

## **AGRICULTURA, CIENCIA Y SOCIEDAD**

*Werner Rodríguez Montero*

### **RESUMEN**

La rapidez del crecimiento tecnológico amenaza la "salud" de los ecosistemas globales. La llamada "revolución verde" aumentó la productividad de los cultivos pero a costa de una mayor dependencia de insumos externos a la finca. Así mismo, esa forma de producir ha comprometido la sustentabilidad de los agroecosistemas. Por lo tanto, se impone el diseño de una nueva forma de producir. La meta de la agricultura ha dejado de ser la maximización para convertirse en la sustentabilidad. Esta "revolución azul" es la consecuencia de aplicar el manejo integrado a tres niveles: plagas-enfermedades, suelo y finca.

### **ABSTRACT**

The increased technological growth rate threatens the "health" of global ecosystems. The called "green revolution" increased crop productivity but made farm systems dependable of more external inputs. Moreover, this way to produce has compromised agroecosystems sustainability. Therefore, it is necessary to design new production ways. Agriculture goal is not longer maximization but sustainability. This "blue revolution" is a result of integrated management at three levels: pests-diseases, soil and farm.

## Introducción

La domesticación de las plantas ha ido aparejada al desarrollo de las sociedades humanas. Ya sea que la agricultura comenzara como una invención que se propagó del cercano oriente al resto del mundo, o que ocurriera simultáneamente en diferentes puntos del globo, el establecimiento de comunidades agrícolas como forma de vida constituyó la revolución del neolítico. La comunidad humana pasó de la caza y la recolección de alimentos a la vida sedentaria. Esta transformación fue posible gracias a la agricultura.

El incremento de la población humana, la disminución de los recursos, la inestabilidad social y la degradación del ambiente amenazan los procesos naturales que sustentan la ecosfera y la vida en el planeta. La agricultura en particular y la sociedad en general, deben enfrentar el reto de desarrollar estrategias para conservar los recursos no-renovables, mejorar el uso de los recursos renovables y armonizar la actividad humana con los procesos que sustentan la vida. Este desafío demanda una nueva visión, un enfoque integral del manejo de los ecosistemas y un replanteamiento de la relación entre la sociedad y la ciencia; ésta deberá ser puesta a trabajar en beneficio de la sociedad y de los ecosistemas naturales.

La reciente aceleración del crecimiento tecnológico amenaza la "salud" de los ecosistemas globales. Con el advenimiento de la agricultura hace unos diez mil años, el paisaje de La Tierra ha sido modificado dramáticamente. La producción de alimentos y fibras ha alcanzado niveles extraordinariamente altos para responder a las necesidades de una población humana que aumentó 600 veces en esos diez mil años y que se

duplicó en los últimos 150 años. Durante los primeros 9900 años, la agricultura funcionó sobre la base de los recursos internos provenientes del sol, el aire, la lluvia, las plantas, los animales, el suelo y los seres humanos. La productividad agrícola dependía de los procesos naturales. Desde hace unos cien años, la agricultura comenzó a transformarse. Los sistemas de finca basados exclusivamente en el uso de recursos internos comenzaron a utilizar una creciente proporción de recursos externos tales como fertilizantes, plaguicidas y combustibles fósiles (Doran *et al.*, 1996).

El éxito o el fracaso de la agricultura puede ser medido con base en el abastecimiento de alimentos. "Sin finqueros no hay comida", reza el eslogan que algunos automovilistas portan en sus vehículos. Producir alimentos en la cantidad y calidad adecuadas para alimentar a los seres humanos y sus animales domésticos; esa pareciera haber sido la misión de la agricultura. Sin embargo, esa definición tan simple ha demostrado soslayar el efecto de la agricultura sobre la sociedad y los ecosistemas que la hacen posible. La misión de la agricultura no puede circunscribirse al abastecimiento de alimentos. Además, la práctica de la agricultura debe garantizar la sustentabilidad: la producción de alimentos del presente no debería comprometer el abastecimiento de los alimentos que requerirán las generaciones futuras. La práctica agrícola tampoco debería incentivar la concentración de la riqueza pues esta iniquidad social atenta contra la democracia. Este sistema político, el gobierno del pueblo, no parece sustentable sin una base social amplia fundamentada en muchos propietarios y productores. Por lo tanto, es necesario redefinir la misión de la agricultura para

que ésta deje de ser parte del problema y comience a formar parte de la solución. Obviamente, este replanteamiento implica una concertación social y es, sobre todo, un problema de naturaleza política. Como bien lo sintetiza Altieri (1992), deben crearse las condiciones que posibiliten un equilibrio entre los sistemas económicos, ecológicos y socioculturales.

### Ciencia y agricultura

Mayer y Mayer (1974) consideran a la agricultura como la ciencia modelo y la más antigua de las ciencias. Otros, por el contrario, ni siquiera suman a la agricultura dentro de las ciencias. Ya sea que compartamos esta opinión o no, es evidente que la agricultura está asociada al bienestar humano y el sustento de la población mundial no sería posible sin el establecimiento de una agricultura exitosa.

La agricultura ha sido tradicionalmente un indicador del avance científico. No es casual que los países del llamado primer mundo produzcan más alimentos de lo que necesitan. Esta sobreproducción responde a una prolongada inversión en la investigación agrícola y a una política solapada de subsidios para los agricultores. No obstante, el aumento de la productividad agrícola ha sido inferior al aumento alcanzado en otros campos tecnológicos como: la capacidad de memoria de los chips para computadoras, el mejoramiento de la iluminación eléctrica y la producción de penicilina. La ciencia ha impulsado la productividad agrícola pero su incremento no ha sido tan espectacular como el alcanzado en otros campos de aplicación tecnológica.

### La agricultura de la “revolución verde”

En el siglo XVIII el reverendo Thomas Malthus manifestó que en tanto la producción agrícola crecía aritméticamente, la población humana lo hacía geométricamente. Por lo tanto, el colapso de las sociedades humanas era inminente. El hambre habría de imponerse. Sin embargo, este pronóstico no fue ratificado por los hechos. La ampliación de la frontera agrícola permitió alimentar a la creciente población mundial. Posteriormente, la productividad de los principales cultivos aumentó tanto que, en general, la producción de alimentos superó al incremento de la población. El rendimiento de los cereales pasó de menos de dos toneladas por hectárea a seis toneladas por hectárea en Europa y el Japón (Evans, 1993). Estos aumentos significativos de la productividad agrícola fueron consecuencia de los programas de mejoramiento genético que incrementaron el índice de cosecha de los cultivos (proporción del peso seco total dedicado a la producción de tejidos cosechables o útiles para el hombre) y de la inversión en agroquímicos para disminuir las pérdidas debidas al ataque de plagas y enfermedades. A diferencia de los cultivares criollos, los producidos por los fitomejoradores de la revolución verde, demandan niveles superiores de nutrimentos en el suelo y un adecuado control fitosanitario. Por lo tanto, los agroecosistemas fueron innovados fortaleciendo su dependencia a los insumos externos.

La agricultura de la “revolución verde” abolió los métodos de producción de la agricultura tradicional e indígena. La evaluación del impacto de la agricultura de la revolución verde sobre los

ecosistemas naturales ha evidenciado la necesidad de retomar prácticas de la agricultura tradicional. En Costa Rica, la alta incidencia de cáncer gástrico en algunas áreas hortícolas (Sierra *et al.*, 1995), la esterilización masiva de hombres a cargo de la aplicación de nematocidas en las zonas bananeras y la inutilización de suelos agrícolas debido a la toxicidad cúprica, son algunos ejemplos notorios de las consecuencias negativas derivadas de la “revolución verde”. La llamada agricultura alternativa constituye una síntesis de la forma tradicional (pre-revolución verde) y la forma de producción agrícola impuesta por la “revolución verde”.

### **La agricultura alternativa o sustentable**

A juicio de Altieri (1992), un agroecosistema debe ser evaluado desde cuatro puntos de vista: (a) sustentabilidad (habilidad de un agroecosistema de mantener su producción a través del tiempo a pesar de los cambios externos), (b) equidad (medida de la distribución de los productos y ganancias provenientes del agroecosistema), (c) estabilidad (medida de la seguridad de la producción) y, (d) productividad (cantidad de productos obtenidos por unidad de insumo o trabajo invertido). Los agroecosistemas convencionales han incrementado la productividad a corto plazo pero ha costa de su estabilidad, equidad y sustentabilidad.

La llamada agricultura alternativa que se contrapone a la agricultura de la “revolución verde”, no ha sido definida con precisión (Vandemeer, 1995). Esta opción de cambio está constituida por un conjunto

de prácticas dirigidas a reducir costos, proteger la salud y la calidad del ambiente y fortalecer las interacciones biológicas beneficiosas. Los resultados disponibles en este campo aún son exiguos. La agricultura sostenible implica a largo plazo mejorar la calidad del entorno y la base de recursos de los que depende, aportar alimentos en cantidad suficiente, ser económicamente viable y mejorar la calidad de vida del agricultor. Para lograr estos objetivos, la agricultura sostenible aboga por una disminución de los aportes externos a la finca –fertilizantes, pesticidas, combustibles– unida al manejo integrado de plagas, el laboreo de conservación, la rotación de cultivos, y el fomento de tecnologías de baja inversión.

La agricultura actual está excesivamente fundamentada en biocidas y, a todas luces, resulta poco sustentable. Desde un punto de vista ecológico, los sistemas de finca deberían replantearse, como lo sugiere Vandermeer (1995), mediante la aplicación de tres estrategias: (a) manejo integrado de plagas y enfermedades; (b) manejo integrado del suelo (donde se incluye el agua); y, (c) manejo integrado de la finca. El manejo integrado de plagas y enfermedades favorece la permanencia y fortalecimiento de los enemigos naturales de las mismas. El objetivo es alcanzar un equilibrio predador-plaga que haga innecesario el uso de biocidas. El manejo integrado del suelo puede dividirse en tres categorías interrelacionadas: (a) estructura física, (b) dinámica de los nutrientes y, (c) biota. La evidencia sugiere que la agricultura moderna ha afectado negativamente la estructura del suelo, en disponibilidad a largo plazo de los nutrientes y, la integridad de los microorganismos del suelo (Buol, 1995). Finalmente, el manejo integrado de la finca está

basado en la idea persistente de que los agroecosistemas deben imitar el funcionamiento de los ecosistemas no manejados por el hombre. Este funcionamiento incluye el reciclaje de nutrimentos, la optimización de la estructura vertical del sistema de cultivo, y la preservación de la biodiversidad.

Hoffman y Carrol (1995) afirman que la base biológica para sustentar la agricultura a largo plazo depende del manejo de los recursos renovables dentro del campo de cultivo. En el futuro, las prácticas de manejo deberán: (a) incrementar la materia orgánica del suelo y sus agregados hidro-estables mediante el uso de cultivos de cobertura durante las fases de barbecho; (b) mejorar la combinación entre los cultivos y el ambiente local; (c) fortalecer la actividad microbial en la rizosfera; y (d) seleccionar las micorrizas más beneficiosas.

La meta de la agricultura ha dejado de ser la maximización (Revolución Verde); actualmente se aspira a la sustentabilidad. Esta nueva visión de la agricultura enfatiza modelos productivos que intensifican su productividad a través de la diversificación. No crea sistemas fijos, sino sistemas agrícolas flexibles y diversificados que se adecuan a las particularidades de las condiciones locales (Altieri, 1992). Debido al color azul del planeta Tierra observado desde el espacio, algunos denominan a esta nueva senda de la agricultura como la "revolución azul". Esta evolución también ha hecho notoria nuestra ignorancia acerca de las interacciones entre los componentes que constituyen los agroecosistemas. El sistema suelo y su relación con el sistema planta o cultivo son temas prioritarios de investigación básica. Sólo sobre la base de un mejor conocimiento de estas interacciones será posible

avanzar hacia la formulación de modelos mecanicistas que nos permitan comprender la productividad agrícola.

Metodologías recientes, como la descrita por Stoorvogel *et al.* (1995), aplican los recursos modernos de manejo de la información en el contexto de: (a) simulación del crecimiento de los cultivos considerando el riesgo originado por coeficientes de "input-output" del sistema finca (Bessembinder, 1995); (b) sistemas de información geográfica (SIG) para el almacenamiento, manipulación y despliegue de datos y su ligamen con modelos; (c) interpretación de imágenes aéreas y satelitales para la zonificación del uso de la tierra; (d) aplicación de programación lineal interactiva para derivar opciones de uso de la tierra que consideren los criterios eco-agronómicos y ambientales (Jansen *et al.*, 1995). Estas nuevas metodologías constituyen avances hacia un manejo más responsable de los agroecosistemas en términos de su sustentabilidad y una vía para operacionalizar este concepto. Son a su vez una nueva síntesis del conocimiento sobre ecología de cultivos, fisiología de la producción y economía de los agroecosistemas.

### Literatura citada

- Altieri, M. A. 1992. *Agroecología y manejo de plagas*. División de Control Biológico. Universidad de California. Berkeley. 100 p.
- Bessembinder, J. 1995. *Uncertainties in input-output coefficients for land use optimization studies: an illustration with fertilizer use efficiency*. Netherlands Journal of Agricultural Science 43 (1995): 47-59.
- Buol, S. W. 1995. *Sustainability of soil use*. Ann. Rev. Ecol. Syst. 26: 25-44.

- Doran, J. W.; Sarrantonio, M.; Liebig, M. A. 1996. *Soil health and sustainability*. Advances in Agronomy 56: 1-54.
- Evans, L. T. 1993. *Crop evolution, adaptation and yield*. Inglaterra, Cambridge University Press. 500 p.
- Hoffman, C. A.; Carroll, C. R. 1995. *Can we sustain the biological basis of agriculture ?* Annu. Rev. Ecol. Syst. 26: 69-92.
- Jansen, D. M., Stoorvogel, J. J.; Schipper, R. A. 1995. *Using sustainability indicators in agricultural land use analysis: an example from Costa Rica*. Netherlands Journal of Agricultural Science 43 (1995): 61-82.
- Mayer, A.; Mayer, J. 1974. *Agriculture, the island empire*. Daedalus 103 (3): 83-95.
- Petersen, G. W.; Bell, J. C.; McSweeney, K.; Nielsen, G. A.; Robert, P. C. 1995. *Geographic information systems in Agronomy*. Advances in Agronomy 55: 67-111.
- Sierra, R.; Rosero-Bixby, L.; Antich, D.; Muñoz, G. 1995. *Cáncer en Costa Rica; epidemiología descriptiva*. San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 87 p. (ISBN 9977-67-289-9).
- Stoorvogel, J. J.; Schipper, R. A.; Jansen, D. M. 1995. *USTED: a methodology for a quantitative analysis of land use scenarios*. Netherlands Journal of Agricultural Science 43 (1995): 5-18.
- Vandemeer, J. 1995. *The ecological basis of alternative agriculture*. Annu. Rev. Ecol. Syst. 26: 201-204.