por casas comerciales.

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tres grupos en cuanto al número total de capacitaciones, aunque en promedio los MAG fueron algo menos activos. Sin embargo, hubo diferencias en los tipos de capacitaciones. Los ORG participan en talleres y visitas a fincas ($p = 0{,}004$ y 0,003), mientras los CC asisten a charlas ($p = 0{,}03$).

Es interesante notar que los agricultores tienen diferentes combinaciones de actividades, algunos fuertes en experimentación y otros fuertes en asistencia a capacitaciones con muy poca experimentación (Cuadro 3). Los dos agricultores más activos en su búsqueda de información pertenecen a ORG y CC. Los tres agricultores menos activos son de CC y MAG. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tres grupos en el IBI.

Un análisis de regresión lineal mostró la relación entre la IBI y la calificación del manejo conceptual obtenida por los productores de los tres sistemas (Figura 1). Conforme aumenta el interés por buscar nueva información y ampliar el conocimiento, los niveles de conceptualización del agroecosistema también se incrementan. Los CC y MAG tienden a concentrarse hacia la parte inferior de la línea de regresión, quizás porque su fuente principal de información son las casas comerciales y el Ministerio de Agricultura, que ofrecen recomendaciones sobre la solución inmediata a la mayoría de problemas fitosanitarios sin abordar sus causas. Los ORG se van formando en talleres y visitas de finca, de manera más activa, y además cuentan con una mayor diversidad de fuentes de información.

Prácticas agrícolas, criterios de decisión y sistemas de cultivos

Se presentaron diferencias significativas en el tipo de insumo y las prácticas agrícolas empleadas por los tres grupos, especialmente en plaguicidas y deshierbes a través del ciclo y abonos en la siembra. Los agricultores ORG usaron insecticidas, fungicidas y abonos orgánicos, aunque también emplearon abonos químicos. Los agricultores MAG y CC usaron plaguicidas y abonos sintéticos en cantidades estadísticamente mayores frente a los de ORG. En cuanto a la diversidad de cultivos en la finca, los agricultores ORG presentaron una mayor diversificación de cultivos repartidos en los campos de la finca, ya sea en forma individual o asociada, en comparación con los otros dos sistemas, cuyos cultivos estaban únicamente en monocultivo (Cuadro 4). Entre los MAG y CC predominan las solanáceas y brasicáceas, familias de importancia comercial en la zona, y la distribución de algunos árboles frutales en los alrededores, que sirven para el consumo. Un comportamiento similar se observó en las rotaciones con una mayor diversificación de familias de cultivos en las fincas ORG.

Con base en la clase de insumos y los criterios que usan los productores para la toma de decisiones en cada sistema, se clasificaron en forma global las prácticas agrícolas que realizan, según la escala previamente establecida para cada alternativa de producción: calendarización, uso racional, sustitución y rediseño (Cuadro 2). Entre los 12 agricultores predomina la calendarización (56%), seguida por la sustitución (17%), el uso racional (15%) y el rediseño (12%). Seis de los agricultores aún practican la agricultura, principalmente a través de la calendarización, mientras los otros seis tienen estrategias diversas. Por ejemplo, Alexander del grupo CC emplea la calendarización y el uso racional, mientras Guido MAG utiliza el uso racional y la sustitución. Entre los ORG, Roberto y Evelio practican la calendarización, la sustitución y el rediseño, mientras Álvaro y Rafael están en la sustitución y el rediseño.

En cuanto a los criterios para aspersiones con insecticidas o fungicidas, en los tres sistemas los agricultores utilizan una estrategia de calendarización, lo cual señala que a pesar de que los ORG emplean productos amigables con el ambiente, realizan aplicaciones rutinarias, similares a los MAG y CC, sin considerar las densidades poblacionales de las plagas y los períodos críticos de las plantas. Para las fertilizaciones, un gran número aplica de forma calendarizada sin un previo análisis de suelos ni en función de las necesidades del cultivo, aunque una minoría emplea criterios de uso racional. El manejo de vegetación espontánea es quizás la práctica agrícola en la cual el *por*

Cuadro 2. Conocimientos de los componentes del agroecosistema de tres tipos de agricultores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003

Conceptos por componente	Sistemas		
	ORG	MAG	CC
Suelo	**0,77**	**0,65**	**0,60**
¿Cuándo un suelo es fértil?	0,60	0,50	0,50
Los nutrientes del suelo y sus funciones en la planta	0,50	0,50	0,65
Fuentes de nutrientes	0,70	0,60	0,70
¿Existe vida en el suelo? ¿Qué clase de vida ?	1,00	0,65	0,50
Efecto de los plaguicidas en el suelo	0,80	0,75	0,50
Descomponedores de material vegetal en el suelo	1,00	0,90	0,75
Organismos benéficos	**0,74**	**0,62**	**0,61**
Identificación visual de organismos benéficos	0,80	0,70	0,70
Concepto de organismo benéfico	0,90	0,60	0,75
Hábitat de organismos benéficos	0,75	0,65	0,50
Factores que influyen en el nivel de organismos benéficos	0,50	0,52	0,50
Vegetación espontánea	**0,74**	**0,38**	**0,56**
Concepto de vegetación espontánea	1,00	0,50	0,75
Identificación visual de vegetación espontánea	0,75	0,25	0,50
Hábitos de crecimiento	0,70	0,50	0,50
Formas de propagación	0,50	0,25	0,50
Plagas	**0,76**	**0,63**	**0,54**
Concepto de plaga	0,75	0,75	0,75
¿Cuándo un insecto se convierte en plaga?	0,60	0,50	0,25
Reconocimiento de plagas	1,00	1,00	1,00
Ciclo biológico de insecto plaga	0,75	0,50	0,25
Períodos críticos de daño en las plantas	0,75	0,50	0,50
Hospederos alternos de plagas	0,70	0,50	0,50
Enfermedades	**0,56**	**0,44**	**0,54**
Identificación del agente causal	0,75	0,75	1,00
Factores relacionados con su desarrollo	0,50	0,50	0,50
Períodos críticos de daño en las plantas	0,50	0,25	0,40
Hospederos alternos de enfermedades	0,50	0,25	0,25
Conceptualización general del sistema	**0,71a**	**0,57b**	**0,57b**

Notas: ORG = orgánicos; MAG = producción convencional asistida por el Ministerio de Agricultura; CC = producción convencional asistida por casas comerciales. Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la prueba de rango múltiple de Duncan.

qué y el *cómo* difieren entre los tres sistemas, pues los ORG suelen reconocer cuáles especies de la vegetación espontánea hay que eliminar, y cuáles se pueden dejar dentro del cultivo y en sus alrededores. Los ORG aplican el concepto de que la vegetación espontánea sirve como hospedera de insectos benéficos que pueden ayudar a regular las plagas y favorecer la estructura del suelo.

En lo concerniente a la diversificación de cultivos, los criterios en los tres sistemas obedecen en primer lugar a un estilo de comercialización y mercado. Los ORG venden su producción en ferias locales del agricultor en pequeñas cantidades cada semana, mientras los de MAG y CC venden a mercados de mayoreo. Los ORG justifican su estilo de producción también en sus convicciones ambientales, ya que consideran los beneficios ecológicos que éste tipo de arreglos conllevan para al agroecosistema y la comunidad. Sus criterios de rediseño son aún muy generales, sin abarcar un conocimiento de relaciones específicas entre plagas y controladores naturales, aunque superan en sus conocimientos a los CC y los MAG.

Al realizar el análisis de regresión entre las prácticas agrícolas y el conocimiento que el productor maneja, se obtuvo una relación altamente significativa, que muestra que a medida que los niveles de conocimientos agroecológicos del productor aumentan, sus prácticas pasan de la calendarización a las etapas sucesivas (Figura 2).

Cuadro 3. Intensidad de búsqueda de conocimientos agrícolas por productores de tres sistemas de producción en el norte de Cartago, Costa Rica, 2003 (1= intensidad alta; 0 = intensidad baja)

Productor y sistema	Capacitaciones	Fuentes de información	Experimentación	IBI
Orgánicos				
Roberto	5	4	2	1,00
Alvaro	2	3	3	0,75
Evelio	3	2	3	0,75
Rafael	2	3	1	0,75
Asistidos por el Ministerio de Agricultura				
Guido	1	3	3	0,75
Dagoberto	3	3	2	0,75
Manuel	0	2	2	0,50
Arturo	2	3	2	0,75
Asistidos por casas comerciales				
Alexander	5	3	2	1,00
Ronald	1	2	2	0,50
Francisco	1	2	2	0,50
Carlos	5	1	1	0,75

Notas: IBI = intensidad de búsqueda de información.

Diagnóstico de la sanidad del cultivo, vegetación espontánea y suelos

Las evaluaciones de vigor de cultivo, suelo, vegetación espontánea, incidencia y severidad de plagas que dan una visión de las condiciones de sanidad de los cultivos entre los horticultores de los tres sistemas de producción están presentadas con mayor detalle en Clavijo (2003). En este artículo se resumen en dos grupos: las variables biológicas en el presente, que muestran la condición de sanidad del cultivo directamente relacionada con el rendimiento y la calidad de la cosecha, y las variables que indican condiciones ecológicas futuras del sistema (Cuadro 5).

No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tres grupos de productores en cuanto a condiciones de sanidad del cultivo en el presente. Ocho campos se ubicaron en la categoría de buena sanidad de cultivo, con promedios entre 0,50 y 0,75. De estos, dos pertenecían al ORG, con los promedios más altos, tres al MAG y tres al CC. Los demás campos tuvieron una condición regular que fluctúa desde 0,25 a 0,50.

Las variables relacionadas a la condición futura, el banco de semillas de vegetación espontánea y las características ecológicas del suelo presentaron diferencias altamente significativas (p = 0,005) entre sistemas, donde ORG (0,75) tuvo los más altos promedios, seguido de CC (0,55) y finalmente MAG (0,35). Estos resultados permiten predecir de cierta manera el comportamiento futuro de estos agroecosistemas, por cuanto la mayor presencia de vegetación espontánea "benéfica" en el ORG traerá una mayor cantidad de insectos benéficos, protección de la superficie del suelo de la erosión con sus raíces o su cubierta foliar, retención de nutrimentos que podrían ser lixiviados del sistema y la adición de materia orgánica al suelo (Gliessman 2002). De la misma manera, la mayor presencia de lombrices garantiza una mejor aireación en el suelo, procesos eficaces de descomposición del material de desecho disponible, y la consecuente mejora en la estructura del suelo. La macromateria orgánica del suelo indica una mayor reserva de nutrientes disponibles para el cultivo. El análisis de regresión entre las prácticas agrícolas y las condiciones de los agroecosistemas mostró una relación positiva, aunque mayormente bajo la influencia de dos campos ORG con un buen estado de cultivo y numerosas prácticas en función de la salud del sistema.

En conclusión, los resultados indican que los horticultores con más conocimientos sobre el agroecosistema utilizan más prácticas MIP, entre uso racional, sustitución y rediseño del sistema de producción. Los agricultores con más conocimientos se caracterizan por su búsqueda más intensa y diversificada de nueva información. La relación entre el uso de prácticas de MIP y la sanidad del cultivo fue menos fuerte.

En general, los agricultores no tenían una comprensión detallada del agroecosistema. Presentaron buenas habilidades para la identificación de plagas y enfermedades, aunque muchos menos, conocimientos sobre ciclos de vida, relaciones depredador-presa, factores abióticos en la abundancia de organismos y la ecología del suelo. A pesar de estar presentes diariamente en sus campos observando la variabilidad del crecimiento del cultivo y la presencia

Cuadro 4. Familias de cultivos presentes en los planes de rotación y distribución en el espacio en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, en Costa Rica, 2003

Familias de cultivos	ORG		MAG		CC	
	Rotación	Espacio	Rotación	Espacio	Rotación	Espacio
Solanáceas	X	X	X	X	X	X
Brasicáceas		X		X		X
Liliáceas	X	X				
Quenopodiáceas	X	X				
Medicinales		X				
Leguminosas	X	X				
Frutales		X		X		X
Cucurbitáceas	X	X				
Asteráceas	X	X				
Crucíferas	X		X		X	
Umbelíferas	X				X	
Apiáceas	X					

Notas: ORG = orgánicos; MAG = producción convencional asistida por el Ministerio de Agricultura; CC = producción convencional asistida por casas comerciales.

de plagas, no manejaban un marco agroecológico para interpretar sus observaciones. Los productores ORG tuvieron un nivel significativamente mayor de conocimientos que los otros dos grupos, especialmente acerca de la vegetación espontánea y la vida del suelo.

Los tres grupos de agricultores usan fuentes diversificadas de información para ampliar sus conocimientos y así mejorar el manejo del cultivo. Los MAG y CC dependen de estas mismas fuentes para su información. Los ORG se capacitan en talleres y visitas de finca, lo que indica un uso de métodos más participativos que las charlas, mencionadas por los MAG y CC, aunque también acceden a información en las casas comerciales. Ninguno de los tres grupos usa materiales escritos para resolver sus problemas de plagas o para identificar prácticas alternativas.

No se percibe una progresión fuerte de aplicación calendarizada a uso racional y de ésta a sustitución y posteriormente al rediseño del sistema entre los agricultores. La gran mayoría de los CC, MAG y los ORG utilizan insumos según receta y calendario. El uso racional no se ubicó como un paso intermedio de calendarización a sustitución o rediseño del sistema. Los ORG emplean insumos orgánicos, pero los aplican con base en rutinas y dosis fijas. Para determinar hasta qué punto los agricultores que actualmente usan estrategias mixtas han ensayado con uso racional antes de pasar a las otras etapas es necesario contar con más información sobre los antecedentes que pueda ser incluida en el análisis.

En general, el estudio señala una reorientación de enfoques, de la tecnología misma a la persona que la aplica, su fuente de información y sus esfuerzos para aumentar sus habilidades y herramientas para manejar el cultivo, las plagas y su finca. Así, el agricultor está mejor preparado para enfrentar un futuro incierto en términos de mercados, tecnología y controles legales, un aspecto fundamental de la sostenibilidad.

El estudio también sugiere que, por su facilidad de implementación, la sustitución y el rediseño podrían ser mejores alternativas para alcanzar sistemas de cultivos más sanos que las tácticas de uso racional. Estas últimas

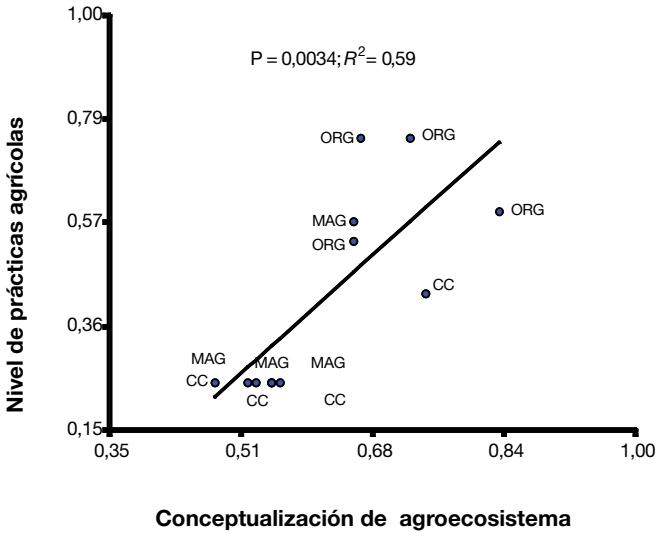

Figura 2. Relación entre el nivel de prácticas agrícolas, con la conceptualización del agroecosistema de los productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003. ORG = orgánicos; MAG = producción convencional asistida por el Ministerio de Agricultura; CC = producción convencional asistida por casas comerciales.

Cuadro 5. Valores otorgados para las condiciones de cada componente del agroecosistema en doce fincas al norte de Cartago, Costa Rica, 2003

Productor/ sistema	Presente						Futuro					
	Sanidad del cultivo			Vegetación espontánea (biomasa)		Promedio	Vegetación espontánea (banco de semilla)		Suelo			Promedio
	Vigor	Plagas	Enfermedades	Benéfica	Agresiva		Benéfica	Agresiva	Lombrices	MMO	BM	
Productores orgánicos												
Roberto	0,25	0,25	0,25	0,75	0,25	0,35	0,75	0,50	1,00	0,25	0,25	0,55
Alvaro	0,75	0,75	0,75	1,00	0,25	0,70	0,75	0,50	1,00	0,75	0,75	0,75
Evelio	0,75	0,25	0,75	0,25	0,25	0,45	1,00	0,25	0,75	1,00	0,75	0,75
Rafael	1,00	1,00	1,00	0,50	0,25	0,75	1,00	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75
Producción convencional asistida por el Ministerio de Agricultura												
Guido	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0.75	1,00	0,55
Dagoberto	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,55	0,25	0,25	0,25	0.25	0,25	0,25
Manuel	0,75	0,25	0,75	0,25	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,75	0,35
Arturo	0,25	1,00	0,75	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Producción convencional asistida por casas comerciales												
Alexander	0,25	0,25	0,75	0,25	0,25	0,35	0,50	0,50	0,25	1,00	1,00	0,65
Ronald	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,55	0,25	0,25	0,25	0,75	0,75	0,45
Francisco	0,75	1,00	0,75	0,50	0,25	0,65	0,50	0,50	0,25	0,75	0,75	0,55
Carlos	0,75	1,00	0,75	0,50	0,25	0,65	0,50	0,50	0,25	0,75	0,75	0,55

Notas: MMO = macromateria orgánica del suelo; BM = biomasa microbiana.

son intensivas en monitoreo, con criterios estrictos de decisión y dependencia de los plaguicidas, mientras que la sustitución y el rediseño cuentan con una mayor efectividad de procesos de control natural y se pueden aplicar aun en condiciones de bajo uso de plaguicidas.

Las particularidades de la zona de estudio en términos de los cultivos, la cercanía a grandes zonas urbanas y el alto uso de plaguicidas podrían limitar la aplicabilidad de las conclusiones, aunque pensamos que estudios con cultivos perennes y granos básicos van a presentar conclusiones similares, especialmente dada la importancia creciente de los mercados orgánicos. Señalamos que la metodología del estudio se podría mejorar en los siguientes temas:

- Adicionar una sección para probar el conocimiento que tienen los agricultores sobre plaguicidas, sus métodos de aplicación y sus efectos sobre la red alimenticia y la salud humana. En la versión actual la única pregunta sobre plaguicidas trata de su efecto sobre organismos del suelo.
- Seleccionar agricultores con un solo método de comercialización. En la zona del estudio los agricultores orgánicos no producen para el mercado de mayoreo y los convencionales no producen para la venta directa.
- Inventariar los materiales impresos por tema y fecha de adquisición de cada productor como una categoría adicional de la estrategia de búsqueda de información.
- Medir poblaciones de insectos benéficos en el cultivo y en los bordes como parte del índice de sanidad del cultivo.
- Reformular los criterios para las cuatro categorías de MIP (Cuadro 1) según el sistema de producción y la región en estudio. Aunque las cuatro etapas son aplicables, el tipo de cultivo y el rango de tecnologías varían. Este cuadro es medular a la forma de las conclusiones del estudio.

Las siguientes recomendaciones son relevantes para un enfoque de capacitación en apoyo a un manejo más efectivo y menos tóxico:

- La capacidad de los agricultores de usar el razonamiento agroecológico en el momento de tomar decisiones de manejo de plagas y del cultivo requiere fortalecimiento para los tres tipos de MIP. Enfoques de capacitación como la escuela de campo (Gallagher 1998) y el aprendizaje y experimentación por etapa del cultivo (CATIE 2003) emplean métodos participativos y grupales para fortalecer el razonamiento agroecológico de los agricultores y toman en cuenta diferentes tácticas para el manejo de plagas.

- El diseño de la capacitación se debe basar en lo que los agricultores actualmente saben y las habilidades específicas que requieren para tomar decisiones sobre uso racional, sustitución y rediseño.
- Las capacitaciones se podrían enfocar en los conocimientos y habilidades para un mejor manejo del agroecosistema de la finca como una empresa sostenible. Esto podría incluir registros de insumos, costos, rendimientos y prácticas, criterios de costo-beneficio, criterios de entradas y salidas, identificación de costos externos, acumulación de capital en materia orgánica del suelo y en menos presión de plagas, retornos de mano de obra y de gerencia, manejo de riesgos y establecimiento de metas. De esta manera, se puede vincular las bases de MIP a la rentabilidad y la sostenibilidad de la finca.
- La capacitación podría incluir el fortalecimiento de habilidades en la búsqueda de información y la generación de conocimientos.

Para la agenda de investigación los resultados del estudio indican lo siguiente:

- Se requiere de mayor esfuerzo en la investigación participativa que integre los resultados de la investigación existente en enfoques prácticos que podrían servir de modelos, estudios de caso o ejemplos para otros agricultores.
- Se debe desarrollar métodos de recuentos fáciles y eficientes para sustitución y rediseño y no solamente para el enfoque de uso racional.
- Las mismas estrategias y métodos de capacitación utilizados para fortalecer las habilidades de los agricultores para el razonamiento agroecológico, toma de decisiones, gerencia de la finca y búsqueda de información deben ser un tema de investigación. Los métodos eficientes para el fortalecimiento simultáneo de estas diferentes habilidades tienen un gran potencial para contribuir a comunidades rurales más rentables y sostenibles.

Agradecimientos

Un profundo agradecimiento a los miembros de APROZONOC, a los técnicos del MAG en Pacallas, Capellades y Llano Grande y a los doce productores que colaboraron en la realización de este estudio: gracias a todos por su tiempo y su buena disposición.

Litertura citada

Altieri, M. 1999. Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Montevideo. UY, NORDAN. 338 p.

Andrews, K. 2000. Si yo trabajará en manejo integrado de plagas hoy: ¿Qué haría? Manejo Integrado de Plagas 57:2.

Bird, G; Edens, T; Drummond, F; Groden, E. 1990. Design of pest management systems for sustainable agriculture. *In* Francis, C; King, L; Flora, C. eds. Sustainable Agriculture in Temperate Zones. New York, US, John Wiley. p. 55-110.

CATIE. 2003. Guía para el manejo agroecológico de frijol. (Herramienta multimedia). Versión 1. Managua, Nicaragua.

Clavijo, N. 2003. Calendarización, Uso Racional, Sustitución o Rediseño: Una comparación entre horticultores orgánicos y convencionales de la zona norte de Cartago en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 119 p.

Gallagher, K. 1998. Farmer field schools (FFS): A Group Extension Process Based on Adult Non-formal Education Methods (en línea). Consultado 12 set. 2004. Disponible en http://www.redepapa.org/Gallagher.pdf

Gliessman, S. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 360 p.

Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. Annual Review of Entomology 43:243-270.

Murray, D. 1994. Cultivating Crisis - The Human Cost of Pesticides in Latin America. Austin, US, University of Texas Press. p. 37-41; 74-97.

Ortiz, O. 2001. La información y el conocimiento como insumos principales para la adopción del manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 61:12-22.

Perkins, J. 1982. Insects, Experts, and the Insecticide Crisis. New York, US, Plenum Press. p. 57-58.

Prins, C. 1999. Rutas y redes de la extensión. Revista Agroforestería de las Américas 6 (21):21-25.

Staver, C. 2001. Knowledge, science and practice in ecological weed management: farmer-extensionist-scientist interactions. *In* Liebman, M; Mohler, C; Staver, C. eds. Ecological Management of Agricultural Weeds. Reino Unido, Cambridge University Press. p. 99-138.

Staver, C. 2003. Aprendizaje de los agricultores vinculado con procesos ecológicos para un mejor manejo de plagas: retos para CATIE y sus socios. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 65:21-33.

Staver, C; Wiegel, J. 2004. ¿Cómo analizar el estado de tecnología y conocimientos parar un manejo agroecológico? Disco compacto del Programa Regional de MIP y Agroforestería (NORAD). CATIE. Managua, Nicaragua.