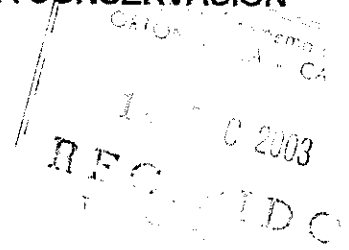


**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**



**CALENDARIZACIÓN, USO RACIONAL, SUSTITUCIÓN O REDISEÑO: UNA
COMPARACIÓN ENTRE HORTICULTORES ORGÁNICOS Y CONVENCIONALES DE LA
ZONA NORTE DE CARTAGO EN COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

Por

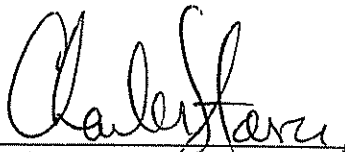
Neidy Lorena Clavijo Ponce

**Turrialba, Costa Rica
2003**

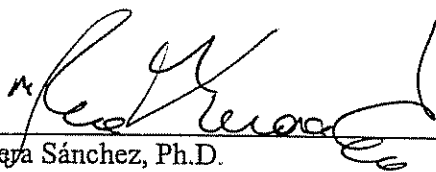
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

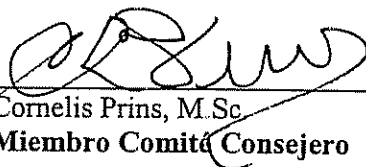
FIRMANTES:



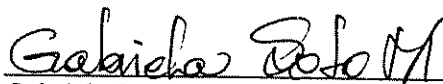
Charles Staver, Ph.D.
Consejero Principal



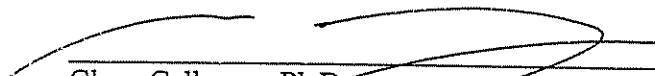
Vera Sánchez, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



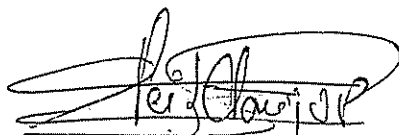
Cornelis Prins, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Gabriela Soto, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



Neidy Lorena Clavijo Ponce
Candidata

DEDICATORIA

Con amor, respeto y admiración
a mis padres Camila y Marcelo.
Con cariño, amistad y complicidad
a mis hermanos Sonia, Edison, Paola y Darío.
Con mi corazón y mi alma
a Alexander Navas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida y la salud, por su amor y su eterna compañía.

A LASPAU a través de FUNDACYT por haber financiado mis estudios de posgrado.

A mi profesor consejero, el Dr. Charles Staver, por sus aportes y valiosas reflexiones en el desarrollo de este trabajo.

A mi profesora y amiga, la Dra. Vera Sánchez por el consejo oportuno y la calidez de sus palabras.

A Gabriela Soto por su tiempo, interés y apoyo incondicional.

Al Dr. Cornelis Prins, por su asesoría en el presente estudio.

A la Asociación de Productores Orgánicos de la Zona Norte de Cartago (APROZONOC) por la valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A mi maestro, el Ing. Msc. Fernando Romero, por el estímulo y la confianza de siempre.

A la facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, por inculcarme las bases de la Agricultura y el Desarrollo Rural.

A Raúl, Yady, Yadid, Yanni, Benito, Jaime, Isis y Alicia, por el cariño y la solidaridad de siempre. El mundo es pequeño y sé que nos volveremos a encontrar.

A Orfa Rodríguez, por la amistad tan profunda y el corazón tan abierto.

A Norma Hidalgo, mi amiga del alma, gracias por creer en maquidada.

A todos quienes espiritualmente me acompañaron en la consecución de esta meta.

CONTENIDO

	Página
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Contenido.....	v
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
Lista de cuadros.....	x
Lista de figuras.....	xii
Lista de anexos.....	xiii
I. INTRODUCCION	
1.1 Justificación.....	5
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivos Generales.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
1.3 Hipótesis.....	6
II. REVISION DE LITERATURA.....	7
2.1 Conceputalización de agricultura en función de procesos ecológicos y el uso de insumos externos.....	7
2.2 Conceptualización del agroecosistema por parte del agricultor.....	9
2.3 Rastreo de información y ampliación de conocimiento.....	11
2.4 Calendarización, uso racional, sustitución y rediseño.....	13
2.4.1 Calendarización.....	14
2.4.2 Uso Racional.....	14
2.4.3 Sustitución.....	16
2.4.4 Rediseño.....	17
2.5 Sistemas de producción.....	18
2.5.1 Sistemas de producción convencional.....	18
2.5.2 Sistemas de producción orgánica.....	19
2.6 Posibles indicadores de las condiciones de agroecosistema.....	20
2.6.1 Cultivos.....	21
2.6.2 Vegetación espontánea (malezas).....	22
2.6.3 Plagas.....	25
2.6.4 Organismos benéficos.....	28
2.6.5 Suelo.....	28

III.	MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1	Area de estudios.....	33
3.2	Sistemas de producción.....	35
3.3	Selección e identificación de productores.....	35
3.4	Evaluación de Conceptualización de agroecosistema.....	36
3.5	Rastreo de Información y ampliación de conocimiento.....	37
3.5.1	Fuentes de información en caso de problemas en el sistema de producción.....	37
3.5.2	Fuentes de información para experimentación en el sistema de producción.....	38
3.5.3	Capacitación.....	38
3.6	Prácticas agrícolas y sistemas de producción.....	38
3.7	Diagnóstico de sanidad de cultivo, malezas condiciones de suelo, en los tres sistemas de producción.....	42
3.7.1	Sanidad de cultivo.....	42
3.7.1.1	Vigor de cultivo.....	42
3.7.1.2	Incidencia insectos plaga y enfermedades.....	42
3.7.2	Vegetación espontánea (malezas).....	48
3.5.3.1	Biomasa de vegetación espontánea.....	48
3.5.3.2	Banco de semilla de vegetación espontánea.....	48
3.7.3	Condiciones de suelo.....	49
3.7.3.1	Fraccionamiento de materia orgánica.....	49
3.7.3.2	Presencia de lombrices.....	50
IV.	RESULTADOS.....	52
4.1	Identificación y selección de productores.....	52
4.2	Conceptualización de agroecosistema.....	53
4.3	Estrategias de búsqueda de información.....	56
4.4	Prácticas agrícolas y sistemas de cultivos.....	61
4.4.1	Prácticas agrícolas.....	61
4.4.2	Sistemas de cultivos.....	64
4.4.2.1	Distribución de los cultivos en la finca.....	64
4.4.2.2	Rotación de cultivos.....	66
4.5	Diagnóstico de las condiciones de sanidad del cultivo Suelo y vegetación espontánea.....	72
4.5.1	Sanidad de cultivo.....	73
4.5.1.1	Vigor de cultivo.....	73
4.5.1.2	Incidencia de insectos plaga.....	75
4.5.1.3	Incidencia y severidad de enfermedades.....	77
4.5.2	Vegetación espontánea (malezas).....	79
4.5.2.1	Biomasa de vegetación espontánea.....	79
4.5.2.2	Banco de semillas de vegetación espontánea.....	81
4.5.3	Condiciones de suelo.....	83
4.4.3.1	Fraccionamiento de materia orgánica.....	83
4.4.3.2	Presencia de lombrices.....	84
V.	DISCUSION.....	89
5.1	Conceptualización del agroecosistema.....	89
5.2	Estrategias de la búsqueda de información.....	90
5.3	Prácticas agrícolas y sistemas de producción.....	93

5.4	Diagnóstico fitosanitario.....	97
5.4.1	Sanidad de cultivo.....	97
5.4.2	Vegetación espontánea.....	100
5.4.3	Condiciones de suelo.....	102
VI.	CONCLUSIONES.....	104
VII.	RECOMENDACIONES.....	106
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	108
IX.	ANEXOS.....	115

Palabras claves: calendarización, uso racional, sustitución, rediseño, sistemas orgánicos, sistemas convencionales, conceptualización, prácticas agrícolas, fuentes de información, agroecosistema, repollo, coliflor, zuquini, Pacayas, Capellades, Cipreses.

Resumen

El estudio se llevó a cabo en Pacayas, Cipreses y Capellades, localidades pertenecientes a la zona norte de Cartago, en Costa Rica, donde se realizó una comparación entre tres sistemas de producción: orgánicos (SPORG) , convencionales asistidos por el MAG (SPCMAG) y convencionales asistidos por casas comerciales (SPCCC), para determinar si sus estrategias productivas corresponden a calendarización, uso racional, sustitución o rediseño de insumos y criterios para la toma de decisiones, mediante la evaluación de la conceptualización que los productores tienen sobre agroecosistema, las estrategias en la búsqueda de información para ampliar su conocimiento, sus prácticas agrícolas, los sistemas de cultivos y las condiciones de los agroecosistemas que manejan. Encontrándose diferencias significativas tanto en la conceptualización, el nivel de prácticas agrícolas y sistemas de cultivos así como en las condiciones de los componentes de agroecosistema, siendo el SPORG el que obtuvo los mayores promedios a pesar de no acercarse al máximo nivel (rediseño), por cuanto sus niveles de prácticas agrícolas fluctuaron entre sustitución y uso racional al igual que las de un productor del SPCMG, mientras que las prácticas de los demás productores reflejaron un nivel calendarizado. Por lo tanto las prácticas agrícolas que se ejecutan en los campos de los tres sistemas, guardan relación con los niveles de conceptualización que tienen los productores y son diferentes en cuanto al tipo de insumos utilizados, más no en los criterios para su aplicación, pues en los tres sistemas, éstos son del tipo calendarizada. Consecuentemente éstas prácticas tienen relación con las condiciones del agroecosistema, de ahí que presente las mismas tendencias que las demás variables. Sin embargo, en sus prácticas de producción los agricultores presentan diversas combinaciones de calendarización, uso racional, sustitución y rediseño por cuanto el promedio de estas prácticas resulta en un puntaje para una de las cuatro categorías, aunque no refleja completamente ese modelo. Por tal razón, con base en los resultados obtenidos en este estudio se ha podido determinar que existen vacíos conceptuales en cuando a los procesos ecológicos que se dan en el agroecosistema, lo cual hace necesario impulsar programas de capacitación tanto a productores como a técnicos, que involucren conceptos biológicos, fisiológicos y ecológicos, para poder llegar a fomentar elementos de juicio que permitan ejecutar prácticas agrícolas más sostenibles para el medioambiente y que respondan a las necesidades y expectativas del productor.

Keywords: Calendarized approach, efficiency approach, redesign approach, organic systems, conventional systems, conceptualization, agricultural practices, information sources, agroecosystem, cabbage, cauliflower, zucchini, Pacayas, Capellades, Cipreses

SUMMARY

The approaches used by three horticultural production systems (organic, conventional supported by the Ministry of Agriculture, and conventional supported by commercial enterprises) in Pacayas, Cipreses and Capellades (located to the north of Cartago) were compared. Producer's agroecosystem conceptualization, information management strategies, agricultural practices, as well as the production systems themselves and the condition of the agroecosystem were assessed. Significant differences were found in conceptualization, agricultural practices, production systems, and agroecosystem conditions. Organic production systems applied the most advanced approaches in the sample group, fluctuating between substitution and efficiency. One case of conventional production system supported by the Ministry applied the same pattern of approaches as organic production systems. However, the remaining producers applied a calendarized approach. In the three production systems, the agricultural practices implemented in the field bear relation to the level of conceptualization, but differ according to the type of input. However, there is no relation between conceptualization and the criteria used to apply these practices, since a calendarized approach is used in all three production systems. The agricultural practices are also related to the condition of the agroecosystem, presenting similar tendencies as other variables. It was observed that, in general, combinations of calendarized, efficiency, substitution and redesign approaches were applied by producers; however, this reality was not well-reflected in the quantitative results since the average scoring given for each assessed site placed it into only one of the four categories of approaches. The study points towards the need of implementing capacity-building programs targeted at both producers and technicians on biological, physiological and ecological concepts, in order to provide the knowledge base on which producers can convert to more environmentally sustainable agricultural practices, and which respond to the necessities and expectations of the producer.

INDICE DE CUADROS

Número		Página
1	Conceptos claves considerados en las evaluaciones de conceptualización para cada componente del agroecosistema.....	37
2	Insumos y criterios considerados como base para la toma de decisiones en las prácticas agrícolas y sistemas de cultivos en las cuatro alternativas de producción: calendarización, uso racional, sustitución y rediseño.....	40
3	Indicadores de sanidad para tres sistemas de producción orgánico (SPORG), convencional asistidos por el MAG (SPCMAG) y convencionales asistidos por CC (SPCCC) de la zona norte de Cartago en Costa Rica, 2003.....	43
4	Productores seleccionados para el estudio en la zona norte de Cartago en Costa Rica, 2003.....	52
5	Promedios de conceptualización de los conceptos clave considerados para evaluar el conocimiento de cada componente del agroecosistema a productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	55
6	Conceptualización de los componentes del agroecosistema por parte de los productores hortícolas de la zona norte de Cartago en Costa Rica 2003.....	56
7	Fuentes de información donde los productores acuden en caso de presentarse problemas fitosanitarios en campos de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	57
8	Fuentes que proporcionan información en tres sistemas de producción para la experimentación de prácticas orgánicas y productos químicos en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	57
9	Número y tipo de capacitaciones recibidas en el último año por los productores tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	58
10	Temas tratados en las capacitaciones en las que participaron productores de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	59
11	Interés de ampliar conocimientos agrícolas por productores de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	60

12	Promedios del del nivel de interés por ampliar conocimientos, de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago en Costa Rica, 2003.....	60
13	Tipos de insumos utilizados en las prácticas agrícolas de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	62
14	Distribución de cultivos en fincas hortícola de la zona norte de Cartago, durante el mes de mayo del año 2003.....	65
15	Familias de cultivos presentes en tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago durante el mes de mayo del año 2003.....	65
16	Sistemas de rotación de cultivos en doce fincas de horticultores en la zona norte de Cartago en Costa Rica.2003.....	66
17	Familias de cultivos presentes en los planes de rotación en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, en Costa Rica, 2003.....	67
18	Categorización de productores según la alternativa de producción a la que corresponden de acuerdo a la clase de insumos y los criterios para la toma de decisiones en tres sistemas productivos de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	68
19	Categorización de insumos y criterios para la toma de decisiones, según la alternativa de producción a la que corresponden los agricultores de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	70
20	Promedios por categoría de vigor de cultivo, en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	73
21	Vigor promedio de cultivo, de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	74
22	Rendimientos obtenidos en fincas de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago en Costa Rica. 2003.....	74
23	Número de plantas registradas por categoría de infestación de <i>Trialeurodes vaporarorum</i> en el cultivo de zuquini en fincas del SPORG en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	75
24	Plantas con daño y número de larvas de <i>Plutella xilostella</i> en dos sistemas de producción convencional en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	77

25	Porcentaje de severidad y valores de ABCPER de <i>Erysiphe cichoracearum</i> en cultivo de zuquini, <i>Botrytis cinerea</i> en lechuga, <i>Mycosphaerella brassicola</i> en coliflor y <i>Xanthomonas campestris</i> en repollo, en tres sistemas de producción de la zona norrte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	78
26	Biomasa total de malezas en dos etapas de desarrollo vegetativo e Índice de diversidad de Shannon y Wiener en tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	80
27	Biomasa (g) por especie de malezas en los tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	80
28	Promedios de biomasa de vegetación espontánea (g), según su agresividad o beneficio a los cultivos de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	81
29	Plantas totales e índice de diversidad de Shanon y Winner para banco de semillas de malezas en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	82
30	Número de individuos emergidos por especie del banco de semillas de malezas en tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	82
31	Promedios de número de individuos en el banco de semilla de vegetación espontánea (g), según su agresividad o beneficio a los cultivos de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	83
32	Contenido de carbono orgánico en las fracciones de materia orgánica del suelos en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	83
33	Contenido de carbono orgánico en las fracciones de materia orgánica del suelos en doce fincas de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003..	84
34	Valores otorgados para las condiciones de cada componente del agroecosistema en doce fincas de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	86
35	Condición de agroecosistema en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	87

INDICE DE FIGURAS

Número		Página
1	Clase de información requerida en las cuatro alternativas de producción, calendarización, uso racional, sustitución y rediseño	4
2	Precipitación promedio de la zona de estudio con base en datos registrados durante 42 años por la estación meteorológica Pacayas.....	34
3	Temperatura promedio de la zona de estudio con base en datos registrados durante 22 años por la estación meteorológica Pacayas.....	34
4	Diferencias entre un daño reciente y un daño viejo de <i>Plutella xylostella</i> en crucíferas.....	46
5	Relación entre el interés por ampliar conocimiento en función de la búsqueda de información, con la conceptualización del agroecosistema de los productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	61
6	Relación entre el nivel de prácticas agrícolas, con la conceptualización del agroecosistema de los productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	72
7	Población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporarorum</i> en tres fincas del sistema de producción orgánica durante el ciclo de cultivo de zuquini en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	76
8	ABCPER, en sistemas de producción orgánica, convencional asistido por el MAG y convencional asistido por casa comerciales, en la zona Norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	79
9	Presencia de lombrices en el suelo de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	85
10	Relación entre el nivel de prácticas agrícolas, con la condición de agroecosistema de en fincas de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.....	88

CALENDARIZACIÓN, USO RACIONAL, SUSTITUCIÓN O REDISEÑO: UNA COMPARACION ENTRE HORTICULTORES ORGANICOS Y CONVENCIONALES DE LA ZONA NORTE DE CARTAGO EN COSTA RICA

I. INTRODUCCIÓN

Se ha comprobado científicamente, que la mayoría de las plagas son originadas por el desarrollo de sistemas agrícolas que no toman en consideración los mínimos principios ecológicos (Cobbe, 1998), predisponiendo de esta manera el desarrollo de algunas especies que aumentan su densidad hasta niveles suficientes para afectar en forma directa o indirectamente la especie humana (Hilje 2002).

Estos sistemas caracterizados principalmente por un monocultivo, a pesar de su alto rendimiento para la humanidad, carecen de la capacidad para ciclar nutrientes, conservar el suelo, y regular las poblaciones de plagas, lo que hace que su funcionamiento dependa de la continua intervención humana. (Altieri 1999). De esta manera la estructura trófica tiende a ser simplificada y muchos nichos no son ocupados (Gliessman 2002). Por ejemplo la preparación comercial de semillas en almácigos y la siembra mecanizada reemplazan a los métodos naturales de dispersión de semillas en el campo, los pesticidas químicos reemplazan a los controladores naturales de poblaciones de malezas, de insectos y de patógenos; y la manipulación genética reemplaza al proceso natural de evolución y selección de plantas. Hasta la descomposición es alterada desde que las plantas son cosechadas y la fertilidad del suelo es mantenida, no a través del reciclaje de nutrientes, sino con fertilizantes (Altieri 1999).

Por lo tanto, el establecimiento de monocultivos, la inobservancia de una secuencia racional de hospederos, la ausencia de un período de reposo en las áreas de cultivo, la sustitución de métodos tradicionales de manejo por uso excesivo de insumos químicos, son algunos de los factores que han exacerbado la situación en las plagas de los cultivos, provocando que cada año sea más difícil de controlar por degradación de los ecosistemas naturales y el desarrollo de fenómenos como el de la resistencia de las plagas a los plaguicidas.

Visto de esa manera, es necesario entender que más que seguir buscando e identificando “enemigos” (plagas) que controlar, la atención y esfuerzos deben enfocarse a la necesidad de conocer y entender las relaciones de interdependencia que se dan entre los diferentes factores bióticos y abióticos en cada uno de los agroecosistemas con que se trabaja y que son las que determinan su equilibrio (García, 1999). Es

decir, las prácticas de manejo de plagas requieren de habilidades específicas, las cuales dependen del conocimiento sobre el propósito de cómo utilizarlas o como proceder. Para ello se debe considerar los dos componentes que tiene toda tecnología: una parte física, por ejemplo una nueva semilla o un fertilizante y una parte de información de sobre como usar el componente físico (Ortiz, 2001). Sin embargo, la mayoría de tecnologías de agricultura convencional están basadas en el uso de insumos, por lo cual consisten principalmente de la parte física y en menor proporción, consideran el componente de información requerida para su uso. Un ejemplo de ello es el uso de plaguicidas en sistemas de monocultivos, los mismos que guardan una fuerte relación con los plaguicidas sintéticos al ser más susceptibles al ataque devastador de plagas (Gliessman 2002), lo que crea cierto estado de tensión en los productores ya que además de utilizar los plaguicidas por sus propiedades intrínsecas, ellos los emplean por miedo a la pérdida de sus cosechas ya sea por sugerencia de agentes de extensión o por vendedores de casas comerciales que buscan dar respuestas inmediatas y eficaces. El agricultor a causa de éstas influencias y por carecer de criterios económicos (umbrales y niveles económicos de daño) tiende a aplicar los plaguicidas en forma rutinaria, cada semana, sin considerar cuan seria o amenazante es la abundancia de la plaga (Hilje, 1987), lo que lo lleva a una práctica *Calendarizada* de control y prevención de plaga.

Frente a esta problemática, se han presentado nuevas alternativas donde el mayor uso de información y conocimiento se hacen necesarios, y donde el componente físico (insumos químicos) cambia de naturaleza o disminuye su cantidad, requiriéndose para ello de mayor información para su aplicación

Esta complementariedad entre la parte física y el componente de información, pueden variar en diferentes niveles lo cual da origen a una categorización de alternativas de manejo del agroecosistema, entre las cuales se encuentran el *Uso racional* de productos químicos, que en contraste con la aplicación calendarizada de insecticidas, el manejo de plagas se realiza solo cuando la densidad del agente causal lo amerita o durante ciertas fases fenológicas, cuando el cultivo es más susceptible a algunas plagas (periodos críticos), para lo cual deben efectuarse muestreos periódicos utilizando umbrales de acción, productos más selectivos, aplicaciones selectivas (con formulaciones específicas o restringiéndolos en el espacio o el tiempo), y mejorando los equipos y métodos de aplicación (Hilje 2002). Lo cual indica que para encajar dentro de ésta categoría el productor debería contar con información básica sobre los aspectos biológicos del insecto o la enfermedad, tales como reproducción, ciclo biológico, fuentes de infestación y comportamiento, además de conocer como la biología de la plaga se relaciona con la fenología del cultivo y de distinguir los productos adecuados para el control y prevención oportunas (Ortiz, 2001).

Con la aplicación de estos mismos criterios se puede llegar a un segundo nivel de alternativas, el cual incluye la **Sustitución** de productos químicos por productos biológicos, con el mismo enfoque para reemplazar procesos ecológicos, pero con base a un conocimiento más detallado de las interacciones tróficas del agroecosistema. Es decir, en esta categoría se encuentran los sistemas de producción en los cuales se evita el uso de insumos químicos, tratando de usar sustancias que no sean dañinas, las mismas que pueden elaborarse con productos de la finca o en base a microorganismos y su efecto debe ser igual al de las sustancias químicas convencionales con la diferencia de no producir contaminación (Castañeda 1999). Lo cual indicaría que a más de conocer la biología de la plaga y el estado fenológico de la planta, se debe contar con información confiable acerca de los tipos de productos que se pueden elaborar en la finca, su acción y su efecto y los productos biológicos que se pueden obtener en el mercado.

Siguiendo esta evolución de información, conocimiento y naturaleza de insumos, se puede alcanzar un tercer nivel, el **Rediseño**, el mismo que consiste en potenciar concientemente los procesos ecológicos en función de obtener menos plagas, un cultivo más vigoroso y la presencia de enemigos naturales como resultado de un hábitat apropiado para su desarrollo y un mejor arreglo de los cultivos en el tiempo y el espacio, lo cual debe ir acompañado de un conocimiento más profundo de las relaciones que se presentan en un agroecosistema, así como de los recursos locales disponibles. Este nivel, concilia los aspectos de prevención, convivencia y sostenibilidad ecológica, utilizando los recursos sin destruirlos (García, 1999) además de preservar, recuperar y promover la cultura campesina (Castañeda, 1999).

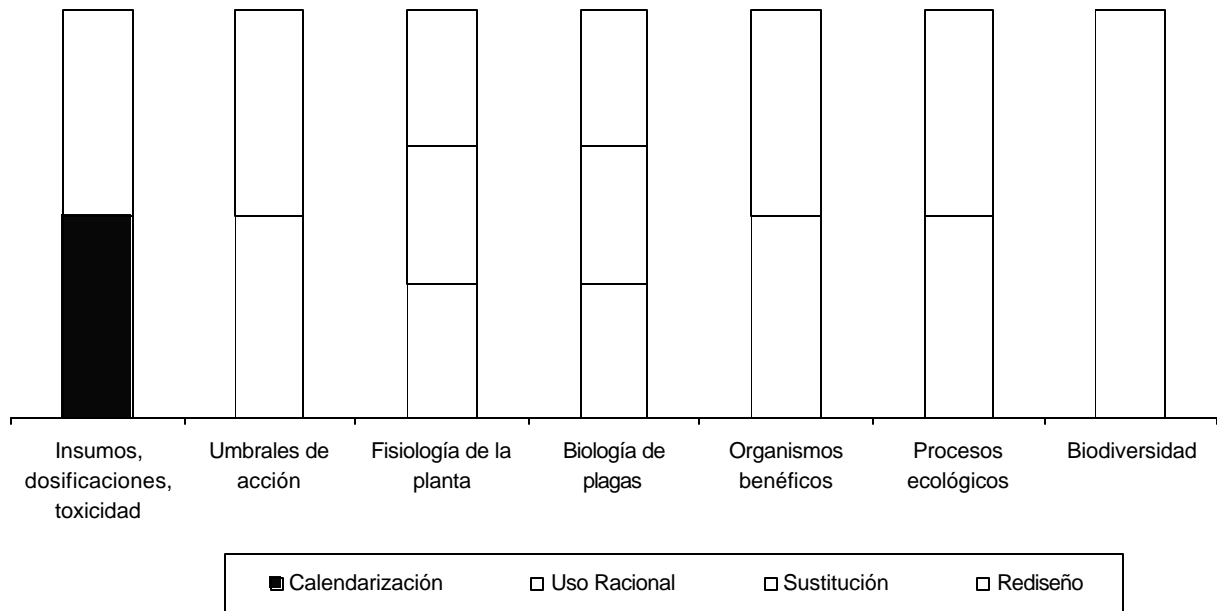


Figura 1. Clase de información requerida en las cuatro alternativas de producción, calendarización, uso racional, sustitución y rediseño.

Con base en lo expuesto anteriormente, podríamos decir que las alternativas de manejo del agroecosistema descritas arriba, son análogas a los procesos de transición de agricultura convencional a agricultura orgánica (Castañeda, 1999) e involucran las estrategias propuestas en MIP, cuyo concepto también ha ido evolucionando a través del tiempo, ya que hace cuatro decenios, surgió como una respuesta a la utilización excesiva de los plaguicidas y ha sido promovido por instituciones nacionales e internacionales, como es el caso del Ministerio de Agricultura y Ganadería en Costa Rica, hasta llegar hoy en día a enfatizar un conocimiento más profundo de las relaciones que se presentan en los agroecosistemas así como los recursos locales disponibles tal como lo enfatiza la agricultura orgánica que también concilia los aspectos de prevención convivencia y sostenibilidad ecológica (García, 1999) la misma que se perfila como el mejor ejemplo de la alternativa de rediseño del sistema productivo.

Entonces, si desde hace cuatro decenios contamos con alternativas de MIP y posteriormente con alternativas de agricultura orgánica y aún se continúa con el uso de plaguicidas, nos preguntamos: hasta que punto, las entidades promotoras del uso de productos químicos, prácticas MIP y agricultura orgánica, proporcionan al agricultor información concerniente a procesos ecológicos que se dan en el agroecosistema?

El conocimiento adquirido por el agricultor se refleja en sus prácticas, en el diseño de sus sistema de producción y en el estado de salud de sus cultivos?

Justificación

Por lo tanto, mediante la determinación del tipo de alternativa productiva a la cual pertenecen los agricultores de la zona norte de Cartago (calendarización, uso racional, sustitución o rediseño), el presente estudio pretende aportar con elementos de juicio que permita enfocar a las entidades capacitadoras, la clase de información que deben facilitar al agricultor para mejorar, mantener o corregir las actuales estrategias de producción y consecuentemente los efectos que éstas ocasionan en las condiciones ecológicas del agroecosistema.

1.2 Objetivos

Con base en los lineamientos ya descritos, para el presente estudio se han planteado los siguientes objetivos:

1.2.1 General

Comparar productores orgánicos y convencionales en términos de sus conocimientos, estrategias para buscar información, prácticas agrícolas, sistemas de cultivos y la condición ecológica de sus campos, con el fin de determinar si sus sistemas de producción corresponden a calendarización, uso racional, sustitución o un rediseño de prácticas y uso de insumos en el sistema.

1.2.2 Específicos

- ?? Conocer la conceptualización sobre agroecosistema que poseen tanto los agricultores orgánicos como los agricultores convencionales, como base para la toma de decisiones en el manejo del cultivo.
- ?? Caracterizar las estrategias de manejo del agroecosistema, mediante el tipo y criterio de uso de labores e insumos.

?? Diagnosticar la salud del agroecosistema reflejado en sanidad del cultivo, vegetación espontánea y condiciones del suelo, en los tres grupos de productores.

?? Indagar la estrategia de rastreo de información y ampliación de conocimiento sobre sistemas de cultivos que tiene cada agricultor.

1.3 HIPOTESIS

?? Los sistemas de producción de agricultores orgánicos, agricultores convencionales asistidos por el MAG y agricultores convencionales asistidos por casas comerciales, son diferentes en la conceptualización de agroecosistema y estrategias de rastreo de información

?? Las prácticas agrícolas efectuadas en los campos de producción y el criterio de los agricultores si están relacionados con la conceptualización del agroecosistema.

?? Los sistemas de producción de agricultores orgánicos, agricultores convencionales asistidos por el MAG y agricultores convencionales asistidos por casas comerciales son diferentes en sanidad, organismos benéficos, microfauna del suelo y vegetación espontánea, que resultan de prácticas usadas, secuencias de cultivo, enfoques de manejo y redes de información.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Conceptualización de agricultura en función de procesos ecológicos y el uso de insumos externos.

La agricultura es un proceso extremadamente dinámico, que directa o indirectamente ocasiona cambios considerables en los ecosistemas naturales (Altieri 2000).

Desde el inicio de la agricultura, los agroecosistemas han desplazado y alterado los ecosistemas terrestres que ocurren naturalmente en la faz de la tierra. El continuo proceso de incorporar tierras a la producción agrícola ha tenido un impacto negativo y dramático en la diversidad de organismos y procesos ecológicos que componen el paisaje (Gliessman, 2002). Es decir mientras mayor sea el grado de intervención humana y la simplificación del ecosistema, mayor es la reducción de la biodiversidad.

En este contexto, Nicholls et al. (1999) menciona que todo ecosistema de cultivo relativamente simple, se denomina agroecosistema. Sin embargo al mismo tiempo es posible observar en los agroecosistemas los procesos, la estructura y otras características de un ecosistema natural (Gliessman 2002).

Una serie de procesos biológicos y ecológicos, se llevan a cabo en estos agroecosistemas, los mismos que según Hilje (2002) son definidos como la unidad ecológica principal que contiene componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos y por intermedio de los cuales se procesan los nutrientes y el flujo de energía.

La función de los agroecosistemas se relaciona con el flujo de energía y con el ciclaje de los materiales a través de los componentes estructurales del ecosistema el cual se modifica mediante el manejo del nivel de insumos. Altieri (2002) define al flujo de energía como la fijación inicial de la misma en el agroecosistema por fotosíntesis, su transferencia en el sistema a lo largo de una *cadena trófica* y su dispersión final por respiración. El ciclaje biológico se refiere a la circulación continua de elementos desde una forma inorgánica (geo) a una orgánica (bio) y viceversa. Cada una de las especies en una comunidad tienen necesidades nutricionales/energéticas. La forma en que esas necesidades se satisfacen en relación con otras especies determina la estructura de las interrelaciones. Así se forma la estructura trófica de una comunidad (Gliessman, 2002)

Las plantas son la base de toda estructura trófica, por su habilidad para capturar energía solar y convertirla mediante la fotosíntesis en biomasa, la cual sirve de alimento para otras especies. Debido a esta propiedad, a las plantas se las conoce como productores primarios e incluyen *el cultivo como tal y las malezas*.

La biomasa producida por las plantas puede ser usada por otros organismos de la comunidad conocida como consumidores. Este grupo incluye a los herbívoros, quienes convierten la biomasa vegetal en biomasa animal. A los depredadores y parásitos se los ubica en un tercer nivel pero continúan siendo consumidores al igual que los parasitoides, quienes se alimentan de predadores y parásitos. Estos últimos se llaman comúnmente “enemigos naturales” porque atacan a organismos que pueden llegar a ser plagas, conservar estos es importante para que no suba la población de herbívoros.

El cuarto nivel dentro de un ecosistema son los descomponedores estos incluyen bacterias, hongos e insectos que se alimentan de plantas muertas, insectos, arañas, etc, que están en el ecosistema del cultivo. (PROMIPAC, 1996).

Como puede observarse, cada nivel de consumo se considera como un nivel trófico. Las relaciones tróficas que suceden dentro de una comunidad pueden ser descritas como cadena alimenticia o red alimenticia, dependiendo de su complejidad.

Ahora bien, el funcionamiento del agroecosistema, puede verse alterado, y de hecho lo es sobre todo si de sistemas con monocultivos se trata. Esto se da en vista de que en este tipo de agroecosistemas, la diversidad de plantas e insectos nativos es disminuida por el uso continuo de pesticidas, la simplificación de vegetación y otras perturbaciones del medioambiente, proporcionando así recursos concentrados y condiciones físicas uniformes que fomentan la invasión de insectos y consecuentemente la reducción de la abundancia y eficacia de los enemigos naturales al no ofrecer fuentes alternativas adecuadas de alimentación, refugio, reproducción y otros factores medioambientales que ellos requieren para realizar sus actividades.

En monocultivos de gran escala, la diversidad es eliminada por el uso continuo de pesticidas, la simplificación de la vegetación y otros disturbios del medioambiente lo cual no ocurre en agroecosistemas menos alterados, además de la ausencia de pesticidas la diversidad de enemigos

naturales, parece relacionarse con la diversidad de los cultivos, la cobertura del suelo, la presencia de malezas y la vegetación nativa adyacente a los cultivos.

Como podemos observar en un agroecosistema existen muchas interacciones que se desarrollan en el cultivo que pueden ser desequilibradas por la acción de una agricultura intensa en insumos y baja en conocimientos, el balance entre la planta y el suelo es uno, el balance entre herbívoros y enemigos naturales es otro. Los fertilizantes pueden beneficiar en mejorar la alimentación de la planta, pero los plaguicidas pueden destruir a los enemigos naturales y afectar directamente la salud humana. (PROMIPAC, 1996).

2.2 Conceptualización de agroecosistema por parte del agricultor

Para Ortiz (2001), conocimiento es lo que existe dentro de la mente de cada individuo y es formado continuamente durante su vida.

Samper (2002) menciona que el conocimiento se construye y reconstruye constante e interactivamente, integrando experiencias personales y herencias culturales, aprendizajes individuales y colectivos. En este proceso se incorporan informaciones obtenidas de múltiples fuentes, en cuya interpretación confluyen distintas maneras de conocer. El mismo autor manifiesta que el conocimiento nos refiere a un proceso de interacción entre individuos y entre grupos humanos, como también entre éstos y su entorno natural y cultural.

La FAO (2002), cita tres tipos de conocimiento:

1. Técnico, 2. Práctico y 3. el Conocimiento empoderado.

El primero se caracteriza por control técnico del medioambiente, caracterizado por una acción instrumental y cuyo objetivo es la predicción efectiva y el control de la realidad y usa ciencias empíricas.

El conocimiento práctico entiende y relaciona procesos sociales con otros. Se caracteriza por una acción comunicativa y su objetivo es el entender el significado de interacciones, basándose en ciencias históricas.

El tercer conocimiento implica factores internos y medioambientales que inhiben el control sobre sus propias vidas, caracterizado por una acción autoreflexiva y pensamiento crítico.

El presente estudio hace mayor hincapié en los dos primeros conocimientos, es decir el técnico y práctico, ya que la aplicación de éstos puede obedecer precisamente a un empoderamiento previo de los mismos por parte del agricultor.

En este contexto, la toma de decisiones por parte de los productores obedece al tipo de conocimiento que ellos manejan. Por ejemplo, los agricultores priorizan los problemas de plagas según su evaluación del riesgo para una parcela específica en un momento dado, según su conocimiento sobre las alternativas de control y según los objetivos de la familia para esa parcela. Esto implica que ellos pueden priorizar el control de determinadas plagas y brindar menos atención al manejo de otras plagas, según el conocimiento técnico y práctico que posean (Samper 2002).

Por otro lado, el agricultor altera y ajusta las condiciones físico-bióticas para satisfacer las necesidades de los cultivos. Para hacerlo sostenible, el agricultor debe tener un entendimiento de las interacciones bióticas de los agroecosistemas, es decir de la forma en que cada miembro de la comunidad tiene impacto en el ambiente agrícola y altera las condiciones para sus vecinos (Gliessman, 2002).

No hay duda de que muchos productores poseen sus propios indicadores para estimar la calidad del suelo o el estado fitosanitario de su cultivo. Algunos reconocen ciertas malezas que indican, por ejemplo la presencia de un suelo ácido o infértil. Para otros la presencia de lombrices de tierra es un signo de un suelo vivo y el color de las hojas refleja el estado nutricional de las plantas. No obstante muchos de estos indicadores son específicos para un sitio y cambian de acuerdo al conocimiento de los agricultores o a las condiciones de cada finca (Altieri, 2002).

Para evaluar el conocimiento del agricultor respecto al agroecosistema, se han desarrollado varios métodos, entre los cuales podemos mencionar *La prueba de caja*, que es una herramienta aplicada en las Escuelas de Campo para Agricultores (ECAS's), que permite evaluar el nivel de conocimientos de los participantes antes y después del desarrollo de la ECA.

Estas pruebas

se realizan en el campo e incluye preguntas relacionadas directamente con “conceptos claves” de cada uno de los componentes del agroecosistema. Por ejemplo, para el caso de suelo: la vida en el suelo, la fertilidad, la importancia de la microfauna, el uso de pesticidas y los nutrientes. Para plagas: conocimiento e identificación del agente causal, ciclo biológico, control o prevención y hospederos alternos, etc.. De esta manera se realiza un balance final del conocimiento en función de los resultados obtenidos en las

preguntas de cada componente y de las bases para la toma de decisiones en el manejo del cultivo (Sherwood et, al 2002).

Otra de las metodologías aplicadas en la evaluación del conocimiento del agricultor son las denominadas *estaciones*, una metodología participativa desarrollada por el proyecto MIP-CATIE dentro del programa de capacitación en MIP para el cultivo de café y que adaptaremos para hortalizas.

Las estaciones al igual que la prueba de caja, también consisten en preguntas que se relacionan directamente con cada uno de los componentes del sistema, incluyendo los miembros de la cadena trófica (productores, consumidores, descomponedores), que posiblemente podrían estar interactuando en el cultivo, hasta insumos y prácticas que pueden usarse para el manejo de las mismas, deficiencias nutricionales y toma de decisiones en el manejo del cultivo. Las estaciones, comparten el mismo marco conceptual que la prueba de caja, ya que las preguntas van acompañadas de representaciones de cada uno de los factores citados arriba y pueden ser fotografías o muestras reales.

2.3 Rastreo de Información y Ampliación de conocimiento

En la agricultura diversificada, la información es un insumo fundamental, así como la capacidad del productor de observar e interpretar los fenómenos naturales de combinar gran variedad de cultivos y otros elementos, y tomar decisiones oportunas y adecuadas (Roling, 1994) citado por (Gómez et al, 1999). En la medida que los agricultores estén concientes de sus problemas y busquen información de manera más activa, su interés puede lograrse mediante una estrategia basada en la respuesta a las demandas tecnológicas que ellos mismos identifiquen (Gómez et al, 1999).

La nueva información se difunde entre productores a través de múltiples canales. Los agricultores están bajo la influencia de muchos y muy distintas fuentes de información y los mensajes a veces coinciden y en otros casos, se contradicen (Prins 1999).

La variedad de canales de comunicación y mensajes, está asociado con otro fenómeno: La existencia de distintas redes de extensión (Prins 1999). Así una casa comercial tiene su propia red de vendedores, apoyada muchas veces por la propaganda de los medios de comunicación; Los Ministerios de Agricultura tienen sus servicios de extensión agropecuaria, con su red de extensionistas y promotores. Los centros de investigación, ONG y agencias estatales pueden organizarse en redes de cooperación horizontal, por tema o por una zona geográfica.

Precisamente la diversidad de organismos encargados de circular la información, en muchas ocasiones han provocado confusión y desinterés por parte del agricultor. Por ejemplo, un estudio realizado por Ortiz (2001) reporta que en la zona de los Andes, los agricultores no sólo recibían capacitación sobre MIP, sino también sobre manejo convencional de plagas, ofrecido por otras organizaciones, las mismas que no promocionaban MIP sino el control basado en el uso de plaguicidas, brindando créditos para este propósito. El agricultor en muchos casos se encontraba indeciso por el tipo de manejo de plagas a utilizar, lo cual creaba confusión y limitaba el uso de MIP.

Cabe anotar además que los resultados de la experimentación campesina, basada en estas opciones tecnológicas circulan por múltiples vías, al interior de las familias y comunidades, en las regiones, de una región a otra e incluso entre países. A veces esa circulación es muy lenta y muy restringida, otras veces amplia y ágil. Ciertas redes de intercambio de conocimientos son informales, basadas en la vecindad, el parentesco o la sociabilidad entre amigos; otras son más formales, ligadas a organizaciones o a proyectos con esa finalidad (Samper 2002).

Por otra parte Prins (1999) menciona que los mecanismos a través de los cuáles los agricultores se comunican e intercambian ideas e información son muchos y muy variados, entre ellos menciona las ferias campesinas, la migración campesina estacional, así como también redes informales de vecinos, familiares y compadres, pues son instancias de cooperación en las que se comparten planes, información, tareas y riesgos. Es importante también mencionar a los agricultores líderes o de punta. A menudo ese campesino curioso e inquieto que busca y se nutre de diferentes fuentes de información, que indaga y que experimenta en su propia finca lo que más le conviene, es también la persona clave en una red informal de agricultores en la zona. A su vez, Samper (2002) menciona que las redes a través de las cuales agricultores y agricultoras intercambian conocimientos pueden también desagregarse en sub-redes constituidas por quienes mantienen intercambios más fuertes entre sí. También es factible identificar redes de redes, conformadas por los diálogos u otras interacciones entre quienes forman parte de redes locales diferenciadas. Tales redes, subredes, y supranets conforman estructuras sociales dinámicas a través de las cuales circula información y pueden movilizarse recursos colectivos.

Pero el complejo proceso de circulación de información, no solo se enfocan en el hecho de ofertar dicha información, sino conseguir enfrentar y ejecutar algún cambio.

Ortiz (2001) señala que éste proceso de realizar un cambio de prácticas agrícolas tiene varias etapas, de las cuales por lo general no se cumplen todas, ya que dependen mucho del grado de confianza que los agricultores tengan de las fuentes de donde obtienen información.

Estas etapas son las siguientes: 1) Percepción: el individuo percibe que hay alguna forma distinta para hacer o resolver algo, 2): Interés: el agricultor busca mayor información sobre la práctica, conversa con sus amigos, lee, averigua, busca al técnico para obtener más información; si es posible, contacta con alguien que ya usa la práctica; 3) Evaluación: Una vez que tiene los antecedentes necesarios, hace un análisis de la conveniencia de adoptar la nueva práctica; 4) Experimentación o prueba: si la evaluación es positiva entra en esta etapa. Es muy difícil que un agricultor que toda su vida ha utilizado una práctica, la abandone de una vez. Aunque haya decidido que la nueva forma es mejor, lo que generalmente hace es una prueba en su propiedad, es decir que destina solo parte de sus recursos a la nueva práctica; y 5) Enfrentar y ejecutar el cambio: el buen resultado obtenido hace que esa práctica siga siendo utilizada. Cuando esta ya se ha transformado en una conducta habitual se considera que ha sido aceptada; ya que ha habido un cambio de conducta o sea, un aprendizaje (Elberg 1992).

2.4 Calendarización, Uso Racional, Sustitución y Rediseño

Conforme la agricultura se ha desarrollado, varias estrategias de manejo han ido surgiendo, mayoritariamente enfocadas al control de plagas y enfermedades. Algunas de ellas consideran el uso de productos químicos como una solución rápida y eficaz, mientras otras pretenden llegar más allá de una solución momentánea a través de la relación de principios biológicos con prácticas de control que proporcionen cierta estabilidad y equilibrio al sistema productivo hasta otras que consideran no solo el control de plagas como objetivo principal, sino el manejo adecuado de todo el agroecosistema, con base en un conocimiento más desarrollado sobre las interacciones que se dan entre sus diferentes componentes e incluyendo al hombre como eje fundamental en el proceso productivo.

2.4.1 Calendarización

Aplicación rutinaria o habitual de productos químicos

Tanto en los inicios de la revolución verde, como ahora, muchos agricultores usan plaguicidas basados en un calendario de aplicaciones ya que según su “experiencia” así se evita la presencia de plagas, enfermedades o malezas en los campos (Hilje et al 1987). Es decir, se programa en forma preventiva la aplicación de estos productos, sin tomar en cuenta si la cantidad de la plaga justifica dichas aplicaciones (sin monitoreos) y muchas veces sin que estas aplicaciones sean necesarias, lo cual trae consigo serios daños en el medio ambiente y gastos innecesarios ya sea económicos, de tiempo y mano de obra.

Estos controles que de alguna forma se vuelven habituales y rutinarios, no solo obedecen a un deseo inherente de obtener buenos rendimientos, sino que incluyen la visión de limpieza del campo que posee el productor, es decir una parcela sin malezas, sin insectos, sin plantas enfermas, son sinónimos de buena salud y además reflejos de un buen desempeño como productor. *Por ejemplo, ¿con qué será de bombar las papas, ingenierito?* es una de las preguntas más frecuentes hechas a técnicos agrónomos que trabajan en comunidades campesinas de los Andes. Un buen agricultor se caracteriza por “saber fumigar” mientras el principal papel del técnico es enseñar o recetar los ingredientes a ser utilizados (Benzing, 2001)

Esta manera de concebir la agricultura podría ser consecuencia de la falta de conocimientos básicos acerca de procesos biológicos e interacciones que se dan en el agroecosistema pues en muchos de los casos la presencia de ciertas malezas y algunos insectos son beneficiosas para el cultivo ya que la biomasa de las primeras puede servir como cobertura protectora del suelo y refugio de insectos benéficos que cumplen distintos papeles desde polinizar, depredar y descomponer (Gliessman, 2002). Así mismo la falta de información en cuanto a umbrales económicos de daño, hace que se realicen aplicaciones en todo el cultivo con tan solo observar uno que otro insecto o algunas plantas con síntomas, sin visualizar los problemas de resistencia que éstas prácticas puedan acarrear.

Tampoco podemos dejar de lado la gran influencia que ejercen en las aplicaciones calendarizadas, los intereses de los diferentes sectores involucrados con este tipo de productos, especialmente de las casas comerciales los cuales son netamente económicos para lo cual se han desarrollado amplias campañas publicitarias con el propósito de fomentar la mayor utilización de esta clase de productos y así asegurar sus ventas (García, 1999).

Ahora bien, no sólo el uso de productos químicos caracteriza la estrategia de calendarización, pues muchas veces el uso de productos biológicos también se enmarca bajo esta misma concepción. Un ejemplo de ello es la recomendación que se hace para el control de *Plutella xylostella* en semilleros de repollo, donde el apareamiento de una larva, por planta justifica la aplicación de un insecticida y la sugerencia de llevar un plan calendarizado de aplicaciones a base de *Bacillus thuringiensis* (Blanco,199?). Lo cual indica que el tipo de insumo utilizado no marca precisamente la diferencia en estrategia sino la concepción que el productor tenga para su uso.

2.4.2 Uso racional.

Incrementar la eficiencia de las prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos, o ambientalmente nocivos.

La meta de este enfoque, es usar los insumos de manera más eficiente, de tal modo que se utilicen menos y al mismo tiempo, se reduzcan sus impactos negativos. Este método ha sido el énfasis principal de gran parte de la investigación agrícola convencional, mediante la cual se han desarrollado numerosas tecnologías y prácticas agrícolas (Gliessman, 2002)

Entre estas técnicas de manejo se destacan el manejo racional del suelo incorporando técnicas de labranza de conservación como densidades óptimas de siembra, oportunidad y precisión en la aplicación de fertilizantes, rotación de cultivos, monitoreo de plagas para una aplicación más apropiada de los plaguicidas , utilizando umbrales de acción, productos más selectivos, aplicaciones selectivas (con formulaciones específicas o restringiéndolos en el espacio o el tiempo), y mejorando los equipos y métodos de aplicación, así como el manejo racional del riego, y la conservación postcosecha por procesos sencillos (Ortiz, 1999).

En Costa Rica, el fomento de ésta alternativa está a cargo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a través de su servicio de extensión en sanidad vegetal. Las nuevas medidas a difundir comprenden el uso programado de organismos benéficos, técnicas agrícolas como la rotación de cultivos para evitar la infestación y la tolerancia de plagas, así como el uso de umbrales económicos de daño como base para la aplicación de controles químicos (Agne, 1997).

Dichas técnicas son más intensivas de conocimiento y mano de obra y menos intensivas de insumos y capital, en base a tecnologías cuyo costo intrínseco es relativamente bajo y no presentan requerimientos de recursos colaterales como disponibilidad de máquinas y otros insumos de alto costo, basada sobre todo en aspectos de manejo sostenible, aunque no ayudan a romper totalmente la dependencia de insumos externos.

2.4.3 Sustitución.

Sustituir prácticas e insumos convencionales con prácticas alternativas

En este nivel, la meta es reemplazar prácticas y productos que degradan el ambiente y hacen un uso intensivo de los recursos, por aquellas que sean más benignas ambientalmente. La investigación en producción orgánica y agricultura biológica han enfatizado ésta vía (Gliessman, 2002). Como ejemplos de prácticas alternativas se puede mencionar el uso de cultivos de cobertura, fijadores de nitrógeno para reemplazar fertilizantes sintéticos nitrogenados, el uso de agentes de control biológico en reemplazo de plaguicidas y el cambio a la labranza mínima o reducida.

Adicionalmente, varios productos utilizados en la agricultura tradicional vuelven a tomar fuerza en esta tercera estrategia de manejo. Repelentes naturales a base de ajo, chile, plantas silvestres, abonos como el humus de lombriz, bochachi, compost, cóctel de frutas, té de lombriz, entre otros, forman parte del nuevo bloque de alternativas en cuanto a insumos se refiere, sobre todo si se utiliza en base a umbrales de acción, es decir, tomar acciones de control cuando la plaga sobrepase los niveles de daño económico e implica un conocimiento de la biología y fisiología de la plaga, del ciclo biológico del cultivo, de la sensibilidad de los enemigos naturales y sobre todo de sus modos de acción.

Como parte de éste cambio, algunas empresas agroquímicas están involucradas en la producción de insecticidas u otros plaguicidas no convencionales, a base de virus, protozoarios, bacterias, hongos, gusanos marinos, plantas, sustancias reguladoras de crecimiento, aceites, detergentes y ceras, que son promocionados y usados en reemplazo o sustitución de productos químicos, con el propósito de controlar plagas y enfermedades que atacan a los cultivos de forma más eficiente y amigable con el medio ambiente (Gomero 1990). Estos productos son ofertados en los mercados por las mismas casas comercializadoras de agroquímicos, son promocionados como no contaminantes del medioambiente ni dañinos para la salud del productor, por lo que pueden ser utilizados con mucha confiabilidad (CATIE 1990).

Pero en la mayoría de los casos, el valor de éstos productos es más elevado que el de un producto químico, lo cual restringe mucho su uso (García, 1999)

Cabe indicar que en este nivel, la estructura básica del agroecosistema no se altera significativamente, por lo que muchos de los problemas que se dan en los sistemas convencionales también se dan en aquellos que sustituyen insumos (Gliessman, 2002).

2.4.4 Rediseño

Rediseño del agroecosistema de manera que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos

El rediseño del agroecosistema, involucra el cambio de una relación lineal entre las plagas y tácticas particulares de manejo a una red de relaciones entre plagas, múltiples tácticas de manejo y otras prácticas agrícolas, con énfasis en la prevención y la reducción de los requerimientos de insumos externos a través de un mejor uso de factores ecológicos. Al integrar actividades de manejo con otras prácticas agrícolas que mantienen la productividad del suelo y la salud del cultivo se minimizan los impactos de otras plagas y riesgos tanto económica como medioambientalmente desfavorables (Liebman et al., 2001). Para ello, es necesario un conocimiento detallado de la biología y ecología de los organismos presentes en el agroecosistema: plagas, enemigos naturales y sus interacciones con el ambiente, hace más fácil diseñar y aplicar procedimientos de manejo para explotar cualquier eslabón que exista (CATIE, 1990).

De ahí la importancia de realizar un rediseño de prácticas, las mismas que según Staver (2002), implican entender procesos naturales, para poder manipular los procesos a favor de menos plagas, un cultivo más vigoroso, la presencia de más enemigos naturales, es decir poder en base a este previo entendimiento manipular el ambiente con el propósito de modificar las condiciones físicas y nutricionales del agroecosistema para perjudicar el establecimiento de la plaga y favorecer al antagonista (Morris y Rouse 1985), con la opción de realizar un control específico en caso que sea verdaderamente necesario.

Por lo tanto podemos mencionar que rediseño involucra la agricultura orgánica como tal, la misma que puede incluirse también en sustitución, más no en uso racional ya que a diferencia de la agricultura convencional, la agricultura orgánica realza los procesos naturales de producción, utilizando un sistema

que, en gran medida imita los ecosistemas naturales en términos de especies y diversidad de niveles tróficos, lo cual no significa volver a los métodos agrícolas primitivos ni significa un retroceso en el desarrollo, sin embargo en ella se combinan los métodos tradicionales de conservación del medio y el equilibrio biológico con la tecnología moderna (Castañeda 1999)

2.5 Sistemas de Producción.

Los sistemas de producción tratan sobre como utilizar el conocimiento y la tecnología para obtener determinados productos a partir de los recursos. Los objetivos de estos sistemas pueden ser muy definidos o muy abiertos, de tal manera que puedan consistir en un modo de vida, una manera alternativa de relacionarse con la naturaleza, dirigida tanto a conseguir un mayor bienestar para el agricultor como aumentar la calidad y la variedad de los alimentos. La producción en estos sistemas puede estar planteada de manera cuidadosa que incremente a la vez el capital productivo y el valor natural del ecosistema o de forma esquiladora, destructora de la capacidad del ecosistema para poder seguir produciendo (Moreno y Altieri, 2001).

Bajo este concepto, varias tecnologías y varios tipos de conocimientos se han combinado para dar lugar a específicos sistemas de producción, entre los cuales se destacan los sistemas de producción convencional y los sistemas de producción orgánica.

2.5.1 Sistemas de producción convencional

El error de cambiar o mejorar elementos sin cambiar consecuentemente el sistema de producción en su conjunto (varios elementos del mismo) ha sido la causa de importantes fracasos históricos de la agricultura, como es el caso de la llamada revolución verde cuyas consecuencias sociales y ecológicas muy conocidas y documentadas han obligado a cambiar de raíz los planteamientos iniciales – simplificadores y creadores de dependencia - de este tipo de intervenciones (Moreno y Altieri, 2001).

Con la agricultura convencional, los seres humanos han simplificado la estructura del ambiente sobre vastas áreas, reemplazando la diversidad de la naturaleza con un número de plantas cultivadas y animales domésticos. Este proceso de simplificación alcanza una forma extrema de un monocultivo. Los componentes predominantes son plantas y animales seleccionados y criados por el hombre con un propósito particular. El resultado neto es un ecosistema artificial que requiere de la intervención humana constantemente (Altieri, 1999).

Las seis prácticas básicas que constituyen la columna vertebral de éste tipo de sistemas son: labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas y manipulación genética de los cultivos. Cada una de ellas usada para su contribución individual a la productividad, pero como un conjunto de prácticas forman un sistema en el cual cada una depende de la otra reforzando la necesidad de usar todas las prácticas (Gliessman, 2002).

Las prácticas antes mencionadas también forman parte de una estructura que tiene su propia lógica. La producción de alimentos se lleva a cabo como un proceso industrial en el que las plantas asumen el papel de minifábricas, su producto se maximiza por el uso de insumos, la eficiencia de la productividad se incrementa mediante la manipulación de sus genes y el suelo se convierte simplemente en el cual las raíces crecen.

2.5.2 Sistemas de producción orgánica

A pesar de la especificidad –ambiental, de composición y de manejo-, se pueden escoger una serie de actuaciones generales para diseñar agroecosistemas viables, diversificados y bien estructurados, capaces de mantener un rendimiento productivo en el tiempo, sin hipotecar los recursos naturales de los que depende dicho rendimiento (Moreno y Altieri, 2001).

Dentro de éstas opciones se enmarca la agricultura orgánica pues concilia los aspectos de prevención (eliminando las causas de los problemas al considerar que es más conveniente prevenir que curar), convivencia y sostenibilidad ecológica y económica (utilizando los recursos sin destruirlos). Este tipo de agricultura es un sistema de producción holístico, basado en prácticas de manejo que consideran y toman en cuenta las leyes de la naturaleza, proporcionando condiciones apropiadas para que las actividades biológicas en los agroecosistemas se desarrollen óptimamente (García, 1999). Su finalidad es desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima o nula de insumos agroquímicos y energéticos en los que las interacciones ecológicas y la sinergia entre los componentes ofrezcan los mecanismos que fomenten la propia fertilidad del suelo, la productividad y la protección del cultivo (Moreno y Altieri, 2001) ya que la agricultura orgánica no consiste solamente en cambiar los agroquímicos sintéticos por otros de origen natural, ni tampoco, en hacer creer que éstos últimos son inócuos, o que se puede pasar de un sistema convencional a uno orgánico de la noche a la mañana porque eso sería irreal (García, 1999).

En resumen, la agricultura orgánica no constituye un sistema elaborado que puede simplemente ser aplicado a cada sitio, sino una pauta ambiciosa: lograr un alto nivel de productividad con un mínimo de impacto ambiental y de insumos externos, aprovechando en un máximo los mecanismos de productividad biológica (Benzing, 2001).

2.6 Posibles indicadores de las condiciones del agroecosistema

Uno de los desafíos que enfrentan tanto los agricultores, extensionistas e investigadores es saber ¿Cuándo un agroecosistema puede ser considerado saludable? o ¿en qué estado de salud se encuentra?. Para ello, se han propuesto muchas listas de atributos que pretenden evaluar la productividad, estabilidad y resiliencia y adaptabilidad de agroecosistemas conocidos como indicadores (Maser et al. 1999).

Los indicadores de sostenibilidad son herramientas que nos brindan información sobre el estado actual, pasado y tendencias de un proceso determinado. Sirven para tomar decisiones y monitorear procesos. Puede ser un número o una cualidad que muestra el estado de un proceso o fenómeno dado (Adriaanse, 1993) citado por (Ramírez, 2002). Algunos indicadores consisten en observaciones o mediciones que se realizan a nivel de fincas para determinar la fertilidad y conservación del suelo y si las plantas están sanas y vigorosas (Altieri, 2002)

Altieri (2002) presenta indicadores fáciles y prácticos de utilizar para la zona cafetalera de Turrialba, entre los cuales se destacan diez indicadores para calidad de suelo y diez indicadores para sanidad de cultivo. En el caso de calidad de suelo los indicadores considerados son estructura, compactación e infiltración, profundidad del suelo, estado de residuos, color, olor y materia orgánica, retención de la humedad, desarrollo de raíces, cobertura de suelo y actividad biológica. Los indicadores de salud de cultivo se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo al estrés y a las malezas, crecimiento del cultivo y de las raíces, así como rendimiento potencial.

Las observaciones sobre niveles de diversidad vegetal, diversidad genética, diversidad de la vegetación natural circundante y tipo de manejo del sistema (orgánico, en transición o convencional), se hacen para evaluar el estado de la infraestructura ecológica del cultivo. Es decir los indicadores de sostenibilidad de agroecosistema, además de darnos una visión de las condiciones de sanidad de cada componente, nos permite determinar el normal o anormal comportamiento de cada uno de los actores de la cadena trófica.

2.6.1. Cultivos.

La principal unidad funcional de un agroecosistema es la población del cultivo. Este ocupa un nicho en el sistema, el cual juega un rol particular en el flujo de la energía y en el ciclaje de nutrientes (Altieri, 1999). Es considerado además el principal componente autótrofo o productor del sistema, por su habilidad para capturar energía solar y convertirla mediante la fotosíntesis en biomasa, la cual sirve de alimento para otras especies (Nicholls et al. 2000).

En la mayoría de las interacciones multiespecíficas en el agroecosistema, las plantas remueven y adicionan cosas al ambiente simultáneamente (Gliessman 2002).

Un cultivo es también una comunidad formada por un complejo de poblaciones de vegetación espontánea, plantas, insectos y microorganismos entre sí y no una unidad, como se la ha considerado en enfoques reduccionistas que no permiten utilizar las características emergentes de las comunidades o de manejar las interacciones interespecíficas para mejorar los sistemas de cultivo (Gliessman, 2002). Pero, al ser precisamente la principal unidad funcional, la mayoría de alteraciones que ocurren en el agroecosistema giran en torno a él.

Debido a que el ser humano concentra la producción de un solo cultivo en grandes extensiones, una gran cantidad de follaje o biomasa está disponible con facilidad para los fitófagos y la aplicación constante de agroquímicos elimina los insectos benéficos que pueden controlar estas poblaciones. Esta situación favorece a los fitófagos, los cuales en ausencia de sus enemigos naturales, realizan el total de su potencial reproductivo y se convierten en plagas (Nicholls et al. 1999).

Con el incremento en la diversidad de cultivos se pueden lograr algún nivel de control, al aprovechar mejor las formas de interacciones entre los elementos de los agroecosistemas, incluyendo tanto los cultivados como los no cultivados (Gliessman, 2002) ya sea en el tiempo (rotaciones), como en el espacio (asociaciones). Las asociaciones de cultivos conservan una parte de la biodiversidad natural en forma simultánea, rotaciones lo hacen en forma sucesiva (Benzing, 2001).

Un cultivo influye sobre el siguiente no solamente por problemas de plagas, patógenos, malezas, sino también mediante la fijación de nitrógeno, efectos alelopáticos, residuos, la estructura del suelo que deja, etc.. Las rotaciones ayudan a regular problemas fitosanitarios, el agotamiento de ciertos nutrientes en el suelo y rendimiento reducido. (Benzing, 2001) mientras que la práctica de una combinación inteligente de

plantas con diferentes hábitos de crecimiento, sistemas radiculares y épocas de maduración, en asociaciones, logra un mejor aprovechamiento, de la luz, el agua y los nutrientes y la clave parece ser el tamaño de las explotaciones y su grado de mecanización.

2.6.2. Vegetación espontánea (malezas)

Las ciencias ecológicas definen a las malezas como plantas de buena capacidad de colonización que aprovechan las condiciones creadas por el ser humano en el ecosistema. En otras palabras: el hombre destruye la vegetación natural del ecosistema y las malezas son las primeras especies por medio de las cuales la naturaleza trata de recuperar su espacio (Benzing, 2001). Otras definiciones, mencionan a las malezas como plantas aptas para captar los recursos sobrantes, principalmente la luz solar, pero también el agua y los nutrientes, por lo tanto aparecen en sitios donde la luz, el agua y los nutrientes, favorecen su crecimiento y reproducción (Falguni, et al 2000). Esto significa que las malezas crecen espontáneamente en los terrenos agrícolas, sin que el agricultor las siembre intencionalmente y además que no tienen valor de uso para el agricultor, se excluyen así de la definición de malezas aquellas especies que, a pesar de no ser sembradas, tienen algún valor de uso para el agricultor (CATIE, 1993).

A pesar de que en su mayoría, las malezas son consideradas como plantas que causan daño, algunos productores saben que no todas las malezas son “malas”. Por ejemplo los productores andinos hablan a veces de “mala hierbita” con cierto cariño, o en algunas zonas se distinguen claramente entre “hierbas buenas” o “hierbas malas”. También en Tabasco, México diferencian entre “buen monte” y “mal monte”. A estas diferencias sutiles corresponde un manejo muy diferenciado de la flora que se expresa también en el lenguaje (Benzing, 2001).

En sistemas agrícolas extensivos las malezas contribuyen a incrementar la biodiversidad (Altieri 1999) pues cada especie adicional que se encuentra en un agroecosistema puede albergar un número considerable de otros organismos, entre ellos insectos benéficos, plagas o enfermedades (Hilje, 2002). Al respecto, se puede suponer que en presencia de poblaciones relativamente bajas de muchas malezas diferentes, los efectos positivos sobre plagas y enfermedades predominarían, mientras una población densa de una o pocas especies de malezas puede ser un problema serio, cuando se trata de hospederos de

una plaga o enfermedad importante (Benzing, 2001). Un ejemplo de ello, lo constituye un estudio realizado en una plantación de coliflor, donde se comprobó que un borde relativamente delgado de diferentes malezas afectó la mezcla de insectos que colonizaron al cultivo ya que se disminuyó la presencia de plagas en vista de la mayor presencia de insectos benéficos.

También las malezas pueden proteger la superficie del suelo de la erosión con sus raíces o su cubierta foliar, retener nutrimentos que podrían ser lixiviados del sistema, adicionar materia orgánica al suelo, e inhibir selectivamente el desarrollo de otras especies por alelopatía (Gliessman 2002). Además de considerar también los efectos de las malezas sobre el microclima, por ejemplo en la papa, la eliminación de las malezas ayuda a reducir la humedad ambiental y de esta manera la incidencia del tizón tardío (Benzing, 2001).

Por otro lado se deben El tipo de beneficio o daño que puedan causar las malezas, también guarda relación con sus hábitos de crecimiento y el tipo propagación. Estas características están directamente ligadas con la forma de adaptación, que permite sobrevivir a las malezas en el agroecosistema tales como: abundante sistema radicular que hace a la planta competitiva para la asimilación de agua y nutrientes (gramíneas), producción abundante y temprana de de semilla, asimilación de nutrientes desde capas profundas y almacenamiento en raíz pivotante. Reproducción vegetativa por medio de estolones de superficie, rizomas y estolones subterráneos.

Muestreo de biomasa de vegetación espontánea

El estudio de la ecología de las malezas no es sencillo, como lo manifiesta Merino (1993), un ejemplo es la invasión de las malezas a los sistemas de producción, sus consecuencias sobre la productividad, variaciones temporales y espaciales de los niveles de infestaciones que son procesos que no pueden deducirse de los conocimientos sobre la estructura y funcionamiento de los individuos de tal o cual especie, ni pueden hacerse extensibles a todas las poblaciones que pueden encontrarse de la misma.

Las normas establecidas para realizar un censo de malezas, obedecen a principios ecológicos que tienen que ver con la estructura y distribución espacial de sus poblaciones. Cruz (1989), menciona que cuando se trata de muestreos de malezas en la superficie del suelo, uno de los métodos más utilizados es la cuadrícula, el cual consiste en un cuadro de metal o madera de diferente dimensiones, de 0.25m x 0.25 m a 1m x 1m de acuerdo al tipo de malezas a muestrear, determinándose previamente mediante el uso de métodos estadísticos, el tamaño de la muestra a utilizar.

Banco de semillas de vegetación espontánea

Las propiedades del banco de semilla de malezas están íntimamente ligadas a la naturaleza biológica de éstas. El banco de semillas de malezas en el suelo, ha sido definido generalmente como la colección de semillas viables y latentes en un área definida (Bigdwood y Inouye, 1988). Pero las ideas más comúnmente implicadas en el término de banco de semillas son las de colección, población, depósito, reserva o agregado de semillas sobre y en el perfil del suelo.

Según Aldrich (1984), el banco de semillas es la población de semillas en el suelo de diferente edad, ya sea en latencia o listas para germinar y emerger cuando las condiciones sean favorables. De esta manera, la dinámica del banco de semillas garantiza la habilidad de la comunidad para mantenerse y para responder a los cambios.

Ahora bien, si el banco de semillas constituye una reserva de semillas, capaces de reemplazar a las plantas adultas anuales o perennes que por cualquier razón mueran (Baker, 1989), su muestreo o monitoreo, se hace necesario, sobre todo dentro de un sistema de producción que presente riesgos de disminución en la producción, por presencia de malezas.

En vista de ello, los métodos de muestreo deben considerar la relación entre el número de especies y área estudiada, la cual nos indicaría la extensión de la muestra en la que se encuentre el mayor número de especies de importancia en la comunidad (Merino, 1993).

El método de estudio del banco de semillas mediante la germinación de semillas presentes en muestras de suelo es más sencillo, pero puede requerir de mucho tiempo. Las muestras de suelo son esparcidas en una superficie plana o colocadas en maceteros de poca profundidad donde permanecen con suficiente grado de humedad para promover la germinación. Las temperaturas deberán ser muy similares a las que se presentan en condiciones de campo. Cuando se presenta la primera germinación de malezas, estas se arrancan, identifican y cuentan. Luego se remueve el suelo, se riega para promover una nueva germinación, repitiéndose el proceso varias veces hasta agotar las reservas de semillas en la muestra de suelo en estudio (Egley y Williams, 1990)

2.6.3 Plagas

La naturaleza posee múltiples procesos controladores de organismos en un ecosistema. Sin embargo cuando el hombre organiza los factores bióticos y abióticos de modo que sirvan a sus intereses, el balance se rompe y empiezan a incrementarse algunos organismos (malezas, insectos, nemátodos, hongos bacterias y otros) cuya densidad poblacional puede distorsionar el beneficio esperado. Es decir ningún organismo es plaga *per se*, aunque algunos sean, en potencia, más dañinos que otros, ninguno es intrínsecamente malo (Coto, 1997).

Resulta entonces evidente que el concepto de plaga es totalmente antropocéntrico, por que se califica a un organismo como tal si solo afecta a la especie humana, para lo cual debe alcanzar densidades altas. Por lo tanto el concepto de plaga es artificial, pues en la naturaleza no existen interacciones positivas o negativas, es el hombre el creador de esos adjetivos, anteponiendo sus intereses (Hilje et al, 1987).

Bajo ésta perspectiva, una plaga se define como cualquier organismo que afecta un cultivo en forma directa o indirecta, causándole pérdidas de importancia económica. El parámetro para definir si una maleza, insecto o microorganismo puede ser calificado como plaga es el nivel de daño económico (Coto, 1997).

Dependiendo de la intensidad de daño (importancia económica) y de su densidad poblacional (comportamiento en el campo), las plagas pueden clasificarse a grosso modo en cuatro grupos: *plagas constantes*, que están siempre presentes y se pueden esperar que causen cada año alguna pérdida económica o daño; *brotos de plagas*, que ocurren a menudo con un nivel bajo o que no se nota en el ambiente, pero que pueden aumentar en forma repentina o masiva; *plagas de bajo nivel, intermitentes o auxiliares* están casi presentes a baja densidad y en condiciones normales de crecimiento saludables de las plantas, no causan daño significativo, sin embargo en algunos casos pueden requerir medidas de control y *Vectores*, que son importantes a baja densidad por su capacidad de transmitir enfermedades de las plantas (Saunders et al, 1998).

Si vamos aún más allá de los efectos que las plagas puedan causar sobre los intereses del ser humano podemos estar hablando del papel y del impacto que éstas ejercen dentro los procesos ecológicos del agroecosistema.

Al ser los insectos y las enfermedades, integrantes del segundo nivel en la cadena trófica (consumidores) su función ecológica consiste en la de hacer uso de la biomasa producida por las plantas y convertirla en biomasa animal, la misma que luego es aprovechada por depredadores de plagas y que permiten la continuación del ciclo trófico y consecuente flujo de energía (Altieri, 1999). Este consumo de biomasa vegetal por parte de las plagas causa un impacto por interferencia. La relación de interferencia entre un herbívoro y la planta que consume es muy directa, siendo el tejido de la planta la parte del ambiente que es removida. Sin embargo más allá del enfoque de la planta individual, el herbivorismo es una interferencia por remoción en un sentido más amplio, en que la biomasa y los nutrientes contenidos en ella, son removidos del ambiente. El consumo del material vegetal reduce el retorno de la biomasa al suelo, y si la remoción es muy intensa y además ocurre por largo tiempo, puede conducir al agotamiento de los nutrientes dentro del sistema (Gliessman, 2002).

2.6.3.1 Insectos

Según Hilje (2002) cualquier insecto que ataque cultivos o árboles podría convertirse en plaga. Una plaga es un organismo que aumenta su densidad hasta niveles suficientes para afectar en forma directa o indirectamente la especie humana.

Los campos expuestos y las concentraciones de especies de un solo cultivo abren el camino a una infestación por plagas, ya que proporcionan recursos concentrados y condiciones físicas uniformes que fomentan la invasión de insectos (Altieri, 1999). Las plagas de insectos herbívoros son más propensas a colonizar y a permanecer más tiempo en los cultivos huéspedes que están concentrados, ya que el conjunto de necesidades de vida de las plagas se satisfacen en estos medioambientes simplificados. Como resultado, las poblaciones de plagas especializadas alcanzan niveles económicos indeseados.

Hilje (2002) cita dos categorías de daño provocadas por las plagas: indirecto y directo. En el primer caso, el insecto afecta las partes vegetales no comercializables y en el segundo, obviamente, cuando el daño afecta las partes comercializables. El mismo autor señala que la magnitud del daño causado que involucra los componentes de frecuencia (incidencia) e intensidad (severidad) depende mucho de la densidad de la plaga.

En monocultivos el daño según las etapas fenológicas del cultivo se observa en períodos mucho más cortos. Así, una plántula de pocas semanas puede ser muy susceptible a un insecto defoliador, pero al

crecer aumenta su tolerancia, hasta cierta edad en la que se torna muy susceptible, como pudo leerse en los cultivos de tomate y chile dulce en la sección anterior.

No obstante para determinar cuán cerca se está de un nivel crítico de daño es necesario realizar muestreos periódicos y decidir así cuándo aplicar tácticas de manejo apropiadas.

En cuanto a técnicas de muestreo, el repertorio existente es muy amplio y comprende la red entomológica convencional, así como trampas de varios tipos, incluyendo trampas pasivas como las de foso y de tienda y activas como las de luz y de atrayentes alimentarios y feromonas sintéticas. Así mismo existen otros dispositivos para capturar insectos, como las láminas para de tela para abatir insectos, cubetas con vasos transparentes en su parte superior y succionadoras eléctricas.

2.6.3.2 Enfermedades

Una alteración morfológica y/o fisiológica de la planta, causada por microorganismos o condiciones adversas. Tales cambios pueden ser el resultado de una asociación íntima entre el organismo que incita enfermedad (patógeno) y la planta. Donde por un lado el patógeno utiliza diversos mecanismos de ataque y el hospedero otros tantos en respuesta a la invasión (Coto, 1997). La severidad del daño resultante depende de la duración en tiempo real de la interacción planta-patógeno-medioambiente, y en el cual las características específicas de cada patógeno, el grado de resistencia de la planta y las variaciones de medioambiente juegan un papel muy importante (Castaño, 1999).

La interacción de estos tres factores en el tiempo, determinan la incidencia de la enfermedad y el grado de severidad y la magnitud de la pérdida en rendimiento. Castaño (1999) menciona que una buena estimación de pérdida causada por una enfermedad, depende de la metodología que se utilice para estimar los parámetros respectivos.

Cuando se realizan evaluaciones frecuentes sobre la misma parcela experimental o campo comercial, los porcentajes de severidad estimados se pueden graficar a través del tiempo. La curva obtenida, define y mide toda la trayectoria de la epidemia sobre el cultivo. Las curvas de progreso de enfermedades sirven para comparar los ataques de enfermedades en diferentes épocas y áreas geográficas.

2.6.4. Organismos Benéficos

Una de las razones más importantes para restaurar y mantener la biodiversidad en la agricultura, es que ésta presta una gran variedad de servicios ecológicos. Uno de estos servicios es la regulación de la abundancia de organismos indeseables, a través de la depredación, el parasitismo y la competencia (Hilje, 2002).

De esta manera depredadores, parásitos y patógenos actúan como agentes de control natural que, cuando son adecuadamente manejados, pueden determinar la regulación de poblaciones de herbívoros en un agroecosistema particular (Altieri y Nicholls, 2000). Dentro de la cadena trófica, se los ubica en un tercer nivel pero continúan siendo consumidores al igual que los parasitoides, quienes se alimentan de predadores y parásitos. Estos últimos se llaman comúnmente “enemigos naturales” porque atacan a organismo que pueden llegar a ser plagas, conservar estos es importante para que no suba la población de herbívoros (Gliessman 2002). Probablemente cada población de insectos o patógenos en la naturaleza es atacada en alguna medida por uno o más enemigos naturales (Altieri, 1999)

Esta regulación ha sido llamada control biológico y ha sido definida por DeBach (1964) como la acción de parasitoides, depredadores o patógenos para mantener la densidad de la población de un organismo plaga a un promedio menor al que ocurriría en su ausencia.

Es por lo tanto un hecho de que los enemigos naturales de las plagas (depredadores, parasitoides y organismos patógenos) constituyen un recurso valioso en el combate integrado y su presencia puede ser considerada como un indicador de sostenibilidad según lo expuesto por Hilje (2003), entre las cuales se destacan algunas especies de dípteros, lepidópteros, carabidos, cincinélidos, arañas y estaphylinidos, entre otros, los mismos que pueden ejercer una acción depredadora, parasitoidea o descomponedora.

2.6.5. Suelo.

El suelo es un complejo, viviente, cambiante y dinámico componente del agroecosistema. Está sujeto a la alteración y puede ser degradado o manejado responsablemente (Gliessman, 2002). Además de su papel como base para la producción de alimentos, los suelos cumplen otras funciones en los ecosistemas terrestres, entre los cuales se destacan, la función de hábitat para una enorme diversidad de organismos, la

regulación de los ciclos de agua y carbono y del intercambio de radiación y calor en la atmósfera; y la función de filtro y tampón para agua, ácidos y sustancias tóxicas (Benzing, 2001)

Para determinar la calidad de un suelo y el manejo al cual debe someterse, se pueden utilizar indicadores químicos, físicos, biológicos y socioeconómicos. Algunos indicadores químicos son: pH, concentración de nitratos, conductividad eléctrica, salinidad, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, concentración de elementos necesarios esenciales. Indicadores físicos: profundidad del suelo superficial (horizonte A), densidad aparente, tasa de infiltración, contenido de humedad, estabilidad de los agregados, textura, compactación. Indicadores biológicos: tasa de respiración, biomasa microbiana, contenido de microorganismos. Indicadores socioeconómicos; costo por unidad productiva, producción (tn/ha), capacidad de uso del suelo y conflicto de uso (Ramírez, 2002).

Para el presente estudio se consideraron tres indicadores de sostenibilidad. Dos de ellos biológicos: presencia de lombrices y biomasa microbiana; y un indicador químico: contenido de carbono orgánico en macromateria orgánica y fracción liviana en la materia orgánica del suelo.

2.6.4.1 Fauna del suelo

En ecosistemas naturales el horizonte O es la parte biológica más activa del perfil y la más importante ecológicamente. Esta tiene un papel significativo en la vida y distribución de plantas y animales, en la conservación de la fertilidad del suelo y en muchos procesos de desarrollo de éste. Los macro y microorganismos responsables de la descomposición son más activos en esta capa y en la parte superior del horizonte A (Gliessman, 2002).

La fauna del suelo consiste de un grupo diverso de organismos que varían en tamaño, desde unos pocos micrómetros (protozoarios) a varios centímetros en diámetro (lombrices de tierra) o sobre un metro de longitud (grandes gusanos de tierra). En términos de biomasa y número, la fauna del suelo está compuesta mayormente por invertebrados, aunque algunos invertebrados pueden tener efectos significantes sobre los procesos del suelo (Linden et, al. 1994)

El tamaño de la fauna del suelo y su consecuente modo de vida, especialmente sus estrategias de movilidad y alimentación, determinan como ellos influyen en los procesos del suelo.

La fauna del suelo está dividida en: *microfauna*, (organismos $< 100 \mu\text{m}$) que incluye protozoarios, nemátodos y rotíferos, que son esencialmente organismos acuáticos que existen en películas de agua sobre partículas de suelo. *La mesofauna* del suelo, (animales de 100 a 2000 μm), incluye ácaros, collembolas y otros insectos pequeños, arañas y gusanos de tierra. *La macrofauna del suelo y megafauna* (animales $> 2000 \mu\text{m}$) son los organismos que tienen el más grande potencial para afectar directamente las propiedades funcionales del suelo, Estos organismos incluyen termitas, hormigas, miliápodos, adultos y larvas de insectos, gusanos de tierra y moluscos (Linden et al 1994).

La macrofauna del suelo pulveriza y redistribuye residuos orgánicos en la superficie del suelo, lo cual incrementa el área de superficie y la disponibilidad de sustratos orgánicos para la actividad microbiana. Ciertos grupos de la macrofauna del suelo, particularmente las hormigas, termitas y gusanos de tierra pueden modificar sustancialmente la estructura del suelo, a través de la formación de macroporos y agregados. Estos efectos pueden influenciar en la infiltración, conductividad hidráulica, y lixiviación de solutos.

En el presente estudio, se hace hincapié en el uso de lombrices como indicadores de calidad del suelo, lo cual se ve justificado con lo expuesto por Linden (1994) quien menciona que los gusanos de tierra y las lombrices pueden ser indicadores de calidad de suelo si hacemos una analogía con un proceso químico. Este modelo propone la actividad de gusanos y lombrices como catalizadores que facilitan una reacción que produce un producto mientras consumen un sustrato. El sustrato podría ser residuos de plantas, los cuales constituyen alimentos básicos para ellos y el resultado podría ser materia orgánica en el suelo. Por lo tanto su presencia o ausencia guarda relación directa con el contenido de materia orgánica en el suelo.

2.6.4.2 Fracciones de Materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas (p. e. producción y economía) como en sus funciones ambientales -entre ellas captura de carbono y calidad del aire; también, es el principal determinante de su actividad biológica ya que la cantidad, la diversidad y la actividad de la fauna del suelo y de los microorganismos están directamente relacionadas con la materia orgánica (FAO 2000).

Investigadores como Parton et al (1987) y Jenkinson (1971) dividen a la materia orgánica en tres fracciones, considerando la dinámica de su descomposición, así: activa, lenta y pasiva con tasas de

reciclaje de menos de 1,5 años, 525 años y 100 años respectivamente. La fracción activa del suelo involucra alrededor del 510%, la lenta de 20-40% y la pasiva del 40-70% de la materia orgánica del suelo (Duxbury et al., 1989). La fracción activa del suelo incluye la biomasa microbiana y las sustancias fácilmente descompuestas (como exudados) que provienen de las plantas y microbios; la fracción lenta incluye residuos orgánicos menos disponibles a los microorganismos debido a su descomposición química más compleja y la fracción pasiva incluye a los compuestos químicos complejos que son difícilmente descompuestos (Duxbury et al., 1989).

Fracción conceptual	Fracción medida
Activa	Biomasa Microbiana (BM)
Lenta	Macromateria orgánica (MMO) (partículas > 53 μm) o Fracción liviana (< 1,83 g/cm^3) (FL)
Pasiva	Diferencia entre materia orgánica total y las fracciones activa y lenta

Fuente: Melendez (1997)

Muchos estudios han demostrado cambios significativos en los contenidos de las fracciones de materia orgánica del suelo a través del tiempo, como una función del tipo o de la rotación de los cultivos, el manejo de los residuos, la labranza, prácticas de fertilización y otros factores agronómicos (Campbell et al., 1984)

Debido a que la población microbiana del suelo es más sensible que el carbono total a variaciones o perturbaciones resultantes del manejo del suelo y de la calidad del sustrato orgánico que se incorpora (Anderson y Domsch, 1989, Pfenning et al., 1992., Mazzarino et al., 1993, tomado de Meléndez 1997), la BM ha sido propuesta como un indicador sensible y rápido de los cambios en la materia orgánica del suelo bajo diferentes prácticas de manejo.

La BM normalmente se estima midiendo el C microbiano y/N microbiano, a través de diferentes métodos que incluyen desde conteo directo, ATP, respiración inducida por sustrato y fumigación-incubación y fumigación extracción entre otros (Meléndez 1997) entre otros.

Una de las técnicas más usadas es la fumigación-extracción donde se estima la BM con base a la diferencia en el carbono extraído de muestras fumigadas y no fumigadas. Teóricamente esta diferencia representa la proporción del carbono microbiano liberado de los microbios muertos por efecto del biocida.

La fracción liviana (FL) y la MMO del suelo parecen ser las fracciones de materia orgánica del suelo que más decaen como resultado del cultivo de los suelos, ya se vuelven más susceptibles al ataque microbial (Cambardella y Elliot, 1992). Estas fracciones parecen estar involucradas en el amortiguamiento de los nutrientes y en el mantenimiento de la agregación del suelo, por lo tanto su pérdida resulta en la disminución de éstas propiedades (Cambardella y Elliot, 1992).

La MMO, está definida como la fracción del tamaño de arena (>53 μm) de la materia orgánica y está compuesta principalmente de fragmentos de raíces y otros residuos vegetales que varían en su estado de descomposición y tienen una relación C:N alrededor de 20 (Cambardella y Elliot, 1992); mucha de esta fracción está contenida en la fracción liviana del suelo.

Cambardella y Elliot (1992) usan un método simple de dispersión química seguida de una separación física para aislar MMO de la fracción del suelo. Meléndez (1997) usó el mismo método, el mismo que inicia con una dispersión de cuatro submuestras de 20 g de suelo fresco en botellas usando 60 ml de una solución de hexametáfosfato de sodio, lo cual se agita durante quince horas en un agitador horizontal a 120 rpm. Esta suspensión se vacía sobre un tamiz de 53 μm , usando pequeñas alícuotas de agua para lavar las partículas de suelo adheridas a la botella.

La fracción de arena más la macromateria orgánica retenida sobre el tamiz (> 53 μm) fue recolectada y puesta en vasos. La fracción de MOS < 53 μm asociada al mineral (limos + arcillas) y presente en la solución que pasó a través del tamiz fue recolectada en vasos prepesados. De cada fracción se dejó evaporar el exceso de agua en una estufa a 60 °C hasta obtener peso seco. Cada fracción de suelo fue morterada y posteriormente se analizó CO total por oxidación en húmedo y N total.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en doce fincas de producción hortícola, distribuidas entre Pacayas, Capellades y Cipreses, tres localidades ubicadas en la zona norte de Cartago, en Costa Rica. Las dos primeras pertenecen al cantón Alvarado, cuyas coordenadas geográficas están dadas por 09° 56' 46'' norte y 83° 48' 08' longitud oeste y una altitud de 1735 msnm. La temperatura promedio es 15 °C, la máxima de 20°C y la mínima de 10 °C, con una precipitación anual de aproximadamente 2.313 mm. Los suelos que predominan en las zonas son de origen volcánicos, Andisoles. El uso del suelo es extensivo e intensivo, dedicado a cultivos anuales, permanentes, ganadería y forestal.

Cipreses, se encuentra ubicada en el cantón Oreamundo, cuyas coordenadas geográficas son 09 ° 59' 54'' latitud norte y 83° 52' 28'' longitud oeste, y una altitud de 1453 msnm. La temperatura promedio es de 19 °C, la máxima 25°C y la mínima de 13°C, con una precipitación promedio anual de 1275 mm. Los suelos que predominan en las zonas son de origen volcánico, Andisoles. El uso del suelo es similar al del cantón Alvarado.

La selección del área se realizó en base a los siguientes criterios:

- 1) Son zonas representativas de la producción hortícola en el país
- 2) Existen los dos tipos de producción: orgánica y convencional

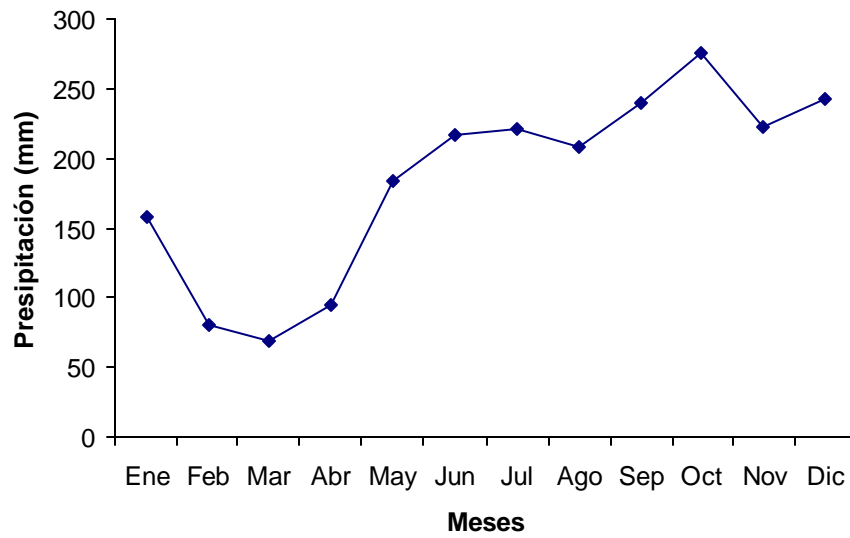


Figura 2: Precipitación promedio de la zona de estudio con base en datos registrados durante 42 años por la estación meteorológica Pacayas.

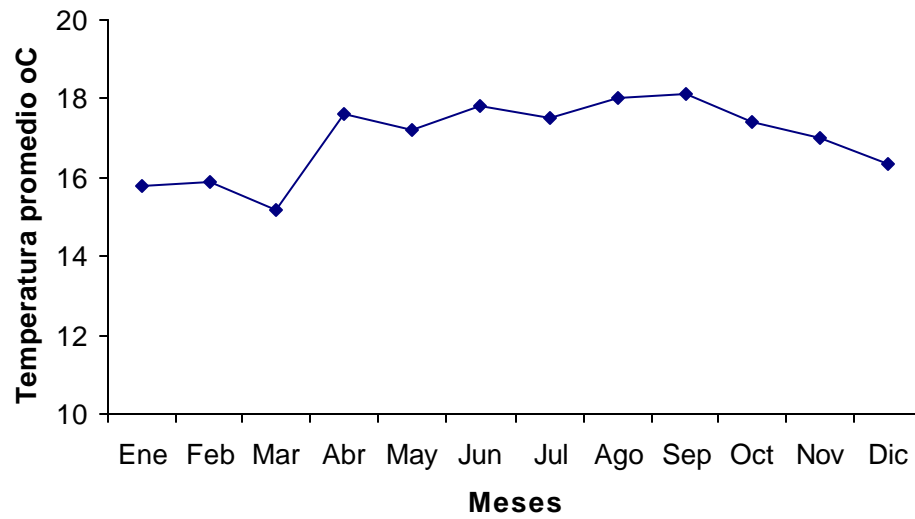


Figura 3: Temperatura promedio de la zona de estudio con base en datos registrados durante 22 años por la estación meteorológica Pacayas.

3.1.13.2 Sistemas de producción

Los sistemas de producción considerados para este estudio son:

?? Cuatro productores con sistemas de producción orgánica (*SPORG*)

?? Cuatro productores con sistemas de producción convencional que reciben asesoría técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería (*SPCMAG*)

?? Cuatro productores con sistemas de producción convencional que reciben asesoría de casas comerciales de agroquímicos (*SPCCC*)

3.3 Selección e identificación de productores

Para seleccionar a los doce productores que participaron en el estudio, nos apoyamos en los siguientes criterios de selección: similitud en años de experiencia en practicar agricultura orgánica o convencional, época de producción (en verano), tamaño de la finca, condiciones climáticas, tipo de suelo y condición económica. Esto con el fin de lograr el mayor grado de equidad posible con el propósito de realizar las respectivas comparaciones.

Se creyó pertinente ubicar en primera instancia a los productores orgánicos, por considerarlos menos frecuentes, para lo cual contactamos a la Asociación de Productores Orgánicos de la Zona Norte de Cartago (APROZONOC), quienes a través de su directiva, nos facilitaron entrevistas con la mayoría de sus miembros, de entre los cuales escogimos cuatro productores que cumplieron con el mayor número de requisitos planteados en los criterios de selección. Posteriormente, con el apoyo de los agentes de extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Pacayas, recorrimos la zona y mantuvimos entrevistas con productores convencionales que recibían asesoría técnica de ésta entidad, así escogimos a los cuatro productores pertenecientes a este segundo grupo y finalmente gracias a la colaboración de la asesora técnica de la casa comercial de agroquímicos ASOPAC en Capellades, pudimos identificar a los cuatro productores convencionales cuyos sistemas de producción reciben asesoría de ésta y otras casas comerciales.

De esta manera se completó el grupo de doce productores, cuyos sistemas de producción formaron parte de este estudio.

Cuadro 1. Conceptos claves considerados en las evaluaciones de conceptualización para cada componente del agroecosistema

COMPONENTE	CONCEPTO CLAVE
Suelo	Vida en el suelo Fertilidad Importancia de la microfauna del suelo Uso de pesticidas Nutrientes
Plagas	Conocimiento e identificación del agente causal (insecto) Ciclo biológico Control o prevención Hospederos alternos
Enfermedades	Conocimiento e identificación del agente causal (hongo, bacteria) Control o prevención Hospederos alternos
Organismos benéficos	Identificación Idea de un Insecto benéfico Enemigos naturales Funciones de los enemigos naturales
Malezas	Identificación Función Daño Hábitos de crecimiento Reproducción

* Basado en Sherwood et al.,2000

3.5 Rastreo de Información y Ampliación de conocimiento

Para indagar cuáles son las fuentes mediante las cuales, el agricultor obtiene información sobre temas relacionados con la producción hortícola, realizamos una entrevista semi- estructurada dividida en tres secciones:

3.5.1. Fuentes de información en caso de problemas en el sistema de producción

En esta sección de la entrevista se trató de recopilar posibles fuentes de información a la cual el productor acude en caso de presentarse problemas en cualquiera de las prácticas o labores efectuadas a lo largo del ciclo de cultivo. Para ello se construyó una matriz en un papelote donde se especifica la labor o práctica, el problema más frecuente o más grave que corresponde a cada labor, la fuente o posibles fuentes y las frecuencias con las que acude a consultas.

Con esta información se realizaron pruebas de Chi cuadrado para determinar si existían diferencias estadísticas en cuanto a las fuentes de información a las cuales los productores acudían al presentarse alguna dificultad en el sistema de producción.

3.5.2. Fuentes de información para experimentación en el sistema

Aquí se listan las nuevas prácticas agrícolas o productos empleados en el último año y frente a cada una de ellas la fuente de la cual se obtuvo información para llevarla a cabo o utilizarlos.

Al igual que en el caso anterior, se aplicaron pruebas de Chi cuadrado y un análisis cualitativo para determinar si existen diferencias significativas entre sistemas de producción.

3.5.3. Capacitación

Involucra el número de capacitaciones recibidas por productor, el tipo de capacitación (charlas, días de campo, visitas a fincas, talleres o cursos) y el agente capacitador.

La información para cada una de estas secciones fue recopilada en matrices, la misma que luego se codificó para poder cuantificar y realizar los análisis respectivos.

Con base en los datos obtenidos para el número de capacitaciones recibidas se aplicaron ANDEVAS y pruebas de Duncan para determinar diferencias estadísticas entre sistemas, además de un análisis cualitativo que explica diferencias en cuanto a temas tratados y el interés del productor.

Finalmente, los resultados de las evaluaciones de estrategias de información, servirán de base para conocer cuál es el grado de interés que tienen los productores de cada sistema en ampliar sus conocimientos. Para ello se consideró como el mayor grado de interés (uno), el valor más alto obtenido en la sumatoria de las tres variables evaluadas (número de capacitaciones, fuentes de información y nuevos experimentos en las fincas). También se aplicó un análisis de regresión para conocer si existe relación entre las calificaciones de conceptualización y el rango de interés por ampliar conocimiento.

3.6 Prácticas agrícolas 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 malezas. Pero hacia falta integrar esta información y esto se hizo con una entrevista final al productor donde además de incluir los insumos utilizados y sus intervalos de uso, indagamos el por qué de cada una de estas prácticas.

Para ello se diseñó una herramienta participativa en la cual se incluye la descripción de cada una de las prácticas realizadas a lo largo del ciclo del cultivo en forma ascendente (¿Qué hacemos?) las mismas que iban desde la preparación del terreno hasta la cosecha y rotación de cultivos, 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, fungicidas y herbicidas, así como los criterios para la toma de decisiones.

Método de Análisis

Para determinar si existían diferencias estadísticas en cuanto al tipo de prácticas agrícolas realizadas en los tres sistemas de producción, se aplicaron pruebas de chi cuadrado en vista de que los datos obtenidos fueron de carácter binomial (si realiza y no realiza) y ANDEVAS y pruebas de Duncan para analizar los intervalos de aplicación de insumos.

También se utilizó un análisis cualitativo para explicar las bases en las tomas de decisiones por parte de los doce productores en los tres sistemas y la distribución de cultivos en el tiempo y en el espacio (rotaciones y asociaciones).

Finalmente se diseñó la siguiente categorización numérica para cada alternativa de producción, con base en la clase de insumos y criterios para la toma de decisiones, que las caracteriza (cuadro 2), lo cual permitió ubicar a los productores de los tres sistemas en el nivel correspondiente de manejo de agroecosistema:

Cuadro 2. Insumos y criterios considerados como base para la toma de decisiones en las prácticas agrícolas y sistemas de cultivos en las cuatro alternativas de producción: calendarización, uso racional, sustitución y rediseño.

	CALENDARIZACION (0-0.32)	USO RACIONAL (0.33-0.65)	SUSTITUCIÓN (0.66-0.99)	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, manual.	Laboreo mínimo o nulo, para mejorar las condiciones del agroecosistema como hábitat
Criterios para el control de plagas	Intervalo fijo de aplicación,	Aplicaciones de control o prevención con base en recuentos y umbrales de daño de plagas.	Aplicaciones de control o prevención con base en recuentos y umbrales para plagas.	Reducidas aplicaciones basadas en recuentos de organismos benéficos y plagas, considerando que a este nivel ya se han establecido los mecanismos naturales de regulación de poblaciones en el agroecosistema
Insumos para el control de plagas	con productos tóxicos para la plaga, benéficos y con impacto a largo o corto plazo	Uso de productos específicos y de baja toxicidad para organismos benéficos y el medioambiente	Uso de productos orgánicos, no tóxicos para organismos benéficos y sin impacto al medioambiente	Menor o ningún uso de productos orgánicos
Criterios para fertilización	Aplicación rutinaria con productos y dosis acostumbradas, independientemente del tipo de cultivo y requerimientos del suelo.	Aplicación según los requerimientos del cultivo y con base a un análisis de suelos	Aplicación según los requerimientos del cultivo y con base en un análisis del suelo	Aplicaciones con el propósito de nutrir a la planta, reponer los nutrientes al suelo y mejorar los niveles de vida de los organismos que viven en él
Insumos para fertilización	Fertilizantes sintéticos	Fertilizantes sintéticos	Abonos orgánicos	Aplicación de abonos orgánicos
	A lo largo del ciclo de	Solamente en períodos	Solamente en períodos	Mantener malezas en el

Crterios para deshierbas	cultivo, para eliminarlas totalmente	críticos.	críticos	campo como hábitat de otros organismos y controlar solamente las que causan daños en períodos críticos
Insumos para deshierbas	Herbicidas químicos	Herbicidas químicos	Eliminación mecánica manual	Eliminación mecánica manual.
Registros	No se llevan registros	Registros de insumos y plagas	Registros de insumos, plagas y organismos benéficos	Registros de toda la biodiversidad del agroecosistema, incluyendo condiciones de suelo
Distribución de cultivos en el tiempo	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	Mayor diversidad en el agroecosistema, en función de hábitat y mejorar las condiciones 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	Mayor diversidad en el agroecosistema, en función de hábitat y mejorar las condiciones del suelo

3.7 Diagnóstico de sanidad del cultivo, malezas y condiciones del suelo en los tres tipos de sistemas.

Para realizar el diagnóstico de agroecosistema se aplicó un Diseño Irrestricto al Azar (DIA) en el tiempo con muestreo. Al realizar las comparaciones en los análisis respectivos, se trabajó con un nivel de confianza del 90% es decir bajo un alfa de (0.10).

En primer lugar, independientemente del tamaño original que tuvieron los campos seleccionados para el estudio, se estandarizó la parcela a muestrear. Según recomendaciones de expertos (Guillén, 2002) el tamaño fue de de 30 x 30 metros, para facilitar la toma de datos.

Considerando el tiempo disponible para la elaboración del trabajo de campo y con el propósito de hacer factible el estudio, en cada punto de muestreo se midieron de dos tres variables por componente del sistema, las mismas que sirvieron como indicadores del estado de cada componente dentro del agroecosistema, lo cual nos llevó a elaborar un diagnóstico global por campo, por sistemas y entre sistemas.

3.7.1 Sanidad de cultivo

3.7.1.1 Vigor de cultivo

Involucra características tales como el color, el tamaño, sanidad, el número de hojas y la robustez de la planta que se codificaron en las siguientes categorías:

Excelente (4): Planta sin ningún daño, con buena coloración y robusta

Bueno (3): Planta sin daño, pero no muy robusta y con ligera deficiencia en color

Regular (2): Planta con daño, pequeña en relación a las demás y con deficiencia en color

Malo (1): Planta con daño, débil, con deficiencia de color y con pocas hojas

Estas categorías fueron elaboradas junto con la opinión del productor respecto a las diferencias físicas visibles entre plantas.

Se midieron semanalmente sesenta plantas considerando seis puntos al azar en la parcela estándar, en cada punto se evaluaron 10 plantas y se anotaba en una tabla de evaluación la categoría de vigor a la que

correspondan. En los mismos lugares de muestreo se registraba simultáneamente incidencia y severidad de plagas y enfermedades.

Método de Análisis

Mediante un análisis de varianza se realizó la comparación de medias obtenidas en cada categoría de vigor en los tres sistemas de producción. Además se obtuvo el vigor promedio por productor, para ello se hizo una sumatoria de los productos del número de plantas por la categoría de vigor correspondiente y luego se las dividió para el número de semanas de evaluación. Estos promedios fueron sometidos a una prueba de ANDEVA y pruebas de Duncan para realizar comparaciones de vigor promedio entre sistemas.

3.7.1.2 Plagas y enfermedades

Para el diagnóstico de plagas y enfermedades se consideraron indicadores de sanidad individuales los mismos que corresponden a los insectos y a los patógenos reconocidos en la zona como los más importantes (cuadro 2).

Cuadro 3. Indicadores de sanidad para tres sistemas de producción orgánico (SPORG), convencional asistidos por el MAG (SPCMAG) y convencionales asistidos por CC (SPCCC) de la zona norte de Cartago en Costa Rica, 2003

Sistema	Cultivo	Plaga	Enfermedad
SPORG	Zuquini	<i>Trialeurodes vaporarorum</i>	<i>Erysiphe cichoracearum</i>
SPORG	Lechuga	<i>Liriomyza sp</i>	<i>Botrytis cinerea</i>
SPCMAG	Coliflor	<i>Plutella xilostella</i>	<i>Mycosphaerella brassicola</i>
SPCCC	Repollo	<i>Plutella xilostella</i>	<i>Xanthomonas campestris</i>

Para medir la incidencia y severidad de enfermedades foliares, en los cultivos, seguimos la metodología propuesta por Riahi et al (1993), citada por Stranger (1996): Para ello evaluamos semanalmente durante todo el ciclo de cultivo, seis sitios al azar en la parcela en los cuales se analizaron diez plantas ubicadas alrededor de cada punto, con el propósito de obtener la cantidad de plantas enfermas en cada finca, las mismas que se dividían para el número de plantas totales, multiplicadas por 100, para obtener el porcentaje de plantas afectadas por parcela y por sistema (Incidencia), así:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas} \times 100}{\text{Plantas totales en la parcela (60)}}$$

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Superficie (área) de tejido enfermo} \times 100}{\text{Área total (900 m}^2\text{)}}$$

Para el caso de la severidad, se utilizó una escala de infección según la cantidad de tejido afectado que fue de: 0%, 5%, 10%, 20%, 50%, 70% y 100%.

Una vez concluido el ciclo de cultivo y con base en las proporciones de severidad registradas semanalmente, se realizó el cálculo del ABCPE (área bajo la curva del progreso de la enfermedad) definido por Shaner y Finney (1977), citados por Strange (1993) como:

$$\text{ABCPE} = \sum_{i=1}^n (x_{i+1} + X_i)/2 (t_{i+1} - t_i)$$

Donde X_i es la medida de la severidad de la enfermedad en la i ésima observación, t es la unidad de tiempo (usualmente días) y n el total de número de observaciones con el propósito de determinar el avance de la enfermedad en las doce fincas y por ende en cada sistema.

Posteriormente con base en el parámetro del ABCPE, se procedió a calcular el área bajo la curva del progreso de la enfermedad relativo (ABCPER), el mismo que se obtiene dividiendo el ABCPE de cada tratamiento para ABCPE más susceptible así:

$$\text{ABCPER} = \frac{\text{ABCPE observado}}{\text{ABCPE más susceptible}}$$

Con el propósito de hacer comparaciones entre sistemas, éste cálculo se realizó con las ABCPE observados en cada finca dentro de cada sistema, así obtuvimos un ABCPER por sistema en una escala de 0 a 1. (menos susceptible cerca a 0 y más susceptible a 1) (Rivas, 2003).

Para medir el daño de insectos defoliadores, se realizaron estimaciones de la incidencia de las plagas a lo largo de todo el ciclo de cultivo.

Para el sistema de producción orgánica (SPORG) se consideró como indicador de sanidad de plagas la incidencia de *Trialeurodes vaporarorum* en las tres parcelas cultivadas con zuquini y *Liriomyza sp* para la parcela cultivada con lechuga, mientras que para los dos sistemas convencionales (SPCMAG y SPCCC), se consideró como indicador de sanidad para plagas la incidencia de *Plutella xylostella*, debido a que los cultivos evaluados fueron crucíferas.

Para el caso de *P. xylostella* en crucíferas Se estimó el nivel de daño con base en un porcentaje de incidencia semanal en cada finca, basados en lo expuesto por Hilje (2002) quién califica a la incidencia de una plaga como *Frecuencia*, es decir el número de unidades muestreadas afectadas (hojas, plantas, frutos, etc.) dentro de una parcela o plantación, expresado como un porcentaje con respecto al total de unidades muestreadas .

Como punto de partida, elaboramos una tabla de evaluación, (Díaz et al. 1999) para el monitoreo de daño causado por *P. xylostella* en repollo. Esta metodología consiste en un conteo del número de larvas presentes en las plantas, para ello se ubican cinco puntos bien distribuidos a lo largo de la parcela. En cada punto, se escogen diez plantas. En estas plantas se cuenta el número de larvas vivas de *P. xylostella* y se las registra en la tabla de evaluación para luego sumar y dividir la suma entre cincuenta plantas calculando así el promedio de larvas por repollo. Este promedio nos indica el nivel de la infestación. El mismo autor señala que si en éstos cinco puntos de muestreo se encuentran más de 0.5 larvas por planta, o sea cuando hay 25 o más larvas en cincuenta plantas, se sobrepasa el umbral de daño económico y debe realizarse un control.

En nuestro caso consideramos seis puntos de muestreo para uniformizar los sitios de evaluación con los otros componentes, es decir sesenta plantas en lugar de cincuenta, de tal manera que el umbral económico para nuestro caso será de 0,6 larvas por planta.

Ahora bien, es importante anotar que luego de haber realizado los recorridos preliminares durante los 20 primeros días después del transplante se pudo observar varias plantas con daño de *P. xylostella* en todas las parcelas, pero no se encontraba larvas, a pesar de que el daño estaba ahí, de tal manera que si la toma de datos se basaba totalmente en la metodología propuesta por Díaz et al (1999) los datos obtenidos sobre la infestación hubieran sido relativamente baja, a pesar de observarse en el campo el daño bien marcado que indica que hay presencia de *P. xylostella*. Por lo tanto se hizo una modificación a la metodología, en la cual en vez de incluir en la tabla de evaluación el número larvas, se incluyó el número de plantas con

daños recientes de la plaga en cada punto de muestreo en las etapas iniciales del cultivo.

Cómo es un daño reciente ? Con la ayuda de los productores y en base a observaciones se pudo determinar que el daño reciente de *P. xylostella* es un agujero con una cobertura muy ligera de cutícula, que le da una apariencia similar a una telaraña, la misma que luego se seca y da paso a la formación de un agujero casi redondo o sin callosidad (Varela, 1991). De esta manera se evitó considerar como daño a aquellas hojas con ataques viejos.



Figura 4. Diferencias entre un daño reciente y un daño viejo de *P. xylostella* en crucíferas

Cuando las plantas alcanzaron cerca de un mes de desarrollo, la presencia de larvas se hizo más perceptible por cuanto se continuó registrando el número de plantas con daño y además el número de larvas por planta tal como se indica en la metodología.

Mosca blanca en zuquíni

La evaluación de mosca blanca se hizo de manera similar al caso anterior, es decir semanalmente en sesenta plantas por parcela estándar, pero con base en la metodología propuesta por Cardona (2003) en el estudio de *T. vaporarorum* en frijol y vainica, la cual consiste en una categorización del área foliar infestada con ninfas de mosca blanca, (en nuestro caso adultos), la misma que al sobrepasar el 30% señala que se requiere de un control en vista de haberse sobrepasado el umbral económico de daño.



Nada (0 moscas -0% AF)



Poco (20 moscas - 10%AF)



Medio (40 moscas -30% AF)



Abundante (70 moscas-50% AF)



Mucho (>100 moscas-80% AF)

Con base en los datos registrados en cada evaluación se pudo estimar semanalmente la población y el área foliar infestada, lo cual nos permitió conocer las fluctuaciones poblacionales de *T.vaporarorum* a lo largo del ciclo de cultivo y estimar si se sobrepasó el umbral económico de daño.

Finalmente, para evaluar *Liriomyza sp* en lechuga, se planteó el registro de porcentajes de incidencia y severidad de hojas con galerías, en sesenta plantas evaluadas semanalmente, para de esta manera hacer un estimativo de la población de la plaga.

3.7.2 Vegetación espontánea (malezas)

3.7.2.1 Biomasa de vegetación espontánea sobre la superficie del suelo.

Para evaluar la biomasa de vegetación espontánea en el suelo, se utilizó la metodología aplicada por Merino (1991) y recomendada por Cruz (1989) que consiste en una cuadrícula de 25 x 25 cm, la cual nosotros modificamos a 50 x 50 cm.

Cabe indicar que en el presente estudio, no sólo se realizó una identificación sino también una determinación de la biomasa por especie dentro de esta cuadrícula. Para ello se realizaron dos muestreos a lo largo del ciclo de cultivo, uno en la etapa de desarrollo vegetativo donde la competencia por nutrientes es mayor, y otro en la formación del fruto en el caso de zuquini y otro en la formación de la cabeza en el caso de crucíferas.

Los muestreos fueron en zig-zag en un número de seis por parcela. Una vez ubicada la cuadrícula en los puntos de muestreo respectivo, se procedió a la identificación de malezas presentes en este espacio y arrancarlas del suelo cuidando que sea con la raíz completa. En el mismo campo, se pesó la biomasa en fresco para evitar pérdidas de agua hasta llegar al laboratorio. De esta manera se obtuvo un reporte del tipo de malezas presentes en la parcela mediante una tabla de frecuencias que incluye a las especies encontradas por parcela y por sistema además de su respectiva biomasa.

3.7.2.2 Banco de semillas. La evaluación de esta variable se basó en el método de germinación de semillas presentes en muestras de suelo aplicado por Merino (1991). Para ello se procedió a tomar seis muestras de suelos, en zig-zag a una profundidad de hasta 40 cm, a lo largo de las parcelas en estudio,

dentro de cada sistema de producción. Cada conjunto de seis muestras fueron colocadas inicialmente en maceteros de 12 cm de profundidad por 14 cm de radio con suficiente grado de humedad para promover la germinación. Después de la primera germinación, se decidió cambiar las muestras de suelos de los maceteros a bandejas de germinación, con el propósito de optimizar tiempo y espacio de germinación. En cada una de las germinaciones las plantas fueron identificadas, contadas y posteriormente arrancadas. Seguidamente el suelo era removido y se continuaba con los riegos periódicos para promover una nueva germinación, repitiéndose el proceso hasta la quinta germinación, donde las reservas de semillas en la mayoría de las muestras de suelo en estudio se habían agotado.

Método de análisis

Para ambas variables se calculó el índice de diversidad de Shannon y Winner así como las cantidades totales de biomasa y números de individuos por parcela y por sistema. Con estos valores se procedió a realizar las comparaciones de medias respectivas a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de Duncan.

3.7.3 Condiciones de suelo

3.7.3.1 Fraccionamiento de la MO

Se tomaron seis muestras de suelo, mediante el uso de un barreno a lo largo de la parcela estándar de 30 x 30 m, a una profundidad de 10 cm en zig-zag en cada una de las fincas, para luego ser homogenizadas y colocadas inmediatamente en bolsas de plástico bien etiquetadas y en ambiente fresco para evitar la pérdida de humedad hasta llegar a los laboratorios de suelos en el CATIE.

El muestreo se lo realizó en dos etapas debido a la capacidad que dispone el laboratorio de CATIE para procesar las muestras. En una primera semana se recolectaron y procesaron las muestras correspondientes a los dos sistemas convencionales, mientras que a la semana siguiente se muestrearon los campos pertenecientes a los productores orgánicos.

En laboratorio se procedió de la siguiente manera

Para determinar contenido de carbono en biomasa microbiana, las muestras frescas de cada parcela se pasaron por un tamiz de 2 mm, ajustando la humedad a capacidad de campo y almacenando a temperatura

ambiente durante 5 días, para lograr una estabilización de los microorganismos, luego de los 5 días se prepararon 7 submuestras de las cuales: una será para determinar la humedad por gravimetría, secando el suelo a una temperatura de 105° C en una estufa de aire forzado, tres submuestras para extraer inmediatamente carbono microbiano con K_2SO_4 0,5 M a tiempo cero, y las tres submuestras restantes se colocarán en una cámara de vacío y ser fumigadas con cloroformo libre de alcohol durante cinco días y luego extraer carbón microbiano como en el tiempo cero. El carbono de la biomasa microbiana se calculó por diferencia entre los resultados con tiempo cinco días y tiempo cero (Anderson e Ingram 1993).

Para conocer el contenido de carbono en la macromateria orgánica del suelo y en la fracción liviana del suelo, en la muestra correspondiente a cada finca, se tomaron cuatro submuestras de 20 g de suelo fresco. Se dispersaron en botellas usando 60ml de una solución de hexametáfosfato de sodio de concentración 5g/l. Agitar durante 15 horas. Luego del periodo de agitación se pasó la suspensión por un tamiz de 53 μ m, pasando todas las partículas de la botella al tamiz, utilizando una pizeta. La fracción de arena mas la macro materia orgánica retenida sobre el tamiz, $>53 \mu$ m (Carbón lento) se recolectará en vaso prepesado. La fracción de materia orgánica $< 53 \mu$ m (Carbón pasivo) asociada al mineral (limos + arcillas) que pasará a través del tamiz, se recolectará en un vaso prepesado. Posteriormente se dejará secar ambas fracciones a 60 °C, cuando las fracciones estén secas se determinará la cantidad de material en cada fracción y finalmente se determinará la materia orgánica de cada fracción por el método de Walkley y Black (Cambardella y Elliot 1992).

Método de análisis

Se realizaron comparación de medias para el contenido de carbono orgánico en las tres fracciones de materia orgánica del suelo en suelos de los tres sistemas de producción mediante un ANDEVA y pruebas de DUNCAN

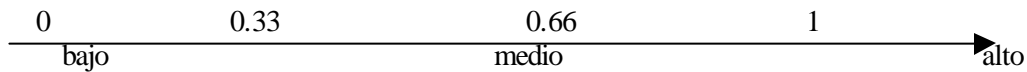
3.7.2.2 Para evaluar la presencia de lombrices se siguió la metodología recomendada por Guillén (2002), la cual consiste en realizar un muestro al final del ciclo de cultivo, tomando alrededor de seis muestras de suelo en una superficie de 50 x 50 cm y 20 cm de profundidad, en vista de que esta es la profundidad a la cual la actividad de estos organismos es más concentrada.

En cada una de estas muestras se registró el número de lombrices por cada parcela, es decir cuatro muestras por sistema, para de esta manera poder realizar comparaciones por sistemas y así determinar cual de ellos posee más cantidad de lombrices y así hacer un estimativo de la calidad del suelo.

Métodos de Análisis general del diagnóstico de agroecosistema

Para analizar la información obtenida en el diagnóstico fitosanitario del cultivo, se realizaron comparaciones cualitativas a nivel de indicadores de sanidad en vista de que las plagas y enfermedades no eran las mismas para los tres sistemas. Sin embargo para el resto de variables, aplicamos análisis de varianzas (ANDEVAS) y pruebas de Duncan, con el propósito de determinar si existían diferencias significativas entre sistemas.

Finalmente con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico del agroecosistema, se elaboró una matriz que permite calificar las condiciones de cada componente del agroecosistema en las doce fincas evaluadas en función de la siguiente escala.



IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Identificación y selección de productores

Se seleccionaron doce productores pertenecientes a la zona norte de Cartago, con un promedio de experiencia en la horticultura orgánica o convencional de aproximadamente doce años, con áreas de cultivo de alrededor de cuatro hectáreas en las cuales siembran durante todo el año. Sus formas de comercialización están bien definidas, al igual que el sistema de producción a los cuales pertenecen. Sin embargo, a diferencia de los ocho productores convencionales, quienes manejan sus sistemas productivos de la misma forma que cuando se iniciaron en la agricultura, los productores orgánicos surgen después de un cambio en sus estrategias de producción por razones económicas, sociales y de salud, ya que en sus primeras etapas fueron igualmente convencionales. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Productores seleccionados para el estudio en la zona norte de Cartago en Costa Rica. 2003.

Productor	Sistema	Años de experiencia	Ubicación	Tamaño de finca (ha)	Cultivo	Altitud msnm	Forma de comercializar
Roberto Castro	SPORG	10	Cipreses	4	zuquini	1275	Directa
Alvaro Castro	SPORG	10	Cipreses	2.5	zuquini	1275	Directa
Evelio Quiros	SPORG	10	Pacayas	2	zuquini	1735	Directa
Rafael Coto	SPORG	15	Cipreses	3	lechuga	1275	Directa
Guido Macis	SPCMAG	15	Pacayas	5	coliflor	1735	Intermediario
Dagoberto Granado	SPCMAG	15	Pacayas	3	coliflor	1735	Intermediario
Manuel Granado	SPCMAG	20	Pacayas	4	coliflor	1735	Intermediario
Arturo Macis	SPCMAG	15	Pacayas	5	coliflor	1735	Intermediario
Alexander Morales	SPCCC	10	Capellades	6	repollo	1735	Intermediario
Ronald Cordero	SPCCC	15	Capellades	4	repollo	1735	Intermediario
Francisco Cordero	SPCCC	10	Capellades	3.5	repollo	1735	Intermediario
Carlos Durán	SPCCC	15	Capellades	3	repollo	1735	Intermediario

El ubicar productores con los mismos cultivos y en etapas iniciales del desarrollo tuvo algo de dificultad, ya que al ser la zona norte de Cartago representativa de la producción hortícola en el país, existen variedad de cultivos sembrados en fechas diferentes y por consiguiente en etapas de desarrollo intercaladas. Sin embargo, como puede observarse, se logró agrupar a los productores por sistema de producción y coincidentalmente con un cultivo específico que los distinguió en el estudio.

Por otra parte, es importante mencionar que además de los criterios de selección establecidos, se consideró sobre todo la disponibilidad y colaboración que presentaran los productores, ya que gran parte del trabajo dependió de ello, por cuanto se hacían visitas semanales a las fincas que incluían conversaciones informales y observaciones de las prácticas con el propósito de conocer también sus opiniones y otros pormenores que de alguna manera influyen en el proceso productivo.

Respecto a esto, por algunas razones, los productores orgánicos fueron quienes mostraron la mayor apertura e interés en el estudio, una de ellas puede ser que al formar parte de una organización que ha comenzado a afianzarse (APROZONOC) tienen grandes deseos de fomentar lazos con otras instituciones, en este caso CATIE, por cuanto les pareció de gran importancia formar parte de esta investigación. Además la curiosidad por conocer más detalladamente cuáles fueron las actividades que se realizaron en sus campos mientras duró el estudio también los hizo sobresalir entre los doce productores, ya que casi siempre estuvieron presentes en los monitoreos semanales intercambiando opiniones y haciendo preguntas concernientes al tema evaluado.

Los productores convencionales, también se mostraron igualmente amables, pero con un menor interés y curiosidad, pues siempre se limitaron a contestar las preguntas que se les hacía y proporcionar la información solicitada, a excepción de Guido Macis, Alexander Morales y Arturo Macis, quienes casi siempre estuvieron presentes en la toma de datos y evaluaciones, especialmente de plagas, pues les interesaba conocer como evolucionaban las poblaciones en el plantío de acuerdo a los controles que aplicaban semanalmente.

4.2 Conceptualización de agroecosistema

Se encontraron diferencias significativas entre sistemas de producción para la conceptualización general de agroecosistema, así como para dos de sus componentes, suelo y vegetación espontánea (Cuadro 5). En los tres casos, los productores del SPORG alcanzaron la calificación más alta, sin embargo a pesar de estas diferencias sus promedios no se acercaron al máximo nivel de conocimiento establecido para este estudio (1), sino que permanecieron cercanos al tercer nivel. De igual forma, aunque no se encontraron diferencias estadísticas en el conocimiento de organismos benéficos, plagas y enfermedades, las tendencias ubican al SPORG en primer lugar.

Cuadro 5. Promedios de conceptualización de los conceptos clave considerados para evaluar el conocimiento de cada componente del agroecosistema a productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Concepto clave por componente	SISTEMAS			Pr > f
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
SUELO				
Cuando un suelo es fértil?	0.60	0.50	0.50	
Conoce los nutrientes que el suelo proporciona a la planta? Qué funciones cumplen?	0.50	0.50	0.65	
Fuentes de nutrientes	0.70	0.60	0.70	
Existe vida en el suelo? Y que 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	
	0.77^a	0.65^{ab}	0.60^b	0.77^a
ORGANISMOS BENEFICOS				
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 la presencia de organismos benéficos	0.50	0.52	0.50	
	0.74^a	0.62^a	0.61^a	0.1742
VEGETACION ESPONTANEA				
Concepto de malezas	1.00	0.50	0.75	
Identificación visual de malezas	0.75	0.25	0.50	
Habitos de crecimiento	0.70	0.50	0.50	
Formas de propagación	0.50	0.25	0.50	
	0.74^a	0.38^b	0.56^{ab}	0.0191*
PLAGAS				
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	
	0.76^a	0.63^a	0.54^a	0.3174
ENFERMEDADES				
Identificación de agente causal	0.75	0.75	1.00	
Causas que propician su apareamiento	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	
	0.56^a	0.44^a	0.54^a	0.4817
CONOCIMIENTO TOTAL	0.71^a	0.57^a	0.57^a	0.0735*

(p < 0.10)

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

La mejor calificación en conceptualización de suelo del SPORG obedece a los altos puntajes alcanzados en las preguntas correspondientes a la parte biológica del mismo, más que a los obtenidos en la parte nutricional y de fertilidad en las cuales se asemejó relativamente a los dos sistemas convencionales. En cuanto a vegetación espontánea, el bajo nivel de conocimiento que reportó el SPCMAG, se debió a la puntuación alcanzada en las pruebas de identificación de especies y sus mecanismos de propagación - conceptos clave en los cuales también el SPCCC obtuvo promedios relativamente menores en comparación con el SPORG-.

También hay que destacar que el conocimiento sobre el componente enfermedades, registró la calificación más baja en los tres sistemas, al ubicarse alrededor del segundo nivel de conocimiento. Esto ocurrió debido a que, a pesar de que la mayoría de productores identifican y diferencian el agente causal, sea este hongo o bacteria, manejan muy poca información sobre ciclos de vida, periodos críticos de la planta, hospederos alternos de los patógenos y sobre todo de las causas que propician el apareamiento de las enfermedades en sus sistemas, ya que los factores que ellos consideraron más relevantes fueron las variables climáticas, dejando de lado, otros de igual importancia y efecto más directo como el usar semilla contaminada, falta de rotación de cultivos, propiciar ambientes para insectos vectores de enfermedades y la contaminación que causa el hombre como portador al trasladarse de un campo a otro.

Los puntajes alcanzados por cada productor, complementan en cierta manera los promedios por sistema de producción. Sin embargo resulta mucho más fácil apreciar que Alexander Morales del SPCCC, Roberto y Alvaro Castro del SPORG, fueron quienes más sobresalieron en conocimiento total de agroecosistema (Cuadro 6).

Cuadro 6. Conceptualización de los componentes del agroecosistema por parte de los productores hortícolas de la zona norte de Cartago en Costa Rica. 2003

Productor	Suelo	Benéficos	Malezas	Plagas	Enfermedades	Total
Roberto Castro	0.80	0.80	0.91	0.97	0.65	0.83
Alvaro Castro	0.81	0.75	0.75	0.81	0.50	0.72
Evelio Quiroz	0.72	0.75	0.71	0.65	0.40	0.65
Rafael Coto	0.76	0.67	0.58	0.61	0.70	0.66
Guido Macis	0.65	0.79	0.42	0.86	0.54	0.65
Dagoberto Granado	0.65	0.70	0.52	0.57	0.32	0.55
Manuel Granado	0.63	0.85	0.25	0.50	0.44	0.53
Arturo Macis	0.70	0.61	0.39	0.60	0.52	0.56
Alexander Morales	0.71	0.75	0.75	0.89	0.60	0.74
Ronald Cordero	0.63	0.62	0.38	0.41	0.71	0.55
Francisco Cordero	0.40	0.62	0.46	0.50	0.45	0.48
Carlos Durán	0.67	0.51	0.63	0.38	0.42	0.52

4.3 Estrategias de búsqueda de información y ampliación de conocimientos

Si consideramos que el conocimiento que el ser humano posee, es producto de la información que desde el inicio de su vida llega a él a través de distintas vías, resulta relevante conocer cuáles son las fuentes y el tipo de información que los productores de los tres sistemas toman como base para ampliar su conocimiento en el manejo de sus campos.

De esta manera, en la búsqueda de posibles soluciones a los problemas considerados como prioritarios – problemas fitosanitarios– cada sistema tiene sus preferencias en cuanto a fuentes de información, por ejemplo, las consultas a casas comerciales, son mayoritarias en los dos sistemas convencionales, seguidas por el MAG que es una fuente casi exclusiva del SPCMAG.

Sin embargo, la experiencia propia es relativamente común para los tres sistemas, pero con más peso en el SPORG, que también considera las consultas a amigos y vecinos como fuente importante (Cuadro 7).

Cuadro 7. Fuentes de información donde los productores acuden en caso de presentarse problemas fitosanitarios en campos de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Fuentes de información	Sistemas			Probabilidad χ^2
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
APROZONOC	25	0	0	0.3359
INA	25	0	0	0.3359
Casas Comerciales	25	75	100	0.0724*
Amigos/Vecinos	75	25	50	0.3679
MAG	0	100	25	0.0116*
Experiencia propia	100	50	75	0.2636
Bibliografía	50	25	0	0.2636

($p < 0.10$)

Por otro lado, la necesidad de dar solución a los problemas y la búsqueda de nuevas alternativas agronómicas para mejorar sus campos, traen consigo actividades de experimentación que requieren ser validadas bajo sus propias condiciones para poder decidir si son adaptables y compatibles con sus sistemas y sus expectativas, ya sean estas nuevas prácticas de manejo, maquinaria, productos de control y/o prevención, nuevas variedades, etc. Para ello los productores necesitan de cierto tipo de asesoría e información extra que les permita orientarlos para llevarlas a cabo (Cuadro 8).

Las actividades de experimentación en los tres sistemas de producción, se resumen en dos grandes grupos: prácticas orgánicas (aplicación de lombricompost, cóctel de frutas, trampas de insectos, hongos fitopatógenos) y productos químicos (fungicidas, insecticidas, fertilizantes, herbicidas, hormonas de crecimiento)

Cuadro 8 Fuentes que proporcionan información en tres sistemas de producción para la experimentación de prácticas orgánicas y productos químicos en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

	Sistemas			Probabilidad χ^2
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
Prácticas orgánicas				
APROZONOC	25	0	0	0.3359
INA	100	0	0	0.0025**
Amigos/Vecinos	0	0	50	0.0907*
UPA	0	25	0	0.3359
Experiencia propia	50	25	0	0.2636
Bibliografía	25	0	0	0.3359
Productos químicos				
Casa comerciales	0	100	100	0.0025**

($p < 0.10$)

La experimentación de prácticas orgánicas es análoga para los tres sistemas pero llevada a cabo en su gran mayoría por los productores del SPORG, quienes tienen como mayor fuente de información al INA, seguida por la experiencia propia y en menor proporción la asesoría de APROZONOC y consultas bibliográficas. El SPCCC ocupa el segundo lugar, ya que la mitad de los productores experimentan con este tipo de prácticas y reciben información de amigos/vecinos. Finalmente solo uno de los productores del SPCMAG recibe información de UPA para experimentar prácticas orgánicas y en igual proporción se basan en su experiencia propia. La experimentación con productos químicos parece ser exclusiva de los sistemas 2 y 3, siendo las casas comerciales la fuente de información más importante.

Se han presentado resultados respecto a la búsqueda de información por parte del productor en caso de necesitar soluciones a sus problemas prioritarios así como la búsqueda de asesoría para poner en práctica nuevos procedimientos y productos, pero es importante también analizar cuán interesados están los mismos productores en capacitarse sobre temas más diversos que de alguna manera contribuirían a fortalecer su conocimiento y mejorar sus prácticas agrícolas.

El cuadro 9 resume el número y clase de capacitaciones recibidas por los productores de los tres sistemas de producción en el último año. No se encontraron diferencias estadísticas en cuanto al número de capacitaciones, pero sí altamente significativas, para la clase de capacitaciones, siendo los talleres y visitas a fincas más representativos para el SPORG y las charlas para el SPCCC.

Cuadro 9. Número y tipo de capacitaciones recibidas en el último año por los productores tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
Número de capacitaciones	4.00	3.00	2.0	0.2979
Talleres	1.50	0.50	0.00	0.0035**
Cursos	0.50	0.00	0.00	0.4053
Charlas	0.25	0.75	3.00	0.0312**
Visitas a Fincas	1.25	0.25	0.00	0.0026**

(p < 0.10)

Los temas tratados en las capacitaciones ofertadas para los productores de la zona son muy diversos y abarcan temas generales como agricultura orgánica, agricultura sostenible, hasta temas más específicos como elaboración de extractos naturales, técnicas de lombricompost, plagas, semillas y temas de

actualidad como cultivos transgénicos. De los cuales la mayoría despertó el interés en el SPORG (Cuadro 10).

Cuadro 10. Temas tratados en las capacitaciones en las que participaron productores de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Temas tratados	Sistemas		
	SPORG	SPCMAG	SPCCC
Agricultura sostenible	x		
Agricultura orgánica	x	x	x
Extractos naturales	x	x	
Intercambio de tecnología	x		
Lombricompost	x		
Productos químicos	x	x	x
Transgénicos	x		
Plagas			x
Semillas	x		
Fertilizantes	x	x	x

De estas capacitaciones, las que están relacionadas con prácticas y productos orgánicos fueron dictadas por APROZONOC, INA, CATIE, MAG, CEDECO, UPA y Productores orgánicos. Mientras los temas de fertilización, productos químicos y semillas fueron impartidas por casas comerciales reconocidas en la zona como ASOPAC, Casa comercial AGRICOLA y Casa comercial AGRO.

Finalmente, el número de capacitaciones a las que los productores han acudido, la diversidad de fuentes a las que recurren para obtener información y la cantidad de experimentos establecidos en sus fincas con nuevas prácticas agrícolas durante el último año, son sin duda el reflejo del interés que el productor tiene de ampliar su conocimiento (Cuadro 11).

Cuadro 11. Interés de ampliar conocimientos agrícolas por productores de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003

Productor	Capacitaciones	Fuentes de información	Experimentación	Sumatoria	Rango de interés
Roberto Castro	5	4	2	11	1.00
Alvaro Castro	2	3	3	8	0.75
Evelio Quiroz	3	2	3	8	0.75
Rafael Coto	2	3	1	6	0.75
Guido Macis	1	3	3	7	0.75
Dagoberto Granado	3	3	2	8	0.75
Manuel Granado	0	2	2	4	0.50
Arturo Macis	2	3	2	7	0.75
Alexander Morales	5	3	2	10	1.00
Ronald Cordero	1	2	2	5	0.50
Francisco Cordero	1	2	2	5	0.50
Carlos Durán	5	1	1	7	0.75

* 1 (alto interés) - 0 (nulo interés)

Se aprecia que independientemente de los temas tratados en las capacitaciones y el tipo de prácticas agrícolas experimentadas, los productores de los tres sistemas muestran rangos relativamente buenos de interés por ampliar su conocimiento, por cuanto no se encontraron diferencias estadísticas entre sistemas (Cuadro 12)

Cuadro 12. Promedios del nivel de interés por ampliar conocimientos, de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago en Costa Rica, 2003.

	Sistemas			Pr > f
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
	Promedios			
Grado de interés	0.81 ^a	0.68 ^a	0.68 ^a	0.5195

(p < 0.10)

Posteriormente, con base en los resultados obtenidos se aplicó un análisis de regresión lineal para conocer hasta que punto el interés de ampliar conocimiento en función de la búsqueda de información a través de diversas fuentes, guarda relación con la calificación de conceptualización obtenida por los productores de los tres sistemas (Figura 5) y lo que se pudo apreciar es que conforme el grado de interés por buscar nueva información y ampliar conocimiento aumenta, los niveles de conceptualización del agroecosistema se incrementan ($P = 0.0014$; $R^2 = 0.66$), lo cual explicaría que los puntajes de conceptualización alcanzados por los tres sistemas puede obedecer al número de capacitaciones recibidas, variedad en los temas tratados, diversidad en fuentes de consulta y experimentación de nuevas prácticas e insumos en sus sistemas de producción.

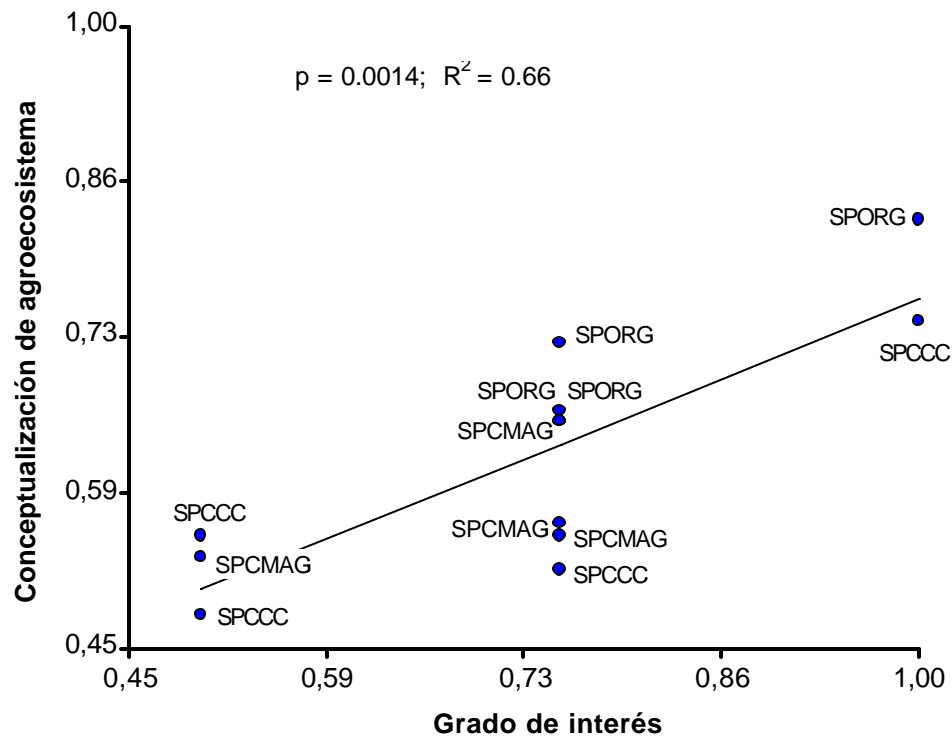


Figura 5. Relación entre el interés por ampliar conocimiento en función de la búsqueda de información, con la conceptualización del agroecosistema de los productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

4.4 Prácticas agrícolas y sistemas de cultivos

La forma en la cual el productor conduce las prácticas de manejo que se ejecutan en sus campos así como el diseño de los cultivos tanto en el tiempo como en el espacio podría ser una de las aplicaciones del conocimiento que él posee y que surgió como consecuencia de un incremento en la información que llega a él. Para comprobarlo, se realizaron análisis que permiten conocer las diferencias que existen en cuanto a insumos y criterios utilizados en las diferentes prácticas agrícolas y los sistemas de cultivos para posteriormente relacionarlas con los puntajes de conceptualización obtenidos por cada uno de ellos.

4.4.1 Prácticas agrícolas

En todas las prácticas realizadas por los productores de los tres sistemas, a lo largo del ciclo de cultivo, se encontraron diferencias significativas en por lo menos uno de los tipos de insumos utilizados (Cuadro 13).

Cuadro 13. Tipos de insumos utilizados en las prácticas agrícolas de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

PRÁCTICAS E INSUMOS	SISTEMAS			Probabilidad χ^2
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
Preparación del terreno				
Maquinaria agrícola	0.5	0.5	1.0	0.2231
Tracción animal	0.0	0.25	0.5	0.2636
Herbicidas	0.0	0.25	0.75	0.0724*
Manualmente	0.75	0.25	0.0	0.0724*
Siembra				
Abonos químicos	0.0	0.5	0.25	0.2636
Abonos orgánicos	1.0	0.0	0.0	0.0025**
Insecticidas químicos	0.0	0.5	0.5	0.2231
Insecticidas orgánicos	0.25	0.0	0.0	0.3359
Fungicidas químicos	0.0	0.25	0.5	0.2636
Fungicidas orgánicos	0.25	0.0	0.0	0.0907*
Fertilización				
Abonos orgánicos	1.0	0.25	0.0	0.0116*
Abonos químicos	0.75	1.0	1.0	0.3359
Asperciones				
Insecticidas químicos	0.0	1.0	1.0	0.0025**
Insecticidas orgánicos	0.75	0.0	0.0	0.0183*
Fungicidas químicos	0.0	1.0	1.0	0.0025**
Fungicidas orgánicos	0.75	0.0	0.0	0.0183**
Deshierbas				
Herbicidas	0.0	0.5	1.0	0.0183*
Manualmente	1.0	0.5	0.5	0.2231

($p < 0.10$)

Como puede observarse, en la preparación del terreno El uso de maquinaria agrícola es común en los tres sistemas, siendo más representativa en el SPCCC donde todos los productores la usan. La preparación manual del terreno parece ser la más importante en el SPORG donde el uso de herbicidas y la tracción animal es nula, a diferencia del SPCMAG donde solamente uno de los productores prepara el suelo con tracción animal, solamente uno lo hace manualmente, dos usan maquinaria agrícola y uno solo aplica herbicidas.

Una vez preparado el terreno, el siguiente paso es realizarse es la siembra de plántulas, las mismas que son generadas en un 60% por los productores dentro de las mismas fincas y 40% en fincas vecinas. Los

insumos más utilizados y que destacan en ésta práctica son los abonos, insecticidas y fungicidas, sean estos orgánicos o químicos. Puede observarse que existieron diferencias altamente significativas en cuanto a la proporción de agricultores que aplicaron abonos orgánicos al momento de la siembra, ya que en el SPORG todos los productores realizan esta labor, a diferencia de los otros dos sistemas donde este aporte es nulo; la aplicación de fungicidas e insecticidas orgánicos, también son exclusividad del SPORG, mientras los fungicidas e insecticidas químicos se presentan solamente en los sistemas convencionales.

En cuanto a fertilizaciones, en los tres sistemas se realizaron un promedio de dos aplicaciones de fertilizantes por ciclo de cultivo, las mismas que corresponden a los 20 días después de la siembra (desarrollo vegetativo) y 40 días después de la siembra (desarrollo reproductivo), sin embargo la clase de fertilizantes utilizados varían de acuerdo al sistema de producción. Además como puede observarse existen diferencias significativas en cuanto a la aplicación de abonos orgánicos debido a que todos los productores del SPORG utilizan esta clase de insumos, a diferencia del SPCMAG donde un solo productor hace este tipo de aplicaciones. Lo contrario ocurre con la aplicación de abonos químicos donde no se detectaron diferencias significativas ya que los aportes son casi similares en los tres sistemas.

Para el control y prevención de plagas y enfermedades, también se encontraron diferencias altamente significativas en cuanto a insecticidas y fungicidas químicos se refiere, en vista de que todos los productores de los dos sistemas convencionales hacen uso de esta clase de insumos. De igual forma se reportan diferencias significativas para las aplicaciones de productos orgánicos ya que son aplicadas únicamente por tres de los cuatro productores del SPORG y por ninguno de los productores en los dos sistemas restantes. Cabe indicar que las primeras asperciones con insecticidas se realizan entre los diez y quince días después de la emergencia de las plantas con el propósito de controlar el ataque del gusano cortador (*Agrotis sp*). En el sistema de producción orgánica se aplica solamente chile o una mezcla de chile con ajo, la misma que se alterna conforme crece la planta, con mezclas de ajo con jabón y cóctel de frutas que según los productores se usa para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorum*) y como complemento nutricional para la planta.

En los sistemas convencionales el control de cortador se efectúa principalmente a través de Decis y Lorsban, pero conforme crece la planta y *Plutella xylostella* hace su aparición, los controles se intensifican con productos tales como Tamaron, Avaum, Talcor, Tucothion y Regent.

Los fungicidas tienen mayor uso a medida que la planta entra en el desarrollo reproductivo, es decir al formar el fruto o inicio de formación de cabeza o pella y se usan en mezclas con los insecticidas de turno y/o con foliares. También aquí se realizan rotaciones de productos en forma semanal.

En cuanto a frecuencias de asperciones, no se registraron diferencias significativas entre sistemas, pues tanto en el orgánico como en los dos convencionales, las aplicaciones de insecticidas y fungicidas son semanales y quincenales. Los detalles de los productos orgánicos y químicos utilizados en las prácticas pueden observarse en el Anexo 1.

Finalmente en las prácticas de deshierbas se presentaron diferencias estadísticas en cuanto al ya que el uso de herbicidas se concentra en SPCMAG y SPCCC. En el caso del SPCCC, dos de los cuatro productores complementan el uso de herbicida con deshierbas manuales ya que de ésta manera ellos piensan que se puede tener un mejor control de competencia, brotes tiernos y malezas de hoja angosta además de eliminar plantas hospederas de plagas y enfermedades, mientras que para los productores del SPORG las deshierbas manuales son la única y mejor opción ya que de ésta manera proporcionan aireación al suelo a más de reducir competencia y plantas hospederas de plagas y enfermedades.

4.4.2 Sistemas de cultivos

La diversidad de cultivos en el tiempo y en el espacio juega un papel importante al momento de tipificar o identificar las estrategias productivas de un agricultor y considerando que en el presente estudio contamos con productores orgánicos y convencionales, se creyó interesante indagar si existen diferencias en cuanto a la distribución de los cultivos en su sistema de rotaciones y en el terreno disponible.

4.4.2.1 Distribución de los cultivos en la finca

Como se recordará, una de las características en común que debían tener los productores que participaron en nuestro estudio era la similitud en cuanto a tenencia de tierra, derivada de una condición económica similar, característica que nos permitió comparar el aprovechamiento de este espacio en cuanto a distribución de cultivos. El cuadro 16 muestra las familias de cultivos predominantes en las fincas al momento de realizar el estudio.

Cuadro 14. Distribución de cultivos en fincas hortícola de la zona norte de Cartago, durante el mes de mayo del año 2003.

Productor	Distribución de cultivos en la finca
Roberto Castro	cucurbitáceas -apiáceas -solanáceas -chenopodiáceas -medicinales -frutales -gramíneas
Alvaro Castro	chenopodiáceas -cucurbitáceas -liliáceas -asteráceas -solanáceas -frutales -medicinales -umbelíferas
Evelio Quiroz	cucurbitáceas -frutales -medicinales
Rafael Coto	medicinales -asteráceas -solanáceas -frutales -apiáceas
Guido Macis	umbelíferas -chenopodiáceas -solanáceas -crucíferas
Dagoberto Granado	crucíferas
Manuel Granado	crucíferas -solanáceas
Arturo Macis	crucíferas
Alexander Morales	crucíferas
Ronald Cordero	crucíferas -frutales
Francisco Cordero	crucíferas
Carlos Durán	crucíferas -solanáceas

Como se puede observar existen fincas en las cuales el espacio cultivable está bastante diversificado, a diferencia de otras fincas en las cuales una o dos familias son predominantes en el sistema de producción. El cuadro 15 agrupa las doce fincas por sistemas de producción y señala las familias de cultivos presentes en cada uno.

Cuadro 15 Familias de cultivos presentes en tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago durante el mes de mayo del año 2003.

Familias de cultivos	SPORG	SPCMAG	SPCCC
Solanáceas	X	X	X
Brasicáceas	X	X	X
Liliáceas	X		
Chenopodiáceas	X		
Medicinales	X		
Leguminosas	X		
Frutales	X	X	X
Cucurbitáceas	X		
Asteráceas	X		

Resulta fácilmente apreciable que el SPORG presentó al momento de la evaluación 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 forma de monocultivo.

En estos últimos 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 familiar.

4.4.2.2 Rotación de cultivos

En vista de que las asociaciones de cultivos conservan una parte de la biodiversidad natural en forma simultánea mientras que las rotaciones lo hacen en forma sucesiva (Benzing, 2001), se incluyó una pregunta extra en las entrevistas semi-estructuradas donde los productores debían detallar las rotaciones de cultivos que realizan en sus fincas con el propósito de conocer como se maneja la diversidad de cultivos a través del tiempo. En base a ello se construyó un cuadro donde se muestran las familias de cultivos que se incluyen en los programas de rotaciones en cada finca (Cuadro 16)

Cuadro 16. Sistemas de rotación de cultivos en doce fincas de horticultores en la zona norte de Cartago en Costa Rica.2003

Productor	Sistemas de rotaciones
Roberto Castro	cucurbitáceas-gramíneas-apiáceas-solanáceas-leguminosas
Alvaro Castro	cucurbitáceas-apiáceas-crucíferas-quenopodiáceas
Evelio Quiroz	Umbelíferas-crucíferas-cucurbitáceas-solanáceas-crucíferas
Rafael Coto	leguminosas-liliáceas-compuestas-leguminosas
Guido Macis	Solanáceas-crucíferas-crucíferas-solanáceas
Dagoberto Granado	crucíferas-crucíferas-solanáceas
Manuel Granado	crucíferas-solanáceas-crucíferas
Arturo Macis	Solanáceas-crucíferas-crucíferas
Alexander Morales	crucíferas-umbelíferas-barbecho
Ronald Cordero	crucíferas-solanáceas-crucíferas
Francisco Cordero	crucíferas-solanáceas-crucíferas-umbelíferas
Carlos Durán	crucíferas-solanáceas-umbelíferas

Como puede observarse, hay fincas en las cuales los sistemas de rotaciones abarcan mayor diversidad de familias de cultivos que otras, como es el caso de las fincas de Roberto, Alvaro, Evelio, Rafael y Guido. A diferencia de otras cuyas rotaciones se basan en dos o máximo tres familias de cultivos. En el cuadro 17 se muestran las familias de cultivos predominantes en los sistemas de rotación por sistema de producción.

Cuadro 17. Familias de cultivos presentes en los planes de rotación en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, en Costa Rica, 2003.

Familias de cultivos	SPORG	SPCMAG	SPCC
Crucíferas	x	x	x
Solanáceas	x	x	x
Umbelíferas	x		x
Cucurbitáceas	x		
Leguminosas	x		
Liliáceas	x		
Asteráceas	x		
Apiáceas	x		
Quenopodiáceas	x		

Al igual que en la distribución de cultivos en el espacio disponible de las finca, podemos apreciar que el SPORG es quien incluye una mayor número y variedad de familias de cultivos en sus planes de rotaciones, a diferencia de los dos sistemas convencionales que intercalan sus ciclos entre dos o hasta máximo tres familias.

Finalmente, con base en la clase de insumos y los criterios para la toma de decisiones de los productores en cada sistema, se procedió a clasificar en forma global, las prácticas agrícolas que ellos realizan, de acuerdo a la escala previamente establecida para cada alternativa de producción: calendarización, uso racional, sustitución y rediseño (Cuadro 18).

Cuadro 18. Categorización de productores, según la alternativa de producción a la que corresponden con base en la clase de insumos y los criterios para la toma de decisiones en tres sistemas productivos de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Productor	Preparación del terreno	Fertilización		Asperciones		Deshierbas		Registros	Distribución de cultivos		NIVEL
		Insumo	Criterio	Insumo	Criterio	Insumo	Criterio		Rotaciones	Finca	
Roberto Castro	0.25	0.75	0.25	0.75	0.25	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	UR
Alvaro Castro	0.75	0.75	0.50	0.75	0.25	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	S
Evelio Quiroz	0.25	0.75	0.25	0.75	0.25	1.00	1.00	0.00	0.65	0.50	UR
Rafael Coto	0.75	0.75	0.50	0.75	0.25	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	S
Guido Macis	0.75	0.75	0.50	0.50	0.25	0.50	0.50	0.50	0.75	0.75	UR
Dagoberto Granado	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.25	0.25	C
Manuel Granado	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.25	0.25	C
Arturo Macis	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.50	0.25	C
Alexander Morales	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25	0.25	0.50	0.75	0.25	UR
Ronald Cordero	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.25	0.50	C
Francisco Cordero	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.50	0.25	C
Carlos Durán	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.75	0.25	C

* C (0-0.32 calendarización), UR (0.33-0.65 uso racional), S (0.66-0.99 sustitución), R(1 rediseño)

En general, las prácticas agrícolas de cuatro de los doce productores correspondieron a Uso Racional, dos de los cuales son del SPORG, uno del SPCMAG y uno del SPCCC. En el nivel de sustitución se ubicaron dos productores del SPORG mientras que las prácticas de los seis productores restantes fueron de calendarización.

Sin embargo, al clasificar los criterios y los insumos en forma individual, podemos observar que el nivel de prácticas agrícolas asignadas a cada productor no son absolutas, ya que en la mayoría de los casos, son el resultado de la combinación de dos, tres o hasta de las cuatro alternativas (Cuadro 19).

Resulta fácilmente apreciable, que en las prácticas que realizan los productores del SPORG existe mayor dinámica de combinación de alternativas, tanto en sus criterios como en sus insumos, a diferencia de los productores convencionales donde existe mayor presencia de la alternativa de calendarización, con excepción de Guido del SPCMAG y Alexander del SPCCC, quienes aparecen con criterios e insumos de sustitución y uso racional.

Además hay que indicar, que en el caso de los criterios para aspersiones con insecticidas o fungicidas, en los tres sistemas son del tipo calendarizado, lo cual señala que a pesar que los orgánicos utilicen productos amigables con el medio ambiente, realizan aplicaciones rutinarias, similares a los productores convencionales, sin considerar las densidades poblacionales de las plagas y los períodos críticos de las plantas, es decir sin base en un monitoreo previo del cultivo.

Posteriormente, al realizar el análisis de regresión entre las prácticas agrícolas y el conocimiento que el productor maneja, se obtuvo una relación altamente significativa ($P = 0.0034$; $R^2 = 0.59$), que nos permitió comprobar que a medida que los niveles de conocimiento del productor aumentan, la calidad sostenible de sus prácticas se incrementan, incluso hasta aproximarse a un nivel cercano al rediseño en algunos casos (figura 6).

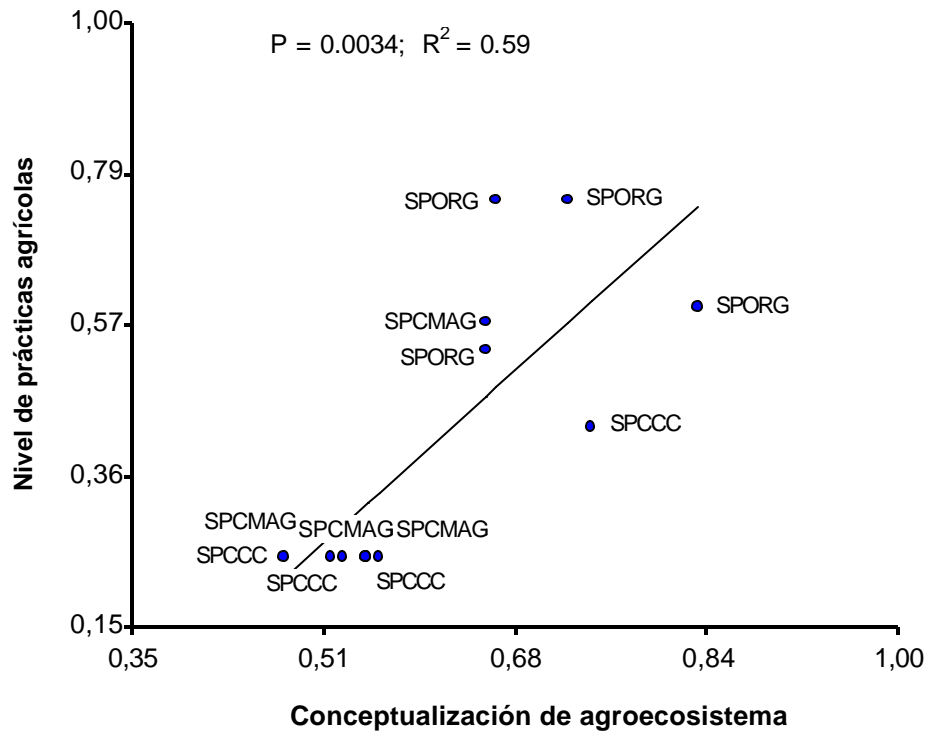


Figura 6. Relación entre el nivel de prácticas agrícolas, con la conceptualización del agroecosistema de los productores de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

4.5 Diagnóstico de las condiciones de sanidad del cultivo, vegetación espontánea y suelos en los tres tipos de sistemas

Las diferentes prácticas agrícolas que se efectúan en los campos son la causa directa de algunos efectos en el agroecosistema, y una de las formas de medir estos impactos es evaluando las condiciones en las que se encuentra cada uno de sus componentes. Para ello en este estudio se realizó un diagnóstico de la sanidad del cultivo, vegetación espontánea y la condición del suelo para posteriormente comprobar mediante un análisis de regresión lineal si estos resultados verdaderamente obedecen a una relación con el nivel de prácticas agrícolas aplicadas.

4.5.1 Sanidad de cultivo

Las evaluaciones de vigor de cultivo, incidencia y severidad de plagas y enfermedades, proporcionaron una visión más amplia de las condiciones de sanidad de los cultivos en los tres sistemas de producción como una relativa respuesta a las diversas labores de control prevención y nutrición que se efectuaron a lo largo del ciclo.

4.4.1.1 Vigor de cultivo

El vigor de cultivo es una de las variables que refleja el impacto directo del ataque de plagas y enfermedades, así como la capacidad que tiene la planta de reestablecerse de ellos según su grado de resiliencia. En éste caso los cultivos orgánicos tuvieron significativamente más plantas de excelente vigor seguidos por los del SPCCC y finalmente los del SPCMAG (Cuadro 20).

En cuanto al número de plantas con poco vigor, los cultivos del SPCMAG superaron a los del SPCCC. Hubo pocas plantas de pobre vigor en los SPORG y no se presentaron diferencias estadísticas para las dos categorías intermedias.

Cuadro 20. Promedios por categoría de vigor de cultivo, en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Vigor	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
Excelente (4)	19.88 ^a	9.49 ^b	15.55 ^{ab}	0.0290*
Bueno (3)	27.06 ^a	29.60 ^a	28.52 ^a	0.7619
Regular (2)	10.52 ^a	17.49 ^a	12.96 ^a	0.3258
Poco (1)	0.70 ^b	3.38 ^a	2.94 ^a	0.0011**

Entre los tres sistemas de producción, el vigor de cultivo en promedio mostró diferencias significativas. Este valor se obtuvo multiplicando el número de plantas por la categoría de vigor correspondiente (Cuadro 21).

Cuadro 21. Vigor promedio de cultivo, de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
Vigor promedio	45.620 ^a	41.298 ^b	44.165 ^{ab}	0.0588*

(P > 0.10).

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Los cultivos del SPORG presentaron el mejor vigor promedio, seguido por el SPCC y finalmente por el SPCMAG. Posteriormente, como una variable complementaria al vigor de cultivo, se registró el rendimiento final que se obtuvo en las doce parcelas evaluadas (Cuadro 22).

Cuadro 22. Rendimientos obtenidos en fincas de tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago en Costa Rica. 2003

Productor	Cultivo	Rendimiento			%Diferencia
		kg/900m ²	kg/ha	Promedio en la zona de estudio kg/ha	
Roberto Castro	zuquini	1900	21111	25000	15.00
Alvaro Castro	zuquini	2200	24444	25000	2.40
Evelio Quiroz	zuquini	2000	22222	25000	11.11
Rafael Coto	lechuga	7200	80000	85600	6.50
SPORG					8.75
Guido Maciz	coliflor	1200	13333	20000	33.50
Dagoberto Granado	coliflor	1700	18889	20000	6.00
Manuel Granado	coliflor	1600	17778	20000	11.11
Arturo Maciz	coliflor	1500	16667	20000	16.60
SPCMAG					16.80
Alexander Morales	repollo	2800	31111	37000	16.00
Ronald Cordero	repollo	3250	36111	37000	2.50
Francisco Cordero	repollo	3100	34444	37000	7.00
Carlos Duran	repollo	3500	38889	37000	5.00
SPCCC					5.13

Como puede observarse el sistema de producción convencional tuvo rendimientos relativamente buenos si se toma en cuenta que su promedio de producción difiere en apenas 5.13% de la producción promedio de la zona en estudio, seguido por el SPORG cuya diferencia es de 8.75% y en último lugar los productores del SPCMAG (16.80%).

Cabe anotar que durante la evaluación de vigor, no se llevó un registro de la superficie de área con plantas en la parcela estándar, lo cual nos hubiera permitido estimar la cantidad de plantas pérdidas; quizá así los

rendimientos se hubieran expresado en función del número de plantas, dándonos valores probablemente más equiparables con los de vigor. Por ejemplo en el caso de las parcelas con cultivos de crucíferas (coliflor y repollo) se pudo apreciar la presencia de *Plasmodiophora brassicae*, que ocasionó pérdidas de algunas plantas, así como fuertes vientos que afectaron a los cultivos en las primeras semanas de desarrollo.

4.4.1.2 Incidencia de insectos plaga

A excepción de *Liryomiza sp* en lechuga, las plagas claves de los demás cultivos seleccionados se hicieron presentes en los campos de los tres sistemas de producción, con altas poblaciones como en el caso de *Trialeurodes vaporarorum* en el cultivo de zuquini (SPORG) y ocasionando daños en plantas, como lo hizo *Plutella xylostella* en crucíferas (SPCMAG y SPCCC).

a. *T. vaporarorum* en zuquini

Las categorías medio y abundante registraron los promedios más altos de infestación de *T. vaporarorum* a lo largo del ciclo de cultivo, lo cual nos indica que en más de la mitad de las plantas evaluadas, sobre el 30% del área foliar fue infestada, lo que significa que se sobrepasó el umbral de daño económico en el SPOR (Cuadro 23).

Cuadro 23. Número de plantas registradas por categoría de infestación de *Trialeurodes vaporarorum* en el cultivo de zuquini en fincas del SPORG en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

FINCA	Nada (0%AF)	Poco (10% AF)	Medio (30% AF)	Abundante (50% AF)	mucho (>80% AF)
Roberto Castro	1.83	14.00	27.33	16.33	0.00
Alvaro Castro	2.00	23.16	23.83	11.00	0.00
Evelio Quiroz	0.00	6.42	20.71	27.85	5.86
PROMEDIO	1.28	14.53	23.96	18.39	1.95

El número de plantas por cada categoría de infestación nos permitió estimar las poblaciones de *T. vaporarorum* a lo largo del ciclo de cultivo en las fincas del SPORG (Figura 7), donde puede apreciarse que desde la primera semana de evaluación se detectó la presencia de mosca blanca en poblaciones considerables, la misma que se mantuvo a lo largo del ciclo de para luego descender ligeramente cerca de la última semana.

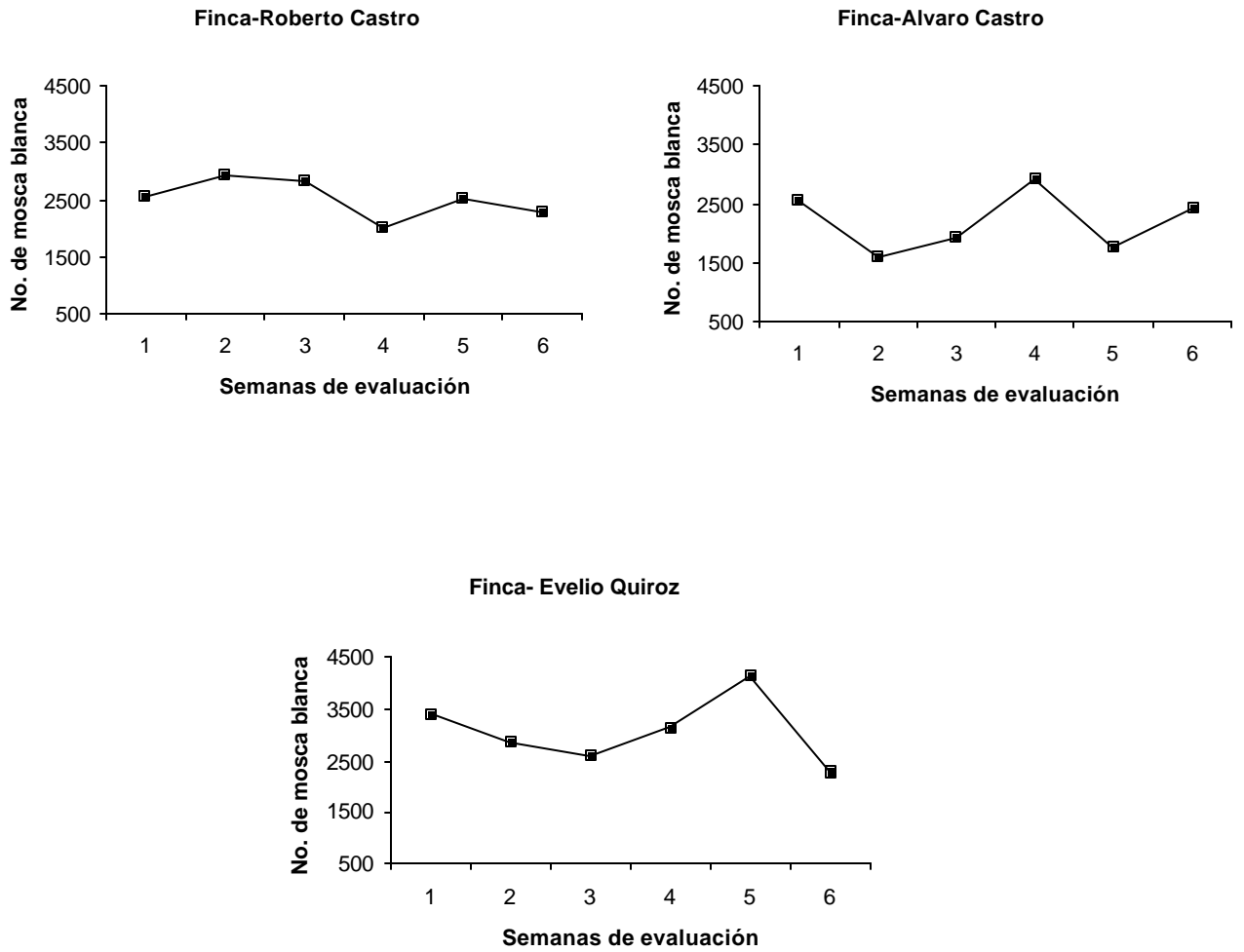


Figura 7. Población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en tres fincas del sistema de producción orgánica durante el ciclo de cultivo de zuquini en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Como puede observarse, el cultivo de Evelio Quiros, presentó mayor incidencia de la plaga, al obtener valores poblacionales de hasta 4200 adultos en sesenta plantas evaluadas, mientras que tanto el de Alvaro como el de Roberto presentaron un nivel igual de alto pero con un máximo de 3200 adultos en sesenta plantas evaluadas. Estas diferencias pueden obedecer a las frecuencias de aplicaciones de chile con ajo que se hacían en las tres parcelas como método de control, ya que en la primera parcela las aplicaciones fueron quincenales y en la dos restantes, semanales.

b. *Plutella xylostella* en crucíferas

En el caso de *P. xylostella* en los dos sistemas convencionales, no se reportaron valores superiores al umbral económico de daño (0.6 el máximo número de larvas por planta), a pesar de que el mayor número de larvas por planta lo presentó el SPCMAG en comparación con el SPCCC (Cuadro 24).

Cuadro 24. Plantas con daño y número de larvas de *Plutella xylostella* en dos sistemas de producción convencional en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Sistemas	Plantas con daño	Promedio de número de larvas por planta en todo el ciclo de cultivo
SPCMAG	27.55	0.5875
SPCCC	20.33	0.2725

La presencia de larvas de *P. xylostella* en ambos sistemas tiene relación con el incremento de plantas con daño a partir de la cuarta semana de evaluación, fecha en la cuál fueron perceptibles (Anexo 2) ya que el número de plantas con daño y larvas por planta, se incrementa casi conjuntamente con el desarrollo y crecimiento de la planta hasta llegar a la séptima semana (cerca de la cosecha) cuando empiezan a decaer.

Finalmente en la evaluación de incidencia de *Liriomyza sp* en lechuga, los resultados obtenidos fueron de una 0 infestación, ya que la plaga no se hizo presente durante todo el ciclo de cultivo.

4.5.1.3 Incidencia y severidad de enfermedades

En las tres fincas del SPORG donde se evaluó la presencia de *Erysiphe cichoracearum* se reportó a lo largo del ciclo de cultivo una incidencia promedio de 48%, una severidad de 11.52% y un valor para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad relativo (ABCPER) de 0.36, mientras que para la finca con cultivo de lechuga perteneciente al mismo sistema, la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* fue

nula en todo el ciclo. El cultivo de Roberto Castro fue el que presentó mayor susceptibilidad al ataque de *Erysiphe cichoracearum* (Cuadro 25).

Cuadro 25. Porcentaje de severidad y valores de ABCPER de *Erysiphe cichoracearum* en cultivo de zuquini, *Botrytis cinerea* en lechuga, *Mycosphaerella brassicola* en coliflor y *Xanthomonas campestris* en repollo, en tres sistemas de producción de la zona norrte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Finca	Sistema	Cultivo	Enfermedad	Severidad (%)	ABCPER
Roberto Castro	SPORG	Zuquini	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	19.43	1.00
Alvaro Castro	SPORG	Zuquini	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	9.18	0.03
Evellio Quiroz	SPORG	Zuquini	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	5.96	0.05
Rafael Coto	SPORG	Lechuga	<i>Botrytis cinerea</i>	0.00	0.00
Guido Macis	SPCMAG	Coliflor	<i>Mycosphaerella brassicola</i>	44.19	1.00
Dagoberto Granado	SPCMAG	Coliflor	<i>Mycosphaerella brassicola</i>	20.79	0.49
Manuel Granado	SPCMAG	Coliflor	<i>Mycosphaerella brassicola</i>	26.29	0.75
Arturo Macis	SPCMAG	Coliflor	<i>Mycosphaerella brassicola</i>	23.64	0.67
Alexander Morales	SPCCC	Repollo	<i>Xanthomonas campestris</i>	15.79	0.95
Ronald Cordero	SPCCC	Repollo	<i>Xanthomonas campestris</i>	8.32	0.54
Francisco Cordero	SPCCC	Repollo	<i>Xanthomonas campestris</i>	7.67	1.00
Carlos Durán	SPCCC	Repollo	<i>Xanthomonas campestris</i>	9.10	0.40

En el caso de *M. brassicola*, indicador de sanidad para el SPCMAG, se presentó una severidad de 28.73%, un valor del ABCPER de 0.73. y una incidencia de 42% siendo el cultivo de Guido Mácis el que mostró mayor susceptibilidad a la enfermedad. Para *X. campestris*, evaluada en el sistema de producción convencional asistido por casas comerciales (SPCCC), el porcentaje promedio de severidad fue de 10.22%, una incidencia de 41% y un valor de 0.72 para el ABCPER.

Con base en los resultados obtenidos para el ABCPER por productor, se obtuvo como resultado que el sistema menos susceptible a enfermedad fue el sistema de producción orgánica ya que sus valores de ABCPER son más cercanos a 0 (menos susceptible) en comparación con los dos sistemas de producción convencional, cuyos valores de ABCPER indican una mayor susceptibilidad (Figura 8)

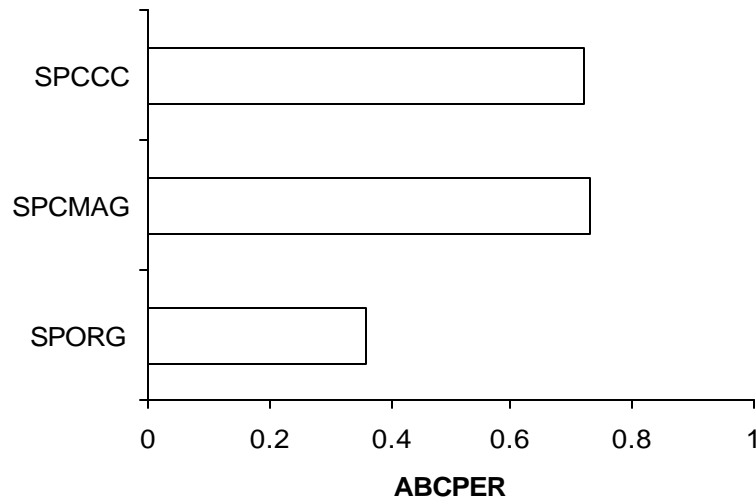


Figura 8 ABCPER, en sistemas de producción orgánica, convencional asistido por el MAG y convencional asistido por casa comerciales, en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

4.5.2 Vegetación Espontánea (malezas)

Con base en los criterios ya establecidos sobre las consecuencias beneficiosas que puede tener el adecuado manejo de la población de vegetación espontánea en un cultivo, la evaluación de su biomasa y el banco de semillas, nos permitieron hacer estimaciones de cuán diversa puede ser su población sobre el agroecosistema y que beneficios o daños pueden traer al cultivo.

4.5.2.1 Biomasa de vegetación espontánea

No se encontraron diferencias significativas para biomasa de malezas en la etapa de crecimiento vegetativo, pero sí altamente significativa en la etapa reproductiva, (formación de cabeza o llenado de fruto), donde la biomasa total de malezas fue mayor en el SPORG. Estos resultados pueden complementarse con las diferencias significativas encontradas para el índice de diversidad de Shannon y Wiener (Cuadro 26).

Cuadro 26. Biomasa total de malezas en dos etapas de desarrollo vegetativo e Índice de diversidad de Shannon y Wiener en tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Muestreros	Biomasa (g)			Probabilidad
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
Crecimiento vegetativo	290.73 ^a	124.58 ^a	195.14 ^a	0.1695
Formación de cabeza o llenado de fruto	295.58 ^a	33.83 ^b	62.85 ^b	0.0022**
Índice de diversidad (Shannon y Winer)	0.68 ^a	0.31 ^b	0.55 ^b	0.0371*

(P > 0.10)

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Se observa que el SPORG presenta la mayor cantidad de biomasa de vegetación espontánea y al mismo tiempo una mayor diversidad de especies lo cual corresponde a que las abundancias específicas se encuentran distribuidas más equitativamente en este sistema en comparación con los dos sistemas convencionales (Cuadro 27).

Cuadro 27. Biomasa (g) por especie de malezas en los tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Especie	Biomasa (g)		
	SPORG	SPCMAG	SPCCC
<i>Amaranthus sp</i>	48.00	0.00	0.00
<i>Baltimora recta</i> (benéfica)	153.11	12.10	5.90
<i>Bidens pilosa</i>	317.70*	0.00	0.00
<i>Brachiaria sp</i> (agresiva)	259.17*	199.07*	265.53*
<i>Brassica campestris</i> (agresiva)	78.90	0.00	0.00
<i>Commelina difusa</i> (agresiva)	262.62*	0.00	228.68*
<i>Emilia sonchifolia</i> (benéfica)	5.50	0.00	0.00
<i>Galinsoga ciliata</i> (benéfica)	117.90	0.00	79.80
<i>Lepidium virginicum</i> (agresiva)	0.00	57.79	86.08
<i>Mitrocarpus hirtus</i>	29.40	0.00	0.00
<i>Polygonum pensylvanicum</i> (agresiva)	188.88	302.20 *	96.80
<i>Portulacaceae oleracea</i> (benéfica)	376.15*	0.00	0.00
<i>Richardia scabra</i> (benéfica)	31.40	23.00	26.40
<i>Trifolium pratense</i> (benéfica)	14.00	0.00	0.00
<i>Rumex crispus</i> (agresiva)	0.00	39.45	477.00*

* Especies dominantes

Esta abundancia de especies, no garantiza por si sola un efecto favorable para el agroecosistema ya que esto depende mucho del papel ecológico que ellas desempeñen en el campo, por ejemplo la presencia de *Brachiaria sp* en los tres sistemas, de *P. pensilvanicum* en el SPOMAG y de *R. crispus* en el SPCC, es dominante por ser alta, pero su abundancia, más allá de colaborar con un buen desenvolvimiento del cultivo en función de un ambiente más diverso, está ocasionando efectos negativos en vista de que son hierbas agresivas, difíciles de mantener bajo los umbrales económicos de daño y por consiguiente no están aportando al cultivo beneficios tangibles, lo cual no ocurre con *P. olerácea* que a más de atraer a insectos por los colores de su flor, es utilizada como alimento que incluso los productores comercializan en las ferias a las que ellos acuden, o lo que ocurre con *B. recta* que su continúa floración incita a la presencia de abejas y otros organismos a estar cerca del cultivo, así como *E. sonchifolia* y *R. Scabra*, entre otras.

Desde este punto de vista se presentaron diferencias significativas en cuanto a la biomasa de vegetación espontánea que sirve como hábitat para otros organismos, donde el SPORG alcanzó el promedio más alto, seguido por el SPCCC y en último lugar el SPCMAG. En cuanto a biomasa de especies agresivas los promedios de biomasa fueron mayores a los de hábitat pero no hubieron diferencias significativas, sin embargo las tendencias ubican en primer lugar al SPCCC seguido del SPORG y finalmente el SPCMAG (Cuadro 28).

Cuadro 28. Promedios de biomasa de vegetación espontánea (g), según su agresividad o beneficio a los cultivos de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Variable	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
	Promedios			
Biomasa de vegetación espontánea como hábitat	86.76 ^a	8.78 ^b	28.034 ^b	0.0348*
Biomasa de vegetación espontánea agresiva	225.44 ^a	149.63 ^a	306.89 ^a	0.1347

(P > 0.10)

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

4.5.2.2 Banco de semillas de malezas

Se encontraron diferencias altamente significativas para especies totales en el banco de semillas entre los tres sistemas de producción. El SPORG presentó los valores más altos de individuos por especie, seguido del SPCCC y por el SPCMAG, así como el mayor índice de diversidad de Shannon y Wiener, donde también se encontraron diferencias significativas. (Cuadro 29).

Cuadro 29. Plantas totales e índice de diversidad de Shannon y Wiener para banco de semillas de malezas en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Variable	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPCMAG	SOPCCC	
	Promedios			
Plantas totales	409.25 ^a	94.25 ^b	310 ^a	0.0027**
Índice de diversidad (Shannon y Wiener)	0.80 ^a	0.49 ^b	0.68 ^a	0.0041**

(P > 0.10)

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Al igual que en los resultados de biomasa, las abundancias específicas se distribuyeron mejor en el SPORG y *P. olerácea* continuó siendo la especie dominante mientras que *Cyperus, sp* lo fue en los dos sistemas convencionales (Cuadro 30).

Cuadro 30. Número de individuos emergidos por especie del banco de semillas de malezas en tres sistemas de producción en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

ESPECIE	SPORG	SPCMAG	SPCCC
Amaranthus sp	12	0	0
Baltimora recta (benéfica)	120	17	184
Brachiaria sp (agresiva)	136	20	163
Cyperus sp (agresiva)	172	195*	439*
Commelina diffusa (agresiva)	121	0	47
Galinsoga ciliata benéfica (benéfica)	186	2	127
Lepidium virginicum (agresiva)	119	56	16
Polygonum pensylvanicum (agresiva)	84	28	90
Richardia scabra (benéfica)	154	54	160
Portulacaceae oleracea (benéfica)	506*	0	0
Rumex crispus (agresiva)	0	0	15
Trifolium sp (benéfica)	20	5	0

* Especies dominantes

En cuanto a banco de semillas de vegetación espontánea benéfica que sirve como hábitat para otros organismos, se encontraron diferencias altamente significativas, presnetando el SPORG los promedios más altos y el SPCMAG los más bajos. De la misma manera, se encontraron diferencias significativas para banco de semillas de vegetación espontánea agresiva; aquí el SPCCC ocupo el primer lugar, seguido del SPORG y finalmente el SPCMAG (Cuadro 31).

Cuadro 31. Promedios de número de individuos en el banco de semilla de vegetación espontánea (g), según su agresividad o beneficio a los cultivos de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Variable	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPCMAG	SPCCC	
	Promedios			
Banco de semilla de vegetación espontánea como hábitat	246.50 ^a	19.50 ^b	117.75 ^b	0.0055**
Banco de semilla de vegetación espontánea agresiva	159.75 ^{ab}	74.75 ^b	192.50 ^a	0.0836*

(P > 0.10)

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

4.5.3 Suelo

Quizá los efectos del manejo que se le da al agroecosistema no sean perceptibles a simple vista en el suelo, a menos que de problemas de erosión se trate, ya que a diferencia de las plantas o la presencia de plagas y enfermedades éste muestra los efectos después de largos períodos de tiempo, sin embargo el contenido de carbono orgánico y la presencia de lombrices nos permitieron estimar cuál es el estado de los suelos en los tres sistemas.

4.4.3.1 Fraccionamiento de materia orgánica del suelo

No se encontraron diferencias significativas en el contenido de carbono orgánico total en los tres sistemas, así como en el que se encuentra presente en la macromateria orgánica del suelo y en la fracción mineral, pero sí se encontraron diferencias en el contenido de carbono orgánico en la biomasa microbiana, donde el SPCCC obtuvo los mayores promedios (Cuadro 32)

Cuadro 32. Contenido de carbono orgánico en las fracciones de materia orgánica del suelos en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Variable	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPMAG	SPCCC	
	Promedios (g/kg)			
Carbono orgánico total	162.88 ^a	111.27 ^a	171.07 ^a	0.2106
Biomasa microbiana	1.14 ^b	1.28 ^b	1.77 ^a	0.0351*
Macromateria orgánica	76.77 ^a	42.77 ^a	77.1 ^a	0.1531
Fracción Mineral	86.08 ^a	68.5 ^a	93.96 ^a	0.3048

(P > 0.10)

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Las fincas que presentaron el contenido más bajo de carbono en las tres variables fueron la de Roberto Castro del SPORG y Arturo Macis del SPMAG, a diferencia de los altos valores obtenidos en las parcelas de Alexander Morales del SPCCC y Guido Macis del SPMAG (Cuadro 33)

Cuadro 33. Contenido de carbono orgánico en las fracciones de materia orgánica del suelos en doce fincas de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Finca	Sistema	Contenido de carbono orgánico (g/kg)			
		Fracción mineral	Macromateria orgánica	Total	Biomasa microbiana
Roberto Castro	SPORG	46.43	40.16	86.60	0.84
Alvaro Castro	SPORG	104.61	99.40	204.00	1.25
Evelio Quiroz	SPORG	107.37	102.96	210.40	1.20
Rafael Coto	SPORG	85.92	64.57	150.50	1.30
Guido Macis	SPCMAG	85.16	78.33	163.50	1.94
Dagoberto Granado	SPCMAG	67.46	34.71	102.17	1.09
Manuel Granado	SPCMAG	67.65	33.29	100.94	1.12
Arturo Macis	SPCMAG	53.71	24.75	78.46	0.97
Alexander Morales	SPCCC	126.30	110.25	236.55	1.97
Ronald Cordero	SPCCC	81.57	66.09	147.67	1.68
Francisco Cordero	SPCCC	73.14	58.31	131.45	1.71
Carlos Durán	SPCCC	94.84	73.76	168.60	1.72

4.4.3.2 Presencia de lombrices

Se encontraron diferencias altamente significativas en cuanto a la población de lombrices entre los tres sistemas evaluados. El SPORG presentó la mayor concentración de lombrices seguido del SPCMAG y por el SPCCC (Figura 9)

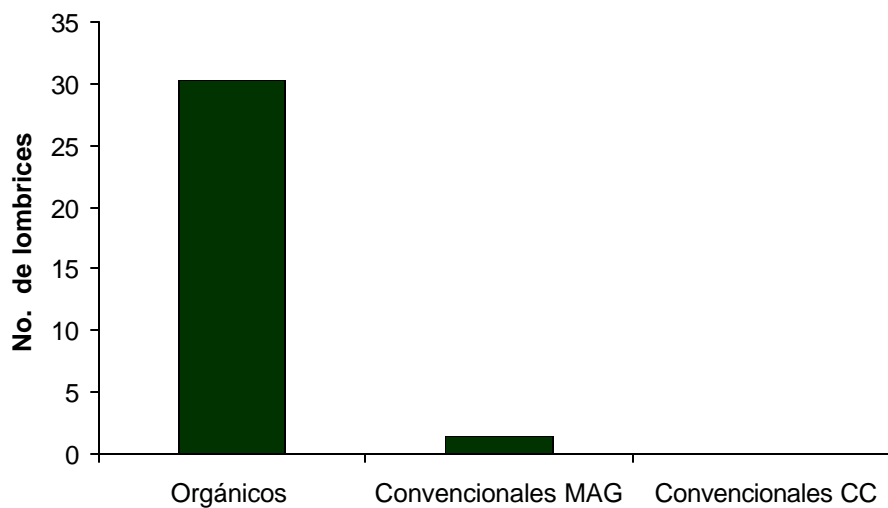


Figura 9. Presencia de lombrices en el suelo de tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003

Con base en los resultados obtenidos en las evaluaciones de cada componente del agroecosistema (plagas, enfermedades, vigor, vegetación espontánea y suelo) y de acuerdo con la escala de calificación establecida, se asignó un valor individual a los doce campos evaluados (Cuadro 34)

Cuadro 34. Valores otorgados para las condiciones de cada componente del agroecosistema en doce fincas de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Productor	Sanidad de cultivo			Vegetación espontánea				Suelo			TOTAL
	Vigor	Plagas	Enfermedades	Biomasa		Banco de semillas		Lombrices	MMO	BM	
Benéfica				Agresiva	Benéfica	Agresiva					
Roberto Castro	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25	0.75	0.50	1.00	0.25	0.25	0.45
Alvaro Castro	0.75	0.75	0.75	1.00	0.25	0.75	0.50	1.00	0.75	0.75	0.73
Evelio Quiroz	0.75	0.25	0.75	0.25	0.25	1.00	0.25	0.75	1.00	0.75	0.60
Rafael Coto	1.00	1.00	1.00	0.50	0.25	1.00	0.50	0.75	0.75	0.75	0.75
Guido Macis	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.50	0.25	0.75	1.00	0.40
Dagoberto Granado	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.40
Manuel Granado	0.75	0.25	0.75	0.25	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	0.43
Arturo Macis	0.25	1.00	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.38
Alexander Morales	0.25	0.25	0.75	0.25	0.25	0.50	0.50	0.25	1.00	1.00	0.50
Ronald Cordero	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	0.75	0.50
Francisco Cordero	0.75	1.00	0.75	0.50	0.25	0.50	0.50	0.25	0.75	0.75	0.60
Carlos Durán	0.75	1.00	0.75	0.50	0.25	0.50	0.50	0.25	0.75	0.75	0.60

Como puede observarse cinco de los agroecosistemas presentaron una condición regular ya que sus calificaciones fluctuaron entre 0.25 y 0.50; uno de ellos pertenece al SPORG y los cuatro restantes al SPCMAG, mientras que los demás campos se ubicaron en la categoría de buena condición (0.50 a 0.75).

Posteriormente, en función de los valores para las condiciones de agroecosistema se pudo apreciar que existieron diferencias estadísticas entre sistemas, donde el SPORG obtuvo el mayor promedio, seguido del SPCC y luego por el SPCMAG (Cuadro 35)

Cuadro 35. Condición de agroecosistema en tres sistemas de producción de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

	Sistemas			Pr>f
	SPORG	SPMAG	SPCCC	
	Promedios (g/kg)			
Condición de agroecosistema	0.63 ^a	0.40 ^b	0.55 ^a	0.0142*

*diferencias significativas a un alfa de 0.10

Medias con igual letra no tienen diferencia significativa según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Finalmente, retomando la idea inicial de esta sección en la cual se mencionaba que la condición del agroecosistema puede ser el resultado del impacto que las prácticas agrícolas tengan sobre él, realizamos un análisis de regresión entre los niveles de prácticas agrícolas y las calificaciones de condición de agroecosistemas, y pudimos comprobar que existe una relación significativa al diez por ciento, entre las dos variables, es decir que a medida que el nivel de prácticas agrícolas se incrementa, las condiciones de agroecosistema pueden mejorar (figura 10).

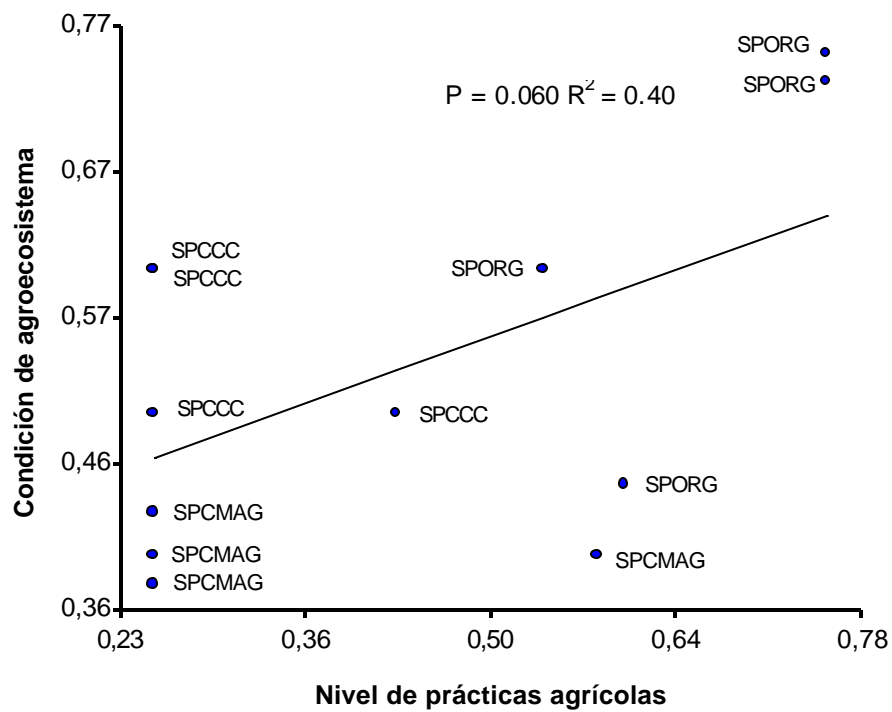


Figura 10. Relación entre el nivel de prácticas agrícolas, con la condición de agroecosistema de en fincas de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

V. DISCUSIONES

5.1 Conceptualización de agroecosistema

Se pudo apreciar, que los agricultores en los tres grupos tienen diferente conceptualización del agroecosistema, aunque las diferencias no se extienden a todos los temas. En general, parece que tienen menos conocimientos sobre lo que no pueden ver como es el caso de ciclos biológicos de hongos o bacterias, hospederos alternos, hábitat para benéficos, entre otros. Curiosamente el conocimiento sobre vegetación espontánea no parece ser tan así, lo cual quizá sea más accesible por la naturaleza de las plantas, a pesar de que los convencionales no perciben lo mismo que los orgánicos.

Además, con base en los puntajes alcanzados en conceptualización de los componentes de agroecosistema, se puede apreciar que los productores aún no manejan explícitamente los conceptos sobre red alimenticia y cadena trófica, información básica para poder llegar al nivel de rediseño, por ejemplo la conceptualización sobre vida en el suelo, es un punto importante para la práctica de agricultura y en el caso de los productores convencionales ésta es muy baja o nula.

Es importante explicar que en todas las preguntas y pruebas aplicadas se buscó crear un ambiente de confianza basado en las continuas visitas realizadas a las fincas durante cuatro meses consecutivos, lo que pudo garantizar, de alguna manera, un ambiente de camaradería y fluida comunicación entre el productor y el evaluador. Sin embargo, no se puede descartar que quizá por temor a equivocarse algunos de los productores prefirieran negar su conocimiento antes de explicar o detallar las posibles respuestas.

Así también se presentaron casos opuestos, es decir cuando el productor tenía cierto grado de conocimiento respecto a un tema específico y que lo utilizó como base para especular y ampliar algunas explicaciones que terminaron por no ser totalmente ciertas. Por ejemplo Roberto Castro, productor orgánico dice: *“conservo malezas alrededor del cultivo porque me ayudan a atraer abejas que ayudan a polinizar las plantas, por ejemplo mire las abejas que*

están en el mosote (Galinsoga ciliata), llevan el polén de sus flores y con eso polinizan el zuquini” En este caso es cierto que algunas especies de vegetación espontánea (malezas) sirven como alojamiento para insectos benéficos como lo son las abejas, pero la fecundación se da entre las flores del mismo cultivo y no con polen de otra especie. De la misma manera Manuel Granado, productor convencional asistido por casas comerciales describe de la siguiente manera el por qué de su plan de rotación de cultivos *“siembro una vez brócoli y la próxima coliflor y luego papitas para evitar que el suelo se canse y que las plagas me causen pérdidas”*. Como se puede apreciar el concepto de por qué realizar una rotación, es correcto, pero la base del cómo está errada, pues contrariamente a lo que don Manuel piensa, los tres cultivos son considerados exigentes en cuanto a nutrientes (Benzing, 2001) y por lo tanto desgastan en cierto grado lo que está disponible en el suelo, además requieren intensas prácticas de labranza que van desde la preparación del terreno hasta los aporques, induciendo de ésta manera la erosión del suelo, además que tanto el repollo como la coliflor son hospederos de la misma plaga, la cual es considerada de gran importancia en la zona: *Plutella xylostella*.

Como estos casos se presentaron algunos más, que reflejan que existe un conocimiento empírico que necesita complementarse o terminar de conectarse con ciertos eslabones para poder formar un concepto completo y amplio, que luego puede ser usado como base para la toma de decisiones adecuadas, pues si un agricultor tiene conocimiento que ciertas plagas causan daño pero desconoce que éstas tienen un ciclo biológico, entonces no tiene interés en conocer sobre prácticas específicas para el control de cada etapa de desarrollo de la plaga o si no conoce que existen algunas especies de vegetación espontánea (malezas) que pueden servir de hospederos de organismos que ayudan a controlar las plagas, no tiene ningún sentido dejarlas en los campos.

Por otra parte, el conocimiento que el productor posee no solo puede deberse a experiencias propias, basadas en la observación y la permanencia continua en los campos sino también a la búsqueda de más información respecto a temas específicos ya sea mediante un intercambio con vecinos o amigos y con otras entidades tales como ONG's, OG's o casas comerciales, lo cual justificaría el hecho de que la diversidad de fuentes de información, frecuencias de consultas, prácticas de experimentación y capacitaciones influyen en el conocimiento que el productor tiene sobre diversos temas.

5.2 Estrategias de búsqueda de información y ampliación de conocimiento

Como una proyección del grado de interés que tiene el productor por ampliar su conocimiento, se presentan las estrategias que él usa para conseguir información, las mismas que van desde la identificación de fuentes confiables de consulta, el experimentar con nuevas prácticas y productos en sus campos y el número y la clase de eventos de capacitación a los que ellos acuden.

Quizá esas fueron las razones por las cuales los productores del SPORG obtuvieron mayor puntaje en conceptualización al ser estas estrategias más representativas en este sistema, ya que a diferencia de los sistemas convencionales sus productores consideran como fuentes de consulta a organismos que les proporciona información más detallada sobre el por qué de los problemas, y las opciones más amigables con el ambiente para solucionarlas, tal es el caso del INA, donde todos los productores se capacitaron en sus inicios de agricultura orgánica y donde aún acuden para realizar consultas, al igual que APROZONOC, institución a la cual ellos pertenecen y cuyos miembros comparten similares inquietudes que pueden resolverse en conjunto a través de sugerencias dadas en una junta o asamblea semanal., además de las consultas bibliográficas, donde Alvaro Castro y Evelio Quiroz al igual que Guido Maciz del SPCMAG, aseguran haber encontrado ideas útiles sobre como y por qué, controlar plagas y enfermedades a base de productos naturales.

Esto no ocurre con los productores del SPCCC y tres de los productores del SPCMAG cuya fuente principal de información son las casas comerciales que se limitan a dar recomendaciones sobre la solución inmediata a la mayoría de problemas fitosanitarios mediante el uso de productos sintéticos, lo que generalmente trae consigo resultados visibles, aunque momentáneos, de la eliminación de plagas, vegetación espontánea y/o enfermedades, lo cual hace que los productores las visiten continuamente o que las

consideren como única y mejor opción por que les garantizan de alguna manera la visión de “campos limpios” que ellos buscan.

Pero, contrariamente a las prácticas agrícolas que comúnmente se ejecutan en los campos de los dos sistemas convencionales, puede observarse que existe el interés de por lo menos la mitad de sus productores en experimentar con prácticas de producción orgánica, lo cual puede responder en parte a sus propias necesidades actuales, experiencias anteriores y expectativas con la condición de los suelos en sus fincas, la problemática ambiental en la región y los problemas de salud. Al respecto Arturo Mácziz productor del SPCMAG en una ocasión mencionó *“Ya no sé que hacer, cada vez es más difícil controlar la palomilla (Plutella xylostella) y gasto mucho dinero, así que estoy pensando en cambiarme a la agricultura orgánica, porque además ando solo enfermo, creo que es por el uso de mucho químico”*.

A lo mejor, este interés por aprender nuevas alternativas, traiga más adelante un mayor enriquecimiento del conocimiento actual como resultado de nuevas experiencias que requieran de mayor información para poder comprenderlas y aplicarlas y con ello, quizá la aplicación de prácticas más amigables con el medioambiente que influyan directamente en la condiciones de su agroecosistema y su estilo de vida, lo cual es precisamente lo que ocurre con los productores del SPORG, quienes reportaron mayor número de actividades de experimentación y todas relacionadas con prácticas e insumos orgánicos.

Ahora, si comparamos las fuentes de información citadas en los tres sistemas para solucionar problemas fitosanitarios con las referidas para experimentar innovaciones, podemos observar que son casi las mismas, pero de todas ellas la presencia de casas comerciales, amigos/vecinos y experiencia propia son las más destacadas, lo cual podría obedecer a las siguientes razones:

- Generalmente, para la solución de problemas fitosanitarios se espera respuestas inmediatas por estar en juego los recursos invertidos es decir dinero, mano de obra e insumos, por cuanto las casas comerciales de agroquímicos ofrecen soluciones posiblemente más rápidas y tangibles.
- La circulación de información entre amigos y/o vecinos se basan, al menos parcialmente, en relaciones de confianza y reciprocidad entre quienes se conocen

personalmente y tienen alguna interés compartido (Samper 2002), lo cual lleva a cierto nivel de garantía de la información ya que se puede observar los resultados obtenidos en la finca del vecino o el amigo antes de aplicar el producto o la práctica recomendada.

- La experiencia propia es la mejor de las garantías pues nadie más que el productor conoce su entorno, las debilidades y fortalezas de sus recursos y hasta donde puede manejar la situación.

Por otra parte, respecto a las capacitaciones, el hecho de que exista mayor afluencia de parte de los productores orgánicos en comparación con los productores convencionales a este tipo de eventos, pueda justificarse con que la mayoría de tecnologías de la agricultura convencional, están basadas en el uso de insumos, por lo cual consisten principalmente en la parte física y en menor proporción, consideran el componente de información requerida para su uso. Sin embargo cuando se trata de tecnologías de agricultura sostenible, éstas casi no tienen una parte física, sino un gran componente de información y conocimiento ya que en estos casos es obligatorio entender los procesos y los métodos para facilitar la interpretación correcta de la información para promover el aprendizaje (Ortiz, 2001).

Lo cual puede llevarnos a una segunda reflexión: A lo mejor los productores orgánicos sientan que deben profundizar aún más su capacitación en vista de que los recursos con los que cuentan para cuidar, proteger y preservar su sistema requieran de mayor perfeccionamiento para poder lograr el equilibrio deseado. Lo contrario puede ocurrir con los productores químicos cuyas prácticas e insumos son fácilmente “manipulables, predecibles y de alguna manera tradicionales en la zona” y solo acuden a capacitaciones que promocionan mejores y más eficaces productos que ayuden a mejorar su estilo productivo.

Es decir la estrategia productiva que cada uno posea, podría marcar las preferencias y los intereses para la avidéz de información y capacitación. En otras palabras, los agricultores deben escoger entre distintos mensajes y opciones tecnológicas de acuerdo a su lógica y objetivos en forma pragmática (Prins, 1999).

Finalmente, con base en los resultados obtenidos podemos resumir que el interés que muestra el productor por mejorar su sistema, ya sea a través de la experimentación de

nuevas prácticas sean estas orgánicas o convencionales y las capacitaciones a la que el acude, guarda relación con el acceso que él tiene a la información y las vías o fuentes en las que se respalde confiablemente al momento de ejecutar las prácticas agrícolas en sus campos.

5.3 Prácticas agrícolas y Sistemas de cultivos

Generalmente, mucho del conocimiento que tiene el productor se manifiesta en la mayoría de prácticas agrícolas que se aplican para el manejo del agroecosistema, ya que éste sirve de base para la toma de decisiones (Ortiz, 1999). Por ejemplo el uso de insumos externos como plaguicidas, fertilizantes químicos o herbicidas pueden reflejar un desconocimiento de las funciones que cumplen cada uno de los miembros de la cadena trófica y los beneficios que el buen desenvolvimiento de la misma trae consigo ya que la continua aplicación de estos productos causa un desequilibrio en los diferentes procesos ecológicos (Jarrín, 2001).

Por otra parte, se puede apreciar que la diferencia en cuanto a prácticas agrícolas entre sistemas radica mayoritariamente en la clase de insumos utilizados más que en los criterios de manejo, por ejemplo, los productores orgánicos utilizan productos naturales para el control de plagas y enfermedades, por qué quieren evitar envenenar o contaminar el medio ambiente pero al igual que los sistemas convencionales, las frecuencias de aplicación son semanales o quincenales, no realizan monitoreos previos y no toman como referencia umbrales económicos de daño pre-establecidos o estimados por ellos mismos para orientar el momento oportuno de realizar controles. De la misma forma, no sólo el apareamiento de daños o del agente causal son la pauta para realizar aplicaciones ya que en los tres sistemas se realizan controles preventivos guiados por las condiciones climáticas o por el apareamiento del daño en plantíos vecinos, es decir las fumigaciones se realizan bajo un criterio de calendarización común en los tres grupos de productores.

Algo similar ocurre con las abonaduras que en el SPORG se realizan con productos obtenidos en la misma finca en base a desechos y la incorporación de restos de cosechas pero al igual que en los otros sistemas no se basan en un análisis de suelos que permita conocer si con las dosis de abono se está cumpliendo con los requerimientos que tienen los cultivos y se está reponiendo los nutrientes que se extraen del suelo, y promoviendo o manteniendo las formas de vida del suelo.

El control de malezas, es quizá la práctica agrícola en la cual el *por qué y el cómo se hace* difiere entre los tres sistemas, pues en el SPORG los productores suelen reconocer cual de las malezas hay que eliminar, y cuales se pueden dejar dentro del cultivo y en sus alrededores ya que manejan ampliamente el concepto de que la vegetación espontánea sirve como hospedera de insectos benéficos que pueden ayudar a regular poblaciones de plagas y que además favorecen la estructura del suelo, por esto no utilizan herbicidas, al contrario de los otros sistemas cuyo conocimiento sobre la función ecológica de la vegetación espontánea es muy bajo, por ese motivo se limitan a eliminar la maleza con herbicidas de amplio espectro con el propósito de mantener totalmente limpios sus campos.

En cuanto a la mayor diversificación de cultivos en el SPORG ésta obedece a dos razones principales, la primera guarda relación con la oferta en el mercado pues son ellos quienes personalmente realizan la venta de sus productos en las ferias del agricultor y al tener variedad en producción tienen asegurada variedad en oferta por lo tanto mayor número de clientela, lo cual no ocurre con los productores convencionales pues sus productos son negociados en las fincas a través de intermediarios conocidos que se encargan de comerciar el producto a los mayoristas o minoristas en los mercados de Cartago y San José, lo cual de alguna manera les ha reportado rentabilidades aceptables, de ahí la razón para cultivar el repollo y la coliflor mayoritariamente en sus campos .

La segunda razón para la diversidad de cultivos que mencionan los productores del SPORG, es evitar desgaste del suelo y controlar la presencia de plagas y enfermedades, pues dicen estar concientes que de ésta manera sus problemas fitosanitarios se verán reducidos. Al parecer su última reflexión no estaría muy alejada de la realidad si consideramos que en los sistemas donde dos o más cultivos están muy próximos es posible que se den varios tipos de interferencia que proveen beneficios que pueden ir desde el reciclaje de nutrientes hasta el mejoramiento de las cosechas y la disminución del ataque de plagas y enfermedades (Gliessman, 2002). Pero en contraposición a este último argumento la mitad de los productores convencionales mencionaron que el aplicar una asociación de cultivos en sus campos, implicaría para ellos desventajas tales como mayor inversión de tiempo y esfuerzo pues *“si a veces es difícil manejar un cultivo, peor con dos o más en el mismo lugar”* (Francisco Cordero, SPOCCC).

Por lo tanto, en función del orden de importancia otorgado por los productores de los tres sistemas la diversificación de cultivos en el espacio obedecería en primer lugar a un estilo de comercialización y mercado ya establecido y en segundo lugar para los productores orgánicos a sus convicciones ambientales ya que consideran los beneficios ecológicos que éste tipo de arreglos traen consigo al agroecosistema.

En lo concerniente a rotación de cultivos, los productores del SPCMAG y del SPCCC describieron sus planes de rotación en función de las siguientes especies: brócoli, papas, repollo, coliflor y/o zanahoria; lo cual a simple vista, da la apariencia de una relativa variedad de cultivos, pero si se observa detenidamente, tres de las especies mencionadas corresponden a una misma familia (crucíferas), que en ocasiones se alternan con solanáceas o umbelíferas, lo cual no trae mayores beneficios como se habló anteriormente. Una vez más, los productores aducen como explicación para este tipo de manejo al mejor precio que en el mercado se obtiene por estos productos y en segundo lugar la falta de conocimiento sobre otras alternativas más beneficiosas.

El mismo criterio de prevención y control de plagas también es aplicado por los productores del SPORG, con la diferencia que ponen en práctica el concepto de diversificación de familias de cultivos en el tiempo, al igual que lo hacen en el espacio.

Sin embargo mayor diversificación en cuanto a familias de cultivos no garantiza totalmente resultados favorables para el agroecosistema como se espera ya que el arreglo temporal de cultivos requiere de una base conceptual que no sólo busque mantener a salvo el cultivo de plagas y enfermedades sino de lograr beneficios para el suelo.

De ahí que el concepto de cultivos extractivistas debería entrar en juego al momento de planificar una rotación de cultivos, es decir incluir especies de diferentes familias que eviten el ataque de plagas y enfermedades y que además permitan reponer nutrientes al suelo y mejorar o mantener sus características físicas, sería lo ideal.

Al respecto Benzing (2001) sugiere un esquema de rotación que incluye en primer lugar hortalizas de raíz, luego hortalizas de hoja, seguidas por hortalizas de fruto o semilla y por último abonos verdes o praderas, el mismo que traería beneficios tanto para el productor como para el agroecosistema. Si en este caso analizamos los sistemas de rotación de los

doce productores evaluados, se puede apreciar que los campos de Roberto, Alvaro, Evelio Macho y Alexander son los que de alguna forma se acercan a este planteamiento.

Por lo tanto analizando, en forma separada cada una de las prácticas agrícolas, con base en sus insumos y en los criterios para la toma de decisiones, podremos observar que no se puede ser tan radical en cuanto a categorizar un productor en una sola alternativa de producción, ya que sus prácticas son el resultado de la combinación de varias de éstas alternativas, como fue el caso de cuatro productores orgánicos y dos convencionales, donde los criterios e insumos utilizados fueron desde una calendarización hasta un rediseño.

Por lo tanto, según los resultados obtenidos, podemos mencionar que sí existe una relación entre el conocimiento que tiene el productor como consecuencia del tipo de información que maneja y el nivel de prácticas agrícolas que realiza. Es decir una información sobre producción más sostenible, trae consigo un conocimiento igualmente más sostenible y consecuentemente prácticas agrícolas y sistemas de cultivos más amigables con el medio ambiente, como fue el caso de vegetación espontánea en los productores del SPORG quienes obtuvieron mejores promedios en conocimiento y reportan alternativas de manejo de rediseño y los dos productores convencionales, uno del MAG y otro de casas comerciales.

Precisamente, debido a esta “hibridación de alternativas”, la figura nueve que presenta la regresión entre nivel el de prácticas agrícolas y conceptualización, muestra mucha dispersión de puntos, aunque la relación sea significativa.

5.4 Diagnósticos fitosanitarios

Mediante el diagnóstico fitosanitario, se pudo comprobar que los criterios de base para la toma de decisiones, la clase de prácticas agrícolas, los sistemas de cultivos y los insumos utilizados tienen efecto sobre las condiciones en las que se encuentran los diferentes componentes del agroecosistema, y que dichos efectos difieren entre sistemas de producción

5.4.1 Sanidad de cultivo

a. Vigor

Si comparamos las tendencias de susceptibilidad obtenidas para ABCPER podremos observar que los sistemas que mejor se comportaron frente al ataque de enfermedades son precisamente aquellos que poseen los valores más altos en las categorías de excelente vigor y buen vigor, (SPORG y SPCCC), aunque no ocurrió lo mismo con incidencia de plagas, donde el SPORG reportó densidades poblacionales que sobrepasaron los umbrales económicos de *T.vaporarorum*, pero donde el SPCCC obtuvo valores muy por debajo del umbral de daño económico, seguido del SPCMAG.

Sin embargo, es importante destacar que también la nutrición de las plantas juega un papel importante en el desarrollo de las mismas (Salisbury y Ross. 1994). Según los resultados obtenidos en aportes de fertilización, no existe variación alguna entre frecuencias de aplicación, pero sí de tipos de fertilización, pues tres de los agricultores orgánicos (SPORG) incorporan abonos químicos y todos hacen aportes frecuentes de materia orgánica a través de aplicaciones de lombricompost, tierra fermentada, residuos de cosecha, bocachi y aplicaciones foliares como té de lombriz y cóctel de frutas, a diferencia de los otros dos sistemas que únicamente realizan aportes de fertilizantes químicos.

En el sistema de producción orgánica, esto podría influenciar en un buen desarrollo de sus plantas y mejor resistencia a plagas y enfermedades como lo destaca Benzing (2001) cuando hace referencia de que existen indicios de que el uso apropiado de abonos orgánicos tiene efectos deseables sobre las poblaciones de plagas en vista de un estado fisiológico general más equilibrado de las plantas debido a que bajo estas condiciones las plantas asimilan ciertos complejos orgánicos tales como fenoles, lo cual puede mejorar su resistencia al ataque de insectos y patógenos además de fomentar el buen desarrollo de las plantas a través de fitohormonas y sustancias húmicas.

No con esto se quiere desmerecer los aportes que realizan los dos sistemas convencionales (MAG Y CC) con fertilizantes químicos, pues relativamente constituyen una fuente importante de nutrientes, pero sí se hace necesario recalcar que un complemento de éstos con productos orgánicos puede ayudar a fortalecer aún más sus cultivos.

Por lo tanto, los rendimientos obtenidos en los tres sistemas de producción pueden servir como base para relacionar las tendencias que se mostraron en los resultados de vigor de cultivo, a pesar de que no se observó una relación significativa entre las dos variables, lo cual quizá se debió a que en las monitoreos semanales no se consideró la evaluación de plantas perdidas, que posiblemente hubiera permitido ajustar mejor esta relación.

b. Plagas

Como se pudo apreciar la presencia de *T. vaporarorum* en el cultivo de zuquini en el SPORG sobrepasó los umbrales económicos de daño propuestos para éste estudio, sin embargo dichas poblaciones no trajeron consigo la manifestación de virus del tipo geminivirus o begomovirus, cuya incidencia constituye el verdadero efecto de la presencia de mosca blanca en campos de cucurbitáceas.

Por otra parte, también se debe destacar que la presencia de mosca blanca en las parcelas del SPORG puede deberse a que los productores de este sistema en su afán de conservar vegetación espontánea alrededor y dentro de sus campos, mantienen individuos de la especie *Galinsoga ciliata*, que además de albergar a otros organismos benéficos es considerada como hospedera alterna de esta plaga, lo cual podría incidir de alguna manera en los índices poblacionales reportados.

En cuanto a los niveles poblacionales bajo el umbral de daño económico registrados para *Plutella xylostella* en los dos sistemas convencionales, éstos pueden obedecer a los controles semanales y/o quincenales que los productores realizan con insecticidas químicos basados en la experiencia propia y ajena de que esta plaga ocasiona daños considerables en la parte comercial de la planta, causando de esta manera grandes pérdidas económicas, debido a su alta capacidad de reproducción.

El comportamiento creciente de la población de *P. xylostella*, guarda relación directa con el desarrollo y crecimiento vegetativo de la planta, ya que si hay más recurso, la plaga cuenta con más alimento y por tanto su capacidad reproductiva también se incrementa (Hilje 2002), a pesar de que no fue significativo a niveles económicos.

c. Patógenos

La menor susceptibilidad a enfermedades por parte del SPORG quizá pueda deberse a las fumigaciones semanales que los productores realizan en base a *Trichoderma* y *Metharrizium*, productos considerados eficientes para el control de hongos fitopatógenos (Nicholls, 1999), así como otros insumos igualmente importantes: azufre, cobre y piretroides, a lo cual puede unirse la aseveración de Benzing (2001), sobre el efecto que tiene el uso de abonos orgánicos en la producción de fenoles, fitohormonas y sustancias húmicas que inducen una mayor resistencia a hongos fitopatógenos, sin dejar de lado el tipo de rotación de cultivos que practican, donde no se vuelven a incluir cucurbitáceas por lo menos en dos ciclos, lo cual puede evitar que las plantas generen resistencia a los productos que se aplican.

Por otro lado, el ABCPER cercano a uno (más susceptibles) registrado para los dos sistemas convencionales puede estar relacionado con algún grado de agresividad y resistencia que tanto *Mycosphaella brassicola* y *Xanthomonas campestris* pudieron haber desarrollado como resultado de las continuas fumigaciones de fungicidas y bactericidas que año tras año se aplican en la zona, lo cual de alguna manera también se pudo percibir con los registros de un relativo incremento semanal de las dos enfermedades.

Este cierto grado de resistencia y agresividad que se menciona también puede estar relacionado con la falta de diversificación de especies en las fincas de estos sistemas, tanto en rotaciones como en distribución de tierras, lo cual ayuda a que los ciclos de los hongos y las bacterias sean constantes y se adapten cada vez mejor a los productos utilizados para el control.

5.4.2 Vegetación espontánea

a. Biomasa

Las diferencias de biomasa de vegetación espontánea en los tres sistemas de producción podrían obedecer a dos factores, el primero de ellos el manejo de malezas y el segundo (consecuencia del primero), el conocimiento que los productores poseen al respecto.

Según Liebman et al (2000) el uso continuo de herbicidas al igual que otros productos químicos, pueden reducir o eliminar por completo algunas especies susceptibles pero también tienen la propiedad de producir resistencia para algunas de ellas. De acuerdo a los resultados obtenidos en el monitoreo de prácticas agrícolas pudimos determinar que en las actividades de deshierbas tanto en el SPCMAG como en el SPCCC se usan herbicidas químicos además de deshierbas manuales a los quince días después de aplicado el producto. Los agricultores de éstos sistemas de producción aducen que de ésta manera mantienen un mejor control de hierbas de hoja ancha y de brotes de hierbas de hoja angosta a lo largo del ciclo de cultivo, por considerarlas competidoras y hospederas de plagas y enfermedades.

Lo contrario ocurre con los agricultores del SPORG quienes realizan únicamente deshierbas manuales y según ello lo hacen para proporcionar aireación al suelo, reducir competencia y eliminar plantas hospederas de plagas y enfermedades. Además los productores de éste sistema suelen reconocer las hierbas que no causan daño y que pueden servir como alimento, repelente o como materia prima para elaborar lo que ellos llaman insecticidas naturales por lo que permiten su permanencia en los campos.

Quizá por éstas razones algunas de las especies encontradas en el SPORG consideradas como benéficas, no fueron observadas en los otros dos sistemas tal como se muestra en el cuadro 29, entre las cuales se destacó *Portulácea olerácea*, especie que los productores también comercializan y consumen como hortaliza y otras especies que mediante la producción continua de flores atraen a organismos benéficos como abejas, avispas y otros.

Sin embargo a pesar de que las especies de vegetación espontánea catalogadas como benéficas se encontraron en mayor cantidad en el SPORG, las cantidades fueron inferiores

a las de especies agresivas, lo cual indicaría que todavía se deben pulir algunos criterios de conservación y eliminación del tipo de vegetación espontánea.

b. Banco de semillas de vegetación espontánea (malezas)

Quizás estas diferencias de riqueza e índice de diversidad entre sistemas de producción puedan explicarse con las mismas razones que se mencionaron para biomasa de malezas, es decir por el uso de herbicida y la permanencia de algunas especies sobre la superficie del suelo por decisión del productor. Lo cual quiere decir que puede existir una relación entre la abundancia relativa de especies en el banco de semillas y las encontradas en la superficie del suelo (Oka y Kmorishima 1982) citado por Merino (1991) debido a que las semillas que se encuentran en las capas más superficiales del suelo son las que primero están involucradas en el manejo de hierbas, ya que de ellas depende la cantidad de especies y el número de cada una de ellas presentes como problema en el cultivo cada año (Aldrich, 1984).

Podemos apreciar en el SPORG que aproximadamente 80% del total de las especies presentes en el banco de semillas fueron encontradas en los muestreos de biomasa en la superficie y estas corresponden a las especies más dominantes, como es el caso de *P. olerácea* (506 individuos), *B. recta* (120), *Brachiaria sp* (130), *G.ciliata* (186), etc..

Algo similar ocurrió en los otros dos sistemas con la diferencia que la especie más representativa fué *Cyperus sp*, que no se detectó en los muestreos de biomasa, lo cual podría deberse a que las semillas de ésta especie requieran de ciertas condiciones específicas para germinar, las mismas que se les pudo haber otorgado al remover el suelo (mayor aireación) y colocado en un invernadero (fluctuaciones de temperatura) lo que quizá facilitó la ruptura de su latencia obligada, como lo manifiesta Ellis et al (1985) citado por Merino (1991) quien usa éste término para referirse a semillas que permanecen enterradas en el suelo y que sólo germinan cuando por efecto de las labores de preparación son traídas a la superficie ya que la falta de luz y la carencia de fluctuaciones de temperatura parecen ser las condiciones que impiden su germinación.

Finalmente, estos resultados nos llevan a hacer la siguiente observación, que quizá la alta germinación de plántulas en las muestras de suelo del sistema uno se deba a la alta

concentración de sus semillas sobre la superficie del suelo, las mismas que guardan relación con la presencia y distribución más uniforme de plantas “madre” en el terreno o cerca de él. Al respecto, un estudio realizado por Van Elsen (1994) citado por Benzing (2001) menciona que en fincas orgánicas se observan típicas comunidades de malezas distribuidas de una forma más o menos regular por todo el terreno, mientras que en explotaciones convencionales muchas especies solamente logran emigrar desde los bordes.

5.4.3 Suelo

a. Fraccionamiento de materia orgánica

Los mayores contenidos de carbono microbial en el SPCCC, pueden atribuirse a la mayor cantidad de carbono orgánico total (171.01 g/kg), a pesar de que ésta no difiere estadísticamente de las concentraciones en los otros sistemas ya que justificaciones similares fueron presentadas por Meléndez (1997) quién menciona que la mayor concentración de carbono microbial en sistemas agroforestales está dada por la mayor cantidad de carbono orgánico total en los suelos.

b. Lombrices

Las diferencias obtenidas en cuanto al contenido de lombrices se podrían explicar con base en dos factores. El primero es que en el SPORG existe un promedio de ocho aplicaciones anuales de materia orgánica, las mismas que van desde humus de lombriz, tierra fermentada, bocachi y residuos vegetales, lo cual fomenta la presencia de lombrices y otros gusanos de tierra según lo manifiesta Linden (1994). Además un estudio realizado por el FBL (2000) durante veintiún años, reporta que las lombrices de tierra reaccionan favorablemente a la fertilización orgánica.

En el caso del SPCMAG, cuyo promedio de lombrices es de 1.5, se aplica la misma teoría ya que el único de los cuatro productores de este sistema que reporta presencia de

lombrices, realiza aplicaciones de humus por que mantiene un criadero de éstas en su finca y además incorpora residuos de cosecha.

Pero no sólo la incorporación de material orgánico puede estar ligado a la presencia de lombrices, sino que otro factor importante de considerar es el uso de pesticidas puesto que las lombrices son muy sensibles a ellos (FIBL, 2000) y como se ya se vio en el SPORG la aplicación de pesticidas es nula, a diferencias de los otros dos sistemas donde la frecuencia de aplicaciones de fungicidas e insecticidas va de quince a ocho días.

Finalmente, con base en la relación positiva que se presentó entre las condiciones de agroecosistema y niveles de prácticas agrícolas podemos decir que tanto los insumos y los criterios para la base en la toma de decisiones influyen relativamente en las condiciones del agroecosistema, y que las tendencias generales por sistema y por productor, que se observaron tanto en conceptualización, interés por ampliar conocimiento, nivel de prácticas agrícolas, se mantienen también en esta variable.

VI CONCLUSIONES

- ?? Los agricultores de los tres sistemas de producción difieren en los niveles de conceptualización de agroecosistema y estrategias de información, en respuesta a los diferentes grados de interés por ampliar su conocimiento como consecuencia del tipo de fuentes de información a las que acuden, el interés por experimentar nuevos productos y nuevos insumos y el número, la clase y los temas tratados en las actividades de capacitación a las que asisten.
- ?? Las prácticas agrícolas que se ejecutan en los campos de los tres sistemas, guardan relación con los niveles de conceptualización que tienen los productores y son diferentes en cuanto al tipo de insumos utilizados, más no en los criterios para su aplicación, pues en los tres sistemas, éstos son del tipo calendarizado.
- ?? Las condiciones del agroecosistema son el resultado de las prácticas agrícolas que se efectúan, como consecuencia de la base conceptual que posee el productor, por lo tanto presentan diferencias entre sistemas de producción.
- ?? En sus prácticas de producción los agricultores presentan diversas combinaciones de calendarización, uso racional, sustitución y rediseño. El promedio de estas prácticas resulta en un puntaje para una de las cuatro categorías, aunque no refleja completamente ese modelo.
- ?? Las deficiencias en conceptos sobre biología de plagas y enfermedades, así como de organismos benéficos, pueden estar ligados a las aplicaciones continuas que se ejecutan en los campos con fines curativos y preventivos, sean estas a base de productos sintéticos o biológicos.

?? Con base en los resultados obtenidos en este estudio se ha podido determinar que existen vacíos conceptuales en cuando a los procesos ecológicos que se dan en el agroecosistema, lo cual hace necesario impulsar programas de capacitación tanto a productores como a técnicos, que involucren conceptos biológicos, fisiológicos y ecológicos, para poder llegar a fomentar elementos de juicio que permitan ejecutar prácticas agrícolas más sostenibles para el medioambiente y que respondan a las necesidades y expectativas del productor, no sólo en base a recomendaciones o recetas, sino en función de sus propios criterios.

VII RECOMENDACIONES

7.1 Metodológicas

- ?? En caso de que exista el interés de continuar con el estudio, se recomienda iniciar el trabajo en época de invierno y terminarlo a fines de verano, pues así podría tenerse una visión más amplia del comportamiento de los componentes del agroecosistema en las dos estaciones del año

- ?? Se recomienda el método de estaciones utilizado en este estudio para la estimación de conceptualización, siempre y cuando las pruebas incluyan muestras vivas y se lleven a cabo en la misma finca.

- ?? También sería de gran utilidad realizar un estudio que considere la presencia de insectos benéficos en los tres sistemas, pues en éste se descartó su evaluación por limitaciones en el tiempo, mediante la utilización de variables más específicas como por ejemplo la presencia de parasitoides de *Plutella xylostella* en crucíferas.

?? Se recomienda, la evaluación de plantas por superficie, para llevar registros confiables de pérdidas de individuos ya sea por factores bióticos o abióticos que ayuden a estimar mejor la relación entre vigor y rendimiento

7.2 Prácticas

?? Debería promoverse que las organizaciones encargadas de proporcionar capacitación, sean estas casas comerciales, ONG's, OG's o asociaciones de productores implanten entre sus miembros un sistema de evaluación anual, que permita conocer hasta que punto los eventos de ese año han servido para ampliar el conocimiento del productor respecto a procesos ecológicos, pues eso permitirá conocer el beneficio directo que se ha logrado proporcionar.

?? Las fuentes de información más representativas en la zona, como MAG, CC, APROZONOC e INA, deberán hacer más énfasis en las capacitaciones impartidas en cuanto a conceptos biológicos, fisiológico y ecológicos con el propósito de mejorar o conservar los niveles actuales de prácticas agrícolas de los agricultores de la zona norte de Cartago.

BIBLIOGRAFIA

- Albert, L. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. Centro de Ecodesarrollo. México, ME. 330 pp.
- Altieri, M; Nicholls, C. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas. No 64. p17-24.
- Altieri, M; Nicholls, C. 2000. Agroecología: Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. PNUMA. MX. 245 p.
- Altieri, M. 1999. Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. NORDAN. Montevideo. UY. 338 p.
- Aldrich, R. 1984. Weed-crop ecology. In principles in weed management. Belmont, CA, Wadsworth. 401 p.
- Baker, H, 1989, Some aspects of the natural history of seed banks. In Ecology of soil seed banks. Eds, by Mary Allesio Leck, V, Thomas Parker, Robert L. Simpson. San Diego, Calif. Academic Press. p. 9-21.
- Barrios, M. 1992. Producción y Virulencia de Algunas Cepas del Hongo Entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Contra la Broca del Cafeto *Hypothenemus hampei* (ferrari).
- Benzing, A. 2001. Agricultura Orgánica. Fundamentos para la región andina. Neckar Villingen-Schwenningen. Al. p 8-300.

- Berrios, P. 1999. Artropodos Asociados a Suelo de Renovales de *Nothofagus obliqua* (MIRB) OERSTED (Fagacea) en la zona costera de la VIII Región. San José. CR.
- Bigdwood, D; Inouye, D, 1988, Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology*, Ecological Society of America, 69: 479-507.
- Bjorkman, T.1999. TRICHODERMA FOR CONTROL OF SOIL PATHOGENS (en línea) EU. Universidad de Connecticut. Consultado 25 de Oct. 2002. Disponible en <http://www.hort.uconn.edu/ipm/veg/htms/trichoderma.htm>
- Blanco, E. 199?. Control biologico de la polilla de la col *Plutella xylostella* (L). (en línea) CU. Departamento de Manejo de Plaga INISAV. Consultado 29 de Sept. 2003. Disponible en <http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/PLUT-BIO.htm>
- Bustillo, A; Orozco, J; Benavides, M; Portilla; M. 1996. Producción masiva y uso de parasitoides para el control de la broca del café en Colombia. *Cenicafé* 47 (4): 215-230.
- Cabardella, C; Elliot, T. 1992. Particulate Soil Organic-Matter. Changes across a grassland cultivations sequence. *Soil Science, Society America* (56): 772-783.
- Castañeda, O. 1999. Agricultura Orgánica: Memorias sobre el Simposio Centroamericano La Agricultura Orgánica en Guatemala (1998, San José, CR). 1998. La Agricultura Orgánica en Guatemala: memorias, San José. 1-23 p.
- Castañeda, O. 1993. Manejo de Plagas en el Sistema de Producción Orgánica: Memorias sobre el Modulo II de Bases Prácticas de la Agroecología en el Desarrollo Centroamericano. (1993, San Martín Zapotitlan, Retalhuleu, GT). 1993. Origen y Evolución de las Plagas y su Manejo en la Agricultura.
- Castaño, J.s.f. Estimación de Enfermedades en Plantas y Sistemas de Muestreo. *Fitopatología colombiana*. Vol 20. No. 2. p 59-68.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. 130 pp.

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. Turrialba, CR. 143 pp.
- Cobbe, R. 1998. Capacitación Participativa en el Manejo Integrado de Plagas-MIP, una propuesta para América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 46 pp.
- Coto, D. 1999. Algunas relaciones tróficas entre insectos y malezas en cultivos de América Central. Manejo Integrado de Plagas. No 64. Nota técnica.
- Coto, G. 1997. Introducción a la Fitopatología. Universidad Nacional. San José. CR. p 15-23.
- Cruz, L. s.f. Manual de laboratorio de ecología vegetal. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Dpto de Fitotecnia. 43-64 p.
- De Bach, Paul. 1969. Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas, Compañía Editorial Continental. MX. 40-172 p.
- Edwards, C. 1967. Relationships between weights, volumes and numbers of soil animals. In Progress in Soil Biology. DE.
- Egley, G; Williams, R. 1990, Decline of weed seeds and seedling emergence over five years as affected by soils disturbances. Weed Sci. (G.B.) 38:504-510.
- Elberg, P. 1992. Extensión Agrícola: bases conceptuales. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 117 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. Integrated Pest Management in Asia. FAO. P 50-78,
- Fernández, O. N. 1989. Aspectos metodológicos del estudio de poblaciones de malezas. In. Seminario de dinámica de poblaciones. Control de malezas en soja (1986, Santa Fé, Argentina). Diálogo XXVI. Ed. Juan P. Puignaum. Montivedio, Uruguay, IICA. 49-62 p.

- Fischer. 1956. Manual of the North American Smut fungi. The Ronald Press Company, New York. EU. 317 p.
- Freire, P. 1978. Extensión o comunicación?. La concientización en el medio rural. Siglo XXI. México.
- García, J. 2002. Introducción a los Plaguicidas. EUNED. San José, CR, 420 pp.
- Geilfus, F. 1997. 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo: Diagnóstico, Monitoreo y Evaluación. IICA. San Salvador. SV. 205 p.
- Gliessman, S. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialna, CR. 360 pp.
- Gomero, L. 1990. Plaguicidas, Remedios que matan. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA), Lima. PE. 190 pp.
- González, V. 1999. La Agricultura Orgánica en Nicaragua. Memorias sobre el Simposio Centroamericano La Agricultura Orgánica en Guatemala (1998, San José, CR). 1998. La Agricultura Orgánica en Guatemala: memorias, San José. p. 25-37.
- Hanson, P; Hilje. 1993. Control Biológico de Insectos. CATIE. CR. 2-7 p.
- Hilje, L; Castillo, L, Thrupp, L, Wesseling, I. 1987. El uso de los plaguicidas en Costa Rica. 3-16 p.
- Hilje, L. 2002. Manejo de Insectos de Importancia Agrícola y Forestal: Notas de clase.
- Hilje, L. 2003. Especies indicadoras (comunicación personal).
- Larson, W; Pierce, F. 1994. The Dynamics of Soil Quality as a Measure of Sustainable Management. In. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA. Wisconsin EU. P 37-51.

- Liebaman, M; Moler, C; Staver, C. 2001. Ecological Management of Agricultural Weeds. University of Cambridge. EU. P 24-65
- Linden, D; Hendrix, P; Coleman, D; van Vliet, P. 1994. Faunal Indicators of Soil Quality. In. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA. Wisconsin EU. P 91-103.
- Marenco, R. 1986. Parasitoides del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en maíz, en la zona atlántica de Costa Rica. Tesis Mag.Sc. CATIE. 70 p.
- Meléndez, G. 1997. Transformaciones de Carbono, Nitrógeno y Fósforo del suelo en sistemas forestales, cultivos anuales y bosque natural. Tesis Mag. Sc. Universidad de Costa Rica. 105 p.
- Merino, C. 1991. Comportamiento Ecológico del Banco de Semillas de Malezas en el Trópico Húmedo, Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 72 p.
- Mexzón, R. 1997. Pautas de Manejo de las Malezas para Incrementar las Poblaciones de Insectos Benéficos en el Cultivo de la Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin). Agronomía Mesoamericana 8(2): 21-32.
- Monardes, A. 1991. Análisis de adopción de tecnología agrícola en el valle central de Chile. In. Transferencia de Tecnología Agropecuaria: de la Generación de recomendaciones a la Adopción. Enfoques y Casos. IDCR-RIMISP. Santiago de Chile. p. 165-185.
- Morales, L; Zamora, A; Bentley, J. 2002. La Gente Habla con la Tierra: Comunicación Horizontal en Nicaragua. CATIE. Managua, NI, p 80.
- Moreno, L; Altieri, M. 2001. Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agroecosistemas mediterráneos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid ES. P 21-83. 235-245
- Nicholls, C; Altieri, M; Sánchez, J. 1999. Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable. SAE. ES. 78 pp.

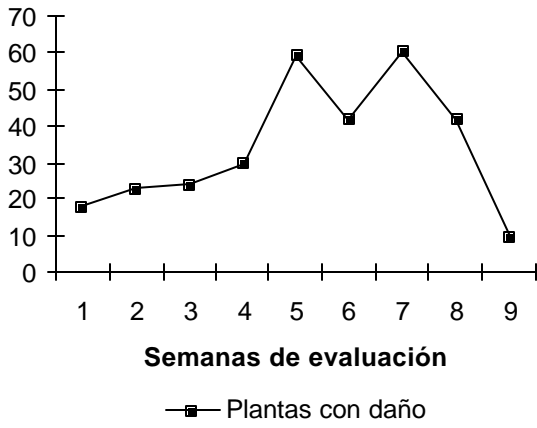
- Numata, M. 1982. A methodology for the study of weeds implications for integrated weed management forecasting and conservation. Proceedings (1987) British Crop Protection Conference weeds 3:935-943.
- Ortiz, O. 2001. La Información y el conocimiento como insumos principales para la adopción del manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas No. 61 p.12-22.
- Prins, C, 1999. Rutas y Redes de la Extensión. Agroforestería en las Américas. vol. 6, No. 21. p 21-25.
- PROMIPAC (Programa de Manejo Integrado de Plagas con Pequeños Productores de America Central). 1998. Compartiendo una Experiencia de Manejo Integrado de Plagas. Zamorano, COSUDE. Estelí. Ni. 275pp.
- Probst. 1999. Influencia de varios regímenes de uso de plaguicidas sobre la entomofauna de tomate en las tierras altas del Ecuador. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.54, p 53-62.
- Pumisacho, M; Sherwood, S. 2000, Herramientas de aprendizaje para facilitadores: Manejo Integrado del cultivo de papa. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Centro Internacional de la Papa (CIP), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Quito, EC, 184 pp.
- Quezada, J. 1999. Parasitoides y Depredadores, Un Recurso Para el Manejo Integrado de Plagas. Proyecto MIP-CATIE, Turrialba, CR. P. 127-140.
- Ramírez, A. 1996. Formulación de políticas fitosanitarias en América Central. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 40. p. 24-34.
- Ramirez, L. Indicadores de sostenibilidad para el manejo de suelos agrícolas. Segundo Encuentro de Investigadores en Agricultura Orgánica (2002, Turrialba, CR). 2002.: Memorias. Turrialba. 18-24 p.
- Rivas, G. 2003. Area bajo la curva del progreso de la enfermedad relativo (comunicación personal y material de clase).

- Samper, M. 2002. Experimentación e intercambio de conocimientos entre agricultores puriscaleños. Tesis Ph-D. Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad de Costa Rica, San José.
- Sánchez, P; Uranga, H. 1993. Plantas Indeseables de Importancia Económica en los Cultivos Tropicales. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. La Habana, CU. 160 p.
- Sherwood, S. 2000. Introducción a las Escuelas de Campo para Agricultores Para el Manejo Integrado del Cultivo. Centro Internacional de la Papa (CIP), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Quito, EC, 184 pp.
- Sherwood, S; Cold, D; Paredes, M. 2002. Estrategias de Intervención para Reducir los Riesgos Causados por Plaguicidas en el Carchi. Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad de Wageningen, Instituto McMaster de Ambiente y Salud. Quito, EC. 24 pp.
- Staver, Ch. 2002. Uso Racional, Sustitución y Rediseño (correo electrónico). Turrialba. CR.
- Stranger, R. 1993. Plant disease control. Towards environmentally acceptable methods. New York. EU. 374 p.
- Thrupp, L. 1999. Nuevas Alianzas Estratégicas para la Agricultura Sostenible. CATIE. Turrialba, CR. p 81-90.
- USDA NRCS (U.S Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service). 2000. Soil Biology Primer. EU.

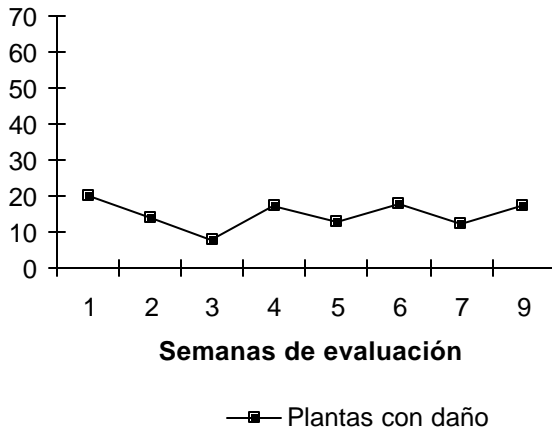
Anexo 1. Insumos orgánicos utilizados por el SPORG y químicos usados por productores del SPCMAG y del SPCMAG en la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

Anexo 2 Comportamiento poblacional de larvas de *Plutella xilostella* y plantas con daño, a lo largo del ciclo de cultivo de crucíferas en dos sistemas de producción convencionales de la zona norte de Cartago, Costa Rica, 2003.

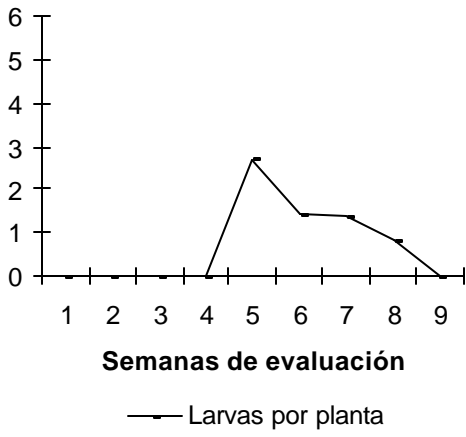
Finca-Alexander Morales



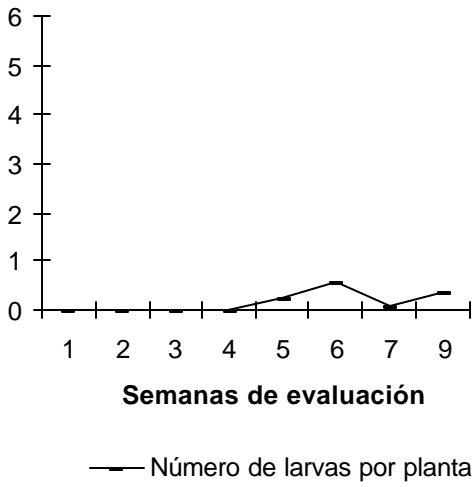
Finca-Ronald Cordero (SPCCC)



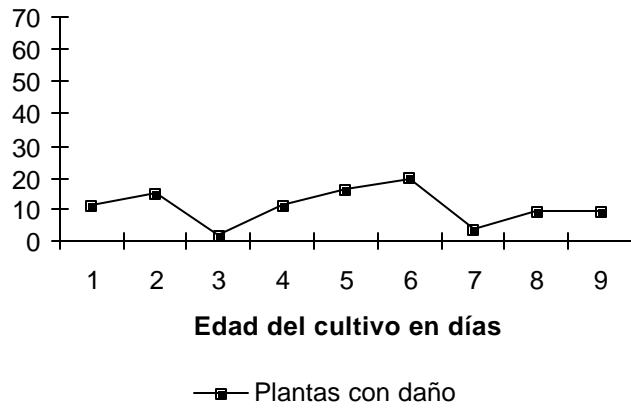
Finca-Alexander Morales



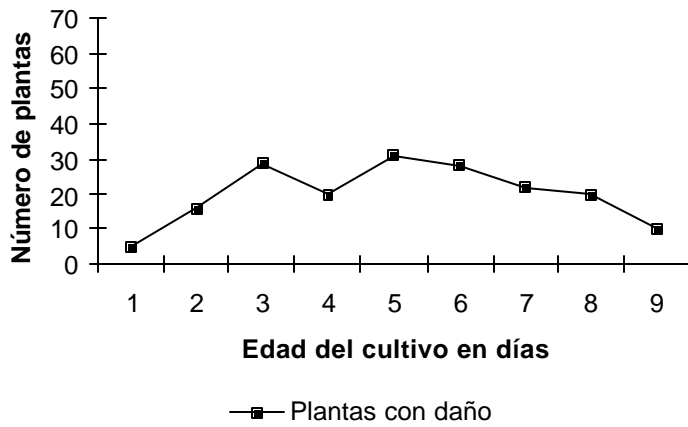
Finca-Ronald Cordero (SPCCC)



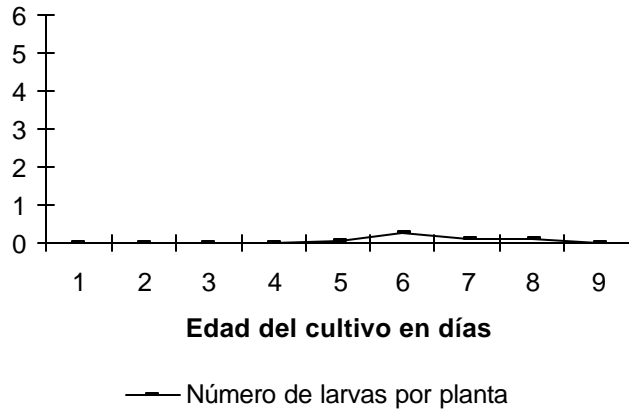
Finca-Francisco Cordero (SPCCC)



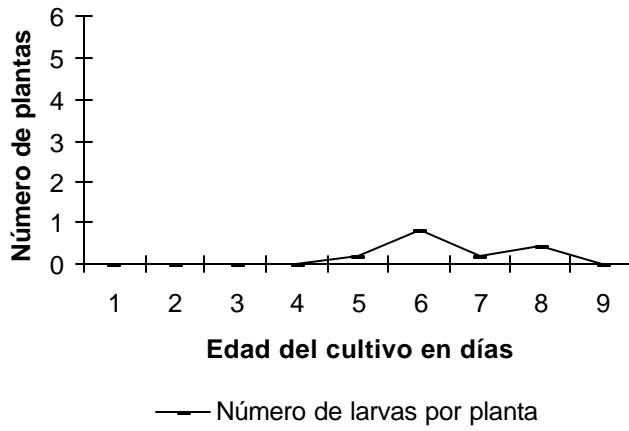
Finca-Carlos Durán (SPCCC)



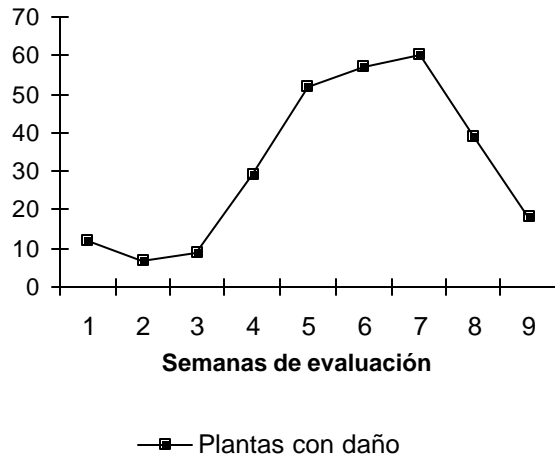
Finca-Francisco Cordero (SPCCC)



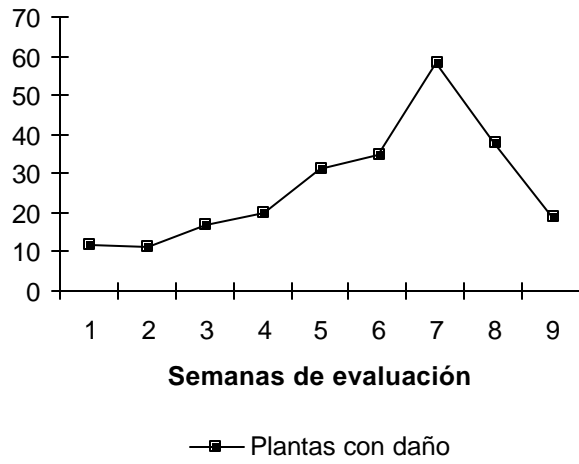
Finca-Carlos Durán (SPCCC)



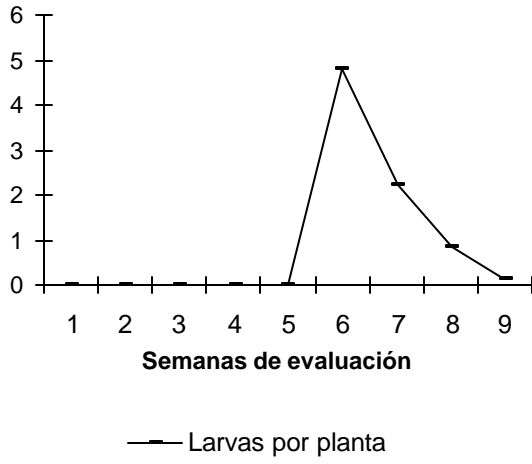
Finca-Guido Maciz (SPCMAG)



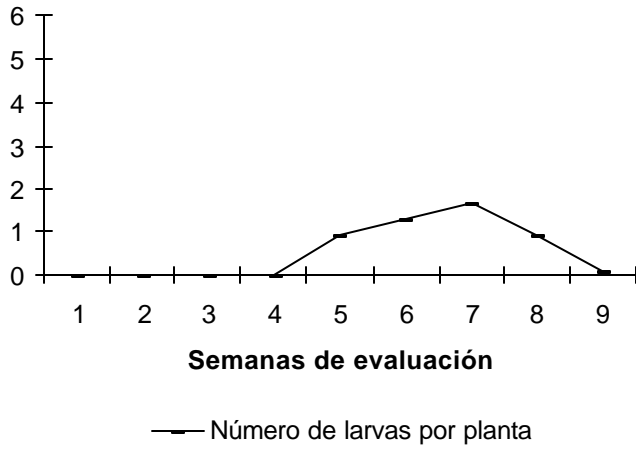
Finca- Dagoberto Granado (SPCCC)



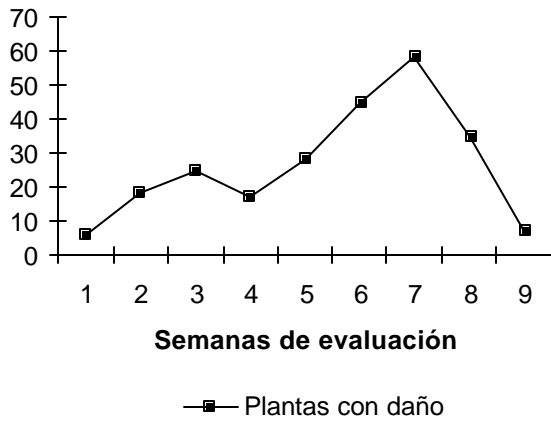
Finca-Guido Maciz (SPCMAG)



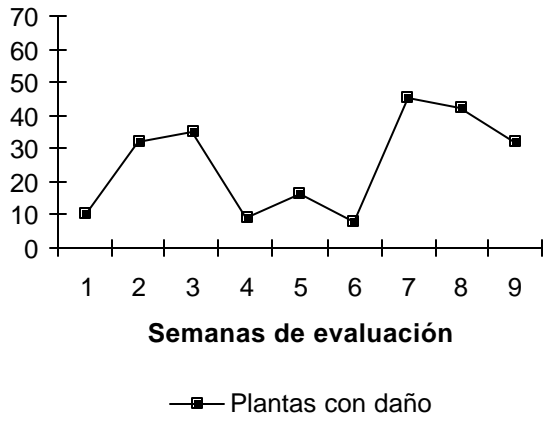
Finca- Dagoberto Granado (SPCCC)

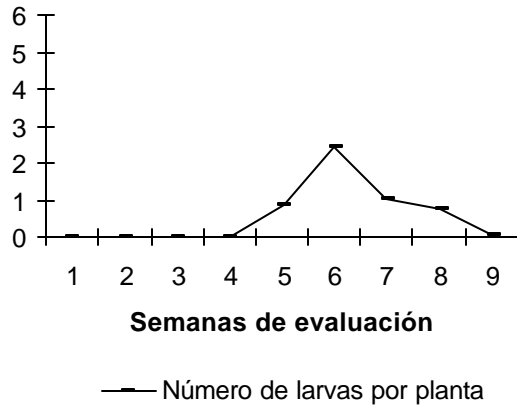


Finca-Manuel Granado (SPCCC)



Finca-Arturo Maciz (SPCCC)



Finca-Manuel Granado (SPCCC)**Finca-Arturo Maciz (SPCCC)**