

**LECTURA Nº 2-1 DEL MODULO DE TRABAJO PERSONAL: PROGRAMA
INTERUNIVERSITARIO OFICIAL DE POSGRADO:**

**“AGROECOLOGÍA: UN ENFOQUE SUSTENTABLE
DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA”**

¿QUÉ ES LA AGROECOLOGÍA?

Stephen R. Gliessman¹, Carlos Guadarrama-Zugasti², V. Ernesto Mendez³, Laura Trujillo², Christopher Bacon¹, y Roseann Cohen¹

Introducción

La agricultura es más que una actividad económica diseñada para producir un cultivo ó para obtener el mas alto beneficio posible. Un agricultor ya no puede prestar atención solamente a los objetivos y metas de su unidad de producción y esperar que con esto puede enfrentar los problemas de la sostenibilidad en el largo plazo. La discusión sobre la agricultura sostenible debe ir más allá de lo que sucede dentro de los límites de la unidad de producción individual. La producción se percibe ahora como un sistema mucho más vasto, con muchas partes interactuantes incluyendo componentes ambientales, económicos y sociales (Gliessman 2001, Flora 2001). Son estas complejas interacciones y el balance entre todas estas partes lo que nos reúne a discutir que es la agroecología, determinar como nos movemos hacia los agroecosistemas sostenibles, y como una perspectiva agroecológica es una forma de hacer la conversión hace la sostenibilidad (Gliessman 2001).

En un intento por clarificar nuestro propio pensamiento sobre los agroecosistemas, pensamos a menudo la agricultura como una corriente, y las unidades de producción son diferentes puntos a lo largo de esa corriente. Cuando pensamos en una parcela agrícola individual como un “estanque”, un remanso en algún giro de la corriente, podemos imaginar cuantas cosas “fluyen” hacia esa parcela y también podemos esperar que muchas cosas “fluyen” hacia fuera de esa parcela agrícola también. Como agricultores, trabajamos duro para mantener limpio y productivo nuestro estanque (nuestra unidad de producción) en la corriente. Tratamos de ser tan cuidadosos como sea posible en lo que respecta al suelo, que cultivos plantar, como controlar plagas y enfermedades y como comercializar la cosecha. En otros tiempos, cuando había mucho menos granjas o fincas, menos gente que alimentar y menores demandas sobre los agricultores y sus tierras de cultivo, se podían mantener las unidades agrícolas en muy buenas condiciones. Se podía mantener el “estanque” bastante limpio y no había que preocuparse mucho por lo que pasaba “corriente abajo” de las fincas.

¹ Dept. Environmental Studies, University of California Santa Cruz,

² Universidad Autonoma de Chapingo, Centro Huatusco, Veracruz, México

³ ASINDEC, Tacuba, El Salvador

Pero esta estrategia es mucho más difícil hoy. Encontramos que hay cada vez menos y menos control sobre lo que llega a mi “estanque”. Encaramos una variedad de impactos “corriente arriba” que combinados pueden amenazar la sostenibilidad de mi granja. Esto incluye los insumos en mi granja ya sean comprados o que llegan de las áreas circunvecinas. Incluyen disponibilidad de mano de obra y costos, acceso al mercado para el cual se produce, leyes que determinan cuanta agua puede usar, plaguicidas que usamos, como criamos nuestros animales, ¡ Para no mencionar las veleidades del clima! Mi estanque se puede volver rápidamente un albañal.

También debemos considerar con mucha atención, que la forma en que atendemos nuestro “estanque” puede tener efectos “corriente abajo”. La erosión del suelo, y la reducción del manto freático puede afectar negativamente otras parcelas y no la mía. El uso inapropiado o ineficiente de plaguicidas y fertilizantes, puede contaminar el agua el aire así como dejar residuos potencialmente peligrosos en la comida que mi familia y otras familias consumen. Lo bien que lo pueda hacer en mi unidad de producción agrícola se refleja en la viabilidad de la economía rural, de nuestra propia comunidad y de la variedad de culturas en las que estamos inmersos. Los indicadores clave son la pérdida de tierras agrícolas para otras actividades y la pérdida de familias de agricultores en general. Los factores corriente arriba y corriente abajo están ligados en formas complejas, a menudo más allá de nuestro control, e inciden en la sostenibilidad de nuestras parcelas agrícolas.

La Perspectiva Agroecológica

A. El Agroecosistema

Cualquier definición de la agroecología debe incluir que examinamos el sistema de producción como un agroecosistema. Debemos de mirar al sistema en su conjunto, o a toda la “corriente”, usando la analogía introducida arriba. Esta definición se debe de mover más allá de la visión estrecha de la agricultura que se enfoca primeramente en el desarrollo de prácticas o tecnologías diseñadas para incrementar los rendimientos y mejorar los márgenes de beneficio. Estas prácticas y tecnologías se deben evaluar a la luz de las contribuciones que hacen a la sostenibilidad total del sistema de producción. Las nuevas tecnologías tienen poca esperanza de contribuir a la sostenibilidad a menos que se incluyan en su evaluación, el largo plazo e impactos más complejos sobre el sistema agrícola en su totalidad. El sistema agrícola es un componente importante del sistema alimentario mayor (Francis et al). 2003).

Un fundamento básico de la agroecología es el concepto de ecosistema, definido como sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, delimitado por fronteras definidas arbitrariamente, en un tiempo y espacio que parece mantener un estado estable de equilibrio, pero a la vez dinámico (Odum, 1996, Gliessman, 1998). Este equilibrio puede considerarse definitivamente, que sea sostenible. Un ecosistema bien desarrollado, maduro, es relativamente estable, auto-sostenible, se recupera de las perturbaciones, se adapta al cambio y es capaz de mantener su productividad usando insumos energéticos provenientes solamente de la radiación solar. Cuando extendemos el concepto de ecosistema a la agricultura, y consideramos los sistemas agrícolas como agroecosistemas, tenemos los fundamentos para ir más allá del foco primario de atención de los sistemas de medición tradicionales y fáciles de los productos del sistema (rendimiento ó retorno económico). En su lugar, podemos ver el

complejo conjunto de interacciones biológicas, físicas, químicas, ecológicas y culturales que determinan los procesos que nos permiten obtener y sostener los rendimientos.

Los agroecosistemas son a menudo más difíciles de estudiar que los ecosistemas naturales, porque se complican con la intervención humana que altera la estructura y función de los ecosistemas normales. No hay disputa sobre el hecho de que para que cualquier agroecosistema sea sostenible, se deben tomar en cuenta una amplia serie de factores y procesos ecológicos, económicos y sociales interactuantes. No obstante, la sostenibilidad ecológica es la materia prima de construcción sobre la cual los otros elementos de la sostenibilidad dependen.

Un agroecosistema se crea, cuando la manipulación humana y la alteración de un ecosistema tienen lugar con el propósito de establecer la producción agrícola. Esto introduce varios cambios en la estructura y función del ecosistema natural, y, como resultado, cambia un número de cualidades clave al nivel del sistema. Estas cualidades se reconocen como cualidades emergentes o propiedades del sistema –cualidades que se manifiestan una vez que todos los componentes del sistema están organizados. Estas mismas cualidades pueden servir también como indicadores de la sostenibilidad del sistema (Gliessman 2001). Algunas cualidades emergentes clave de los ecosistemas, y como son alteradas cuando se convierten a agroecosistemas se mencionan a continuación:

1. Flujo de Energía

La energía fluye a través del ecosistema natural como resultado de un complejo conjunto de interacciones tróficas, con ciertas cantidades disipadas en diferentes estadios a lo largo de la cadena alimenticia, y con la cantidad más grande de energía moviéndose finalmente por la ruta de los desechos (Odum, 1971). La producción anual del sistema se puede calcular en términos de productividad primaria neta o biomasa, cada componente con su contenido correspondiente de energía. El flujo de energía en los agroecosistemas se altera enormemente por la interferencia humana (Pimentel & Pimentel 1997). Aunque obviamente la radiación solar es la mayor fuente de energía, muchos insumos se derivan de fuentes de manufactura humana que frecuentemente no son autosostenibles. Los agroecosistemas se convierten a menudo también, en sistemas de flujo a través de los cuales, cantidades considerables de energía en forma de insumos en combustible fósil se dirigen hacia afuera del sistema en cada cosecha. A la biomasa no se le permite acumularse dentro del sistema o contribuir al funcionamiento de importantes procesos internos del ecosistema (p. ej. desechos orgánicos devueltos al suelo para servir como fuente de energía para microorganismos que son esenciales para un reciclaje de nutrientes eficiente). Para lograr la sostenibilidad, se deben maximizar las fuentes renovables de energía, y esta se debe suministrar como combustible para las interacciones tróficas esenciales que se necesitan para mantener otras funciones del ecosistema.

2. Reciclaje de Nutrientes

Pequeñas cantidades de nutrientes entran continuamente al sistema a través de varios procesos hidrogeoquímicos. Mediante una complicada serie de ciclos interconectados, estos nutrientes circulan entonces dentro del ecosistema, donde la mayor parte de las veces están ligados a materia orgánica (Borman and Likens 1967). Los componentes biológicos de cada sistema se vuelven muy importantes para determinar como mover eficientemente estos nutrientes, asegurando una pérdida mínima. En un ecosistema

maduro, estas pequeñas pérdidas son reemplazadas por insumos locales, manteniendo un balance de nutrientes. La productividad de biomasa en ecosistemas naturales está muy ligada a las tasas anuales a las cuales los nutrientes son capaces de ser reciclados. En un agroecosistema, el reciclaje de nutrientes puede ser mínimo y se pierden cantidades considerables con la cosecha o como resultado de percolación o erosión, debido a una gran reducción en los niveles permanentes de biomasa mantenidos dentro del sistema (Tivy 1990). La exposición frecuente del suelo entre las plantas de un cultivo durante el ciclo agrícola, o de los campos desnudos entre temporadas de cultivo, crea un "goteo" de nutrientes del sistema. La agricultura moderna se apoya fuertemente en insumos de nutrientes derivados del petróleo para reemplazar estas pérdidas. La sostenibilidad requiere que estos "goteos" se reduzcan al mínimo y los mecanismos de reciclaje se reintroduzcan y se fortalezcan. Al final, las sociedades humanas deben encontrar maneras de regresar los nutrientes consumidos en los productos agrícolas a los suelos –en primer lugar a los agroecosistemas que los consumieron y produjeron con ellos.

3. *Mecanismos de Regulación de Poblaciones*

A través de una compleja combinación de interacciones bióticas y límites impuestos por la disponibilidad de recursos físicos, se controlan los niveles de población de los distintos organismos, y así eventualmente se ligan y determinan la productividad del ecosistema. La selección a través del tiempo, tiende al establecimiento de una estructura biológica lo más compleja posible, dentro de los límites impuestos por el ambiente, permitiendo el establecimiento de diversas interacciones tróficas y diversificación de nichos. Debido a la selección genética y a la domesticación dirigida por humanos, así como a la simplificación general de los agroecosistemas (p. ej. la pérdida de la diversidad de nichos y una reducción de las interacciones tróficas), las poblaciones de plantas o animales de cultivo raramente se autoreproducen o se autorregulan. Los insumos humanos en forma de semillas o agentes de control, frecuentemente dependientes de grandes subsidios de energía, determinan los tamaños de las poblaciones. La diversidad biológica se reduce, se interrumpen los sistemas naturales de control de plagas, y muchos nichos o microhabitats quedan desocupados. El peligro de epidemias o plagas catastróficas es alto y muchas veces a pesar de la disponibilidad de la interferencia humana intensiva y la utilización de insumos. Enfocarse a la sostenibilidad requiere la reintroducción de las diversas estructuras y relaciones entre las especies que permiten el funcionamiento del control natural y los mecanismos de regulación. Debemos aprender a trabajar con, y beneficiarnos de la diversidad, más que enfocarnos a la simplificación del agroecosistema.

4. *Equilibrio Dinámico*

La riqueza de especies o diversidad de los ecosistemas maduros permite un grado de resistencia a todo menos a perturbaciones verdaderamente dañinas. En muchos casos, las perturbaciones periódicas aseguran la más alta diversidad, e incluso, la más alta productividad (Connell 1978). La estabilidad del sistema no es un estado estacionario, sino más bien dinámico y altamente fluctuante que permite al ecosistema recobrase después de la perturbación. Esto promueve el establecimiento de un equilibrio ecológico que funciona sobre las bases de un uso sostenido de recursos el cual puede mantener el

ecosistema indefinidamente, o cambiar si el ambiente cambia. Al mismo tiempo, raramente atestiguamos lo que podrían considerarse epidemias en gran escala en ecosistemas saludables, balanceados. Pero debido a la reducción de diversidad natural, estructural y funcional, se ha perdido mucha de la capacidad de recuperación del sistema y se deben mantener constantemente insumos externos hechos por humanos. El énfasis excesivo en maximizar la cosecha desordena el equilibrio mencionado, y solo se puede mantener si continúa la interferencia externa. Para reintegrar la sostenibilidad, es necesario que las cualidades emergentes de la resistencia y recuperación del sistema jueguen otra vez un papel determinante en el diseño y manejo del agroecosistema.

Debemos ser capaces de analizar los impactos inmediatos y futuros del diseño y manejo del agroecosistema, de tal forma que podamos identificar los puntos clave en cada sistema en los cuales enfocarnos, para buscar alternativas o soluciones a los problemas. Necesitamos aprender a ser más competentes en nuestro análisis agroecológico para evitar problemas o cambios negativos antes de que ocurran, más que luchar por revertirlos después de que se crearon. El enfoque agroecológico nos proporciona esta alternativa (Altieri 1995, Gliessman 1998).

B. Aplicando la Agroecología

El proceso de entendimiento de la sostenibilidad del agroecosistema tiene sus fundamentos en dos clases de ecosistemas: ecosistemas naturales y agroecosistemas tradicionales (también conocidos como locales o indígenas). Ambos proporcionan una fuerte evidencia de haber pasado la prueba del tiempo en términos de habilidad productiva en el largo plazo, pero cada uno ofrece una base de conocimiento diferente desde la cual entender esta habilidad. Los ecosistemas naturales son sistemas de referencia para el entendimiento de las bases ecológicas para la sostenibilidad en un lugar en particular. Los agroecosistemas tradicionales nos dan muchos ejemplos de cómo una cultura y su ambiente local han coevolucionado en el tiempo mediante procesos que balancean las necesidades de la gente, expresadas como factores ecológicos, tecnológico y socioeconómicos. La agroecología, definida como la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles (Gliessman 1998) se alimenta de ambos para convertirse en un enfoque de investigación que se puede aplicar para convertir agroecosistemas convencionales o no sostenibles, en sostenibles.

Aplicamos la agroecología cuando trabajamos con agricultores que están en el proceso de transición a prácticas de manejo ambientalmente más sanas, y así obtenemos el potencial de contribuir a la sostenibilidad del largo plazo. Esta transición ya está ocurriendo. Muchos agricultores, a pesar de la fuerte presión económica que hay sobre la agricultura, están en el proceso de convertir sus unidades de producción a manejos y diseños más sostenibles (National Research Council 1989, USDA 2000). En California, el incremento dramático en superficie dedicada a cultivos orgánicos se ha basado fuertemente en la innovación del propio agricultor (Swezey & Broome 2000). Es claro que los agroecólogos contribuyen a este proceso de una manera importante.

Convertir un agroecosistema a un diseño más sostenible es un proceso complejo. No es simplemente la adopción de una práctica o tecnología nueva. No hay soluciones mágicas. En lugar de esto, la conversión usa el enfoque agroecológico descrito arriba. La unidad de producción se percibe como parte de un sistema más grande de partes interactuantes – un agroecosistema. Debemos enfocarnos a rediseñar

ese sistema con el objetivo de promover un amplio rango de diferentes procesos ecológicos (Gliessman 1998). En un estudio de conversión de producción de fresas convencionales a manejo orgánico se observaron varios cambios (Gliessman et al 1996). A medida que se reducía o eliminaba el uso de insumos químicos y se enfatizaba el reciclaje, la estructura y función del agroecosistema cambió también. Un conjunto de procesos y relaciones empezaron a transformarse, empezando con el mejoramiento de la estructura del suelo, un incremento en el contenido de materia orgánica, y una diversidad y actividad mayor de la biota benéfica del suelo. Se empezaron a dar también cambios más fuertes en la actividad y relaciones entre malezas, insectos y poblaciones de patógenos, y en el funcionamiento de los mecanismos de control natural. Por ejemplo, ácaros predadores reemplazaron gradualmente el uso acaricidas sintéticos para el control de la araña de dos manchas, la plaga de artrópodos más común de la fresa en California.

Resumiendo, se ven afectados la dinámica y reciclaje de nutrientes, la eficiencia en el uso de energía, y la productividad total del agroecosistema. Los cambios se pueden requerir en el manejo diario de la finca, en su planeación, en la comercialización, e incluso en su filosofía. Las necesidades específicas de cada sistema tendrán variaciones, pero los principios de conversión enlistados en la Tabla 1 pueden servir como guía general para el trabajo durante la transición. Es papel del agroecólogo ayudar al agricultor a medir y monitorear estos cambios en el período de transición para guiar, ajustar y evaluar este proceso. Un enfoque de esta naturaleza proporciona un marco esencial para determinar los requerimientos y los indicadores del diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles.

Perspectivas a Futuro

Los problemas de la agricultura crean las presiones para los cambios que resultarán en una agricultura sostenible. Pero una cosa es expresar la necesidad de la sostenibilidad y otra cuantificar y provocar los cambios requeridos. El diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, como enfoque, está en su estadio formativo. Se construye inicialmente sobre los campos de la ecología y las ciencias agrícolas y emerge como la ciencia de la agroecología. Esta combinación puede desempeñar un rol importante en el desarrollo del entendimiento necesario para una transición hacia la agricultura sostenible.

Pero la agricultura sostenible es más. Adquiere una perspectiva cultural a medida que el concepto se expande para incluir a los humanos y su impacto sobre los ambientes agrícolas. Los sistemas agrícolas son el resultado de la coevolución que se da entre cultura y ambiente, y una agricultura sostenible valora tanto los componentes humanos como los ecológicos. Nuestro pequeño “estanque” en la “corriente” se convierte en el punto focal para cambiar el modo en que hacemos agricultura, pero ese cambio debe darse en el contexto de las sociedades humanas donde la agricultura se practica, la corriente en su totalidad en esta analogía.

Ningún sistema agrícola puede seguir siendo visto como una actividad estrictamente productiva manejada primordialmente por presiones económicas. Necesitamos reestablecer la conciencia sobre el fundamento ecológico en el que la agricultura se desarrolló originalmente y del que depende en última instancia. Se ha dado muy poca importancia a los efectos “corriente abajo” que se manifiestan afuera de la finca, ya sean los ecosistemas naturales circundantes o las comunidades humanas. Requerimos una base interdisciplinaria sobre la cual evaluar estos impactos.

En el contexto más amplio de la sostenibilidad, debemos estudiar el fundamento ambiental del agroecosistema, así como el complejo de procesos involucrados en el mantenimiento de la productividad de largo plazo. Necesitamos establecer primero la base ecológica de la sostenibilidad en términos de la conservación y el uso de recursos incluyendo suelo, agua, recursos genéticos y calidad del aire. Entonces debemos examinar las interacciones entre los muchos organismos del agroecosistema, empezando con las interacciones en el nivel de los individuos de una especie, y culminando al nivel del ecosistema a medida que se esclarece nuestro entendimiento del sistema en su totalidad.

Nuestro entendimiento al nivel de los procesos del ecosistema se debe integrar entonces a los múltiples aspectos de los sistemas políticos, económicos y sociales dentro de los cuales los agroecosistemas funcionan, tornándolos en sistemas aún más complejos. Tal integración del conocimiento del sistema social y el ecosistema sobre los procesos agrícolas no solo llevarán a una reducción en los insumos sintéticos que se usan para mantener la productividad. También permitirá la evaluación de cualidades de los agroecosistemas tales como los efectos en el largo plazo de diferentes estrategias insumo/producto, la importancia de los servicios ambientales que proporcionan los paisajes agrícolas, y la relación entre los componentes ecológicos y económicos en el manejo sostenible del agroecosistema. Al entender y seleccionar apropiadamente los insumos de la agricultura “corriente arriba”, podemos estar seguros que lo que mandamos “corriente abajo” promoverá un futuro sostenible.

Referencias

- Altieri, M.A. 1995. **Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture**, 2nd Ed. Westview Press, Boulder, CO.
- Borman, F.H., and G.E. Likens. 1967. **Nutrient cycles**. *Science*. 155: 424-429.
- Connell, J.H. 1978. **Diversity in tropical rain forests and coral reefs**. *Science* 199:1302-1310.
- Flora, C., ed., 2001. **Interactions between agroecosystems and rural communities**. Book Series Adv. in Agroecology, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Francis, C., G. Lieblein, S. Gliessman, T.A. Breland, N. Creamer, R. Harwood, L. Salomonsson, J. Helenius, D. Rickerl, R. Salvador, M. Wiendehoeft, S. Simmons, P. Allen, M. Altieri, J. Porter, C. Flora, and R. Poincelot. 2003. **Agroecology: the ecology of food systems**. *J. Sustain. Agric.* (in press).
- Gliessman, S.R. 1998. **Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture**. Lewis/CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gliessman, S.R., ed. 2001. **Agroecosystem sustainability: developing practical strategies**. Book Series Adv. in Agroecology, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gliessman, S.R., M.R. Werner, S. Swezey, E. Caswell, J. Cochran, and F. Rosado-May. 1996. **Conversion to organic strawberry management changes ecological processes**. *California Agric.* 50:24-31.
- Kimbrell, A., ed., 2002. **Fatal harvest: the tragedy of industrial agriculture**. Island Press, Washington, D.C.
- National Research Council. 1989. **Alternative agriculture**. National Acad. Press, Washington, D.C.

- Odum, E.P. 1971. **Fundamentals of ecology**. W.B. Saunders, Philadelphia, PA.
- Odum, E.P. 1996. **Ecology: bridging science and society**. Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA.
- Pimentel, D., and M. Pimentel, eds., 1997. **Food, energy, and society**. 2nd Ed., University Press of Colorado, Niwot, CO.
- Swezey, S.L., and J. Broome. 2000. **Growth predicted in biologically integrated and organic farming**. *California Agric.* 54: 26-35.
- Tivy, J. 1990. **Agricultural ecology**. Longman Scientific and Technical, London.
- USDA. 2000. U.S. organic agriculture. Econ. Res. Serv. Issues Center. Washington, DC.
www.econ.ag.gov/whatsnew/issues/organic/.

TABLA 1. Principios guía para el proceso de conversión al diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles (Modif. de Gliessman, 1998)

- Desplazamiento del manejo de flujo de nutrientes, al manejo del reciclaje de nutrientes, con dependencia creciente en los procesos naturales tales como la fijación biológica de nitrógeno, y las relaciones micorrícicas.
- Uso de fuentes renovables de energía en lugar de fuentes no renovables.
- Eliminar el uso de insumos humanos externos que tienen el potencial de dañar al ambiente, la salud de los agricultores y trabajadores agrícolas, y/o, a los consumidores.
- Cuando se tenga que agregar materiales al sistema, usar materiales de origen natural en lugar de insumos sintéticos ó manufacturados.
- Manejar las plagas, enfermedades y malezas en lugar de “controlarlas”.
- Restablecer las relaciones biológicas que pueden darse naturalmente en la unidad de producción en lugar de reducirlas y simplificarlas.
- Buscar que los modelos de cultivo estén en armonía con el potencial productivo y las limitaciones físicas del paisaje agrícola.
- Usar una estrategia de adaptación del potencial biológico y genético de las especies animales y vegetales cultivables, a las condiciones ecológicas del lugar de cultivo, más que modificar el sitio de cultivo para satisfacer las necesidades de esas plantas y animales.
- Valorar mucho más la salud del agroecosistema en su totalidad, que el producto de un sistema de cultivo en particular.
- Enfatizar la conservación del suelo, agua, energía y los recursos biológicos.
- Incorporar la idea de la sostenibilidad en el largo plazo, en el diseño y manejo general del sistema.