

Los calificativos de la agricultura y su relación con el control de enfermedades de plantas

Ramón Silva-Acuña y Berto Arias Rivas

INIA-CIAE Monagas, Maturín, estado Monagas
rsilva@inia.gob.ve

INTRODUCCIÓN

Agricultura alternativa
Agricultura sostenible
Agricultura orgánica o biológica

CONCLUSIONES

LITERATURA CITADA

INTRODUCCIÓN

“Agricultura alternativa, agricultura orgánica, cultivos ecológicos y cultivos sostenibles, son colocados entre los 16 términos utilizados para describir un movimiento complejo e interdisciplinario que ganó rápida aceptación en las recientes décadas en los países desarrollados del mundo” (Thurston, 1992).

“El termino sostenibilidad asociado a la agricultura se refiere a la habilidad de mantener la productividad delante de la presencia de estrés (fuerza previsible) o de impactos (fuerza imprevisible)” (Kitamura, 1994).

De acuerdo con las anteriores aseveraciones, los términos agricultura orgánica y/o ecológica, agricultura sostenible y agricultura alternativa pueden ser considerados como sinónimos, donde el principio de sostenibilidad es una condición intrínseca del sistema agrícola para mantener su productividad.

En la literatura, varios autores intentan separar los calificativos del tipo de agricultura, aunque al analizar sus características de forma individual ocurre una sobreposición de muchas de las labores que se realizan, con el objetivo de alcanzar el deseado manejo integrado de plagas y enfermedades, al disminuir el uso de insumos contaminantes; además de considerar la conservación de los recursos, eficiencia en el uso de la energía –particularmente– para que la practica de la agricultura pase a ser económicamente viable y socialmente aceptable. Obviamente, los enfoques de manejo agronómico, apuntan hacia una agricultura de utilidad indefinida, con amplio basamento en la conservación de los recursos productivos y la preservación del medio ambiente.

La intensificación de la labor agrícola –con la implantación del modelo de la “Revolución Verde”– ha repercutido en el crecimiento de la agricultura, pero promueve varias prácticas que favorecen el surgimiento de plagas y enfermedades (Zadocks & Shein, 1979), entre esas prácticas podemos citar:

- 1) Aumento de las dimensiones de los campos, tal condición crea un monocultivo extensivo o métodos de manejo con cortos periodos de rotación de cultivos y baja diversidad de especies.
- 2) Aglomeración de campos de especies y/o variedades similares, disminuyendo el efecto mosaico de diversidad a nivel regional.
- 3) Aumento de la densidad de plantas cultivadas con adopción de distanciamientos que fomentan el aumento poblacional de plagas y enfermedades.
- 4) Aumento de la uniformidad de las poblaciones hospederas y consecuentemente menor diversidad genética.
- 5) Eliminación de rotaciones de cultivos, y
- 6) Uso de fertilizantes sintéticos, prácticas de regadío y poco uso de enmiendas orgánicas al suelo.

Es importante mencionar que cuando la composición genética de un cultivo es alterada con la finalidad de aumentar su producción, y poca atención es dada a los ataques de plagas y enfermedades, la resistencia natural a los insectos y patógenos puede ser muy reducida.

Así mismo, las condiciones de monocultivos crean patrones de comportamiento para la enfermedad (Zadock & Shein, 1979) con las siguientes características:

1. Aumenta hasta la máxima incidencia y severidad, las cuales permanecen durante la duración del monocultivo,
2. Se incrementa hasta determinado punto con intensidad moderada sobre todo el área de siembra,
3. Alcanza un mínimo desarrollo y no es detectable en todo el ciclo del cultivo,
4. Presenta una intensidad variable con patrones de crecimiento irregular,
5. Logra incrementos hasta alcanzar un pico de máxima intensidad seguido por un periodo en el que la severidad disminuye.

Todas las razones hasta ahora consideradas son las que han conducido a que parte de los problemas de la agricultura moderna puedan ser peores cuando las tecnologías convencionales occidentales, desarrolladas para condiciones ecológicas y socio-económicas específicas, son aplicadas en países en desarrollo como fue observado en la mayoría de los programas de la “Revolución Verde”. Esas técnicas no son debidamente apropiadas a una condición de pobreza en energía y de perturbación del ambiente. Ante esta situación, varias estrategias han sido diseñadas, en la búsqueda de la solución a los problemas surgidos en la agricultura tradicional, sustituyéndola por una agricultura alternativa, de sustentación u orgánica, que por lo expuesto inicialmente existe mucha similitud en sus características. Con esos ajustes, surgiría la posibilidad de la conservación de los recursos y la eficiencia en el uso de la energía.

Estrategias como rotación de cultivos, uso de variedades resistentes, tratamiento de semillas o de material de siembra, entre otras, se han ideado para:

- Eliminar o reducir el inóculo inicial de determinado patógeno o retardar su aparición a comienzos del desarrollo del cultivo,
- Disminuir o retardar la tasa de desarrollo de la enfermedad, y
- Acortar el tiempo de exposición del cultivo al agente patogénico.

Agricultura alternativa

Dentro de este tipo de agricultura, prácticas como los policultivos, cultivos de cobertura y coberturas muertas, rotación de cultivos-labranza mínima y sistemas agroforestales son las principales estrategias para mitigar problemas como la erosión del suelo, contaminación por agroquímicos y salinización, entre otras.

La agricultura mínima (Altieri, 1989) es definida como la tendencia que intenta generar producciones sostenibles a través del uso de tecnologías y manejos ecológicos amigables. Sus estrategias están basadas en conceptos ecológicos que de su manejo resulte: el reciclado de nutrientes y de materia orgánica optimizados, flujo y sistemas energéticos cerrados, poblaciones de las plagas y patógenos equilibrados y el uso creciente y múltiple del suelo. Por ejemplo, la adopción de la metodología de policultivos ha permitido que un menor número de insectos plagas estén presentes cuando comparados con los monocultivos. En 150 estudios publicados sobre plagas (Risch *et al.*, 1983) se observó que 53% de esas especies prácticamente no existían en policultivos y solamente 18% eran más abundantes en el sistema de monocultivo. Con relación a las enfermedades, en algunos casos es mayor la incidencia en los policultivos que en los monocultivos; en otros, ocurre la situación inversa.

En experimentos realizados en Costa Rica (Moreno, 1975), se detectó que la severidad del mildiú de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) fue mayor cuando este cultivo estaba asociado con maíz, cuando comparado con un monocultivo de yuca; sin embargo, se hacía menor la severidad del mildiú cuando el cultivo estaba asociado con caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) o batata dulce (*Ipomoea batatas* L). También se encontró que la severidad de las manchas angulares en la caraota era mayor en la asociación con el maíz y menor en asociación con la yuca y la batata dulce, cuando comparadas con el monocultivo de caraota. Pero en general, el desarrollo de la enfermedad se facilita en monocultivos, en tanto que la misma se limita cuando hay secuencia de cultivos no emparentados

Los policultivos (Browning y Frey, 1969) protegen contra las pérdidas causadas por enfermedades, atrasando el inicio de la enfermedad, reduciendo la diseminación de esporas o modificando las condiciones del microclima como la humedad, luz, temperatura y movimiento del aire.

Los aspectos de los policultivos (Lieberman, 1989) que pueden ser importantes para mejorar la condición fitosanitaria de las plantas son los siguientes:

1. Las especies de plantas susceptibles pueden ser sembradas en mayores densidades poblacionales en los policultivos que en los monocultivos, esto porque los espacios entre ellas pueden ser utilizados por especies de plantas resistentes o tolerantes y que son del interés del productor. Cuando se aumenta la densidad de plantas susceptibles, menor será la diseminación de la enfermedad por la reducción de la cantidad de tejido infectado, que subsecuentemente sirve como fuente de inóculo. Para algunas enfermedades al aumentarse la distancia entre plantas susceptibles, también se puede reducir la diseminación del inóculo. Tal hecho (Burdon y Whitebread, 1979), fue observado en monocultivos y en mezclas de cultivos como la cebada (*Hordeum vulgare* L. y el trigo (*Triticum* spp), expuestas al mildiú de la cebada;
2. Las plantas resistentes o tolerantes dispuestas entre las susceptibles pueden interceptar la diseminación del inóculo y la enfermedad que se disemina por el viento o por el agua y prevenir la infección de plantas susceptibles. Este sería el mecanismo responsable (Moreno, 1975) por la menor incidencia de *Ascochyta phaseolorum* en la caraota cultivar Caupi, cuando ese cultivo fue sembrado en asociación con el maíz. En términos prácticos el desarrollo de enfermedades es alto cuando el huésped es susceptible y lo contrario ocurre cuando es resistente o tolerante.
3. El microclima de los policultivos puede ser menos favorable al desarrollo de las enfermedades. La severidad de varias enfermedades fue reducida en los guisantes (Johnston *et al.*, 1978), cuando el crecimiento de la planta ocurrió sobre la estructura de cereales asociados cuando comparadas con la condición de crecer directamente sobre el suelo. La asociación de los guisantes con cereales aumenta la circulación del aire y disminuye la humedad. En otras asociaciones de cultivos una cobertura mas densa de la parte aérea trae como consecuencia el aumento de la humedad y reduce la penetración de luz, favoreciendo la proliferación de ciertas bacterias y enfermedades fúngicas (Palti, 1981). Este efecto puede demandar el uso de un arreglo espacial de los policultivos que promuevan una configuración más abierta de la parte aérea;
4. Las exudaciones radiculares y los microorganismos que viven en la rizosfera de algunas especies pueden afectar a los organismos del suelo responsables por enfermedades que atacan las raíces de los cultivos asociados. Este mecanismo parece ser el responsable por la menor incidencia de la marchitez causada por *Fusarium udum* en la leguminosa, cultivar Guandú, cuando se cultivo asociado con el sorgo;
5. La utilización de plantas no hospederas en asociaciones puede reducir significativamente la diseminación de enfermedades virales en el campo. Un cultivo en equilibrio como el maíz cuando cultivado dentro de un foco del virus mosaico del maní o un cultivo susceptible como la soya puede reducir la diseminación de la enfermedad. La incidencia del virus del mosaico de la alfalfa es mayor en los monocultivos que cuando se encuentra entre mezclas con la gramínea *Dactylis glomerata*. El cultivo de la mostaza y la cebada, cuyas alturas están entre 66 y 41 cm, respectivamente, en conjunto con la remolacha azucarera, disminuye la incidencia de virosis en ese cultivo (Altieri y Anderson, 1986). La severidad del virus anillado de la lechosa (PVR) en plantas de lechosa susceptibles disminuye cuando se intercalan hileras de maíz (APS, 1994) entre hileras de plantas de lechosa susceptibles al virus. Esto como consecuencia del efecto de la diversidad de cultivos y a la característica de ser un virus que es transmitido por áfidos en forma no persistente.

En el caso de los nematodos es bien conocido que estos tienen preferencia por determinadas especies (Palti, 1981) y que ciertas plantas como la "flor de muerto" (*Tagetes* spp.) producen exudados que son tóxicos a los nematodos (Cook y Baker, 1983). Esos efectos sugieren que es posible atraer, capturar o matar nematodos introduciendo ciertas especies de cultivos entre aquellas que necesitan protección. El cultivo de la "flor de muerto" entre plantas de té redujo la población de nematodos en el suelo y en las raíces de las plantas. Cuando la leguminosa *Crotalaria spectabilis* es sembrada entre las plantas de durazno, los nematodos las prefieren, lo que permite el aumento de la producción de frutos (Cook y Baker, 1983). El nematodo *Angina tritici* que infecta las espigas de las plantas de trigo (*Triticum* sp.), fue parcialmente controlado en la India al cultivar *Polygonum hydropiper* con el trigo. También en la India se observó que plantas de *Sesamun orientale* producen exudados radiculares con acción nematocida, específicamente para los nematodos inductores de agallas en las raíces (*Meloidogyne* spp.) y disminuyen la infestación en las raíces de *Abelmoschus esculentus* que crecen en las proximidades (Altieri y Liebman, 1986).

Durante un estudio de siete años (Doupnick y Boosalis, 1980), las enfermedades foliares nunca fueron problema para el sorgo y el trigo bajo labranza mínima en Nebraska. La incidencia de la pudrición del grano del sorgo, una enfermedad causada por *Fusarium moniliforme*, fue reducida drásticamente, cuando cultivada en mínima labranza en relación con el método convencional. La mayor capacidad de retención de humedad y las bajas y constantes temperaturas del suelo fueron, sin duda, los dos factores principales asociados con la labranza mínima, responsables por la menor incidencia de la pudrición de las panículas y de los granos del sorgo. Otra manera de reducir las enfermedades con el uso de la labranza mínima es la rotación de sistemas de preparar el suelo.

Agricultura sostenible

En la publicación titulada "Prácticas sostenibles para manejo de Enfermedades de Plantas en Sistemas de Cultivos Tradicionales" (Thruston, 1992) se enfatiza que las prácticas culturales son frecuentemente olvidadas o poco mencionadas en la moderna literatura fitopatológica, aunque existen agricultores que tienen éxito en el manejo de enfermedades por muchos años con el uso de prácticas culturales.

De manera similar a la agricultura alternativa se describen cuatro aspectos esenciales para el manejo sostenible de las enfermedades de las plantas:

- a. Métodos de siembra,
- b. Prácticas de preparación del suelo,
- c. Manipulación de la producción, y
- d. Resistencia del hospedero.

Dentro de los métodos de siembra se pueden citar prácticas como la densidad, profundidad, época, selección del área y calidad de la semilla. En la preparación del suelo es analizado el manejo y el reposo del suelo, la tala y la quema, inundación, cobertura muerta, materia orgánica, canchales elevados, rotación y terraceamiento. En la manipulación de la producción se trata el almacenamiento en pre y post-cosecha, policultivos, sanidad, sombreado, malezas y plantas locales; y sobre la resistencia del hospedero se trata sobre la selección, diversidad y resistencia. En este último punto es importante señalar que el desarrollo de las enfermedades se facilita cuando se recurre a cultivos con resistencia genética del tipo vertical, en tanto que la enfermedad se limita cuando la resistencia es de tipo horizontal por ser ésta más duradera o ser de herencia poligénica.

Agricultura orgánica o biológica

La Ley de los Alimentos Orgánicos de California (The California Organic Foods Act) de 1979 sugiere que la palabra orgánica se aplique para los alimentos que son cultivados naturalmente, nativos, cultivados ecológicamente o cultivados biológicamente, así como también los que son orgánicos o cultivados orgánicamente (USDA,1980). La misma fuente bibliográfica indica que el cultivo orgánico es un sistema agrícola que mantiene la producción, evitando o excluyendo fertilizantes sintéticos y agroquímicos. Similar a esto, el cultivo orgánico cuenta con rotaciones de cultivos y lo más extensas posibles, uso de restos culturales y estiércol de animales, leguminosas, fertilizante verde, residuos orgánicos obtenidos fuera de la propiedad, cultivo mecánico, rocas minerales y aspectos de control biológico de plagas para mantener la productividad y manejo del suelo, con el objetivo de proveer los nutrimentos para las plantas y controlar los insectos, las plantas invasoras y otras plagas.

La diferencia más importante entre la producción orgánica y la agricultura convencional es que los cultivos orgánicos evitan o restringen el uso de fertilizantes químicos o de agroquímicos (Oelhaf, 1978). En las siembras orgánicas se emplean equipos modernos, semillas mejoradas, variedades recomendadas, manejo adecuado para los animales, prácticas recomendadas para la conservación del suelo y del agua y métodos innovadores de reciclaje de basura orgánica y manejo de residuos.

En la agricultura orgánica (Votgmann y Wagner, 1978) es de importancia decisiva utilizar medidas generales de cultivo, no solamente para aumentar la productividad y calidad, sino también para promover la salud de las plantas y prevenir plagas y enfermedades, como son:

- a. Manejo del suelo,
- b. Secuencia equilibrada de cultivos,
- c. Selección correcta del área y variedad utilizada,
- d. Preparación cuidadosa del suelo,
- e. Época para hacer los semilleros y para sembrar con sus respectivas técnicas,
- f. Promoción de enemigos naturales,
- g. Observación de efectos colaterales en las plantas del cultivo, y
- h. Empleo de productos para la protección vegetal por ejemplo, extracto de agua fría, té, exudados de materias orgánicas en descomposición, etc.

La protección vegetal está basada en prácticas que promuevan salud, o poder de resistencia en los cultivos y al mismo tiempo inhiban el desarrollo de plagas y enfermedades. Dentro de la agricultura orgánica se señala que algunos fungicidas pueden ser usados para prevenir enfermedades. Entre ellos, se incluyen los sulfatos, caldo bórdeles, minerales como el cobre y el carbonato de calcio, cal hidratada y otras formulaciones hechas con ajo y con helechos del género *Equisetum* spp (Altieri, 1989).

Los productores de manzana consideran que la aplicaciones foliares de aceite de pescado, antes de caer las hojas previa al otoño, ayudan en la descomposición de ellas, previniendo la diseminación de la roya y de otras enfermedades cuyas esporas están en reposo o latentes en las hojas durante el invierno. La roya y el mildiú también pueden ser controlados con la aplicación de azufre y carbonato de calcio antes y durante las lluvias de primavera.

Muchos productores orgánicos argumentan que elevadas cantidades de humus no sólo promueven la resistencia a las plagas y enfermedades si no que además las plantas cultivadas son más saludables que las fertilizadas con químicos, siendo por lo tanto más resistentes a los ataques (Bezdicek y Powers, 1984).

Como el manejo integrado de enfermedades se obtiene a través del uso armonioso de todos los métodos de control disponibles, tales como: métodos químicos, biológicos, resistencia a las plagas, métodos físicos, culturales y de comportamiento; consecuentemente el manejo integrado toma en cuenta la ganancia directa de la empresa, y los costos y beneficios a largo plazo para el ambiente y para la sociedad en general. De esta forma el componente de la agricultura sostenible que hace la base ecológica más robusta es el manejo integrado de enfermedades

CONCLUSIONES

- Las prácticas agrícolas que propendan al empleo de diversificación de cultivos, coberturas verdes, distancias de siembra, resistencia genética y otras, conformarán sistemas de producción más sustentables para la conservación, preservación y desarrollo de la agricultura deseable. Desde este punto de vista, se podrá cambiar una agricultura de alta tecnología de insumos que ha demandado en exceso nutrimentos para el crecimiento de las plantas y agroquímicos para el combate de enfermedades y plagas, por una de sistemas diversificados con mayores efectos benéficos para el ambiente y el suelo.
- El manejo integrado de enfermedades constituye una de las metodologías más valiosas para lograr atender la demanda de producción de alimentos con un menor daño al ecosistema. Inicialmente la idea de racionalizar el uso de los fungicidas, la cual ha promovido el surgimiento de la resistencia entre las poblaciones de patógenos y ha causado problemas de intoxicación por falta de información para su manipulación y ha contaminando alimentos, aguas corrientes y subterráneas, es disminuir los residuos químicos en los productos que son consumidos tanto "*in natura*", como los que pasan por procesos industriales. Estos residuos son un peligro constante de salud pública, no solamente afectando a los que están directamente involucrados en su producción, sino también a aquellos que, aunque estén completamente desvinculados de esta actividad, están sujetos a los efectos de su uso irracional.
- Lo ideal sería mantener determinada población de enfermedad en niveles que no causen daños económicos a la producción sin agredir al ecosistema agrícola usando todas las estrategias posibles del tipo cultural, genético, biológico y químico.
- Un número mayor de proyectos de investigación y la inversión de recursos económicos son necesarios, sobre todo en nuestro país para generar tecnologías aplicadas al área de manejo integrado; de esta manera, la agricultura conseguirá alcanzar un rendimiento adecuado, sin perjuicios económicos y ambientales, los cuales ayudarían a consolidar la vida del hombre en el campo, evitando el éxodo y la marginalización en los grandes centros urbanos.

LITERATURA CITADA

- Altieri, M.A. & Anderson, M. K. 1986. An ecological basis for the development of alternative agricultural systems for small farmer in the third world. *Amer. J. Alter. Agric.* 1; 30-38.
- Altieri, M.A. & Liebman, M. 1986. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping. In: Francis, C. A. (Editors). *Multiple cropping systems*, New York MacMillan, p.183-218.
- Altieri, M. A. *Agroecología*. 1989. As bases científicas da agricultura alternativa. PTA-Fase, Rio de Janeiro, 237p.
- American Phytopathological Society (APS). 1994. *Compendium of Tropical Fruti Diseases*. Edited by R. C. Ploetz; G. A. Zentmeyer; W. T. Nishijima; K. G. Rohrbach and H. D. Ohr. APS Press. St. Paul, Minnesota , USA. 88p.
- Bezdicsek, D.F. & Powers, J.F. 1984. Organic farming, current technology and its role in sustainable agriculture. *Amer. Soc. Agron. (ASA Spec. Pub. 46)*. 39p.
- Browning, J.A. & Frey, K. J. 1969. Multiline cultivar as a means of disease control. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 7:355-382.
- Burdon, J.J. & Withebread, R. 1979. Rates of increase of barley mildew in mixed stand of barley and wheat. *J. Ecol.* 16: 253-258.
- Cook, R.J. & Baker, K.F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. American Phytopathological Society. St. Paul. 539p.
- Doupink, B. & Boosalis, M.G. 1980. Ecofallow (A reduce tillage systems) and plant disease. *Plant Disease* 64: 31-35.
- Johnston, H.W.; Sanderson, S.B.; McLeod, J.A. Cropping mixtures of field peas and cereal Prince Eduard Island. *Can. J. Plant Sci.*, 58: 421-426. 1978.
- Kitamura, P.C. 1994. A agricultura e o desenvolvimento sustentável. *Agricultura Sustentável*, 1: 27-32.
- Liebman, M. *Sistemas de policulturas* 1986. In: Altieri, M.A. (Editors). *Agroecología. As bases científicas da Agricultura alternativa*. PTA-Fase, Rio de Janeiro, 237p.
- Moreno, R.A. 1975. Diseminación de *Ascochyta phaseolorum* em variedades de frijol de costa, bajo diferentes sistemas de cultivo. *Turrialba*, 25: 361-364.
- Oleaf, R.C. *Organic agriculture*. New Jersey, Allanheld, Osmun and Co. Publisher Inc. 1978. (Sin numeración)
- Palti, J. 1981. *Cultural practices and infection crop diseases*. New York, Springer Verlag, 150p.
- Rish, S. J. A.; Andow, D. Altieri, M. A. 1983. Agrosystem diversity and pest control; data tentative, conclusion and new research directions. *Envir. Entomol.* 12: 625-629.

- Thurston, D. 1992. Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems. Wesulew Pres. Inc. Colorado, USA, 263p.
- USDA 1984. Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica. SEPLAN7CNPq. 2da ed. Brasília, 128p.
- Vogmann, H. & Wagner, R. 1987. Agricultura Ecológica. Teoria y practica. Mercado Aberto Ltda, Porto Alegre, 164p.
- Zadocks, J. C. & Shein, R. D. 1979. Epidemiology and plant disease management. New York, Oxford Univ. Press, 427p.