

ANALISIS Y COMENTARIOS

ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA PRODUCCION ORGANICA DE HORTALIZAS¹

Floribeth Mora²

RESUMEN

Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas. El artículo se basa en un Revisión Bibliográfica, donde se analizan los problemas del ecosistema generados por el avance científico y tecnológico de la agricultura moderna. Se definen los principios básicos que rigen la filosofía de la agricultura orgánica, biológica, alternativa o ecológica; enfatizándose en la importancia del mantenimiento y mejoramiento del suelo, como componente básico en la producción orgánica, aduciendo que una planta bien nutrida es más resistente al ataque de cualquier plaga. Se hace mención del manejo de enfermedades, insectos, malezas y nemátodos, dándose énfasis a prácticas de manejo integrado.

ABSTRACT

Some considerations for the organic production of vegetables. This article is based on a Bibliographical Compilation where the ecosystemic problems, generated by the scientific and technological advances in modern agriculture, are analyzed. The basic principles ruling the organic, biological, alternative or ecological agriculture are defined, emphasizing the importance of maintaining and improving the soil as the basic component of organic production, adding that a well nourished plant is most resistant to any plague. Diseases, insects, weeds and nematodes are also mentioned, giving emphasis to practices of integrated plague management.

INTRODUCCION

La meta principal de la agricultura actual es maximizar la producción, por lo cual todos los métodos y avances tecnológicos están enfocados hacia ello sin importar el costo energético, social y ecológico.

Esta meta de máxima producción tiene sus consecuencias entre las que se citan:

- Contaminación crónica del entorno y de los productos alimenticios.
- Contaminación por acumulación de nitratos de las capas freáticas, en aquellos lugares donde se utiliza gran cantidad de abonos químicos.

- Contaminación de lagos y ríos, con residuos de productos químicos (plaguicidas) y otros elementos minerales (fósforo).
- Erosión del suelo, donde no hay cobertura, por algún tipo de vegetación.
- Desarrollo de cultivares de mayor rendimiento, y exigencia de insumos, lo que significa una mayor dependencia de éstas de fertilizantes minerales y de plaguicidas para lograr una mayor producción.
- Problemas de costos y mercadeo.

AGRICULTURA ORGANICA

La agricultura orgánica no es simplemente una postura en contra del uso de sustancias químicas.

¹ Presentado en la XXXIX Reunión Anual del PCCMCA en Guatemala, América Central. 28 de marzo - 3 de abril, 1993.

² Profesora de Fitopatología. Escuela de Ciencias Agrarias.

micas o en favor de un retorno a las viejas tradiciones agrícolas. Los métodos orgánicos están basados en el estudio cuidadoso de la naturaleza y la consecuente colaboración con los ciclos de crecimiento, muerte y descomposición que conservan al suelo vivo y productivo (López, 1991).

Los organismos causantes de enfermedades y plagas son menos perjudiciales pues se mantienen en equilibrio poblacional con los benéficos, y las plantas desarrolladas de acuerdo con los métodos orgánicos ofrecen mayor resistencia a sus ataques (Schnitman, 1992). Además, este sistema de agricultura pone énfasis en el empleo de suficiente materia orgánica que contribuye, entre otras cosas, a mantener la estructura grumosa y suelta del suelo, conservando la humedad y favoreciendo el desarrollo de la flora y fauna del mismo (Schnitman, 1992; López, 1991).

Algunas de las directrices comunes de la agricultura biológica sobre las que se intenta trabajar en la obtención de hortalizas orgánicas, es procurar una forma de producción estable y cercana a las formas que se dan en la naturaleza, incluyendo la elección de los cultivos a producir, época y manejo agronómico del cultivo (Shogo, 1991; Schnitman, 1992).

La producción alimentaria debería estar en armonía con los mecanismos de control de la naturaleza, en vez de pretender una producción máxima, se debe procurar una producción óptima, tendiente a conservar el equilibrio natural, ésta deberá cumplir con la necesidades alimentarias de los seres vivientes.

La agricultura orgánica enfrenta el desafío de lograr una diversidad de cultivos equilibrada, en armonía con la rotación de éstos, con lo cual la fertilidad del suelo deberá mantenerse y ser mejorada, la incidencia de plagas deberá disminuir al decrecer las poblaciones de los diversos organismos, se busca un aumento en la diversidad de la flora microbiana que habita en él; en otras palabras se deberá maximizar la producción a un bajo costo ecológico y energético, lo cual permitirá la sostenibilidad con el tiempo.

Desde el punto de vista sociológico se debería de dar mayor importancia a la agricultura biológica, ya que ésta genera fuentes de trabajo y productos de bajo riesgo para el hombre (Shogo, 1991; Schnitman, 1992)

A - Características generales del huerto

Para los propósitos de la agricultura orgánica, un sistema orgánico es tal que su estructura minimiza la necesidad de recursos sintéticos y utiliza fuentes naturales existentes, con discreción (Harwood, 1990).

La agricultura orgánica, biológica, alternativa o ecológica tiene una base tanto filosófica como práctica; según la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Biológica, los principios y prácticas son:

- 1- Trabaja en un sistema cerrado y utiliza los recursos locales.
- 2- Mantiene y mejora las características del suelo a largo plazo.
- 3- Evita toda forma de contaminación que pueda resultar de las prácticas agrícolas.
- 4- Produce alimentos de alta calidad nutritiva y en cantidad suficiente.
- 5- Reduce el uso de energía fósil (derivados del petróleo) al mínimo en la práctica de la agricultura.
- 6- Hace posible que los agricultores ganen el dinero para su sustento diario a través de su trabajo y desarrollen su potencial como seres humanos.
- 7- Usa y desarrolla tecnología adecuada basada en el conocimiento de los sistemas biológicos.
- 8- Usa sistemas descentralizados de elaboración y distribución de productos.
- 9- Mantiene y preserva la vida silvestre y su medio.

B- Manejo del suelo

El componente básico en la producción orgánica de hortalizas es el mantenimiento y

mejoramiento de las condiciones del suelo (Shogo, 1991; Harwood, 1990; López, 1991).

El suelo, es en sí, un individuo natural; compuesto por una serie de elementos interactuantes y que funciona como tal, en su integridad (Salas, 1992).

Surge como resultado de un lento proceso por el que, como efecto de la acción de agentes climáticos, hídricos y biológicos, la roca madre original se va meteorizando. Visto en su interior el suelo es un medio de vida. En una hectárea de pradera fértil en la zona tropical, se calcula que existe una población animal de mil millones de insectos, dos mil millones de ácaros, cien mil millones de nematodos y varios millones de lombrices. La microflora del suelo contiene por gramo de tierra, casi un millón de algas y cerca de mil millones de bacterias, que son las formas de vida más numerosas y primitivas (Salas, 1992, López, 1991).

El humus, inapreciable elemento, se le considera como el oro negro del suelo, éste es producto de la transformación de la materia orgánica por medio de la degradación microbiana (Salas, 1992; López, 1991).

En el sistema biológico la fertilización óptima está en función de mejorar la cinética y disponibilidad de nutrimentos a través de: materia orgánica, abonos verdes, "compost", materiales marinos (algas), aguas residuales y aprovechamiento de subproductos de origen vegetal (brosas de café, cascarilla de arroz, vinazas, etc.) (Parr, *et al.* 1990).

El uso de agroquímicos (plaguicidas, abonos, la utilización de tierras sin aptitud agrícola, quemadas, etc.) va empobreciendo biológicamente el suelo hasta llegar a agotar su fertilidad natural. La agricultura moderna pretende sustituir la alimentación natural, que el suelo brinda a la planta, por otra artificial, elaborada según la visión parcial del hombre. Reducir los requerimientos del vegetal a una limitada variedad de compuestos químicos fácilmente asimilables, trae consigo muchas veces la susceptibilidad de la

planta al ataque de plagas (Shogo, 1991; López, 1991)

La experiencia demuestra que la única forma de obtener plantas sanas y resistentes a los parásitos es favorecer al máximo la actividad biológica del suelo absteniéndose de intervenir con productos químicos extraños a los ciclos bióticos, no aptos para estos sistemas (Shogo, 1991).

La Producción orgánica de hortalizas requiere de prácticas especiales de manejo del suelo, entre ellas la más utilizada es la fabricación y aplicación de abono orgánico y compost.

Un suelo con actividad microbiana altamente desarrollada y diversa es signo de una vida aérea también sana y diversa; existen algunas prácticas para estimular la presencia diversificada de vida en el suelo siguiendo los postulados de la agricultura orgánica: (Salas, 1992, López, 1991)

- No utiliza agroquímicos (fertilizantes nitrogenados, roca fosfórica, calcio y otros herbicidas, plaguicidas).
- No emplea prácticas de cultivo antiecológicas como maquinaria pesada, arados innecesarios, drenajes mal diseñados.
- Abona con materia orgánica según diferentes métodos, compost de montón, abono verde, "compost" de superficie, etc.
- No deja el suelo desnudo, expuesto al sol e indefenso frente a fuertes lluvias, empleando coberturas, rotaciones intensas, abonos verdes.
- Rota cultivos y mantiene una permanente asociación de cultivos bien planeada.

Si se es fiel a estos principios, se darán, sin duda, las condiciones para que el suelo sea, por sobre cualquier definición, un organismo viviente.

Los sistemas de producción orgánica, en comparación con los convencionales, han demostrado cuatro ventajas atribuidas al manejo del suelo: (Shogo, 1991)

- a- Rendimientos similares o superiores.
- b- Productos "libres" de contaminantes.

- c- Mayor resistencia en almacenamiento.
- d- Alto valor nutricional.

Con respecto a los rendimientos, Dlougy citado por Lacron (1985), encontró que la papa producida bajo el sistema biológico tiene una producción similar a la convencional; en el caso de las espinacas abonadas con compost los rendimientos son similares para la variedad Nores y superiores con el cultivar Novel.

Aunque el rendimiento juega un papel importante, la salud puede ser un elemento de más peso; estudios comparativos sobre hortalizas en Francia, revelan que en un total de 15.000 análisis, sólo el 2% mostraron residuos de productos, y en el caso de Suiza, se demostró que los productos orgánicos están muy poco contaminados con agroquímicos comparados a los procedentes de agricultura convencional (Cuadro 1). En Costa Rica, Shogo (1991) reporta que no se encontraron residuos de plaguicidas en muestras de lechuga criolla, remolacha, chayote, repollo y papa, las cuales fueron analizadas en los laboratorios de INCIENSA.

Cuadro 1. Residuos de plaguicidas en hortalizas. Suiza 1979.

	Convencional		Biológica
	Importado	Suiza	Suiza
Muestras	76	25	51
Tolerancia	25	5	0
Tolerancia	3	1	0
% Presencia	37	24	0

Fuente: Lacron, 1985

Patterson, citado por Lacron (1985), determinó que las menores pérdidas postcosecha de hortalizas producidas bajo agricultura orgánica son atribuidas a inferiores contenidos de agua en diferentes especies de hortalizas.

La mayoría de los estudios señalan que el principal beneficio de las hortalizas orgánicas está en su alta calidad nutricional; es el caso de puerros, coles, zanahorias, nabos y espinacas entre otros (Lacron, 1985). (Cuadros 1 y 2)

Productos no tradicionales y aditivos han sido utilizados en la agricultura orgánica éstos incluyen fertilizantes microbianos e inoculantes de suelo, como el uso de *Rhizobium* (Parr, et al. 1990).

La técnica de abono verde consiste en el cultivo de plantas consideradas mejoradoras y su posterior incorporación al terreno para enriquecerlo. Su uso asegura:

- Restitución de la estructura original del suelo.
- Mejor infiltración de agua, menor desecación y erosión.
- Retorno de minerales a la superficie y perforación de capas compactadas e impermeables por acción de las raíces.
- Fijación de nitrógeno atmosférico.

C- Manejo de enfermedades

Los sistemas de producción de hortalizas en agricultura orgánica, utilizan un gran número de labores también utilizadas en Manejo Integrado, que reducen el impacto de las enfermedades.

La producción de hortalizas orgánicas, basa el manejo de las enfermedades en el control biológico y en el enriquecimiento del subsistema suelo (Bello, 1985; Eggert y Kahrman, 1985). Las técnicas de cultivo orgánico también incluyen el uso de enemigos naturales, la rotación de cultivos y, de ser necesario, el empleo de insecticidas naturales de rápida degradación, como el piretro y la rotenona (Shogo, 1991; Schnitman, 1992).

La gran mayoría de los organismos que se alimentan de los cultivos están bajo control biológico natural. Es decir que no causan graves daños, porque su cantidad es regulada por sus propios enemigos naturales, ayudan al agricultor a controlarlos.

Cuadro 2. Contenido de minerales en hortalizas de cultivo biológico (B) controlado y hortalizas convencionales (C).

Especie	Método	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu
Patata	B	0,56*	3,40*	0,25*	0,250*	9,22*	1,35*
	C	0,43	2,69	0,20	0,170	5,57	1,02
Puerro	B	0,24	1,22	0,47	0,094	7,80	0,72*
	C	0,34*	1,87	0,55	0,045	12,70	0,46
Brócolis	B	0,35	1,89	0,61	0,044*	8,12*	1,34
	C	0,40	1,69	0,60	0,037	3,86	0,38
Nabos	B	0,23	1,23	0,42	0,047*	7,43*	0,49
	C	0,21	1,86*	0,45	0,036	3,88	0,46
Lechuga	B	0,21	3,30*	1,85*	0,100*	8,68	0,98
	C	0,22	2,14	0,50	0,030	5,47	1,46

* Diferencia significativa ($P < 0,50$).

Fuente: Lacron, 1985.

Los organismos benéficos se pueden clasificar en:

- 1- Predadores: son los que capturan las plagas y se las comen.
- 2- Parasitoides: son organismos parásitos de otros organismos, necesitan del huésped para reproducirse.
- 3- Patógenos: hongos, bacterias, virus, protozoos, que regulan la población de microorganismos nocivos al cultivo.

El control biológico de patógenos vegetales es una de las metodologías más apropiadas en el cultivo de hortalizas orgánicas, en la actualidad se ha intensificado la investigación en este campo (Blakeman y Fokeman 1982).

El combate biológico ha sido definido como la reducción de la densidad de inóculo o la actividad productora de una enfermedad por parte del patógeno o parásito, en su estado activo o de reposo, por uno o más organismos; acompañado naturalmente o por medio de la manipulación del ambiente del hospedero o del antagonista, o por la introducción en masa de uno o más antagonistas (Baker y Cook, 1974).

En relación a este tópico son varios los ejemplos que se podrían citar y que tienen aplicación en

la producción orgánica. En zanahoria (*Daucus carota*) *Bacillus subtilis* AB incrementó el crecimiento de las plantas por la actividad antibiótica ejercida en contra de patógenos de raíz, como *Rhizoctonia*, *Phythium* y *Fusarium* sp. En papa ciertas razas de *Pseudomonas fluorescens* y *Pseudomonas putida* ejercen el mismo efecto antibiótico sobre *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*. Se ha observado que *Corticium* sp. ejerce un control eficiente sobre *R. solani* en pepino debido a la producción de estas sustancias inhibitorias (Baker y Cook, 1974; Chet y Baker, 1981).

Chet y Baker, (1981) demostraron que *Trichoderma hamatum* tiene potencial como agente de biocontrol. Ataca tanto a *Pythium* sp como a *Rhizoctonia solani*, controla la mayor parte de los agentes causales del mal del talluelo.

El hongo *Gliocladium virens* controló el mal del talluelo en algodón y repollo causado por *Rhizoctonia solani* y *Pythium ultimum* en experimentos realizados en el invernadero. Se determinó que el número de colonias formadas por unidad de *G. virens* permaneció alta durante el período del tratamiento, pero el número de propágulos de los patógenos fue altamente reducido (Lumsden, 1989).

Lewis y Papavizas citados por Larsen, *et al.* (1985), obtuvieron una reducción de un 33% del daño causado por *Rhizoctonia solani* en la pudrición de frutos de pepino y raíces de remolacha azucarera, cuando aplicaron esporas del basidiomicete *Laetisaria arvalis* en suelos altamente infestados con el hongo.

Cardoso y Echandi (1987) utilizaron aislamientos avirulentos de *Rhizoctonia* binucleada (RB) como agentes controladores, éstos microorganismos se encuentran en la rizosfera de muchas plantas. Se determinó una reducción del mal del talluelo en frijol y papa; se observó que no hay hiperparasitismo ni inhibición de *Rhizoctonia solani* por antibiosis; sin embargo, RB coloniza la superficie de la planta pero no penetra en ella, su mecanismo de acción se sustenta en que puede existir competencia por nutrientes con el hospedero o inducir resistencia. Al estar en contacto los binucleados en la planta, ésta puede tener algún cambio fisiológico que le permita crear mecanismos de defensa contra otros patógenos vegetales.

Vargas, (1991) demostró en el invernadero que la inoculación con los hongos endomicorrizógenos *Gigaspora margarita* y *Glomus spp* y la adición de carbón de palma aceitera mezclado con organismos antagonistas, resultó en la inhibición de *Corticium rolfsii* y *Fusarium oxysporum f. sp. fragariae*, en plántulas de tomate *Lycopersicon esculentum* cv. (Ponte Rosa), en fresa (*Fragaria vesca* Duschensene var. Hokowase) la incidencia de la enfermedad se redujo en un 33%.

Existe dificultad en transferir el control biológico de organismos fitopatógenos en el campo, en tal caso es esencial considerar:

- Densidad poblacional del organismo antagonista.
- Epoca y forma de inoculación.
- Adaptación del organismo antagonista a diversas condiciones climáticas, edáficas y ecológicas.
- Estado de mayor susceptibilidad del cultivo al patógeno.
- Tipo de labranza y manejo agronómico del cultivo que pudieran afectar al organismo antagonista.
- Mecanismo de acción del organismo antagonista con el organismo patógeno, para correlacionar las interacciones con las variables antes citadas (Larsen et al 1985).

La solarización como medio de desinfección del suelo, ha sido evaluada en Costa Rica por Mesén (1987), Madríz (1987), y su utilidad como método de combate de enfermedades, se ha comprobado en cultivos tales como tomate y berenjena, los cuales han obtenido una reducción significativa de *Verticillium sp*; en papa y cebolla disminuyó el ataque de *Rhizoctonia solani*; y en algunos ensayos con maní, algodón y melón se observó un combate efectivo de *Sclerotium rolfsii* y *sp. Fusarium* (Katan, 1981).

La solarización, como método de control biológico de enfermedades, ha demostrado una reducción significativa de los problemas fitosanitarios en hortalizas. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Ejemplos del incremento en producción por solarización.

Cultivo	Patógeno	Incremento sobre el testigo (%)
Papa	<i>Verticillium sp</i> <i>Pratylenchus sp</i>	25
Cebolla	<i>Pyrenochaeta terrestris</i> <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	60-125 100-300
Berenjena	<i>Verticillium dahliae</i>	113

Fuente: Katan, 1981.

Los resultados observados por Navarro *et al.*, (1991) con *Rhizoctonia solani* enfatizan la importancia en la efectividad de este método con una buena preparación del terreno; demuestran que la técnica es efectiva como método de combate de este hongo del suelo, bajo condiciones de alta nubosidad.

Otra importante alternativa, que se debe utilizar en el cultivo de hortalizas orgánicas, es la rotación de cultivos. Esta se realiza con el objetivo fundamental de disminuir la densidad de inóculo de diversos organismos patógenos que habitan la rizosfera de las plantas, lo cual se logra cuando se cambian los cultivos hospedantes susceptibles por cultivos resistentes de igual importancia agronómica.

La rotación de cultivos tiene influencia directa sobre la actividad de *Rhizoctonia solani*, en el cultivo de la papa. Papavizas y Davey (1960) encontraron que la incorporación de residuos verdes incrementan la población de bacterias, actinomicetes y hongos antagonistas a *R. solani*. Un efecto directo de la rotación de cultivos es aumentar la disponibilidad de residuos y con ello la sobrevivencia del hongo en su fase saprofitica; no obstante, también se producen cambios en la microflora del suelo, se aumenta los antagonistas hacia *R. solani* (Sanford, 1951), se aduce que la población del hongo patógeno se disminuye como resultado de la competencia por nutrientes al aumentar la actividad de otros microorganismos presentes en el suelo, como sucede, en el caso de los actinomicetes, éstos producen antibióticos que afectan al hongo.

Specht y Leach, (1987) sugieren algunos cultivos para favorecer la reproducción razas o especies de *Rhizoctonia* no patogénicas o que causen menos daño a la papa, y que esta selección ocurre como resultado de la proliferación de estas especies, las cuales presentan una alta competitividad saprofitica, ésta se ve incrementada al aumentarse la cantidad de residuos verdes en el suelo.

El abono orgánico es básico en el tratamiento del suelo para enfermedades, tal es el

caso del control de *Spreptomyces sacabies* en papa y *Phytium* sp, en lentejas (Cook, 1990; Eggert, y Kahrman, 1990), demuestran que un manejo adecuado de las condiciones de suelo bajo un sistema orgánico reduce las pérdidas causadas por *Alternaria* sp en zanahoria. Scharpf citado por Vogtmann, (1990), demostró claramente el efecto positivo de la fertilización orgánica sobre la resistencia de las plantas a enfermedades.

La utilización de enmiendas orgánicas al suelo, ("compost" de corteza de madera) se puede utilizar en forma efectiva para disminuir la diseminación de hongos patógenos habitantes del suelo (Stephens *et al.* 1981).

D- Manejo de nematodos

A pesar de la abundancia de los nematodos en el suelo, su ecología es poco conocida, lo cual posiblemente se debe a que, los nematólogos, se han concentrado en el estudio de la relación directa existente entre las pérdidas de la producción y la abundancia de nematodos fitoparásitos.

Se conoce poco sobre los enemigos naturales de los nematodos fitoparásitos. Uno de los pocos ejemplos conocidos, de lucha biológica contra nematodos, es la existencia de hongos que parasitan a las hembras y a los huevos de *Heterodera* spp y *Meloidogyne* spp.

La lucha biológica surge como una alternativa a la química ya que los productos químicos utilizados para reducir las poblaciones de nematodos del suelo se precisan en más cantidad, suelen ser más caros y tóxicos; algunos de ellos podrían incrementar las poblaciones de nematodos en forma indirecta, como es el caso de los herbicidas que hacen que los nematodos puedan parasitar las plantas cultivadas.

La idea fundamental de los estudios de lucha biológica es el tratar de modificar el entorno del agente a controlar y limitar su actividad por debajo de un nivel determinado para que su efecto no tenga importancia económica, la parte más

importante de lucha es aquella que se refiere a los agentes microbianos (Baker y Cook, 1974).

Cooper y Grandison, (1987) demostraron en el invernadero el efecto benéfico que ejerce la inoculación de micorrizas vesículo arbusculares (MVA) para disminuir el daño causado por el nematodo *Meloidogyne incógnita* en plantas de tamarillo (*Cyphomandra betacea*). Las plantas infestadas con MVA presentaron un mayor crecimiento, mayor desarrollo radical, se redujo la reproducción de nematodos dentro de la planta (disminución de adultos y estados juveniles), resistencia de la planta al ataque del nematodo, habilidad de continuar creciendo a pesar de estar infestadas por el nematodo, el daño se disminuyó 79-91%; se considera que esta es la principal interacción de las MVA.

Métodos culturales para el control de nematodos

Se puede modificar el ambiente en los cultivos, haciéndolos más desfavorables para los parásitos, mediante:

- Elección o selección de variedades resistentes, rotación de cultivos y barbechos.
- Cultivo de plantas superiores que producen secreciones de sustancias tóxicas para los nematodos.
- Alterando la época de cosecha, se procura que ésta ocurra antes de la eclosión del fitoparásito.
- Medidas de cuarentena y preventivas.
- Erradicación de focos establecidos.

Una de las prácticas de control biológico de nematodos más interesantes, es el efecto que produce la materia orgánica adicionada al suelo. La liberación de compuestos tóxicos, producto de su descomposición y el incremento de la población de organismos antagonistas, son los principales beneficios. Esta técnica es compatible con otras medidas de control. Se debe hacer incapié en los efectos beneficiosos de la materia orgánica sobre las características físicas del suelo y su contenido de nutrientes a largo plazo (López, *et al.* 1985).

E- Manejo de malezas

Las malas hierbas causan los mayores daños por la interferencia (alelopatía y competencia) que ejercen sobre los cultivos de importancia económica. En los últimos tiempos ha habido un incremento de malezas debido principalmente a dos factores: i) una dispersión generalizada de las semillas ii) tipo de prácticas culturales que se han seguido.

La eliminación de malas hierbas en agricultura biológica plantea verdaderos problemas, se cuestionan tentativas en el manejo apropiado de éstas, debido a la sobrecarga de trabajo que implica el mantener el cultivo libre de la competencia con plantas no deseadas.

Existen diversas medidas para disminuir las malezas sin necesidad de utilizar herbicidas, unas preventivas y otras postemergentes. Las más interesantes en la agricultura biológica son las preventivas; la rotación de cultivos es la principal, y la mínima labranza. Un manejo conveniente del compost y el estiércol puede colaborar a este fin, ya que en los procesos de fermentación muchas semillas son destruidas. También es importante la forma de realizar el establecimiento del cultivo, con densas poblaciones, por ejemplo, se logra un mayor control, como ocurre en el caso de siembras de repollo y otras brassicas.

Una alternativa para el control de malezas preemergentes es la solarización como medio de desinfección del suelo, (Navarro *et al.*) éste se ha utilizado en latitudes con estaciones climáticas bien definidas, donde el verano ofrece muchos días consecutivos de alta radiación solar. Su utilización se ha mostrado efectiva en la reducción del número de malezas gramíneas, de hoja ancha y ciperáceas, entre éstas se pueden citar los géneros: *Amaranthus*, *Anagallis*, *Avena*, *Capsella*, *Chenopodium*, *Convolvulus*, *Cynodon*, *Digitaria* *Cyperus rotundus* (Katan, 1981; Pullman y De Vay, 1984).

En Costa Rica, Madriz (1987), en pruebas donde se integraron la técnica de la solarización y el combate biológico con *Trichoderma harzianum*,

se observó una disminución significativa en la incidencia de malezas de hoja ancha, en el cultivo de coliflor.

Fournier (1985), menciona que tanto en los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas, las plantas liberan al medio una cantidad apreciable de compuestos biológicamente activos, algunos de ellos actúan como inhibidores de la germinación de las semillas o afectan el crecimiento de las plantas. Estas sustancias se denominan alelopáticas y su acción inhibidora se conoce como alelopatía.

Lovett (1991) considera que la alelopatía presenta un alto potencial en el control biológico de malezas e insectos y en la producción de micoherbicidas. Se le considera como una técnica alternativa que se puede utilizar en un sistema de agricultura sostenible.

Joshi y Mahadevappa, (1990) encontraron que la planta leguminosa *Cassia sericea*, es efectiva en el control de la maleza *Parthenium*, a través de una aparente actividad alelopática. Al realizar un análisis de costo beneficio del control de *Parthenium* con *C. sericea* comparado con control químico y mecánico, se encontró que el primero fue superior.

Entre las medidas de control de malezas postemergentes se pueden citar los métodos mecánicos, térmicos y eléctricos.

En los métodos mecánicos se utilizan instrumentos que arrancan o envuelven las hierbas, generalmente mediante el empleo de unas varillas o púas que se arrastran a poca profundidad (Devaux, 1985).

Los tratamientos térmicos se pueden realizar en preemergencia o postemergencia, según el cultivo sobre el que se trabaje; así en zanahorias y remolachas sólo se puede efectuar en preemergencia, una vez germinadas las semillas las plantas no toleran el calor; en maíz y cebollas los tratamientos se pueden realizar en postemergencia, este método se reserva para aquellas zonas en donde no es posible una escarda mecánica (Geir y Devaux, 1985).

En agricultura orgánica se debe estudiar el nivel permisible de malezas, éstas tienen funciones importantes a desempeñar, entre otras funcionan como hospederas de la entomofauna benéfica, tal es el ejemplo de las abejas polinizadoras y como cobertura viva del suelo (Geir, Devaux, 1985).

Métodos culturales para el control de malezas

- Uso del barbecho. Se basa fundamentalmente en dejar el terreno sin cultivar por un largo período de tiempo.
- Uso de leguminosas en la rotación de cultivos. La introducción de una especie leguminosa dentro de la rotación de cultivos, incrementa el contenido de materia orgánica y nitrógeno en los suelos.
- Espaciado y profundidad de siembra. Tanto menor sea el espacio entre las líneas de siembra mayor será la competitividad del cultivo contra las malezas que nazcan, pues estarán más próximas y viceversa.
- Uso de especies y variedades de rápido crecimiento. Existen algunas variedades dentro de una misma especie que muestran mayor competitividad con las malezas.
- Época de siembra. Se puede retrasar o adelantar la época de siembra, dependiendo de cuando se presente el pico de máxima infestación de éstas en la zona.

F- Manejo de plagas insectiles

En la agricultura convencional predominan los monocultivos, las siembras sincronizadas y la uniformidad genética (híbridos), por tanto los insectos herbívoros (que comen vegetales) se transforman en plagas que invaden y destruyen nuestros cultivos. Son, entonces, manifestación de desequilibrios del ecosistema.

Sólo mediante el uso indiscriminado de productos químicos de amplio espectro, el "agricultor moderno" desarrolla espacios libres de enemigos naturales.

A. Howard (1992) decía: "las plagas son nuestras maestras de agricultura: cuando aparecen

nos indican que algo hemos hecho mal, que hemos dejado de hacer algo importante en nuestra relación con la naturaleza".

Cada ser vivo tiene una función irremplazable, forma parte de una comunidad biológica estable, nada está de más, nada es eliminable sin consecuencias sobre el conjunto de la vida. La causa más profunda de las plagas está en las técnicas agrícolas arbitrariamente impuestas, destructoras del equilibrio biológico. Si se mantiene diversidad biológica, disminuye la probabilidad de alterar el medio.

El manejo de plagas en hortalizas dentro del marco de agricultura orgánica (A.O.) involucra necesariamente un "Manejo Integrado" (M.I.) que podría denominarse "Manejo Natural Integrado" prescindiendo de los componentes puramente químicos (Isart *et al.*, 1985).

El Manejo integrado responde a una metodología fundamentada en aspectos ecológicos:

- a- Cuatro elementos básicos: muestreo e identificación, niveles económicos, biología y ecología de las plagas y potencial de control biológico o natural.
- b- Nivel de las poblaciones de plagas, parasitoides, depredadores y la existencia de enfermedades.
- c- Umbrales económicos y equilibrio (Isart *et al.*; 1985).

El esquema general de M. I. relaciona un gran número de estrategias que pueden ser utilizadas de una forma lógica en la producción orgánica de hortalizas.

En el manejo de plagas la piedra fundamental es el control biológico natural y es estímulo del mismo mediante prácticas de conservación del hábitat favorable a los organismos benéficos.

Principios para un manejo ecológico de plagas

- 1- Zonas de reserva de enemigos naturales. Dejar pequeñas zonas que no tengan uso agrí-

cola directo, el crecimiento de todo tipo de vegetación puede proporcionar, alimentación y presas alternativas para organismos benéficos.

- 2- Cultivos intercalados y asociados. Se utilizan principalmente especies aromáticas tanto herbáceas como arbustivas. Es un método preventivo de regulación de plagas (Rosset *et al.*, 1987).
- 3- Cultivos complementarios. Permiten el desarrollo de los biorreguladores a lo largo de temporadas más largas.
- 4- Cultivos trampa. En los bordes de los cultivos de importancia agrícola, se pueden plantar cultivos que presenten mayor susceptibilidad a determinadas plagas.
- 5- Cultivos escalonados. Permiten que las poblaciones de enemigos naturales se vayan sucediendo en el tiempo y trasladándose dentro del predio.
- 6- Manejo de residuos y malezas. El rastrojo de muchos cultivos además de proteger el suelo, sirven de refugio a enemigos naturales que generalmente pasan alguna etapa de su ciclo biológico como adultos.
- 7- Rotaciones de cultivos y manejo cultural. Funcionan en la interrupción del ciclo vegetativo de numerosas plagas.
- 8- Trampas. Son de gran ayuda en sistemas de monitoreo y también para reducir el número de individuos en el campo. El momento oportuno de colocarlas depende de cada insecto. Existen varios tipos: Trampas de luz mercurio o ultravioleta, trampas cebadas con atrayentes alimenticios, trampas cebadas con hormonas sexuales.
- 9- Muestreo. El seguimiento permanente de plagas y controladores biológicos nos indica el modo y el momento adecuado para las acciones de emergencia.
- 10- Crianza artificial de enemigos naturales. Es importante tener en cuenta en la introducción de insectos exóticos, el estudio previo de la fauna existente en el lugar, a fin de no ingresar elementos desequilibrantes del ecosistema.
- 11- Preparaciones de origen vegetal. Existen algunas plantas que se pueden utilizar como repelentes, insecticidas, bactericidas, fungicidas, nematocidas, etc. Entre las cuales se pueden citar: al ajo (*Allium sativum*), Chile

(*Capsicum frutescens*), árbol del paraíso (*Melia azedarach*), el nin (*Ayadaricha indica*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), ortiga (*Urtica urens*).

- 12- Preparaciones de origen animal. Los macedos hechos con restos de insectos (orugas) atacados por patógenos son soluciones efectivas sobre la misma plaga.
- 13- Preparaciones de origen mineral.
- i- el azufre actúa por contacto y por asfixia,
 - ii- el caldo de bordelés, las sales de cobre son excelentes fungicidas, aceptadas según todas las normas de agricultura orgánica existentes,
 - iii- polisulfuro de calcio excelente insecticida y fungicida,
 - iv- jabón, soluciones de jabón blanco actúan sobre pulgones y otros homópteros (psylidos, cochinillas, mosquita blanca) y arañuelas,
 - v- aceite mineral, controla huevos de arañuelas y estados invernales de cochinillas, actúa por asfixia.

Harwood (1990), demostró en tres años de estudios que la "uña de gato" (*Nepeta cataria* L.) y el *Tanacetum vulgare* L.) poseen un efecto repelente sobre *Leptinotars decemlineata* (abejón colorado de la papa) y sobre *Myzus persicae* (áfido verde).

En Costa Rica Shogo (1991), utilizó en la producción de hortalizas orgánicas, insecticidas biológicos (*Bacillus thuringiensis*) y naturales (jugo de ajo, jugo de chile picante y licor (guaro), sopas de hierbas, miel de purga, suspensiones de jabón en polvo y vinagre de madera).

El desafío que hoy enfrentamos es intentar pasar de la huerta familiar o pequeño predio a producir en mayor escala. El movimiento de agricultura orgánica en el país recién comienza, tenemos un largo camino por recorrer.

El hombre y todos los seres vivos forman parte de un complejo sistema ecológico. Tomar decisiones sobre un punto del ecosistema repercute en la totalidad y por eso organizar diseños para optimizar los recursos en forma ordenada, es nuestra misión.

LITERATURA CITADA

- BAKER, C.; COOK, R. 1974. Biocontrol of plant pathogens. W. H. Freeman and Co., U.S.A. 433 p.
- BELLO, A. 1985. Control biológico de plagas y enfermedades de las plantas. *IN: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica*. Madrid, España. pp. 164-171.
- BLAKEMAN, J.; FOKEMAN, N. 1982. Potencial for biocontrol of plant diseases on the phylloplane. *Annu. Rev. Phytopathology*. 20:167-192.
- CARDOSO, J.; ECHANDI, E. 1987. Biological control of *Rhizoctonia* rootrot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia* - like fungi. *Plant Disease* 71:167-170.
- CHET, E.; BAKER, R. 1981. Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 71:286-290.
- COOK, J. 1990. Root health: Importance and relationship to farming practices. *IN: Organic Farming: Current technology and its role in a sustainable agriculture*. 2 Ed. Atlanta U.S.A. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. 111-128 p.
- COOPER, K.; GRANDISON, G. 1987. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on infection of tamarillo (*Cyphomandra betaceae*) by *Meloidogyne incognita* in fumigated soil. *Plant Disease* 71: 1101-1106
- DEVAUX, R. 1985. Desherbado térmico de pre-emergencia y post-emergencia en cultivos hortícolas, en la región mediterránea. *IN: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica*. Madrid, España. pp. 201-206.
- EGGERT, F., KAHRMANN, C. 1985. Responses of three vegetable crops to organic and inorganic nutrient sources. *IN: Organic Farming: Current technology and its role in a sustainable agriculture*. 2 Ed. Atlanta U.S.A. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. 97-110 p.
- FOURNIER, L. 1985. El fenómeno de la alelopatía y su posible aplicación en la agricultura. *PLITS* 3(2):12-25.

- GEIR, B. 1985. Algunas ideas básicas sobre la agricultura biológica y su importancia en la agricultura general en Alemania Occidental. *IN: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica*. Madrid, España. pp. 8-13.
- HARWOOD, R. 1990. Organic farming research at the Rodale Research Center. *IN: Organic Farming: Current technology and its role in a sustainable agriculture*. 2Ed. Atlanta U.S.A. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. 1-18 p.
- ISART, J.; DEL CAMPO, F.; GUERRERO, M. 1987. La lucha natural integrada contra plagas en el marco de la agricultura biológica. *IN: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica*. Madrid, España. pp. 181-197.
- JOSHI, S.; MAHADEVAPPA, M. 1990. An economic evaluation of control methods for *Parthenium hysterophorus* Linn. *Biological Agriculture and Horticulture*. 6: 285-291.
- KATAN, J. 1981. Solar heating (Solarization) of soil for control of soilborne pathogens. *Annual Review Phytopathology*. 19:211-236.
- LOPEZ, A. 1991. El bio-compostaje de los residuos agroindustriales y el mejoramiento de la agricultura. Tecnología apropiada y agricultura biológica para un desarrollo rural alternativo. Coproalde. Universidad de Costa Rica. p 35-41.
- LOPEZ, A.; NAVAS, A.; BELLO, A. 1985. Control biológico de los nematodos de las plantas. *IN: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica*. Madrid, España. pp. 213-223.
- LACRON, D. 1985. Efecto de las fertilizaciones orgánicas y minerales sobre el valor nutritivo de las producciones agrícolas. *IN: Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica*. Madrid, España. pp. 54-271.
- LARSEN, J.; BOOSALIS, M.; KERR, E. 1985. Temporary depression of *Rhizoctonia solani* field populations by soil amendment with *Laetisaria arvalis*. *Plant Disease* 69:347-350.
- LOVETT, J. 1991. Changing perception of allelopathy and biological control. *Biological Agriculture and Horticulture*. Vol. 8pp.89-100.
- LUMSDEN, R.; LOCKE, J. 1989. Biological control of damping-off caused by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* with *Gliocladium virens* in soilless mix. *Phytopathology* 79:361-366.
- MADRIZ, M. 1987. Combate integrado del mal del talluelo causado por *Fusarium* y *Rhizoctonia* en semilleros de café mediante el calentamiento solar del suelo y el antagonista *Trichoderma harzianum*. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.
- MESÉN, R. 1987. Combate integrado de *Rhizoctonia solani* con calentamiento solar del suelo y el antagonista *Trichoderma harzianum* en coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 47 p.
- MONTERO, L. 1992. Manejo ecológico de plagas y enfermedades. *IN: Agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en Argentina*. Editorial Planeta. Argentina.
- NAVARRO, J.; MORA, D.; DIAZ, J.; VILCHEZ, H.; CORRALES, E. 1991. Efecto de la solarización del suelo sobre la población de malezas y del hongo *Rhizoctonia solani*, durante la estación lluviosa en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 15(1/2):93-98.
- PARR, J.F.; MILLER, R.H.; COLACICCO, D. 1990. Utilization of organic materials for crop production in developed and developing countries. *IN: Organic Farming: Current technology and its role in a sustainable agriculture*. 2 Ed. Atlanta U.S.A. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. 3-97 p.
- PAPAVIZAS, G.; DAVEY, C. 1960. The *Rhizoctonia solani* disease of bean as affected by decomposing green plant materials and associated microfloras. *Phytopathology* 51:516-522.
- PULLMAN, G.S.; De VAY, J.E. 1984. Soil solarization. A non chemical method for controlling diseases and pests. California, USA, Cooperative Extension, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 8 p.
- ROSSET, P.; DIAZ, I.; AMBROSE, R.; CANO, M.; VARRELA, G.; SNOOK, A. 1987. Evaluación y validación del sistema de policultivo de tomate y frijol como componente de un programa de manejo

- integrado de plagas de tomate, en Nicaragua. Turrialba. 37(1):85-92.
- SALAS, H. 1992. El suelo un organismo viviente. *IN: Agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en Argentina.* Editorial Planeta. Argentina. 333 p.
- SANFORD, G. 1951. Soil-borne diseases in relation to the microflora associated with various crops and soil amendments. *Soil Sci.* 61:9-21.
- SETPHENS, C.; HERR, L.; HOITINK, H.; SCHMITTHENNER, A. 1981. Suppression of Rhizoconia of damping - off by composted hardwood bark medium. *Plant Disease* 65:797-797.
- SCHNITMAN, G. 1992. Principales vertientes de la agricultura orgánica. *IN: Agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en Argentina.* Editorial Planeta. Argentina. 333 p.
- SHOGO, S. 1991. La extensión del método orgánico para la agricultura en Alfaró Ruíz de Alajuela, Costa Rica. Informe del Proyecto. Servicio de voluntarios japoneses para la cooperación con el extranjero 30 p.
- VARGAS, R. 1991. Combate de *Corticium* sp en tomate y *Fusarium* en fresa mediante el uso de microorganismos antagonistas y/o hongos endomicorrizógenos (MVA). *Agronomía Costarricense* 15(1/2):1-6.
- VOGTMANN, H. 1990. Organic farming practices and reaserch in Europe. *IN: Organic Farming: Current technology and its role in a sustainable agriculture.* 2 Ed. Atlanta U.S.A. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. 19-36 p.