

Vertientes del pensamiento agroecológico: Fundamentos y Aplicaciones



SOCLA



Vertientes del pensamiento agroecológico:
fundamentos y aplicaciones

SOCLA 2009

www.agroeco.org/socla

El material de esta publicación se puede citar o copiar siempre que se haga referencia a su fuente

Editor/Compilador: Miguel A. Altieri

Auxiliar de Edición: Ana Cecilia Galvis Martínez

Diseño de cubierta: Alejandro Henao Salazar

Corrección preliminar de texto y diagramación: Ana Cecilia Galvis Martínez

Publicado por: Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA)
Medellín, Colombia.

Tabla de Contenido

Capítulo 1

Conceptos unificadores para la sustentabilidad de la agricultura:
Elementos teóricos para el desarrollo de la agroecología.

Juan Gastó, Leonardo Vera, Lorena Vieli y René Montalba.....11

Capítulo 2

Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción.

Tomás León Sicard.....45

Capítulo 3

El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos.

Miguel A Altieri.....69

Capítulo 4

Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del
Convenio sobre Diversidad Biológica.

Santiago J. Sarandón.....95

Capítulo 5

Causas de la crisis global de los precios de alimentos, y la respuesta
campesina

Peter Rosset y Dana Rocío Ávila.....117

Capítulo 6

La economía ecológica y el desarrollo en América Latina.

Walter Alberto Pengue125

Capítulo 7

Policultivos de la mente: Enseñanzas del campesinado y de la agroecología para la educación en la sustentabilidad.

Alejandro Rojas W.....157

Capítulo 8

Bosques, Agricultura y Sociedad: Cultivando Nuevas Alianzas.

Bruce G. Ferguson, Helda Morales, Aldo González Rojas, Felipe de Jesús Íñiguez Pérez, María Elena Martínez Torres, Kathleen McAfee, Ron Nigh, Ivette Perfecto, Stacy M. Philpott, Lorena Soto Pinto, John Vandermeer, Rosa María Vidal, León Enrique Ávila Romero, Héctor Bernardino, Rosario Realpozo Reyes.....183

Capítulo 9

Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas

Clara Ines Nicholls.....207

Capítulo 10

Agricultores experimentadores en agroecología y transición de la agricultura en Cuba

Luis L. Vázquez Moreno.....229

Capítulo 11

¿Es apropiado el Manejo Integrado de Plagas para los Campesinos de América Latina?

Helda Morales.....249

Capítulo 12

Efectos del biol (Abono orgánico líquido) en la producción de hortalizas.

Saray Siura S, Felipe Barrios, Jaime Delgado, Susana Dávila, Marco Chilet.....291

Capítulo 13

Evaluación de Sostenibilidad de 40 Agroecosistemas bajo Manejo Orgánico en las Regiones del Maule y del BíoBío (Chile).

Carlos Alberto Pino Torres, Bernarda Jiménez Guridi, Álvaro Carevic Rivera.....307

Capítulo 14

Indicadores de sostenibilidad con enfoque agroecológico en agroecosistemas tropicales.

Marina Sánchez de Prager, Martín Prager Mosquera, Diego

Iván Àngel Sánchez, Patricia Sarria.....321

Capítulo 15

El papel de la matriz rural como conector entre reservas.

Inge Armbrecht.....345

Presentación

Como Sociedad Científica el principal objetivo de SOCLA es promover la reflexión, discusión e intercambio científico de información sobre Agroecología entre investigadores y docentes de la región. Un papel clave que tiene SOCLA es la de apoyar al movimiento agroecológico de América Latina como un referente científico de alta credibilidad, que provea de opiniones científicas autoritativas a organizaciones como MAELA, RAPAL, RALLT y otras ONGs , así como asociaciones de agricultores como vía Campesina -ACLOC, y otras. Una manera de lograr esto es mediante la producción de publicaciones de amplia difusión como este libro “Vertientes del pensamiento agroecológico: Fundamentos y Aplicaciones” que recoge las perspectivas de varios miembros de la Sociedad dando testimonio de la riqueza de enfoques que caracterizan a esta ciencia transdisciplinaria.

El libro no solo aborda los aspectos teóricos de la Agroecológica sino que también nos entrega elementos prácticos y metodológicos de cómo abordar algunos de los problemas apremiantes que hoy enfrenta la agricultura regional en especial los problemas asociados a la agricultura industrial, agroexportadora, dependiente de petróleo y de bajísima resiliencia al cambio climático. El libro aboga por el modelamiento de nuevos agroecosistemas que usen diseños diversificados como una valiosa herramienta para los miles de agricultores cuyos sistemas están colapsando debido a las deudas, al espiral de pesticidas o de transgénicos o al cambio climático. Los agroécólogos siempre han planteado que hay mucho que aprender de las formas indígenas y campesinas de producción, pues estos sistemas tienen una base ecológica fuerte, mantienen una diversidad genética invaluable y conducen a la regeneración y a la preservación de la biodiversidad y de los recursos naturales. Los métodos tradicionales son particularmente instructivos porque proporcionan perspectivas a largo plazo de un manejo agrícola acertado bajo condiciones de variabilidad climática.

La misión de SOCLA es la de promover un modelo que impulse las pequeñas fincas biodiversas como la base para economías rurales fuertes. Tales economías no sólo proveerán la producción sostenible de alimentos sanos, agro ecológicamente producidos, y accesibles para todos, sino que también permitirán a los pueblos indígenas y a pequeños agricultores continuar con su trabajo milenario de construcción y conservación de la biodiversidad agrícola y natural de la cual todos dependemos ahora y más aun en el futuro.

Miguel A. Altieri
Presidente de SOCLA

Conceptos unificadores para la sustentabilidad de la agricultura: Elementos teóricos para el desarrollo de la agroecología

Juan Gastó¹, Leonardo Vera², Lorena Vieli³ y René Montalba⁴

Introducción

El concepto de sustentabilidad surge formalmente en el trabajo de la Comisión Mundial para el Medioambiente y Desarrollo, (1987), donde el desarrollo sustentable se planteó como el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades. Desde entonces, la literatura acumulada sobre esta temática es abundante y en ocasiones repetitiva y confusa.

La agricultura es una de las actividades de mayor relevancia en el acoplamiento del hombre con la naturaleza, pero dada su trascendencia debe desarrollarse incorporando la sustentabilidad como una de sus dimensiones prioritarias. Dado lo anterior, surge la necesidad de encontrar los conceptos unificadores de la sustentabilidad relativos a las actividades del agro. La agroecología ha surgido como un movimiento que representa un cambio de paradigma desde una agricultura convencional a una agricultura sustentable, en teoría y práctica (Callicott, 1988). Aunque el objetivo de este trabajo no es analizar el paradigma de la agroecología, se pretende aportar al desarrollo de ésta con los principios de sustentabilidad planteados.

El presente trabajo es el resultado de un largo proceso de búsqueda que pretende establecer los *principios* para plantear la sustentabilidad de la agricultura, lo cual es crucial en el desarrollo de esta temática en forma sistemática, rigurosa y coherente. En este artículo se clasifican los conceptos unificadores en siete dimensiones fundamentales, relacionadas a la jerarquía de la naturaleza, dimensiones y actuaciones, capacidad sustentadora, ordenación y organización, paisaje cultural y el territorio.

Conservación y sustentabilidad

La conservación se ha definido como el mantener vivo y sin daño, pérdida, decaimiento o desperdicio la permanencia de una cosa o fenómeno. El concepto incluye la supervisión de la naturaleza como un todo y de sus diversos componentes tales como suelos, fauna silvestre, cobertura vegetal, ríos, bosques y praderas. Los actores sociales, los gestores del territorio y de la naturaleza, y diversas instituciones cumplen con estas funciones (Anónimo, 1991). Cabe destacar que este concepto también puede incluir las costumbres y virtudes.

El concepto de conservación toma fuerza en el mundo occidental cuando los *conservators* británicos de la India arribaron a EUA en 1907 y quedaron impactados por la degradación de los recursos naturales. Esto impulsó el cambio conceptual desde “economía de los recursos naturales” a lo territorial, acuñándose e institucionalizándose el concepto de “conservación” de recursos naturales en general.

La antítesis de la conservación fue la desertificación, concepto desarrollado inicialmente por Aubreville (1949) posteriormente redefinido por Kassas (1987) y Dregne (1978, 1987). En lo sustantivo, refleja la relación entre el efecto combinado de las actividades del hombre y las condiciones ambientales en el territorio, de tal manera que generan un agotamiento progresivo de su entorno hasta una degradación considerable a causa de su intervención y gestión (Glantz y Orvlovsky, 1983). Todo esto contribuyó a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación organizada por FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), UNESCO y OMM (Organización Meteorológica Mundial) (ONU, 1977) donde se definió desertificación como la intensificación o extensión del deterioro, especialmente en ambientes pluviales marginales; proceso que conduce a la reducción del potencial productivo con la consiguiente disminución de la biomasa, de la capacidad de explotación de la tierra, del rendimiento de los cultivos y del bienestar humano. La resultante de este proceso es lo que los romanos denominaban *agri deserti*. Ello ocurre cuando los procesos de uso de la tierra no consideran prácticas agrícolas que permitan conservar el estado ideal de los componentes más valiosos del ecotopo y de la biocenosis (Gastó, 1993).

La etapa siguiente debió ser la incorporación formal y sistemática del hombre organizado social, cultural, laboral y políticamente como actor, desencadenador y afectado por estos dos procesos antagónicos de conservación y desertificación. Al mismo tiempo ocurrió la incorporación de la tecnología y economía al medioambiente como un todo. Es así como se gesta una primera conferencia tendiente a evolucionar desde la conservación a la sustentabilidad, para luego llegar a su aceptación formal en la Conferencia de las Naciones Unidas de Estocolmo en 1972 (ONU, 1972). En ella se planteó que el medio ambiente no debe ser concebido solamente con sentido físico-natural sino que como una interacción entre el sistema natural y el social, además del medio construido y del sociocultural. Se indica además que las sociedades avanzadas

se percatan de la existencia de límites ecológicos en el planeta y que la pobreza es la causa fundamental del deterioro de los recursos naturales, lo cual se contradice con argumentos que fundamentan este deterioro en el modelo neoliberal económico y político imperante.

El modelo de crecimiento económico ilimitado comienza a cuestionarse en el estudio de un grupo de científicos liderados por el Profesor Dennis Meadows en Massachusetts Institute of Technology (Meadows et al., 1972) sobre los límites del crecimiento que plantean las restricciones físicas del planeta en relación con la población humana, el crecimiento económico ilimitado, la producción de alimentos, la industrialización, los recursos no renovables y la contaminación. Ello se complementa con el trabajo “Food Production and Energy Crisis” (Pimentel et al., 1973) como respuesta a la primera crisis energética que estaba ocurriendo en esos tiempos y con una serie de importantes trabajos como el de Mesarovic y Pestel (1975) y el equipo dirigido por Barney (1982), los cuales destacan en el proceso de construcción del denominado “Desarrollo Sustentable” (Alonso y Sevilla, 1995). Como resultante de lo anterior la Comisión Mundial para el Medioambiente y el Desarrollo (CMMD, 1987) (Comisión Bruntland), en 1987 definió formalmente el desarrollo sustentable como aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esto implica que existen tanto necesidades de la población como limitantes ambientales para satisfacerlas. La transformación de la economía y de la sociedad puede generar un aumento de la productividad y de la igualdad de oportunidades para todos (CMMD, 1987). Es en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (ONU, 1992) donde se afianza y se acuerda llevar a la práctica las conclusiones de la Comisión Bruntland. Tal como declararon “los Estados deberían cooperar en la promoción de un sistema económico internacional favorable y abierto que llevara al crecimiento económico y el desarrollo sostenible de todos los países”. Por lo tanto se requiere una nueva orientación de las relaciones internacionales (Alonso y Sevilla, 1995).

A diferencia de la conservación de recursos naturales, la sustentabilidad incorpora y da mayor especificidad a algunas de las siguientes dimensiones: (a) conservación de las funciones y capacidad productiva ecosistémica, (b) conservación de la producción de beneficios económicos, (c) conservación del ciclo hidrológico, (d) conservación del suelo, (e) conservación y desarrollo de la biodiversidad, (f) conservación y desarrollo de la calidad del paisaje, (g) conservación y desarrollo del balance de carbono, (h) diversificación de productos, (i) satisfacción de necesidades humanas, (j) desarrollo en armonía con comunidades locales, (k) distribución justa y equitativa de los beneficios entre los actores y entre las naciones, y finalmente (l) derechos de los pueblos originarios (Lele, 1991; Lawrence, 1997; Altieri, 1999; Altieri y Rojas, 1999; Montalba, 2005; Erlwein et al., 2007).

Aproximación jerárquica en la toma de decisiones

La teoría jerárquica es una expresión dialéctica de la Teoría General de Sistemas (Von Bertalanffy, 1975) que surge, en parte, como un movimiento hacia una ciencia general de la complejidad (Bohm y Peat, 1987; Capra, 1996) y que se aplica en todos los niveles de organización y escalas de trabajo. Sus operaciones lógicas básicas son la definición, la clasificación y la jerarquización. Su énfasis está altamente centralizado en la observación del sistema y sus raíces se encuentran en los trabajos del químico Prigogine, el psicólogo Piaget y el economista Herbert Simon. La jerarquía es un sistema interconectado en varios grados de comportamiento, donde las relaciones hacia arriba son asimétricas con las relaciones hacia abajo (Allen y Star, 1982; Haber, 1990). Los niveles superiores controlan (organizan) a los inferiores en función de las constantes de tiempo y espacio, presentando menos frecuencia de comportamiento (ritmos con ciclos más extensos) y más estabilidad, por lo que sirven de contexto y determinan el propósito de los niveles inferiores actuando como supersistemas (Naveh, 2000; Naveh, 2001; Wu y David, 2002; Gastó et al. 2005). Ferrater (1979) indica que existen cuatro tipos de jerarquía: del poder, lógica, ontológica y axiológica. La sustentabilidad del sistema se centra en estas dos últimas jerarquías (Mesarovic et al., 1971).

La creación y evolución de los sistemas, ecosistemas y organismos, se plantea como una estructura disipativa de la jerarquía de la organización natural (Gell-Mann, 1995; D'Angelo, 2002). Las actuaciones antrópicas que transforman y ordenan al sistema con propósitos económicos, sociales o naturales (conservación), conducen necesariamente a estados diferentes a los previos donde la disipación energética es común a todos ellos. Energía es el combustible que torna operativo al ecosistema, pero la tasa consumo energético del proceso está controlada por la disponibilidad de recursos, lo cual involucra todos los niveles jerárquicos. El ecosistema opera de manera de gastar la energía disponible necesaria para minimizar las constricciones de tiempo y espacio emanadas por las limitantes de recursos (como agua y nutrientes) (Reichle et al., 1975). En esta transformación, el estado que se logre puede ser sustentable o no, el cual a su vez requiere de un estímulo (input) que logre mantenerlo en ese estado, evitando que se alcancen estados disipativos diferentes al pretendido por la organización antrópica.

La jerarquía ocurre en múltiples sistemas (e.g. sistemas físicos, ecológicos, sociales, económicos, y políticos), por lo cual se hace necesario contar con una teoría jerárquica que permita interactuar en sistemas multidimensionales de comportamientos y de estructuras complejas. En la naturaleza ocurren simultáneamente diversos procesos de organización, que se expresan en escalas de tiempo y espacio diferentes (Figura 1). En las jerarquías mayores se tienen los procesos físicos que conducen a la organización de la materia en átomos. Bajo ésta se tiene a la organización química en moléculas de diversos compuestos, lo cual está necesariamente subordinado a las

leyes de la organización física y, además de la química propiamente tal, por lo cual se expresa en menores grados de libertad. El proceso geológico permite la organización en rocas, minerales y sus derivados, y el geomorfológico se encuentra subordinado a éste. De la misma forma, la biología está subordinada a todos los niveles anteriores además de las condicionantes propias de la biología. La generación de la vida en el planeta ocurre sólo cuando las condiciones físicas, químicas, geológicas y geomorfológicas componen un hábitat adecuado. La integración de lo inerte con lo biológico permite un nuevo nivel de organización: el ecológico, dado por los ecosistemas a través del proceso de sistemogénesis, el cual, al ser de mayor organización, es a la vez más disipativo (Gastó, 1980). Al estar subordinado a todas las jerarquías superiores, además de las propias de la ecología, sus grados de libertad son menores (Brady, 1994; Wy y Qi, 2000; Wu y David, 2002).

La generación de la naturaleza es a la vez la generación del escenario del hombre, sin lo cual sería impensable su existencia. Haber (1990) relaciona la artificialización de los ecosistemas con los tipos de uso del territorio en bioecosistemas, ecosistemas casi naturales, ecosistemas seminaturales, ecosistemas antropogénicos y en tecnecosistemas. Al igual que en el caso anterior se tiene como una jerarquía superior la organización social, que conduce al desarrollo de una cultura que se inserta en un contexto ecológico superior, el cual le permite adaptarse y a su vez modifica. Surge así la tecnología como un producto de la interacción de la naturaleza y la sociedad, lo cual corresponde a un nuevo orden de la materia, energía e información en otras dimensiones espacio-temporales. La tecnología a su vez permite interactuar con la organización de la naturaleza y con la ordenación de los niveles antrópicos superiores.

La economía regula y restringe las transacciones que ocurren en los niveles jerárquicos superiores. La política, conjuntamente con la economía, son los niveles más restrictivos de la jerarquía. Es donde se toman las decisiones de la sociedad organizada, por lo cual deben estar subordinadas a todos los niveles superiores. Su accionar está centrado en los límites de la universal legalidad de cada uno de los niveles jerárquicos (Figura 1). A manera de ejemplo, podría darse el caso que los legisladores de una nación decidieran que el agua, que se congela a nivel del mar a cero grados y ebulle a cien, lo hiciera a veinte grados y a doscientos respectivamente. Sería esto una decisión ilícita pues las leyes de la física no están subordinadas a las leyes políticas ni a las económicas.

Algo similar ocurre cuando se toman decisiones de políticas económicas, tecnológicas o sociales que transgreden los límites de la universal legalidad de la ecología, tal como cuando se sobrepasa la capacidad de uso de los suelos o con la cosecha indiscriminada de los bosques, del mar o la expansión de las ciudades más allá de los umbrales que mantienen el sistema territorial en equilibrio. Ejemplos de este tipo de transgresiones no son exclusivas de la identidad cultural cristiano occidental ni de los tiempos actuales, siendo dignos de mencionar los casos del colapso ambiental de

Isla de Pascua (Rapa Nui) (Pontig, 1992), la degradación de la Araucanía (Montalba, 2004; Montalba y Vera, 2007) y la extinción de los fueguinos (Erlwein, 2001). El problema de fondo de la sustentabilidad está dado por no respetar los niveles jerárquicos superiores, al traspasar los límites de la universal legalidad de cada uno. Una buena decisión debe ser lícita en todos y cada uno de los niveles jerárquicos. En este contexto, en coherencia con su enfoque respecto de la agricultura, la agroecología debiera respetar esta jerarquía, ya que utiliza una tecnología basada en procesos ecológicos y locales. En este sentido, la agroecología se basa en la organización ecológico-natural, la cual tiende a ser potenciada mediante manejos. Por otra parte, es importante que la agricultura también se subordine a la ordenación ecológico-

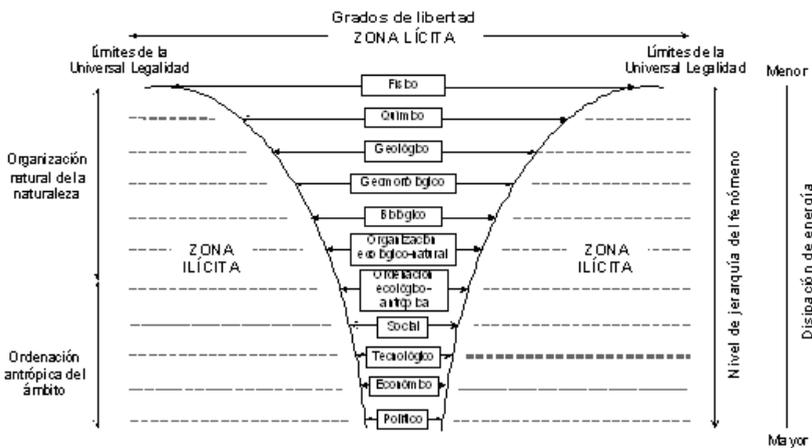


Figura 1. Esquema generalizado de los diversos niveles jerárquicos y de sus grados de libertad dados por la universal legalidad del fenómeno. La física es el nivel jerárquico más alto, seguido por química, geología, etc. Mientras menor es el nivel jerárquico los grados de libertad que determinan la zona lícita de toma de decisiones también disminuyen. El traspaso de estos límites de la universal legalidad fundamenta la insustentabilidad.

antrópica (ordenación territorial); el dónde hacer agricultura, la intensidad de artificialización, son decisiones que deben estar enmarcadas dentro de una planificación adecuada del territorio territorial. Adicionalmente, la tecnología utilizada para hacer agricultura debe ser viable en todas sus jerarquías superiores, incluyendo la dimensión social. De este modo la cultura local es clave para determinar el estilo y los manejos de agricultura exitosos.

Dimensiones y actuaciones

Son escasas las temáticas que pueden competir con el creciente reconocimiento de la dependencia e impactos humanos medioambientales sobre la biósfera, lo que se expresará como el componente clave de nuestra época y espíritu cuando se escriba

la historia del período actual (Nisbet, 1982; Rosa, 2000), todo lo cual está estrechamente ligado con la sustentabilidad (Turner, 1973).

La sustentabilidad puede ser una herramienta analítica para insertar los impactos humanos en el ambiente, los cuales son inseparables de las diversas dimensiones del fenómeno, a saber: (a) antropocéntrica, que plantea al hombre como eje central del problema, (b) ecocéntrica, la cual establece que el eje central es el escenario del hombre, es decir, su entorno, (c) local, que localiza el problema en su escala directa de actuación y (d) global, donde las conexiones se establecen en escala de la totalidad de la ecósfera.

Klijn y Udo de Haes (1994) plantean un enfoque de aproximación territorial que permite transitar gradualmente desde lo local a lo global. El planeta se presenta como una ecósfera con un conjunto de esferas jerarquizadas desde el clima hasta la vegetación y fauna, y desde lo local a lo global a través de estructuras y procesos. Entre éstos últimos se tiene el transporte de energía y de materia, la génesis del sistema y la existencia de componentes inferiores y de otros componentes dependientes. El sistema que proponen de clasificación va desde ecozonas a escalas muy pequeñas hasta ecoelementos en escalas locales detalladas.

En la cultura occidental, que se presenta como estrechamente relacionada con la tradición judeo-cristiana, se establece el origen del hombre como una creación divina. La naturaleza existe para servir al hombre el cual a su vez recibe el mandato de crecer y multiplicarse, simultáneamente con dominar la tierra, las aves del cielo y los peces del mar, con la sola restricción de no utilizar el árbol del fruto prohibido. No es posible en la actualidad actuar independientemente y aislando los sistemas ecológicos de los sociales, ya que está en riesgo la estabilidad ecológica que permiten la vida plena del hombre (Low et al., 1999; Jentoft, 2007).

El espíritu moral, intelectual y cultural de una época (*Zeitgeist*) está determinado por la relevancia de las dimensiones de antropocentrismo y ecocentrismo, el grado de influencia de lo local y lo global en las actuaciones que se llevan a cabo. De esta forma, la sustentabilidad del sistema debe plantearse y analizarse de acuerdo al *Zeitgeist* correspondiente. Existen además otras aproximaciones que diferencian o explican las distintas épocas en la historia del hombre (Rosa, 2000): Hegel establece que cada período histórico tiene sus propias temáticas; Mill introduce la tradición utilitaria y empirista; Comte desarrolla la idea que la historia es gobernada por leyes que claramente definen las diferentes épocas tales como la época de la Fe, de la Razón, de la Ciencia Positiva y actualmente la del Ambientalismo (donde se localiza la sustentabilidad); Giddens y Beck incorporan el riesgo como una dimensión del ambientalismo; y Kant plantea que existe una huella seguida para alcanzar una época.

El crecimiento demográfico descontrolado, que se alcanza al finalizar el siglo XX, sobrepasa la capacidad de carga del planeta, lo cual conduce a afectar su sustentabilidad articulando ambos fenómenos entre sí. Se logra en esta forma relacionar los pares contiguos de las cuatro dimensiones fundamentales con cuatro ejes de actua-

ción (Figura 2). Entre lo local y lo antropocéntrico se tienen los actores sociales o sociedad civil que operan directamente dirigiendo el fenómeno (Magel, 2000; Que-ron, 2002). La gobernanza del territorio está relacionada a la dimensión antropocéntrica y el contexto global. Dicho esquema establece las propiedades y demandas del sistema gobernado (natural y antrópico) y las provisiones que debe tener el sistema gobernante (antrópico) para darle controlabilidad al territorio (Jentoft, 2007). Además manifiesta las funciones generales del ecosistema que deben considerarse para tales efectos, tales como: la mantención de zonas destinadas al control de gases que producen el efecto invernadero, la regulación y purificación de las aguas y la conservación de la cultura (Costanza et al. 1997; Jentoft, 2007). La mantención y aplicación de acuerdos globales internacionales se localiza en la articulación entre el eje ecocéntrico y la globalización de las actuaciones (Naess, 1993a). Cualquiera que sea la naturaleza de las actuaciones, éstas deben estar condicionadas por restricciones de naturaleza ética y estética, las que se localizan entre el eje local y ecocéntrico. De no satisfacerse estas condicionantes se deteriora la sustentabilidad del sistema (Van Mansvelt, 1997).

La articulación que se genera entre las cuatro dimensiones del fenómeno y los ejes de actuación está dada por dos virtudes: *techné* y *phronesis*. La primera es la tecnología que puede ser un utensilio o artefacto correspondiente a un medio para alcanzar

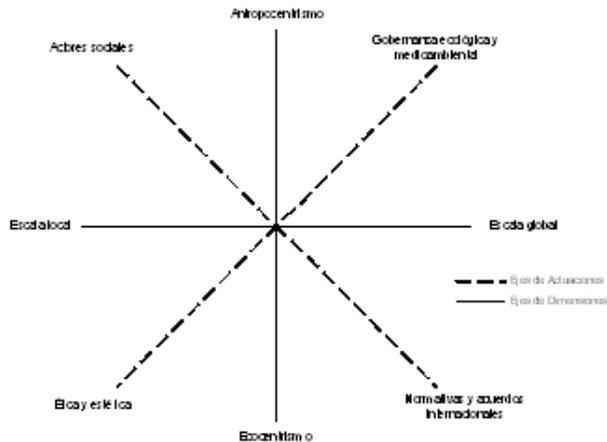


Figura 2. Dimensiones fundamentales que describen la sustentabilidad fenomenológica. Se generan entre ellos intervenciones de actuación.

un fin; la segunda corresponde a la prudencia (Vial, 1981). Ambas se deterioran en la medida que los requerimientos y las tasas de extracción de elementos del ecosistema son cada vez mayores y transgreden la universal legalidad llegando más allá de los umbrales de sustentabilidad del sistema. En este contexto, la presencia humana se

manifiesta mediante la actuación del hombre quien, en base a la *techné* y *phronesis*, transforma su entorno por lo que constituye una parte integral de todos los ecosistemas, siendo sus actuaciones relevantes en el impacto y deterioro global (McDonnell y Pickett, 1993; Vitousek et al., 1997; Lubchenco, 1998).

Las acciones que se realizan en el territorio afectan el grado de sustentabilidad del sistema. Su naturaleza e intensidad derivan del marco teórico-práctico aceptado por la comunidad de acuerdo al *Zeitgeist*, dado por la localización en sus cuatro ejes jerárquicos (Rosa, 2000). En el contexto ambiental las actuaciones en el sistema son siempre relevantes en relación a su sustentabilidad, lo cual ha sido planteado desde hace un largo tiempo (Lawes, 1847).

Capacidad sustentadora

El origen de este concepto se remonta a los siglos XVII y XVIII (Fernández, 1995), emergiendo a raíz de los debates surgidos en Europa en torno al crecimiento de la población y suministro de alimentos (Bartel et al., 1993). En esa época Malthus (1798) desarrolla una ecuación que relaciona el crecimiento de la población con el número de organismos presentes. En 1830, Verhulst propone la ecuación logística del crecimiento en función de los recursos presentes (Freedman, 1980). Finalmente, Odum (1953) introdujo el concepto de la asíntota de la curva logística y lo relaciona con la capacidad sustentadora del ecosistema (Dhonhot, 1989). El concepto se introdujo en ganadería intensiva, aplicado a praderas, a comienzos del siglo XX haciéndose gradualmente equivalente al concepto de K del modelo logístico (K corresponde al tamaño poblacional en una población en equilibrio en la curva logística de crecimiento poblacional; Odum, 1953). Este concepto se aplicó a la fauna silvestre en la década de 1930.

A fines del siglo XIX se acuña el concepto de producción sustentable del bosque, que es equivalente a la capacidad sustentadora (Braklacič et al., 1991). Su definición establece que la cosecha no debe exceder el crecimiento del volumen del bosque, e incluso debe asegurar la estabilidad de la población dependiente. Green (1985) introduce el concepto de capacidad ecológica, con el nivel de uso consistente con el no declive de los atributos ecológicos del sistema, por lo cual es una aproximación formal al relacionar la capacidad sustentadora con la sustentabilidad, pues en caso de que ésta se rebase se genera un proceso que se torna insustentable. También se ha aplicado el concepto a la capacidad sustentadora humana (Brown et al. 1987; Fernández, 1995). En este caso se relaciona directamente con conservación ecosistémica y la dimensión sustentable complementaria relativa a la capacidad antrópica. Constituyen, por lo tanto, un ligamiento formal relativo a la sustentabilidad entre lo antropogénico y lo ecocéntrico.

En 1977, Nieswand y Pizar (1977) introducen y desarrollan el concepto de capacidad de planificación del uso de la tierra, como una medida de la aptitud de un territorio

para dar cabida al crecimiento y desarrollo dentro de los límites definidos por la estructura del ecosistema y recursos existentes. Según Goldschalk (1977), estos límites representan el umbral de las funciones de transferencia de los sistemas naturales y artificiales por encima del cual los impactos del desarrollo pueden causar una degradación ambiental o social. Fernández (1995) indica que algunos autores, en relación con los debates sobre la sustentabilidad global y producción sustentable, consideran a la capacidad sustentadora en un contexto más amplio (Brown et al., 1987; Braklacić et al., 1991). Es así como Naredo (2004) plantea y asocia a la especie humana con una patología terrestre que se hace insustentable. Al violar los límites establecidos para el hombre por la naturaleza y la historia, la sociedad industrial engendró incapacidad y sufrimiento en aras de eliminar la incapacidad y sufrimiento (Ilich, 1996).

Los aportes al concepto y metodología de cálculo de la capacidad sustentadora, emanados a partir de la gestión ganadera y faunística, han sido de gran valor y han contribuido al desarrollo global del área. Dasman (1945) la define como el número de animales a pastoreo, de una clase dada, que puede mantenerse en buenas condiciones, año tras año, en una unidad de pastoreo sin perjuicio para las reservas de forraje o el suelo. Posteriormente, Mott (1960), desde otra perspectiva, lo define como la carga ganadera que soporta a la óptima presión de pastoreo. Scharnecchia (1990) introduce dos conceptos no considerados en las definiciones: el de gestión y el de objetivos específicos, pero no incluye el de sustentabilidad ecosistémica. Lo anterior puede hacerse extensivo a la sustentabilidad genérica si en lugar de carga ganadera se reemplaza por carga humana y la pradera se reemplaza por ecósfera.

Fernández (1995), le da una connotación genérica al concepto después de realizar una detallada revisión de los antecedentes y de su evolución y aplicabilidad. La capacidad sustentadora del ecosistema se define como la intensidad de utilización que puede soportar el ecosistema, sometido a una acción determinada, manteniendo su estado. Formalmente, Fernández (1995) expresa lo anterior como:

$$CS = f(\Sigma, \pi, E_j, \sigma_r)$$

donde, Σ representa al ecosistema y sus características, π es la acción que el hombre ejerce sobre el ecosistema a través de su tecnología (operador de artificialización), E_j es el estado del ecosistema y σ_r es el conjunto de recursos del ecosistema. En este contexto, para lograr la sustentabilidad del sistema, la intensidad de agricultura no debe ser superior a la determinada por estas variables. Cabe agregar que las características del ecosistema y el conjunto de recursos son difíciles de cambiar en escalas de tiempo humanas, mientras que el estado puede ser mejorado mediante restauración en el mediano a largo plazo. Sin embargo, la acción del hombre sobre el ecosistema es una variable clave y debe ser ajustada de modo de alcanzar la sustentabilidad del mismo .

4 Organización y ordenación

Margalef (1958) introduce la teoría de la información en la ecología. Dicha teoría y sus métodos se utilizan para evaluar la organización o el desorden de un sistema. En este contexto, la información y la diversidad en orden de los componentes, al menos desde un punto de vista práctico, pueden ser consideradas como iguales. Matemáticamente, la información de un sistema (I) se plantea por la siguiente ecuación:

$$I = K * \ln R$$

donde K es una constante y R es el número de casos posibles con igual probabilidad de ocurrencia. La noción de diversidad en ecología tiene sus raíces en la riqueza de especies o de los componentes en general y depende de la capacidad del sistema de discriminar entre ellos. Depende entonces de la capacidad de discriminar entre individuos, especies, genotipos y clases de ADN (Margalef, 1969). De la misma forma, el concepto de ecodiversidad expande la noción de diversidad al incluir componentes de clima, geomorfología, sitio, y agua, entre otras variables de la cuenca. En el desarrollo de una cuenca hidrográfica, o de cualquier ecosistema en particular, operan mecanismos de acumulación de energía organizada hasta alcanzar estados de mayor madurez o desarrollo al igual que en los sistemas genéticos. Todos estos sistemas son de naturaleza cibernética por su capacidad para autoorganizarse autopoiéticamente en respuesta a los cambios del medio externo e interno (Von Bertalanffy, 1975; Maturana y Varela, 1992). La información se expresa por mecanismos y el almacenamiento de información implica un aumento de la complejidad de los mecanismos. La eficiencia de un mecanismo aumenta en la medida que la complejidad organizada aumenta (Margalef, 1969).

La deriva natural aporta información al sistema (Maturana y Mpodozis, 2001). Los sistemas mejor conformados son capaces de seleccionar la información de manera de retener la información pertinente y rechazar la impertinente aumentando su nivel de complejidad. Se puede deducir de la teoría cibernética general que cualquier sistema que puede adoptar diversos estados automáticamente permanece en el más estable según las circunstancias. Se puede considerar que cualquier especie animal o vegetal contiene información, la cual al ingresar al sistema aumenta la complejidad e información total. También contienen información los elementos inorgánicos del sistema, tales como las partículas del suelo o una gota de agua. Llevando al límite las ideas anteriores, Wilson (1968) establece en el principio del orden desde el orden que la organización alcanzada por un sistema tiende a extenderse y, a través de la deriva natural, se prolonga hacia un sistema más estable y complejo. La deriva natural y los mecanismos de selección de orden desde el orden operan acumulando la cantidad de información hasta alcanzar un límite.

El proceso de cambio sistemogénico se rige por leyes y principios conocidos. Es ordenado, gradual y direccionado hacia un estado de mayor organización hasta alcanzar el estado de equilibrio en el clímax (Gastó, 1980). En los sistemas ecológicos

maduros (climácicos) se presenta una mayor complejidad que en los estados inmaduros previos. Presentan una mayor diversidad de organismos y estructuras de todas clases, así como una mayor complejidad de las relaciones entre organismos. A su vez, el flujo de energía que atraviesa los sistemas maduros tiende a ser más lento y la persistencia del carbono, cuyo ciclo acompaña ese flujo, tiende a ser mayor (González, 1981). La organización natural del sistema es genéricamente alterada por las actividades humanas de artificialización del sistema, lo cual implica necesariamente la aplicación de insumos de materia, energía e información provenientes de otros ecosistemas de la ecósfera y consecuentemente el cambio de numerosos atributos fundamentales de éste.

La transformación antropogénica de los ecosistemas naturales en artificiales implica cambiar desde estados naturales maduros hacia estados de menor complejidad y madurez, simplificando y desorganizando el sistema natural por medio de su explotación o la perturbación de sus ciclos, tal como ocurre con la agricultura *sensu lato* (cualquier actividad de artificialización de la naturaleza) (Margalef, 1963; Cooke, 1967; Odum, 1969; González, 1981). Se modifican sus estructuras y procesos fundamentales, los cuales pueden agruparse en energía de la comunidad, ciclos de nutrientes, eficiencia, homeostasis, agua, historia vital y estructura. Los aportes de insumos externos al sistema y el control antrópico que se haga son fundamentales para mantener la sustentabilidad de la ordenación antrópica de la complejidad del sistema en un estado de equilibrio dinámico. D'Angelo (2002) plantea en este contexto el contraste entre el paradigma de equilibrio del sistema, que establece el balance de la naturaleza (sistema homeostático: cibernética de primer orden), con el de no equilibrio (sistema adaptativo autopoiético: cibernética de segundo orden). Este último considera la existencia de discontinuidades y sorpresas en el entorno del sistema y el hecho que éstos funcionen lejos del equilibrio con capacidad de adaptarse y autoorganizarse (Costanza et al., 1991). La aplicación de la perspectiva evolutiva de los sistemas termodinámicos marca un punto crucial para el desarrollo de un paradigma alternativo al del equilibrio, tal como el trabajo pionero de Prigogine y Stengar (1984) sobre termodinámica del no equilibrio. El Sistema Complejo Adaptativo (Gell-Mann, 1995) es un modelo apropiado para los fenómenos ecológicos y sociales comprendidos en el paradigma del no-equilibrio, tales como los de la agricultura y ruralidad, y los de la sustentabilidad.

El modelo general de la dinámica de sistemas complejos de Holling (Costanza et al., 1993; Gunderson and Holling, 2001) enfatiza en la dimensión temporal del problema. Este modelo describe la dinámica del sistema en cuatro fases fundamentales: explotación, maduración, liberación y reorganización, las cuales se ordenan en dos ejes. Uno se refiere al capital acumulado y el otro a la conectividad (Figura 3). El ciclo refleja los cambios de magnitud del capital acumulado tales como nutrientes, carbono, energía e información y las conexiones expresadas como transporte de materia, energía e información que ocurren en cada cambio de estado. Las conexio-

nes externas a través del aporte y extracción de insumos deben ser consideradas en este proceso donde la reorganización del sistema corresponde a la restauración del ordenamiento para alcanzar un nuevo y sustentable equilibrio frente a un entorno cambiante.

D'Angelo (2002) incorpora al modelo de la dinámica de los sistemas complejos las etapas de desarrollo del sistema en períodos de estabilidad a partir de las propiedades formales de los sistemas cibernéticos de Von Bertalanffy (1975). Este modelo relaciona el grado de organización con el tiempo y el desarrollo de la sincronía y diacronía de los ritmos del sistema. A partir de ello, en el contexto del paradigma de no-equilibrio se puede puntualizar lo siguiente: (1) en la dinámica de todo sistema complejo, incluyendo el sistema predial, rural y comarcal y en escala comunal, regional o mundial, se alternan períodos de estabilidad relativa en las condiciones del entorno con períodos de inestabilidad, y (2) durante el período de estabilidad, la continuidad del sistema exige un ajuste progresivo a través de tres etapas consecutivas: la total indiferencia de los componentes, la segregación progresiva en subsistemas y la mecanización y centralización de subsistemas que determinan el orden. Durante el período de reajuste el sistema depende de su experiencia y de su flexibilidad de adecuación a las nuevas circunstancias, de manera de mantenerse permanentemente en un estado viable o colapsar. De esta forma, es posible plantear que la sustentabilidad depende en parte de la flexibilidad adaptativa del sistema y en parte de su memoria. El orden y la sustentabilidad de un sistema agrícola cualquiera, incluyendo el pre-

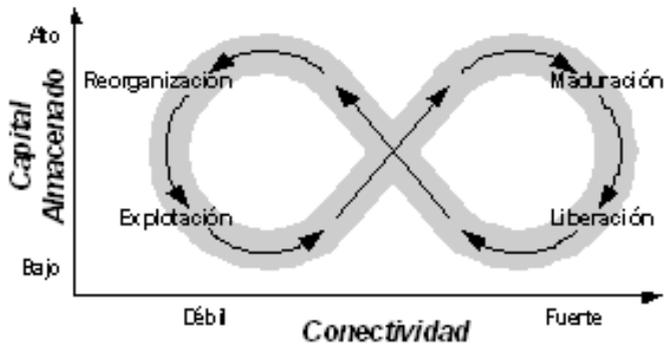


Figura 3. Modelo general de Holling (1988) sobre la dinámica de los sistemas complejos. El ciclo refleja cambios a través de cuatro etapas: explotación, maduración, liberación y reorganización, en dos atributos. Sobre el eje de la abscisa, el grado de conectividad (organización, complejidad) entre los elementos y subsistemas del sistema. Sobre el eje de la ordenada, la cantidad de capital acumulado en el sistema.

dial, rural y comarcal, se vinculan con la continuidad en el tiempo. Tal continuidad requiere que las actuaciones ejercidas sobre el sistema en escala local o regional (que pueden generar un estado sustentable o insustentable), se balanceen y ajusten

a las condiciones de un entorno cambiante. Cuando éste se modifica, la toma de decisiones y las actuaciones deben expresar la flexibilidad necesaria para pasar de una modalidad de ordenación a otra que corresponda a la nueva configuración del entorno. Por otra parte, la flexibilidad del sistema estará determinada por el grado de información o complejidad de éste por lo que mientras más simplificado sea el sistema menor será su flexibilidad o capacidad de adaptación ante disturbios o cambios en su entorno. A nivel de agroecosistema, la agroecología se basa en la potenciación de la diversidad funcional como mecanismo de regulación de plagas y enfermedades lo cual a su vez favorece la flexibilidad de éste.

Dado que el escenario natural expresado a través del clima, geoforma, sitio, vegetación, uso, cultura y otros, difiere de un lugar a otro, la flexibilidad y el orden de un sistema sustentable debe adecuarse en forma simétrica a la variabilidad de su entorno. Esto puede representarse como la Capacidad de Uso del Ecosistema, que depende de la vulnerabilidad y receptividad tecnológica del ámbito considerado, y sus relaciones de cambio como Sistema Complejo Adaptativo (Gastó et al., 1997). La desertificación, la erosión, la contaminación, la degradación de culturas locales, los contaminación acústica, son sólo algunos de los ejemplos más simples de observar del deterioro de la sustentabilidad cuando ésta no es contrarrestada con las acciones adecuadas (Gastó, 1993). En los entornos más frágiles se requiere incorporar mayor cantidad de insumos provenientes de otros ecosistemas y lugares para mantener el estado sustentable del sistema generando una mayor huella ecológica, mochila ecológica y distancia de transporte (cero kilómetro) (Wackernagel y Rees, 2001) En los de menor fragilidad, la estabilidad natural permite un mayor grado de artificialización sin que su sustentabilidad se deteriore (Gastó et al., 1997).

5 Determinantes de orden

La ordenación territorial consiste en la organización de los componentes, estructuras y funciones de un sistema ecológico buscando la correcta y armónica relación entre ellos y con la totalidad del sistema. En un arreglo topológico de extracción e introducción de elementos, en el contexto de la ecología del paisaje, sobre la matriz de fondo se insertan un conjunto de parches interconectados entre sí a través de corredores de manera que constituyen una unidad o un todo (Forman y Godron, 1986; Forman, 1995).

En la medida que los países se desarrollan y crecen en una magnitud nunca antes vista de acuerdo al planteamiento maltusiano, las necesidades de ordenación son cada vez mayores al incrementarse el crecimiento poblacional y el crecimiento de la demanda. El desarrollo masivo de la ciencia, ecología y economía, como producto de la investigación y desarrollo cultural, han incidido en actuaciones sobre el territorio que están reñidas con la sustentabilidad de la agricultura, la ruralidad y la urbanidad, y con las condiciones necesarias para el desarrollo de la calidad de vida.

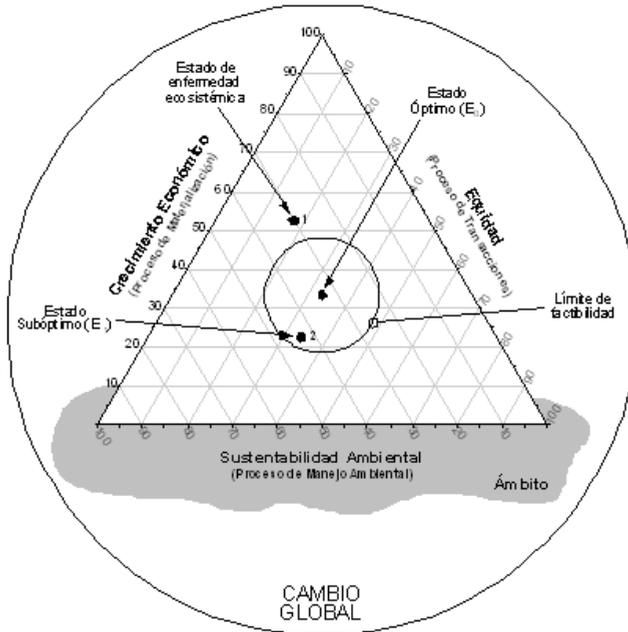


Figura 4. Esquema de la ubicación en función de los tres diferentes determinantes de orden: económico, ecológico y social; los cuales generan como resultante el paisaje cultural, que puede ser sustentable si se establece la mejor combinación entre ellos. En caso contrario, existe un grado de insustentabilidad dado por la distancia topológica que existe respecto del estado óptimo (Gastó et al., 1997).

Los objetivos y las actuaciones que se llevan a cabo no son neutras: son el producto de una cultura que al actuar sobre la organización natural genera nuevos escenarios para la vida, lo cual a la vez afecta la vida misma. La desertificación es un caso relevante de actuaciones deteriorantes que conducen al desarrollo del *agri deserti*, el cual a su vez determina negativamente al desarrollo humano insertándose, por tanto, en el proceso genérico de degradación del sistema que lo torna insustentable.

En la ordenación del territorio, donde se integra lo urbano con lo rural y natural, se tienen tres objetivos y metas que determinan su ordenación: económicos de producción, ecológicos de la naturaleza y sociales de los actores (Nijkamp et al., 1990). El determinante de orden puede ser sólo uno o bien una combinación ponderada de los tres, lo cual requiere de la determinación del espacio de solución que establezca la mejor combinación de las tres (D'Angelo, 2002) (Figura 4). Por otra parte, de acuerdo a las limitantes y potencialidades de cada sitio en particular el espacio lícito de solución cambia de posición (Figura 5).

Las determinantes económicas de la ordenación territorial para la agricultura establecen sus objetivos y actuaciones en base a aquello que produzca los mayores beneficios económicos. En el fondo se trata de tomar decisiones que conduzcan a

transformar el territorio en una industria productora de bienes y servicios de valor comercial (Costanza et al., 1991; Martínez-Alier y Roca, 2000). Es equivalente a la transformación de un campo (predio) en una fábrica de productos agrícolas, tales como cultivos, madera, ganado o pescado. Dicha transformación se sustenta en principios tales como la economía de escala, que busca aumentar la eficiencia al desarrollar operaciones de mayor magnitud y simpleza. Esto hace reducir al mínimo la diversidad del sistema, con lo cual se entra en conflicto con los otros determinantes de orden. Se establece además la eficiencia en el uso de la mano de obra, lo cual incide en una drástica reducción del empleo y de la vida rural. No se introducen limitantes a la utilización de energía fósil para hacer al sistema productivo y sostenible. Tampoco se limita el uso de pesticidas ni fertilizantes de ningún tipo, salvo los establecidos por la ley. El capital debe utilizarse para asegurar una máxima tasa de retorno, por lo cual se privilegia el corto plazo sobre el largo plazo, y las medidas de conservación de la naturaleza se reducen a un mínimo dado que no tienen ningún efecto en los beneficios económicos (Subercaseaux, 2007; Erlwein et al., 2008). Sin embargo, existen

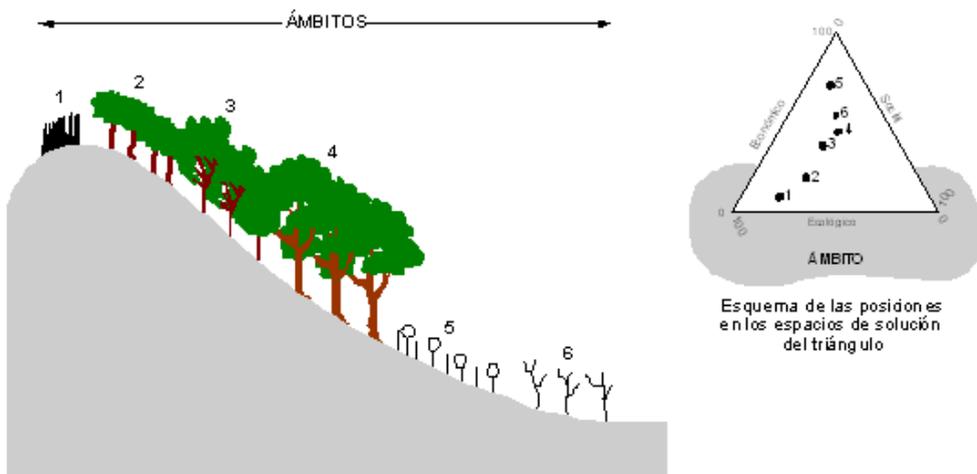


Figura 5. Determinantes de orden económico, ecológico y social, y esquema de su posición relativa de acuerdo a las características de la geomorfa y del sitio (Gastó et al., 1997).

algunos intentos de favorecer la sustentabilidad ecológica en el largo plazo por sobre el retorno económico en el corto plazo (Barber, 2006).

Las determinantes medioambientales de ordenación territorial se centran en la conservación de la naturaleza en su nivel máximo posible. Se privilegian los atributos de armonía que deben existir entre los diversos componentes del ecosistema, los ritmos naturales relacionados con la biología de las especies y de las cadenas tróficas naturales, y los ciclos biogeoquímicos relativos a la recirculación de desechos naturales y artificiales del ecosistema. Se desarrolla la biodiversidad en todas sus dimensiones. El sistema debe funcionar sólo en base a energía solar. No se incorporan

agroquímicos que puedan afectar el usual funcionamiento del ecosistema y sólo se permiten sustancias orgánicas inocuas. Se valoran los sonidos y aromas propios de la naturaleza. La conservación natural del sistema es uno de los objetivos primarios, por lo cual el largo plazo es una condición esencial.

Las condicionantes sociales de ordenación territorial restringen el uso del territorio de manera de estructurarlos en función de los requerimientos de los actores sociales. Se toman decisiones relativas a localizar los asentamientos humanos en los mejores lugares para la vida de calidad, tal como aquellos en los cuales las condiciones climáticas y geomorfológicas sean ideales. Además las condiciones sanitarias deben ser adecuadas para la vida y deben existir los recursos necesarios para su sustento material.

Una baja biodiversidad, tal como lo que ocurre en los sistemas agrícolas de alta productividad en agricultura convencional, es óptima en sistemas altamente subsidiados por flujos de energía auxiliar de alta calidad (tal como la proveniente de combustibles fósiles), y por un alto consumo de nutrientes; en tanto que una alta diversidad (tal como ocurre en cultivos manejados en base a la agroecología) está asociada a un bajo nivel de insumos externos y dependen del reciclaje interno de nutrientes (Odum, 1975). El precio que se debe pagar al desarrollar ecosistemas agrícolas-comerciales de alto potencial es un incremento en los costos de ordenación territorial y de gestión de los sistemas. La Revolución Verde está asociada a este proceso de incremento productivo (Winkelmann, 1993).

Está claro que estas tres dimensiones no se pueden maximizar simultáneamente, pues son en un alto grado mutuamente excluyentes. Es por ello que deben establecerse en cada caso umbrales que permitan condicionar las funciones de transferencia, entre una y otra dimensión, que hagan posible establecer el espacio ideal de solución de acuerdo a lo indicado en las Figuras 4 y 5. En la búsqueda de la solución se requiere una primera aproximación ontológica al problema, la cual permite contar con un conocimiento cabal *ad hoc* del escenario donde se llevan a cabo las acciones de ordenación del territorio. El análisis consiguiente debe plantearse incorporando las cuatro dimensiones axiológicas fundamentales del ordenamiento territorial, a saber: funcional, estética, ecológica y vital. El resultado de este análisis debe permitir lograr la localización del espacio lícito y punto óptimo de solución que determine la posición armónica de integración y compatibilidad de las tres dimensiones de orden (Ohrens et al., 2007).

6 Paisaje cultural

Cataldi, matemático y diseñador de Bologna, planteaba en el siglo XVI que el hombre modifica la naturaleza hasta que la transforma gradualmente en su paisaje cultural. Con ello genera un escenario sustentable si las acciones llevadas a cabo permiten el desarrollo de un entorno compatible con su calidad de conservación, vida y demás

atributos sociales de interacción entre ambos. En caso contrario, tal como ocurre cuando se desencadenan procesos de desertificación, el sistema se torna insustentable (Gastó, 1993).

Paisaje cultural puede ser definido como lo que queda después de haber actuado sobre el territorio (De Bolos et al., 1992; Gastó et al., 2006); es por lo tanto un producto de la actividad antrópica sobre la naturaleza, proceso que está condicionado a la cultura del actor social. Las actuaciones antrópicas ocurren en todos los niveles jerárquicos de la naturaleza, desde los más altos; tales como el químico, salinizando y perdiendo fertilidad de suelos; el geomorfológico, erosionando; el biológico, reduciendo la biodiversidad; y el ecológico, afectando los ritmos y la armonía del ecosistema agrícola y rural. Su mayor impacto, sin embargo, ocurre en las jerarquías inferiores, donde se altera la organización ecológico-natural generando un orden ecológico-antrópico, el cual consiste en el paisaje cultural. En lo social, por ejemplo, si la localización de los asentamientos humanos no considera las restricciones naturales del paisaje (su organización ecológico-natural: e.g. relieve, disponibilidad de agua, disturbios naturales) difícilmente podrá ofrecer los servicios urbanos (e.g. abastecimiento de agua y energía) y ser sustentable. En cuanto la tecnología, si ésta no se subordina a las restricciones jerárquicas (naturales y sociales), el paisaje cultural tiende a degradarse como ocurre por ejemplo con la construcción de caminos o la tala rasa de bosques de tal forma que el suelo se erosiona, y la contaminación de napas subterráneas por uso indiscriminado de fertilizantes químicos. El nivel económico, por otra parte, al darle valor comercial a los diversos productos y servicios, no representa necesariamente el valor ecológico de éstos y distorsiona la toma de decisiones favoreciendo utilidades por sobre la sustentabilidad del sistema. La política, siendo de inferior jerarquía tiene un mayor poder fáctico, y legisla e impone acciones sobre los niveles superiores, traspasando frecuentemente los límites de la universal legalidad por lo cual el paisaje cultural puede tornarse insustentable.

El concepto de cultura se puede definir como el estilo con el cual las comunidades humanas interpretan, simbolizan y transforman su entorno. Al interpretar su entorno como concepto límite local o global, le dan sentido a sus actuaciones con el fin de lograr una nueva configuración general ordenada del sistema como unidad y unicidad. En una expresión más simple, cultura es la forma de relacionarse con el mundo. Esto incluye necesariamente la ciencia, tecnología, religión, mitos, arte, costumbres, lenguajes, belleza y sentido de pertenencia. En este sentido el paisaje es por lo tanto una creación antrópica. En último término es cultural y se forja a través de múltiples actuaciones tales como: urbanismo, industria, cultivos, forestería, ganadería, transporte, pesca, minería y otros.

La racionalidad última de los actores sociales, como agentes cognitivos, es mantener el acoplamiento estructural con su dominio de existencia (Maturana y Varela, 1972, 1992; Röling, 2000). En este contexto, las determinaciones mutuas que mantienen este acoplamiento coevolutivo entre el actor social y su escenario son de naturaleza

emocional (Plutchik, 2001). El actor experimenta una emoción frente al fenómeno que percibe y ésta determina la actuación generadora del paisaje, lo que a su vez retroalimenta su percepción (Capra, 1996). Parafraseando a Cataldi, a través de este mecanismo el paisaje cultural recíprocamente modela al hombre y lo transforma en actor en un contexto coevolutivo de determinaciones mutuas (Vera, 2006).

7 Agricultura, ruralidad, predio y comarca

La agricultura puede ser definida en diversas formas. Lawes (1847) la define como el proceso de artificialización de la naturaleza, con algún objetivo determinado tal como producir alimento, fibras, cuero, madera o belleza escénica. Incluye por lo tanto un proceso de transformación, un actor social y un objetivo dado. En este contexto, la agricultura *sensu lato* abarca numerosas actividades relacionadas con el uso múltiple de la tierra con propósitos de producción (chacarería, forestería, acuicultura, ganadería, entre otros), protección (de suelos, de fauna, de riberas, de paisajes, entre otros) y de recreación (cabalgadura, canotaje, senderismo, pesca deportiva, entre otros).

Según Röling (2000), el soporte cognitivo de la toma de decisiones colectiva se dimensiona en cuatro componentes: lo valórico, la teoría, el contexto y la acción (Figura 6). Según la definición de Lawes (1847), lo valórico debe basarse en una racionalidad ecológica dada por principios, leyes y estructuras ecosistémicas. Es por ello que cualquiera que sea el estilo de agricultura, éste debe cumplir con todos los atributos de sustentabilidad y operatividad. En lo teórico el modelo debe ser constructivista, por lo cual debe generarse dentro de un marco epistemológico de subjetividad colectiva. Consistentemente, la acción debe ser deliberada y colectiva de acuerdo a la cultura de los actores sociales y a la percepción que tengan de las condicionantes propias de la naturaleza. Por último, el contexto de la agricultura debe centrarse en el hombre como la mayor fuerza de la naturaleza generadora del paisaje cultural en su entorno, por lo cual el futuro es un artefacto humano; sin embargo, la alta concentración demográfica y el uso imprudente que hacemos usualmente de la tecnología evidencia que carecemos de un instrumento intelectual que nos permita entendernos con esta fuerza (Lubchenco, 1998).

Si en lugar de la definición de Lawes, se emplea una definición que plantee la agricultura con un enfoque productivista, las cuatro dimensiones del soporte cognitivo de la toma de decisiones colectiva se modifican fundamentalmente. En consecuencia, las acciones resultantes de este planteamiento son más proclives a generar situaciones de insustentabilidad territorial. La definición de agricultura que se utiliza determina el paradigma que gobierna las acciones sobre el paisaje cultural y su grado de sustentabilidad.

Cabe señalar que el actual marco teórico de la agroecología introduce conceptos coherentes con el soporte cognitivo descrito por Röling (basado en la definición de



Figura 6. Esquema del soporte cognitivo de la toma de decisiones de la agricultura en función de la definición de Lawes (1847) como la artificialización de la naturaleza (basado en Röling, 2000).

agricultura de Lawes), ya que se basa en una racionalidad ecológica por sobre la productivista y es sensible a la cultura local.

Desde el punto de vista de la ontología del lenguaje, agricultura en castellano tiene más bien un significado restringido al laboreo de la tierra y cultivo de terrenos de labor. En inglés, en cambio, existe una diferencia sustantiva entre cropping y husbandry (que se analogan con agricultura en castellano), y farming y ranching, dado que estos últimos tienen claramente una connotación territorial. En castellano sería equivalente a acuñar un verbo que no se utiliza, tal como “prediar” derivado de predio o “fincar” derivado de finca. Expresiones inglesas tales como “*farming and the fate of wild nature*” sólo se justifican en un contexto de ordenación, gestión y administración territorial, predial o comarcal (Imhoff y Baumgartner, 2006). Desde el punto de vista operativo, el predio (hacienda, rancho, fundo, ejido, comunidad, quinta, parcela, finca, parque nacional o cualquier otro) puede ser definido como una unidad territorial organizada de toma de decisiones, que consiste en un espacio de recursos naturales renovables conectados interiormente y limitado exteriormente, cuyo fin es hacer agricultura (Ruthenberg, 1980; Gastó et al., 1984). La artificialización de la naturaleza contenida en el predio es la resultante de la aplicación de operadores de transformación sobre los recursos contenidos en el espacio-tiempo predial, el cual se diversifica en ambas dimensiones generando un paisaje cultural predial que puede ser sustentable o no.

Etimológicamente, rural en diversos idiomas originales europeos (améstico, islandés, avvis, tocario, latín, escocés y galés) significa espacio abierto. La esencia de la ruralidad es la apertura de tierras originalmente forestales o pratenses donde se insertan numerosos actores sociales que cumplen las más variadas funciones. Agricultura en cambio es de acuñación más reciente, en el año 1440, cuando comenzó la era de la especialización y de la masificación tecnológica con fines productivos pero sin

una connotación territorial. Aparentemente, resulta conveniente plantear que tanto agricultura como ruralidad son expresiones abstractas sin una connotación territorial; en cambio, predio y comarca tienen, respectivamente con las dos anteriores, una connotación de ordenación territorial. Tanto en el contexto predial como en el comarcal, agricultura y ruralidad corresponden a las acciones emprendidas después de la toma de decisiones de la sociedad, con el fin de lograr alguna respuesta dada u output del sistema.

La agricultura se integra necesariamente con lo urbano y con lo salvaje. Por lo cual, la economía tradicional (que emerge fundamentalmente desde lo urbano) produce una retroalimentación que la afecta en todas sus dimensiones, especialmente en las escalas de actuación, en el comercio y en la alimentación de la población. En la actualidad, comer bien significa que se debe generar calidad tanto para la población como para la tierra en que vivimos. Además, significa que el proceso sea sustentable por lo cual se debe estimular la producción local, de bajos insumos, de alta biodiversidad, de mínimos impactos ambientales y con mínimo costo de transporte y de elaboración (Boco et al., 2006).

Reflexiones finales

La sustentabilidad de la agricultura y de la ruralidad del siglo XXI requiere de un cambio de paradigma. El nuevo paradigma debería estar centrado en la escala espacio-temporal, dada por el territorio predial y comarcal, o en cualquiera de las escalas pertinentes de tiempo y espacio, desde lo local a lo global, en sus respectivos ritmos y flujos de las actuaciones individuales. El producto final debe ser evaluado en relación a la calidad del trabajo, paisaje cultural, producción, conservación y sustentabilidad, en lugar de los parámetros tradicionales centrados en lo político, económico y tecnológico.

La sustentabilidad de la agricultura y ruralidad se expresa en una multiplicidad de tipos y niveles dados por las dimensiones de los objetivos y metas establecidas por lo antropocéntrico, ecocéntrico, local y global, debiendo en cada caso determinarse el punto focal que corresponda al área específica del tipo de sustentabilidad perseguida. Esto se expresa en grados de intensidad y escala. La magnitud del grado de sustentabilidad, en cambio, está dada por las actuaciones de la sociedad, las determinantes de la gobernanza de los acuerdos locales y globales, y de las restricciones éticas y estéticas impuestas al sistema por la sociedad. En este sentido, la agroecología representa un paradigma compatible con los principios para la sustentabilidad planteados en este trabajo. Sin embargo, resulta necesario integrar escalas espacio-temporales superiores al predio, tales como la comarca, el territorio en el cual se inserta el predio (tanto en un sentido físico y territorial como económico y social). La comarca es el ámbito dentro del cual se expresa la ruralidad y el predio es el escenario donde se realiza agricultura. Por tanto, no es posible lograr la sustentabilidad de la agricultura

si no se incorpora formal y explícitamente la ruralidad.

La ordenación del territorio campestre se centra en tres condicionantes diferentes que respaldan las actuaciones del hombre dadas por: la *praxis*, que son aquellas que se justifican a sí mismas, tal como la ruralidad; la *poiesis*, que son aquellas que se justifican para otros fines, tal como las “fábricas de alimento”; y por el *saltus* correspondiente a territorios que escapan a la intervención humana, tal como las áreas salvajes.

La organización natural de los sistemas ecológicos ocurre en múltiples jerarquías, donde cada una se rige por principios y leyes definidas y se expresan en estados diferentes sin traspasar los límites de la universal legalidad y con costos de energía, materia e información, autosustentables. El ordenamiento dado por el hombre en cambio se ajusta en cada caso a las necesidades y funciones autoimpuestas por la sociedad, que pueden ser caprichosas o imprudentes sobrepasando con frecuencia la capacidad sustentadora del sistema. La mantención del nuevo orden del sistema, impuesto por la sociedad, requiere de la aplicación de insumos de materia, energía e información provenientes de otros lugares y épocas, lo cual se expresa a través de la huella ecológica, mochila ecológica y distancia de transporte (Wackernagel y Rees, 2001). En la sociedad actual, los diferentes ordenamientos dados por el hombre tienen en común un costo energético adicional proveniente de transformaciones que implican un gasto elevado de energía fósil que suele ser menor en los sistemas naturales, medio en los rurales y elevado en los urbanos e industriales. El cambio de estado generado por la artificialización de los sistemas naturales a antroppo-sistemas de naturaleza agrícola y rural implica actuaciones impuestas por las determinantes de orden económico, social y natural, lo que conduce a un nuevo paisaje cultural. Éste lleva implícito un costo adicional de sustentabilidad que varía de acuerdo a los objetivos y metas establecidas, y las restricciones y capacidades de carga y descarga de los sistemas. El tema de fondo es la distancia topológica que se establece entre la organización natural del sistema y la ordenación antrópica. La cultura y las condicionantes naturales son el tema medular del problema, en consecuencia, la tierra será como sean los hombres.

Bibliografía

- Allen, T. y T.B. Star. 1982.** *Hierarchy: perspectives for ecological complexity.* The University of Chicago Press. Chicago, USA. 310 pp.
- Alonso, A. y E. Sevilla, 1995.** *El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad.* Páginas 93-119. En: A. Cadenas (ed.). *Agricultura y Desarrollo Sostenible.* MAPA. Madrid, España.
- Altieri, M. 1999.** *Agroecología, Bases Científicas para una Agricultura Sustentable.* Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 338 pp.
- Altieri, M. y A. Rojas. 1999.** *Ecological impacts of Chile's neoliberal policies, with special emphasis on agroecosystems.* *Environmental, Development and Sustainability* 1:55-72.
- Anónimo. 1991.** *Manual de conservación del suelo y del agua. Tercera Edición,* SARH, SPP. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 574 p.
- Aubreville, A. 1949.** *Climats, forêts et desertification de l'Afrique tropicale.* Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales. Paris, Francia. 361 pp.
- Barber, D. 2006.** *Will agricultural economics change in time? Páginas 210-213.* En: D. Imhoff, and J. Baumgartner (eds.). *Farming and the Fate of Wild Nature.* Watershed Media. Healdsburg, California, USA.
- Barney, G. 1982.** *El Mundo en el Año 2000. En los Albores del Siglo XXI. Informe Técnico.* Tecnos. Madrid, España. 985 pp.
- Bartel, G., B. Norton y G. Perrier. 1993.** *An examination of the carrying capacity concept. Pages 89-103.* In: H. Roy, R. Behnke (Jr.), I. Scoones and C. Kerven (eds.). *Range Ecology at Disequilibrium: New Models of Natural Variability and Pastoral Adaptation in African Savannas.* Overseas Development Institute. Londres. Gran Bretaña. 248 pp.
- Boco, J., A. Jabine, G. Schueller y D. Seidman. 2006.** *A taste for conservation. p. 214-223.* In: D. Imhoff, and J. Baumgartner. *Farming and the Fate of Wild Nature.* Watershed Media. Healdsburg, California, USA.
- Bohm, D. y F. Peat. 1987.** *Science, Order and Creativity. A Dramatic Look at the Roots of Science and Life.* Bantam Books. NY, USA. 280 p.

- Brady, R. 1994.** *Pattern description, process explanation, and history of morphological sciences.* p. 7-31. In: L. Grand, and O. Rieppel. *Interpreting the Hierarchy of Nature: Transsystemic Patterns to Evolutionary Process Theories.* Academic Press. San Diego. California, USA.
- Braklacič, M., C. Bryant y B. Smith. 1991.** *Review and appraisal of concept of sustainable food production systems.* *Environmental Management* 15:1-14.
- Brown, B., M. Hanson, D. Liverman y R. Maredith. 1987.** *Global sustainability: toward a definition.* *Environmental Management* 11:713-719.
- Callicott, B. 1988.** *Agroecology in context.* *Journal of Agricultural Ethics.* 1: 3-9.
- Capra, F. 1996.** *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos.* Editorial Anagrama. Barcelona, España. 359 p.
- CMMD. Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo. 1987.** *Nuestro futuro común.* CMMD (Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo). Alianza. Madrid, España. 460 pp.
- Cooke, G. 1967.** *The pattern of autotrophic succession in laboratory microcosm.* *Bioscience* 17:717-721.
- Costanza R., L. Wainger, C. Folke y K. Mäler. 1993.** *Modeling complex ecological economic systems.* *BioScience* 43:545-555.
- Costanza R., R. D'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neil, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton y M. Van den Belt. 1997.** *The value of the world's ecosystem services and natural capital.* *Nature* 387:253-260.
- Costanza, R., H. Daly y H. Bartholomew. 1991.** *Goals, agenda, and policy recommendations for ecological economics.* p. 1-20. In: R. Costanza (ed.). *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability.* Columbia University Press. NY, USA.
- D'Angelo, C. 2002.** *Marco conceptual para la ordenación de predios rurales.* Páginas 205-223. En: Gastó, J., P. Rodrigo y I. Aránguiz (eds.). *Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales.* Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.

- Dasman, W. 1945.** *A method for estimating carrying capacity of rangelands.* *J. Forestry* 43:400-402.
- De Bolos, M. 1992.** *Manual de Ciencia del Paisaje: Teoría, Métodos y Aplicaciones.* Masson. Barcelona. España. 273 pp.
- Dhonhot, A. 1989.** *Carrying capacity: a confusing concept.* *Acta Oecologica* 9:337-346.
- Dregne, H. 1978.** *Desertification: man's abuse of the land.* *Journal Soil and Water Conservation* 33:11-14.
- Dregne, H. 1987.** *Soil erosion: cause and effect.* *Land Use Policy* 4:412-418.
- Erlwein, A. 2001.** *The extinction of the fuegians, an example of the western crisis of perception. Essay Master of Science in Holistic Sciences.* Schumacher College, Dartington, UK. 15 pp.
- Erlwein, A., A. Lara y M. Pradenas. 2007.** *Industria de la celulosa en Chile. Un modelo de desarrollo no sustentable (En prensa, Argentina).*
- Fernández, P. 1995.** *Metodología para Determinar la Capacidad Sustentadora Animal en un Contexto de Uso Múltiple. Aplicación al Ecosistema Mediterráneo. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 220 pp.*
- Ferrater, J. 1979.** *Diccionario de Filosofía.* Ariel. Barcelona, España. 3.589 p.
- Forman R. 1995.** *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions.* Cambridge University Press. Cambridge, UK. 612 pp.
- Forman, R. y M. Godron. 1986.** *Landscape Ecology.* John Wiley and Sons. NY, USA. 618 pp.
- Freedman, H. 1980.** *Deterministic Mathematical Models in Population Ecology.* Marcel Dekkar Inc. NY, USA. 254 pp.
- Gastó J., M. Pino, V. Fuentes, S. Donoso, S. Gallardo, N. Ahumada, C. Gálvez, C. Gatica, M. Retamal, C. Pérez y L. Vera. 2005.** *Metodologías para la Planificación Territorial.* Ministerio de Cooperación y Planificación.

Santiago, Chile. 144 pp.

Gastó J., R. Armijo y R. Nava. 1984. *Bases heurísticas del diseño predial. Sistemas en Agricultura. IISA 8407. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 41 pp.*

Gastó, J. 1980. *Ecología, la Transformación de la Naturaleza. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 563 pp.*

Gastó, J. 1993. *La desertificación: los posibles elementos de lucha. Páginas 47-77. En: J. Cubero y M. Morero (eds.) La Agricultura del Siglo XXI. Mundi-Prensa. Madrid, España.*

Gastó, J., L. Vélez y C. D'Angelo. 1997. *Gestión de recursos vulnerables y degradados. Páginas 77-116. En: E. Viglizzo (ed.) Elementos para una Política Agroambiental en el Cono Sur. PROCISUR del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICH. Libro Verde. Montevideo, Uruguay.*

Gastó, J., L. Vieli, y L. Vera. 2006. *Paisaje Cultural. De la Silva al Ager. Agronomía y Forestal UC (Chile) 28:29-33.*

Gell-Mann, M. 1995. *El Quark y el Jaguar. Aventuras en lo Simple y en lo Complejo. Tusquets Editores S.A. Barcelona, España. 413 p.*

Glantz, M. H. y N. S. Orlovsky. 1983. *Desertification: A review of the concept. Desertification Control Bulletin 9:15-22.*

Goldschalk, D. 1977. *Carrying capacity: a promising growth management tool. Pages 10-11. In: Environmental Comment. The Urban Land Institute. Washington DC., USA.*

Gómez, J. (ed.). 1981. *El Tiempo en las Ciencias. Problemas Fundamentales del Hhombre. Enfoque Interdisciplinario. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 216 pp.*

González, F. 1981. *Ecología y Paisaje. H. Blume Ediciones. Madrid, España. 250 p.*

Green, B. 1985. *Countryside conservation. The protection and management of amenity ecosystem. The Resource Management 11:713-719.*

- Gunderson, L. and C. Holling. 2001.** *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems.* Island Press.
- Haber, W. 1990.** *Using landscape ecology in planning and management.* Pages 217-232. In: I. Zonneveldt, and R. Forman (eds.). *Changing Landscapes: An Ecological Perspective.* Springer-Verlag. NY, USA.
- Ilich, I. 1996.** *La sombra que arroja nuestro futuro.* Páginas 69-85. En: N. Gardels (ed.). *Fin de Siglo: Grandes pensadores Hacen Teflexiones Sobre Nuestro Tiempo.* McGraw-Hill Interamericana, España.
- Imhoff, D. y J. Baumgartner. 2006.** *Farming and the fate of wild nature.* Watershed Media. Healdsburg, California, USA. 264 p.
- Jentoft, S. 2007.** *Limits of governability: Institutional implications for fisheries and coastal governance.* *Marine Policy* 31:360-370.
- Kassas, M. 1987.** *Seven paths to desertification.* *Desertification Control Bulletin* 15:24-26.
- Klijn, F. y H.A. Udo de Haes. 1994.** *A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification.* *Landscape Ecology* 9:89-104.
- Lawes J. 1847.** *On agricultural chemistry.* *J. Roy. Agric. Soc. England.* 8:226–260.
- Lawrence, D. 1997.** *Integrating sustainability and environmental impact assessment.* *Environmental Management* 21:23-42.
- Lele, S. 1991.** *Sustainable development: a critical review.* *World Development* 19:607-621.
- Low, B., R. Costanza, E. Ostrom, J. Wilson y C. Simon. 1999.** *Human ecosystems interaction: a dynamic integrated model.* *Ecological Economics* 31:227-241.
- Lubchenco J. 1998.** *Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science.* *Science* 279: 491- 496.
- Magel, H. 2000.** *Conference resume and presentation of the Potsdam Declaration Rural 21.* Pages 63-77. In: *Conference Volume Rural 21.* International

Conference on Future and Development of Rural Areas. EXPO 2000. Hanover, Alemania.

Margalef, R. 1958. *Information theory in ecology. General Systems* 3:36-71.

Margalef, R. 1963. *On certain unifying principles ecology. Am. Naturalist* 97:357-374.

Margalef, R. 1969. *Diversity and stability: a practical proposal and a model of interdependence. In: Diversity and stability in ecological systems. Brookhaven Symposia in Biology* 22:25-37.

Martinez-Alier, J. y J. Roca. 2000. *Economía Ecológica y Política Ambiental. PNUMA, Fondo de Cultura Económica. México. 493 pp.*

Maturana H. y F. Varela. 1972. *De Máquinas y Seres Vivos. Una Teoría de la Organización Biológica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 137 pp.*

Maturana H. y F. Varela. 1992. *The Tree of Knowledge, the Biological Roots of Human Understanding. Shambala Publications. Boston, USA. 269 pp.*

Maturana H. y J. Mpodozis. 2000. *The origin of species by means of natural drift. Rev. Chil. Hist, Nat.* 73:261-310.

McDonnell, M. y S. Pickett (eds.). 1993. *Humans as Components of Ecosystems: the Ecology of Subtle Effects and Populated Areas. Springer-Verlag. NY, USA. 364 p.*

Meadows, D.H., D.I. Meadows, L. Randors y W. Behrens. 1972. *The limits of growth: a report for the Club of Rome's project in the predicament of mankind. Universe Books. NY, USA. 205 p.*

Meeus, J., M. Winjermans y M. Vroom. 1990. *Agricultural landscape in Europe and their transformation. Landscape and Urban Planning* 18:289-352.

Mesarovic, M. y E. Pestel. 1975. *La humanidad en la encrucijada. Segundo informe al Club de Roma. Fondo de Cultura Económica. México. 261 p.*

Mesarovic, M., M. Macko y T. Takahara. 1971. *Theory of hierarchical multilevel systems. Academic Press. NY, USA. 294 p.*

- Montalba, R. 2004.** *Historia de la transformación del sistema hombre en el medioambiente en el secano interior de la IX Región de Chile. Una Aproximación Agroecológica.* Cuhuso 8: 18-38.
- Montalba, R. 2005.** *Agroecología como desarrollo rural sostenible en contextos indígenas, una aproximación crítica a partir de la realidad e historia de los mapuche de Chile. Tesis para optar al grado de Doctor en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible.* Universidad de Córdoba. Córdoba. España. 450 pp.
- Montalba, R., L. Vera y C. Osorio. 2007.** *¿Desarrollo sostenible o ecoetnocidio? Análisis agroecológico al proceso de expansión de monocultivos forestales desde la perspectiva de las poblaciones mapuche de Lumaco.* En: *Actas I Congreso de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología.* Colombia. 141 pp.
- Mott, G. 1960.** *Grazing pressure and the measurement of pasture production.* p. 606-611. En: *Proceeding of the VIII International Grassland Congress.* Reading. UK.
- Naess, A. 1993a.** Arne Naess. p. 65-111. In: P. Reed and D. Rothenberg (eds.) *Wisdom in the Open Air.* University Minnesota Press. Minneapolis. USA.
- Naess, A. 1993b.** Sigmund Kvaløy. Pages 113-152. En: P. Reed, and D. Rothenberg (eds.). *Wisdom in the Open Air.* University Minnesota Press. Minneapolis, USA.
- Naredo, J. 2004.** *Diagnóstico sobre la sostenibilidad: La Especie Humana como Patología Terrestre.* En: *Archipiélago N° 62. Jornadas sobre la sostenibilidad en el proyecto arquitectónico y urbanístico.* Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid, España. 12 pp.
- Naveh, Z. 2000.** *What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction.* *Landscape and Urban Planning* 50: 7-26.
- Naveh, Z. 2001.** *Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes.* *Landscape and Urban Planning* 57: 269-284.
- Nieswand, G. P y. Pizar. 1977.** *How to apply carrying capacity analysis.* p. 8-10. En: *Environmental Comment.* The Urban Land Institute. Washington DC., USA.

- Nijkamp, P., C.J.M. Van den Bergh, y P. Soetman. 1990.** *Regional sustainable development and natural resource use.* In: *Proceedings World Bank Annual Conference and Development Economics.* Washington DC., USA. p. 153-205.
- Nisbet, R. 1982.** *Prejudices. A philosophical dictionary.* Harvard University Press. Cambridge, MA, USA. 318 p.
- Odum, E. 1953.** *Fundamentals of Ecology.* W.B. Saunders, Philadelphia, USA. 384 pp.
- Odum, E. 1969.** *The strategy of ecosystem development.* *Science* 164: 262-270.
- Odum, E. 1975.** *Diversity as a functioning of energy flow.* p. 11-14. En: *W. Van Dobbar, and R. Lowe-McConnell (eds.). Unifying Concepts in Ecology. Report of the Plenary Sessions of the First International Congress of Ecology.* The Hague. Holland.
- Ohrens, O., J. Alcalde y J. Gastó. 2007.** *Orkestike. Agronomía y Forestal UC* 31: 22-25.
- ONU. 1972.** *Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente.* Estocolmo. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503> (consultado: noviembre, 2007)
- ONU. 1977.** *Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación. Asamblea general.* Nairobi. <http://www.un.org/documents/ga/res/32/ares32r172.pdf> (consultado: diciembre, 2007).
- ONU. 1992.** *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.* <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/riodeclaration.htm> (consultado: octubre, 2007).
- Pimentel, D., L. Hurd, A. Bellotti, I. Oka, O. Sholes y R. Whitman. 1973.** *Food production and energy crisis.* *Science* 182: 443-449.
- Plutchik, R. 2001.** *The nature of emotions.* *American Scientist* 89: 344-350.
- Pontig, C. 1992.** *Historia Verde del Mundo.* Ediciones Paidós Ibérica. Barcelona, España. 582 p.

- Prigone, I. y I. Stengar. 1984.** *Order out of chaos. Man's new dialogue with nature.* Bantam book. NY, USA. 349 p.
- Queron, C. 2002.** *Relaciones entre actores sociales y territorio rural. El caso de la comuna de Santo Domingo.* p. 717-751. En: J. Gastó, P. Rodrigo y I. Aránguiz. *Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales.* Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Lom Ediciones. Santiago, Chile.
- Redman, C.L., J.M. Grove, y L.H. Kuby. 2004.** *Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change.* *Ecosystems* 7: 161-171.
- Reichle, D., R. O'Neill y W. Harris. 1975.** *Principles of energy and material exchange in ecosystems.* p. 27-43. En: W. Van Dobben, y R. Lowe-McConnell (eds.). *Unifying concepts in ecology. Report of the plenary sessions of the First International Congress of Ecology.* The Hague, Holland.
- Röling, N. 2000.** *Gateway to the global Garden: Beta/Gamma Science for Dealing with Ecological Rationality. Eight Annual Hopper Lecture.* University of Guelph, Canada. 51 p.
- Rosa, E. 2000.** *Modern theories of society and the environment: the risk society.* p. 73-101. En: G. Spaargaren, A. Mol, and F. Buttel. *Environment and global modernity.* SAGE. International Sociological Association. SAGE Publication. London, UK.
- Ruthenberg, H. 1980.** *Farming Systems in the Tropics.* Clarendon Press. Oxford, UK. 366 p.
- Scharnecchia, D. 1990.** *Concepts of carrying capacity and substitution ratios, a system viewpoint.* *Journal of Range Management* 43: 553-555.
- Subercaseaux, D. 2007.** *Determinantes económicos en la ordenación territorial. Tesis Master of Science.* Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 277 p.
- Turner, T. 1973.** *Landscape planning: a linguistic and historical analysis of the term's use.* *Landscape and Planning.* 9: 179-192.

- Van Mansvelt, J. 1997.** *An interdisciplinary approach to integrate a range of agro-landscape values as proposed by representatives of various disciplines. Agriculture, Ecosystems and Environment* 63: 233-250.
- Vargas, G. 2005.** *Naturaleza y medio ambiente: una visión geográfica. Revista Geográfica Venezolana* 46: 289-304.
- Vélez, L.D. y Gastó, J. 2002.** *Metodología y determinación de los estilos rurales en escala predial. En: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile*
- Vera, L. 2006.** *Origin and challenges of Cultural Landscape. From Labyrinth to the Global Garden. Essay Master of Science in Natural Resources Sciences. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 31 pp.*
- Vial, J. 1981.** *El tiempo, cuestión de la filosofía. p. 31-53. En: Gómez, J. El tiempo en las ciencias. Problemas fundamentales del hombre. Enfoque interdisciplinario. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.*
- Vitousek, P., H. Mooney, J. Lubchenco and J. Melillo. 1997.** *Human domination on Earth's systems. Science* 277: 494-499.
- Von Bertalanffy, L. 1975.** *Perspectives of general system Theory. Springer Verlag. NY, USA. 253 pp.*
- Wackernagel W. y W. Rees. 2001.** *Nuestra huella ecológica, reduciendo el impacto humano sobre la tierra. LOM Ediciones. Santiago, Chile. 207 p.*
- Wilson, J. 1968.** *Increasing entropy of biological systems. Nature* 219: 534.
- Winkelmann, D. 1993.** *La revolución verde: sus orígenes, repercusiones, críticas y evolución. Páginas 35–45. En: J. Cubero, y M. Moreno (eds.). La Agricultura del Siglo XXI. Mundi–Prensa. Madrid, España.*
- Wu, J. y J. David. 2002.** *A spatially explicit hierarchical approach to modeling complex ecological systems: theory and applications. Ecological Modeling* 153: 7–26.
- Wy, J. y Y. Qi. 2000.** *Dealing with scale in landscape analysis: an overview.*

Geographic Information Systems. 6:1-5.

Juan Gastó¹, Leonardo Vera², Lorena Vieli³ y René Montalba⁴

¹Departamento de Ciencias Animales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Universidad Católica de Chile. Av. Vicuña Mackenna 4860. Santiago, Chile. jgasto@uc.cl

²Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Calle San Francisco s/n, La Palma, Casilla 4D. Valparaíso, Chile. lvera@ucv.cl

³Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara. CA, USA. lvieli@bren.ucsb.edu

⁴Instituto del Medioambiente y Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Av. Francisco Salazar 01145. Temuco, Chile. mrene@ufro.cl

Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción

Tomás León Sicard

La agricultura es una actividad compleja que involucra no solamente la producción de alimentos y fibras a partir de factores tecnológicos, dotaciones de recursos naturales e impulsos de capital, sino también una serie de procesos vinculados con los efectos que ella produce en las sociedades y en los ecosistemas. A partir de esta consideración, puede aceptarse fácilmente que las actividades agrarias son parte fundamental de las interacciones humanas con la naturaleza y desde esta perspectiva sus análisis pueden realizarse desde el punto de vista ambiental complejo. La agricultura es el resultado de la coevolución de ecosistemas artificializados y culturas humanas.

La ciencia agroecológica se inserta justamente en este campo del análisis ambiental de los agroecosistemas, asumiendo la complejidad que ello implica y generando nuevas aproximaciones teórico-prácticas, que han venido configurando lo que se ha dado en llamar el pensamiento agroecológico.

No obstante, debido al auge reciente de la Agroecología en tanto que ciencia, a la aparición de movimientos sociales que reivindican derechos fundamentales a partir del discurso político que emana de la Agroecología y al surgimiento de prácticas y procedimientos que surgen desde las distintas agriculturas alternativas, opuestas al modelo dominante de Revolución Verde (RV), existen varios conceptos que es necesario aclarar, discutir y depurar, a fin de establecer cuáles y de qué magnitud son los retos que debe afrontar esta ciencia en construcción.

Los esfuerzos epistemológicos que se hagan en este sentido, resultan muy útiles a la luz de las necesidades humanas de redirigir los procesos productivos agrarios

hacia formas de menor contaminación, degradación de recursos y de mayor justicia y equidad socioeconómicas, habida cuenta de los fenómenos recientemente aceptados como válidos por la opinión pública mundial, como el del cambio climático y el agotamiento de los recursos combustibles fósiles, dos de los pilares más fuertes que constituyen la evidencia anunciada décadas atrás por el movimiento ambiental, sobre la insostenibilidad del desarrollo.

¿Porqué la agroecología es una ciencia ambiental?

Las ciencias ambientales se caracterizan porque estudian, de manera conjunta, las interrelaciones complejas, dinámicas y constantes, que se establecen entre los ecosistemas y las culturas (Ángel, 1993; 1995 y 1996; Carrizosa, 2001). A pesar de recibir críticas para su ajuste teórico, esta dupla ecosistemas – culturas tiende a reemplazar la noción de lo ambiental entendido como relaciones sociedad – naturaleza, un poco para evitar el llamado sobrenaturalismo filosófico de las ciencias humanas y también porque evita la discusión sobre si la sociedad es parte o no de la naturaleza, debate que lleva a cuestionamientos sobre la libertad de los seres humanos y de su accionar político.

De esta manera, el discurso ambiental se basa en dos ejes interrelacionados: el de la ecología y el de la cultura. La primera, constituida como ciencia en un proceso ininterrumpido desde el siglo XVIII, ha forjado prácticamente un imperio teórico de explicaciones sobre el funcionamiento de los ecosistemas entendidos como tramas complejas de intercambios de materia y flujos de energía reguladas tanto por la influencia de leyes termodinámicas, como por leyes ecosistémicas de equilibrio dinámico espacial y temporal. A partir de los adelantos espectaculares de la ecología en los últimos decenios, se han podido conocer e interpretar los delicados equilibrios que constituyen la esencia misma de la vida sobre el planeta.

La segunda, ampliamente debatida como concepto unificador en las ciencias sociales, explica los procesos adaptativos del hombre a los límites impuestos por los ecosistemas y estudia las causas y efectos de la intervención de los grupos humanos sobre los ecosistemas. La cultura, entendida como un sistema parabiológico de adaptación, reemplaza los conceptos energéticos o materialistas empleados por los ecólogos para definir el nicho de la humanidad (León, 2007) e incluye las construcciones teóricas de tipo simbólico, que van desde los mitos hasta la ciencia, pasando por el derecho, la filosofía, las creencias religiosas o las expresiones del arte, los diferentes tipos de organización socioeconómica y política que han construido distintos grupos humanos a lo largo de la historia y las amplias y diferenciadas plataformas tecnológicas que, inmersas en los símbolos y en las organizaciones sociales, se constituyen en los sistemas e instrumentos para transformar el medio ecosistémico.

Las relaciones culturales de la mayor parte de las sociedades occidentales contemporáneas con la naturaleza, se entienden actualmente en términos de un modelo dominante de desarrollo, expresado en la idea general de progreso, basada fundamentalmente en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y de la acumulación de riqueza. A partir de allí el ambientalismo ha generado varias corrientes que critican estas relaciones y este modelo, porque la idea del desarrollo es muy reciente en la historia humana y no siempre los pueblos de la tierra tuvieron la acumulación de capital como su norte preferido.

Mientras que para los griegos la solución a estas relaciones con la naturaleza o los ecosistemas se encontró en el concepto de armonía, algunas culturas americanas precolombinas consideraron lo natural como sagrado y por lo tanto le asignaron valores vitales a los seres de los bosques, del agua y del suelo. Para otras culturas, incluso, los habitantes del subsuelo, de las entrañas de la tierra, son parte del tiempo y del espacio, sin solución de continuidad entre la vida y la muerte. Como denominador común, puede afirmarse que en casi todas estas culturas imperaba el deseo de conocer y pertenecer antes que el de dominar. Se trataba más de una visión de respeto y solidaridad social y de conjunto que la de alcanzar un estado de desarrollo, básicamente de tipo personal y egoísta.

Un importante corolario de lo expuesto en las líneas anteriores es que la idea del desarrollo es subsidiaria de la idea ambiental, es decir, que el concepto de desarrollo, tan apegado a la ortodoxia económica, en el fondo no es más que la forma actual que ha tomado la relación ecosistema – cultura o si se prefiere, sociedad – naturaleza (León et al, 2008).

Esta afirmación del autor citado resulta relevante por lo menos a la luz de las discusiones actuales que colocan las variables ambientales por debajo de la categoría misma del desarrollo, como si lo ambiental solamente apalancara, mitigara o subsanara los defectos del desarrollo y su misión fuera únicamente apoyarlo, guiarlo, sin entrar a discutir sus propios fundamentos. De esta visión estrecha del enfoque ambiental surgen soluciones remediales y de segunda clase en la misma vía del desarrollo unidireccional y homogeneizante que se ha extendido al planeta entero. De esta visión surge también el optimismo tecnológico que encuadra bien con un punto de vista subsidiario de lo ambiental.

Por el contrario, si se acepta la idea según la cual el desarrollo es una forma de relación ecosistema – cultura, se podrá entender la necesidad absoluta de virar ese modelo hacia formas diferentes de relacionamiento con la naturaleza y ello implica un esfuerzo tremendo de transformación cultural hacia paradigmas distintos, cuyos esbozos solamente se han comenzado a plantear algunos grupos humanos aislados,

pero que en el fondo implica a toda la humanidad.

Repensar el desarrollo equivale a reformular los objetivos de consumo ilimitado, de confort excluyente, de apropiación indebida de recursos encadenados al culto del cuerpo, del automóvil, del lujo extremo y del deseo de poseer que domina a la actual sociedad, hacia propósitos de solidaridad, bienestar común, respeto y generosidad, como valores últimos del ser humano que puedan expresarse en modelos ambientales de justicia social y equidad.

En el plano agrario, la dimensión ambiental exige comprender las limitaciones y potencialidades del escenario biofísico o ecosistémico en el que se desarrollan las actividades de producción y, al mismo tiempo, una aproximación cultural a los grupos humanos, en donde se haga visible la estructura simbólica, la organización social y la plataforma tecnológica a través de las cuales se realiza la apropiación de la naturaleza.

Aunque las relaciones primigenias de la humanidad con los ecosistemas seguramente fue de carácter extractivo, el sistema productivo agrario se enmarca, desde el lejano período neolítico, como la invención más grande del ingenio humano y como la mayor vía de intervención antrópica sobre los ecosistemas. La agricultura es y seguirá siendo, a pesar de los postulados de la actual bioingeniería transgénica que tiende a minimizar la complejidad de la vida, el vehículo más importante de relación ser humano – naturaleza o si se prefiere, ecosistema – cultura. Y no hay ninguna otra actividad humana que sea más ambiental que la agricultura.

En efecto, es desde la agricultura que la humanidad planteó y construyó por primera vez los instrumentos tecnológicos que disturbaban el suelo, modificaban el curso de las aguas o generaban campos nuevos de cultivo, allí donde antaño no había sino bosques: arados y canales de irrigación, junto con el desmonte de extensas áreas boscosas, son las primeras herencias ambientales de la humanidad, vigentes hasta ahora. El cuidado de las primeras plantaciones exigió renovar la fertilidad de la tierra y luego la repartición de excedentes impulsó la creación de caminos, de mecanismos de transporte y de almacenamiento. La emergencia de los templos – graneros y de las ciudades – templos fueron los precursores directos de las entidades actuales de comercialización y regulación de precios y de la emergencia de nuevos poderes y roles sociales, que se perpetúan desde el primigenio guerrero repartidor de festines, hasta los magnates corporativos actuales. Los ciclos de buenas y malas cosechas posibilitaron la emergencia y decadencia de imperios agrarios a lo largo de la historia de la humanidad, en tanto que las luchas por poseer la tierra y sus recursos asociados marcaron el devenir de América y de gran parte de Asia y África y la última revolución verde se coloca en la base del desarrollo del capitalismo agrario e industrial de

las tres o cuatro últimas generaciones de humanos. La agricultura es indisoluble de la sociedad y el ambientalismo ha aportado las bases conceptuales necesarias para repensar los modelos de desarrollo agrario.

La Agroecología emerge justo en el momento en que las sociedades altamente industrializadas creían haber resuelto los problemas de producción masiva de alimentos sin comprometer su estabilidad ecosistémica ni la calidad de sus alimentos y varios años después que las tecnologías y las relaciones sociales y económicas que acompañan al modelo de Revolución Verde, se hubieran instalado en países dependientes, especialmente en América Latina, sin haber podido resolver ni los problemas de producción masiva, ni las inequidades sociales existentes en el campo ni la degradación acelerada de los recursos naturales, generados por el modelo RV.

A diferencia de otros enfoques de la ciencia agronómica, la Agroecología asume el rol de estudiar al mismo tiempo las relaciones ecológicas y culturales que se dan en los procesos agrarios y en esto hace parte del movimiento ambiental que cuestiona, en últimas, los modelos de desarrollo agrarios y las formas culturales de apropiación de la naturaleza.

La Agroecología como ciencia

La Agroecología se puede definir como la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus relaciones ecológicas como culturales. Esta definición, tomada *a priori*, amerita varias reflexiones:

En primer lugar se entiende que el objeto de estudio de la Agroecología es el Agroecosistema. Esta idea, que en principio parece ser simple, se enfrenta a dificultades epistemológicas, cuando se intenta su definición en un marco de comprensión que supere los límites biofísicos o, si se quiere, ecosistémicos.

En efecto, los agroecosistemas no terminan en los límites del campo de cultivo o de la finca puesto que ellos influyen en y son influenciados por factores de tipo cultural. Sin embargo, el límite social, económico o político de un agroecosistema es difuso, puesto que está mediado por procesos decisionales intangibles que provienen tanto del ámbito del agricultor como de otros actores individuales e institucionales. Aunque la matriz de vegetación natural circundante y las características de los demás elementos biofísicos influyen en la dinámica de los agroecosistemas, las señales de los mercados y las políticas nacionales agropecuarias también determinan lo que se producirá, cuándo, con qué tecnología, a qué ritmos y para qué clase de consumidores, abriendo más el espectro de lo que puede entenderse como borde o límite de los agroecosistemas.

El enfoque agroecológico, que le abre la puerta al análisis cultural de los agroecosistemas, genera al mismo tiempo un nuevo reto taxonómico, que se refiere a la manera de nombrarlos y clasificarlos. Muchos pensadores asimilan indistintamente el agroecosistema a las parcelas de cultivo o a las fincas individuales o al conjunto de fincas distribuidas en el paisaje. De la mano de la economía aparecen conceptos como los de sistemas de producción aplicados a unidades campesinas, agroindustriales o de base capitalista. Los sociólogos utilizan otras categorías apelando a denominaciones que tienen que ver con pequeños, grandes o medianos propietarios, arrendatarios o parceleros. Las figuras de fincas de colonos o de indígenas o afroamericanos también se introducen en estas clasificaciones. Una ciencia igualmente emergente como la “Ecología del Paisaje”, tampoco es capaz de catalogar los distintos tipos de agroecosistemas y los envuelve todos dentro de conceptos globalizantes dirigidos al estudio de matrices territoriales en los cuales la figura de la estructura ecológica principal subsume y da cuenta parcialmente de las fincas agroecológicas.

El problema podría ser de escala, pero también es de incomensurabilidad del término. De escala, porque a niveles muy pequeños, el paisaje dominante convoca a utilizar categorías amplias como cuencas hidrográficas o territorios y en escalas muy reducidas, a usar el cultivo como objeto de estudio. De inconmensurabilidad, porque, como se anotó anteriormente, las variables culturales son continuas en el tiempo y el espacio.

Más allá de esta relativa indefinición del objeto de estudio, que debe y puede superarse a través de los consensos de las comunidades científicas, un agroecosistema puede entenderse como... “ el conjunto de interacciones que suceden entre el suelo, las plantas cultivadas, los organismos de distintos niveles tróficos y las plantas adventicias en determinados espacios geográficos, cuando son enfocadas desde el punto de vista de los flujos energéticos y de información, de los ciclos materiales y de sus relaciones sociales, económicas y políticas, que se expresan en distintas formas tecnológicas de manejo dentro de contextos culturales específicos...”

El énfasis puesto sobre las relaciones ecológicas, constituye un pilar fundamental de la Agroecología, que la identifica como ciencia y que la separa al mismo tiempo de las vertientes tradicionales del enfoque agronómico. Incluso desde definiciones iniciales de la Agroecología como “...aquél enfoque teórico y metodológico que, utilizando varias disciplinas científicas pretende estudiar la actividad agraria desde una perspectiva ecológica...” propuesta por Altieri (1987), se notan fuertes tendencias a utilizar la ciencia ecológica de las interrelaciones como la base a partir de la cual se pueden construir procesos agrarios diferentes al convencional.

Estas diferencias se traducen en que el énfasis no se coloca tanto en identificar pro-

cesos biofísicos específicos y relativamente simples, sino en entender relaciones ecológicas complejas que involucran muchas variables. De ahí que los agroecólogos indaguen más por las propiedades emergentes de los agroecosistemas según los manejos a que son sometidos que por los efectos específicos de determinadas prácticas agronómicas aisladas. Se interesan más por el “efecto sistema” que por el efecto parcial de variables, aunque esta última perspectiva tampoco se abandona.

De las interacciones que se colocan en juego durante el diseño de agroecosistemas con alta biodiversidad, realizado según los principios teóricos y las aplicaciones prácticas de la Agroecología tanto al nivel de manejo de suelos y aguas, arreglo de cultivos, reciclaje de materiales, nutrición vegetal y control de limitantes fitosanitarias, surgen emergencias (propiedades) productivas y de calidad que en su conjunto son diferentes a aquellas obtenidas por métodos de la agricultura convencional y que, al mismo tiempo, deben ser estudiadas apelando a procedimientos diferentes, más próximas al pensamiento complejo que al análisis de simples relaciones biunívocas.

La Agroecología no niega la especialización del conocimiento porque entiende su función en la dilucidación de incógnitas tanto a escala celular y molecular como en el ámbito del comportamiento ecosistémico de los distintos organismos del agroecosistema. Trata, sin embargo, de integrar estos conocimientos en visiones holísticas que den cuenta de la totalidad y no de la parcialidad del sistema agrícola.

Esta visión ecológica integral privilegia, por ejemplo, el Manejo Integrado de Agroecosistemas (MIA) sobre el Manejo Integrado de Plagas (MIP), la dinámica de las comunidades de microorganismos del suelo sobre el aislamiento y manejo de cepas individuales, la integración de los subsistemas pecuario, forestal, piscícola y agrícola en una sola unidad sobre su separación conceptual y práctica o la visión ética del alimento sano en contraposición a las ideas exclusivas del rendimiento vegetal por área como principal objetivo del acto agronómico.

Estudios recientes por ejemplo demuestran que los conocimientos de genética, suelos y fitopatología se pueden integrar para comprender porqué los cultivos fertilizados orgánicamente son más tolerantes a enfermedades fungosas que aquellos que han recibido fertilizaciones químicas bajo los métodos convencionales (Altieri y Nicholls, 2003). o porqué determinados fungicidas, generan posibles efectos “represores” en la expresión de mecanismos de defensa (León *et. al.*, 2003).

En particular existe abundante literatura agroecológica que describe cómo la diversificación de agroecosistemas conlleva a una regulación de plagas al propiciar hábitats y recursos a una fauna benéfica compleja (Altieri y Nicholls, 2003, 2004; Nicholls, 2008; Pérez, 2004).

Aunque pueden resultar numerosos los trabajos que se han ejecutado en esta dirección, también es cierto que muchos esfuerzos se han localizado en aspectos puntuales del manejo de agroecosistemas en intentos por conocer los efectos parciales de determinados procedimientos agrarios. En este sentido se han desarrollado estudios sobre dinámicas particulares de nutrientes, materia orgánica, tipos de labranza, dinámica de arvenses, preparados trofobióticos, sistemas de riego, asocio de cultivos o manejo de plagas y enfermedades con métodos biológicos, entre otros muchos temas.

Lo anterior no deslegitima el enfoque agroecológico holístico sino que, por el contrario, advierte sobre la necesaria conjugación de conocimientos y en todo caso da cuenta de las etapas de transición que todavía debe emprender el pensamiento científico para abordar la integralidad de variables en la agricultura. Ya los investigadores comienzan a entender que los diseños policulturales además de reducir plagas, promueven una serie de efectos positivos sobre la biología del suelo y la productividad.

En segundo lugar, la Agroecología ha abierto las puertas al estudio de los componentes culturales, es decir, sociales, económicos, políticos, históricos, filosóficos e institucionales que inciden en los campos de cultivo con igual o en algunos casos con mayor fuerza que las variables meramente ecológicas. Desde una perspectiva antropológica y ambiental, estos factores pueden abordarse con mayor facilidad desde el concepto aglutinador de cultura, ya que la agricultura emerge como un proceso de coevolución entre las sociedades y la naturaleza.

Por supuesto que los niveles o intensidades de artificialización de la naturaleza generada por distintos grupos humanos varía en la medida en que cambian sus procesos culturales: algunos ejemplos del neolítico americano desarrollado en Mesoamérica, los Andes o la Amazonia muestran agroecosistemas cuyos manejos no se alejan de la lógica de los ecosistemas naturales (Van der Hammen, 1992), en tanto que los procesos culturales de las sociedades capitalistas modernas se apartan cada vez más de la naturaleza, la cual incluso, bajo el paradigma transgénico pretende ser modificada y por lo tanto reemplazada en su totalidad.

Los procesos agropecuarios están afectados tanto por la tecnología disponible, que va desde los arados de madera hasta la tecnología de rayos láser, como por las decisiones culturales de los diferentes grupos que se disputan el acceso a los recursos naturales y la destinación de la producción tanto para el consumo doméstico como para la comercialización. La agricultura se juega pues en distintos ámbitos: domésticos, científicos, tecnológicos, comerciales, políticos, económicos e incluso, militares. La historia de la humanidad se ha escrito también como historia de la agricultura, de los alimentos, de los territorios, del suelo, de la irrigación, de los bosques.

En el contexto del análisis ambiental la cultura adquiere su pleno significado como factor clave de la Agroecología, tema que ha sido ampliamente tratado por autores como Norgaard (1987; 1995) y Guzmán *et al.*, (2000). Esta concepción amplia de la Agroecología implica que los límites físicos del agroecosistema se difunden hacia límites intangibles pero reales. Es el caso de decisiones económicas que afectan la regulación de precios en el mercado o de tendencias de comportamiento exclusivo de determinada comunidad hacia la producción de alimentos, que pueden tener repercusiones significativas tanto en los patrones territoriales de agroecosistemas locales como en la manera de implementar o no tecnologías de producción.

Muchas cuestiones surgen entonces, cuando se trata de integrar los estudios ecológicos con los culturales. Algunos temas generales se relacionan, por ejemplo con relaciones sociales en la transferencia de conocimientos e información sobre manejo de biodiversidad en los campos de cultivo; el efecto “sistema” y sus implicaciones en los modelos estadísticos y en general en la investigación agroecológica; decisiones de política pública y sus impactos en la biodiversidad; tratados de comercio y plaguicidas; salud en trabajadores asociados a sistemas agroecológicos y convencionales; valoración económica de arvenses y en general de los servicios ambientales de los agroecosistemas; capacidad institucional para la educación agroecológica; actitudes y valores de consumidores en relación con productos ecológicos; transgénesis y desarrollo sostenible; agroecología en el contexto del desarrollo rural; agrobiocombustibles y seguridad alimentaria; cambio climático, territorio y agroecosistemas diversificados...en fin.

Con toda legitimidad, entonces, la Agroecología en tanto que ciencia, indaga sobre estas y otras relaciones en agroecosistemas que pueden ser claramente ecológicos, como las chagras indígenas o las fincas o sistemas de producción orgánica, ecológica o biológica, pero también cuestiona, estudia, observa, cataloga y analiza las implicaciones ecológicas o culturales de los sistemas de agricultura de la revolución verde, los campos transgénicos, las fincas dominadas por monocultivos o los sistemas de producción agroindustriales homogéneos, para evaluar sus grados de sostenibilidad y/o insostenibilidad ambiental y proponer modificaciones que los conduzcan hacia distintas etapas de reconversión.

La Agroecología como discurso político y acción social

No cabe duda que la conjunción, en el plano de las ciencias, de las dos corrientes de pensamiento que se acaban de describir, ineludiblemente conducen a posiciones de crítica sobre los sistemas de agricultura, cualquiera que ellos sean y, en consecuencia, a adoptar posiciones políticas en torno a ellos, a sus tipos de instrumentalización, a sus relaciones económicas y sociales, a sus impactos ecosistémicos o culturales es

decir, en una palabra, a plantear interrogantes finales sobre los modelos de desarrollo agrario, desde un enfoque que ha sido denominado “pensamiento agroecológico”

Desde esta perspectiva, el agroecosistema como objeto de estudio, se transforma en agroecosistema como centro de disputas por la naturaleza, como eje de posiciones ideológicas contrastantes, como articulador de reivindicaciones sociales y de derechos colectivos, como aglutinador de la cultura.

Se legitiman, de esta manera, posiciones que tienen que ver con el acceso a la tierra, especialmente en los países en donde los conflictos sociales han estado signados por la concentración en pocas manos de este recurso. La Agroecología se utiliza para criticar los fenómenos de dependencia del poder transnacional que elimina las posibilidades de autonomía alimentaria en distintas regiones y países. Sus postulados de base alimentan la discusión sobre el uso de venenos en la agricultura y sobre la manipulación internacional del comercio de insumos, con posiciones que se oponen al uso de sustancias tóxicas en la producción de alimentos y que, por lo tanto, envían claros mensajes en contra de la apertura inequitativa de mercados.

Subyacen en estos movimientos sociales, fuertes bases filosóficas de autorrealización e independencia, de apego y respeto a la vida, de solidaridad inter e intrageneracional.

Por ello, toma lugar preponderante en el discurso político de la Agroecología, la tendencia a la sustitución de intermediarios comerciales y financieros y de adquisición de insumos externos. El ahorro de recursos, la conservación de suelos y agua, las prácticas de reciclaje, la tendencia a incorporar plantas nativas y la sustitución de insumos químicos, que se basan en sólidos argumentos de eficiencia ecológica, se expresan en otras formas diferentes de relacionamiento, distintas maneras de socializar hallazgos propios, diversas formas de investigar, múltiples canales para comunicar. La experimentación individual sin el apoyo del aparato científico-tecnológico moderno y en muchas ocasiones, ante la orfandad de acompañantes agroecólogos con formación probada, coloca a los productores agroecológicos ante la necesidad irrenunciable de improvisar, de crear y recrear prácticas antiguas, de recuperar conocimientos que se creían perdidos.

El respeto profundo hacia todas las manifestaciones de la vida en los agroecosistemas y la sustitución de conceptos como la lucha contra los insectos por otros de mayor significado vital, empujan las corrientes sociales de la Agroecología hacia discursos de tolerancia y de convivencia. El pensamiento agroecológico no persigue ya como fin último el mercado y la acumulación incesante de capital, sino los valores que privilegian el altruismo económico y la co-responsabilidad en el devenir de la

sociedad. De ahí que los practicantes de las distintas escuelas de agricultura alternativa se preocupan por la producción de alimentos sanos, libres de venenos y por las equitativas reparticiones de beneficios, pero también por la conservación de cuencas, la prevención de desastres o el mantenimiento de refugios para aves u otras especies, que a la postre convierten sus fincas en centros de estabilidad regional.

La práctica de los señalados postulados filosóficos implica que quienes optan por esta vía, incluyan necesariamente las referencias a los otros saberes, distintos a los de la ciencia occidental. Ello genera igualmente que las decisiones políticas de los aparatos administrativos tengan que considerar, necesariamente, la participación social dentro de sus considerandos y que los técnicos y científicos consideren, igualmente, otros procedimientos y aproximaciones metodológicas como la etnografía o la investigación – acción participativa.

En síntesis, el pensamiento agroecológico resulta de fusiones entre científicos que intentan estudiar la integralidad de los ecosistemas, productores que incluyen prácticas agrarias que tienden a conservar recursos naturales y a garantizar la calidad de los alimentos producidos y movimientos sociales que se apoyan en los postulados éticos de la ciencia agroecológica para reivindicar procesos de equidad, solidaridad e incluso de competitividad con igualdad, quienes comparten entre sí varios fundamentos filosóficos y éticos de respeto a la vida.

Campos de análisis relacionados con la Agroecología

Lo anterior pone de manifiesto que la Agroecología como ciencia debe establecer caminos novedosos de articulación de las visiones ecosistémicas y culturales. Las ciencias emergentes que abren sus propios caminos no poseen prescripciones claras sobre la manera en que se van originando y consolidando subcampos o ejercicios disciplinares autónomos. Ello resulta de la conjunción de varios fenómenos interdependientes como por ejemplo la puesta a punto de novedosos instrumentos metodológicos, del éxito relativo en la predicción de fenómenos o del cúmulo de hipótesis y teorías que se van formulando a través de los ejercicios de ciencia normal.

La Agroecología, en tanto que ciencia interdisciplinaria y en construcción, está abocada a los retos que implica la aparición de esas nuevas áreas temáticas del conocimiento. Unas, que pueden ser consideradas en consenso como legítimas y otras, que se apoyan en ciencias o en disciplinas que ya están formuladas o que poseen suficientes bagajes teórico - práctico para ser consideradas como tales. El consenso entre agroécólogos sobre sus distintos campos de análisis, no existe todavía, pero acá se presentan algunas ideas generales sobre el particular, tomadas, con modificaciones, del documento de creación del doctorado en Agroecología, elaborado por un

grupo de profesores de las Universidades de Antioquia y Nacional de Colombia, con el apoyo de los profesores Altieri y Nicholls de la Universidad de California (León *et.al.*, 2008)

Un campo inicial de trabajo agroecológico, ya explorado desde hace varias décadas aunque no suficientemente trabajado, es el de la *Agroecología Descriptiva y Comparada* que trata, precisamente, de catalogar, describir y analizar las regulaciones o “leyes” emergentes que se originan al aumentar la complejidad de los agroecosistemas en los pasos de reconversión que se dan, por ejemplo, desde monocultivos hasta policultivos o en el uso simultáneo de varias tecnologías de manejo.

El primer paso, claro está, es el de describir los componentes, relaciones y procesos de muchos agroecosistemas, tema de enorme amplitud puesto que trata de detallar las relaciones micro, meso y macro que se suceden al interior de distintos subsistemas como el medio edáfico, los cultivos propiamente dichos, el subsistema de arvenses o de herbívoros o los subsistemas animales y sus interacciones. Es el campo de la ecología aplicada propiamente dicha. Este campo debería ser complementado con las descripciones, no solamente de las prácticas de manejo utilizadas por distintos tipos de agricultores, sino también y de manera urgente, con las descripciones informadas de las características culturales en que se desenvuelven dichos grupos, es decir, con referencias constantes a la institucionalidad, las políticas públicas, las redes comerciales, los incentivos económicos, la fortaleza o debilidad de los aparatos científicos, la existencia de procesos educativos y a las propias motivaciones, dificultades o ventajas que le asignan los distintos productores a los procesos de reconversión.

Un campo de análisis más amplio utiliza el *Análisis de Agroecosistemas* y la *Ecología del Paisaje* y se dirige a estudiar los agroecosistemas desde variados puntos de vista que incluyen relaciones complejas como los flujos energéticos, ciclos biogeoquímicos y dinámica de plagas incluyendo además variables culturales, dentro de categorías superiores como el paisaje o las cuencas hidrográficas.

Dentro de este tipo de enfoques, la Ecología, que algunos investigadores definen como la ciencia que estudia las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos, se aproxima a las concepciones de la geografía y se integra a dinámicas interdisciplinarias más cercanas al pensamiento ambiental en donde aparecen perspectivas económicas y sociales, con fuerte énfasis en métodos cuantitativos (Gliessman, 2007).

El segundo paso en esta dirección, que puede ser sincrónico, es el de efectuar clasificaciones y comparaciones entre distintos tipos de agroecosistemas, incluyendo por lo general referencias a agroecosistemas convencionales. La literatura disponible es

relativamente extensa en estas áreas, donde se suelen realizar comparaciones tanto en aspectos biofísicos de conservación de suelos y aguas, rendimientos vegetales y aspectos económicos o estudios comparativos de agroecosistemas manejados en diferentes niveles de diversidad o tecnología (orgánico versus convencional).

Sin embargo, aún se está lejos tanto de poseer descripciones detalladas de la estructura y funcionamiento de distintos tipos de agroecosistemas, como de proponer procesos de clasificación taxonómica que faciliten el intercambio de información y permitan la identificación de factores relevantes de transferencia tecnológica. Tampoco existen mapas regionales o nacionales de agroecosistemas que muestren su incidencia y dinámica territorial.

Las comparaciones siguen siendo escasas en el ámbito de la economía y en las relaciones sociales que se dan al interior de muchos agroecosistemas.

Parte de la información actual, por lo menos en Colombia, sobre distintos aspectos culturales de los agroecosistemas se ha escrito desde las vertientes de la economía agrícola o de los estudios campesinistas en donde se destacan procesos de acceso a la tierra, dinámicas del mercado agrario o análisis de políticas (Machado et al, 2004, 2006; Forero, 2002; Fajardo, 2002). No obstante, muchos de tales trabajos, valiosos en sí mismos, no revelan conexiones directas con la teoría agroecológica porque en general son aproximaciones teóricas amplias sobre el sector rural en su conjunto.

Lo anterior, abre la puerta por lo menos a cuatro campos relacionados y poco explorados que enriquecen el acervo agroecológico: *la Antropología Cultural, la Economía Ecológica, la Historia Ambiental y la Ecología Política* y a uno adicional que reviste fuerte importancia para los procesos productivos: *la Agroecología Aplicada*.

La *Antropología Cultural* ayuda a entender, dentro de la complejidad de las relaciones sociales, aquellos procesos dinámicos que caracterizan y distinguen a los distintos tipos de manejo agrario que se dan tanto en agroecosistemas de baja artificialización, por ejemplo en las chagras indígenas de las selvas húmedas tropicales, como en aquellos de uso intensivo de insumos y tecnología de punta, como pueden ser típicamente aquellos agroecosistemas tecnificados de flores en la sabana de Bogotá (plasticultura).

Allí hay espacio para indagar sobre las distintas lógicas que dinamizan el funcionamiento de estos agroecosistemas, al igual que sobre sus implicaciones en la conservación de recursos naturales y en las decisiones comunitarias o institucionales que hayan de tomarse.

Este campo se nutre de la Etnoecología y estudia sistemas locales de conocimientos agrícolas integrados a conocimientos científicos, la optimización de sistemas tradicionales de producción y los procesos de conservación *in situ* de biodiversidad autóctona entre otros temas.

La *Economía Ecológica*, por su parte, afronta el reto de demostrar la viabilidad de distintos tipos de agroecosistemas apelando, no tanto al enfoque de la economía neoclásica o de la economía ambiental, sino más bien a los postulados de la economía ecológica que busca explicaciones y efectos más allá de las valoraciones del mercado. Se trata de entender y valorar en dimensiones no crematísticas los bienes y servicios que se derivan de distintos diseños agrológicos, lógicas sociales y aplicaciones tecnológicas que tienen efectos tanto en la conservación de recursos naturales como en el fortalecimiento de las redes sociales. Temáticas como el estudio de los conflictos ecológicos distributivos, la aplicación de las leyes de la termodinámica para los análisis de sostenibilidad o la valoración de los servicios ecosistémicos y/o ambientales prestados desde el nivel micro por consorcios bacteriano - fungos, por comunidades de artrópodos, arvenses o en el nivel macro por los sistemas ecológicos de producción dispersos en los paisajes, también son temas objeto de preocupación desde estos campos disciplinarios.

Este campo de acción bien puede nutrirse también de los avances logrados hasta ahora por la antropología económica la cual ha estudiado la racionalidad de sociedades no mercantiles mostrando cómo se articulan las restricciones impuestas por el ecosistema a los sistemas de prestigio, las relaciones de parentesco, la organización política y los modelos peculiares del buen vivir.

La generación de los distintos enfoques sobre la sustentabilidad de los distintos agroecosistemas, son aspectos de primer orden. Aquí se sitúan los estudios sobre seguridad alimentaria que indagan por las condiciones que garantizan el acceso permanente y suficiente de alimentos a la población, teniendo en cuenta las opciones gustativas definidas culturalmente y los requerimientos nutricionales por género, edad, ocupación y momentos del ciclo vital como la gestación. Una preocupación de esta vertiente es capturar los impactos que causan diferentes tipos de intervenciones sobre el capital natural, social y humano de las poblaciones rurales a través de indicadores apropiados.

Un campo adicional en estas perspectivas es el de la *Historia Ambiental* que trata de reconstruir tanto las formas de ocupación territorial y los procesos sociales que marcaron el origen y consolidación de determinados sistemas agrícolas, como sus relaciones con los entornos ecosistémicos, no solo en épocas contemporáneas sino del pasado reciente y remoto para extraer de allí directrices de comportamiento que

ayuden a repensar los fines y los métodos de los sistemas agrarios actuales. En este sentido cobra especial significancia la recuperación de conocimientos y de la lógica de intervención de sistemas tradicionales milenarios. El hecho de conocer con mayor o menor precisión las causas biofísicas, ecosistémicas o culturales que propiciaron el auge o decadencia de determinados grupos o que generaron cambios fundamentales en sus ritos, tecnologías o formas organizativas, genera poderosas herramientas predictivas que informan sobre los límites físicos al crecimiento o sobre los ajustes que deben hacer los sistemas productivos para adaptarse a los cambios predecibles.

Finalmente la *Ecología Política* colabora en el estudio de las incidencias del pensamiento agroecológico en el diseño y ejecución de políticas públicas nacionales de carácter sectorial o subsectorial, la manera como aquél se inserta en la construcción de nuevos paradigmas de sociedad y en las formas reales de participación comunitaria en la conformación y aplicación de planes, programas y proyectos. El análisis contempla escalas nacionales e internacionales dados los alcances de los actuales procesos de masificación de la información y de los intercambios comerciales de carácter global que resultan en acuerdos multilaterales con efectos nacionales (tipo TLC). Los conflictos por el acceso a los recursos, especialmente la tierra (reforma agraria), los modelos y planes nacionales de desarrollo, las políticas nacionales que impulsan el modelo de agrocombustibles, las implicaciones de la biotecnología dura sobre la manipulación de la naturaleza y de sus respuestas en los campos de cultivo (transgénesis), los mercados verdes y el comercio justo, son otros de los temas en este campo, los cuales pueden recuperar críticamente las políticas de *Desarrollo Rural* que excluyeron en su momento los enfoques agroecológicos y ambientales.

La *Agroecología Aplicada*, por su parte, pretende llevar a la práctica el cúmulo de perspectivas teóricas precedentes. En ella se pueden identificar parcialmente varios campos:

Diseño de agroecosistemas diversificados de producción incrementada vía uso de la biodiversidad y reciclaje, basados en el entendimiento de ciclos de nutrientes e interacciones de especies múltiples incluyendo sistemas integrados de cultivo-ganado-bosques.

Tecnologías Agroecológicas, que trata de poner a punto, dentro de la concepción del manejo integrado de agroecosistemas, una serie de procesos y prácticas de fácil acceso y bajo costo entre los que se destacan la cría y liberación masiva de agentes de control biológico, producción de organismos benéficos, biofertilizantes, preparación y uso de compost, entre otras prácticas.

Manejo ecológico de plagas dirigido a establecer estrategias durables y ambiental-

mente compatibles de manejo de malezas, patógenos e insectos-plaga con énfasis en incremento de inmunidad de agroecosistemas y manejo de hábitats para fauna benéfica.

Manejo y conservación ecológica de aguas y suelos que busca implementar técnicas de conservación y bioremediación de suelos, control de la erosión, mejora de la calidad del suelo y prevención de la contaminación edáfica, cosecha, conservación y uso eficiente de agua en agroecosistemas (cosechas de agua).

El cruce entre la Agroecología cultural, económica, política, histórica y aplicada, no solo es necesario sino inevitable y aún más, es fuertemente deseable, puesto que si algo distingue el pensamiento y la acción del agroecólogo, es el estudio de las interrelaciones complejas más que de los fenómenos particulares, que ya han sido abordados por la agronomía tradicional.

Una distinción necesaria

En muchos espacios de debate y de práctica agraria se tiende a confundir la Agroecología con la Agricultura Ecológica. Como se ha señalado en este texto, la Agroecología es una ciencia que indaga por procesos complejos de tipo ecológico y cultural en sistemas agrícolas de pequeñas comunidades locales, en sistemas de agricultura capitalista o empresarial, en agroindustrias de fuerte base tecnológica, en sistemas intensivos en capital y tecnología como por ejemplo los grandes monocultivos comerciales e incluso en agroecosistemas transgénicos. En todos estos casos, el agroecólogo puede ejecutar estudios de relaciones que muestren las ineficiencias o potencialidades ambientales de varios sistemas con miras a reivindicar los aspectos positivos y a proponer modificaciones cuando encuentre evidencias de deterioro ambiental. Estas modificaciones se basan en la aplicación de principios universales que toman formas tecnológicas específicas en cada situación.

La Agricultura Ecológica, por su parte es una propuesta que nace de una conjunción de distintas circunstancias, en las cuales se destacan las críticas al modelo de Revolución Verde, las preocupaciones por la conservación y uso sostenible de los recursos, el afán por mantener los preceptos éticos de la agricultura, la necesidad de producir alimentos sanos, las discusiones en torno a las limitaciones de la ciencia positiva y a los modelos de desarrollo dominantes... en fin, factores que desembocaron en propuestas teóricas y prácticas de agriculturas opuestas al modelo de Revolución Verde y que realzan la vida como derecho fundamental de la humanidad y criterio básico del acto agronómico.

La Agricultura Ecológica, por lo tanto, al igual que otras modalidades de producción

(agricultura biológica, biodinámica, orgánica, natural, permacultura, entre otras) pertenece a las posiciones filosóficas, a las posturas ideológicas y prácticas agrícolas contrastantes con el modelo de Revolución Verde tanto en sus enfoques y principios como en sus intervenciones técnicas. Algunas de estas intervenciones pueden no tener una base agroecológica como es el caso de la agricultura orgánica de sustitución de insumos.

La interdisciplina como eje metodológico de la Agroecología

De acuerdo con las ideas anteriores, es claro que los estudios agroecológicos requieren metodologías y procedimientos que den cuenta de la complejidad de los sistemas agrarios planteada en párrafos anteriores.

Aunque dentro del enfoque agroecológico caben las aproximaciones especializadas que estudian procesos o compartimientos independientes, la intención general es la de integrar fenómenos en escalas cada vez más agregadas, incluyendo aquellos del mundo biofísico con los de tipo social, económico o político.

Para ello, evidentemente se requieren enfoques interdisciplinarios que compartan resultados y procedimientos específicos de cada disciplina.

El concepto de interdisciplina, aunque convoca extensos tratados para comprender su definición y entender su práctica, es aceptado como una manera de generar interrelaciones entre disciplinas diferentes, de acercar lo que la ciencia atomista ha desunido y de generar nuevos campos válidos de interpretación de diversos fenómenos que atañen al hombre y a la naturaleza que, en esencia, son complejos.

La interdisciplina, por otra parte, puede ser captada y aprehendida por el individuo aislado o por una comunidad que comparte un paradigma y, en el caso de las agrupaciones universitarias, puede vivirse de manera diferente en ámbitos tanto de la investigación científica como de la docencia o de la extensión. Y allí, incluso, pareciera que surgieran diferentes aproximaciones si se trata de los momentos del pregrado, de la especialización, de las maestrías o de los doctorados.

No obstante, la práctica de la interdisciplina no posee unos cánones fijos, unas prescripciones determinadas. No existen reglas que legitimen lo que es o no es interdisciplinario, aunque es cierto que se pueden abstraer algunos rasgos de esa interdisciplinariedad en el análisis de los documentos y en la evaluación de resultados de muchas actividades y actos de gestión ambiental. Alrededor de ellos pueden realizarse preguntas de diversa índole que aclararán su espíritu interdisciplinario y revelarán si se trata de otras aproximaciones de grupo tipo multi o transdisciplinar.

Sean cuales fueren las prácticas de interdisciplina que se dan al interior de las aulas de clase, en la ejecución de proyectos de investigación o en las actividades de gestión, esa exigencia de la interdisciplina, tiene una característica adicional: es personal.

El que advierte los fenómenos de manera distinta, el que internaliza los discursos, el que cambia los contenidos disciplinarios, el que debate con sus colegas, el que se sacia de conocimientos de varias fuentes o el que regresa al espíritu de lo universal, es el individuo mismo en tanto que único poseedor de un conocimiento intrasferible. Este ser humano que se debate en búsqueda de nuevos interrogantes y de respuestas múltiples, requiere de un enorme esfuerzo personal.

La visión y la práctica de la interdisciplina no se da *per se*, no aparece de la nada. Se construye tanto dentro como fuera del aula, del laboratorio o del campo de cultivo, en la práctica cotidiana. Se gana adicionando horas de lectura y de reflexión. Acumulando análisis pacientes sobre temas que no son del dominio propio. Preguntando y debatiendo no solamente con los maestros sino con los grupos humanos que constituyen el entorno familiar o de trabajo. Escuchando autoridades de otras ramas de las ciencias. Perfeccionando el arte de escribir sobre temas diferentes a los suyos con las percepciones que le otorga a cada uno el ejercicio de su profesión. Dudando de lo aprendido y de lo que se va a aprender o, en términos del profesor Julio Carrizosa, “indisciplinándose en el conocimiento”. Es, en síntesis, un esfuerzo personal y constante, cuya razón se puede aprender en la academia pero que se perfecciona en la práctica social. Genera, por así decirlo, una “auto-interdisciplina”

Desentrañar respuestas en los campos de cultivo o en fincas que integren la producción vegetal y animal, puede necesitar el concurso de varias disciplinas de las ciencias naturales en las que participen por igual fisiólogos, patólogos, edafólogos, entomólogos o médicos veterinarios de la misma manera que se puede necesitar el concurso de sociólogos, antropólogos y economistas para dilucidar las claves de comportamiento de algunos actores institucionales. Estos son los casos de “interdisciplina restringida” “*al interior de*” o “interdisciplina endógama” que sin embargo posee completa validez en función de los problemas que intenta resolver.

Preguntas que integren estos aspectos dan nacimiento legítimo a la interdisciplina en el contexto agroecológico. Por ejemplo, trabajos dirigidos a establecer el efecto “sistema” en la producción vegetal o en el control de plagas y enfermedades; evaluaciones comparativas de biodiversidad predial y sus relaciones con la estabilidad y/o productividad agraria; manejo diferencial de coberturas para controlar la erosión en distintas posiciones fisiográficas; evaluación de distintos tipos de biofertilizantes;

manejo integral de agroecosistemas para controlar plagas y enfermedades; estudios sobre participación comunitaria en manejos de cuencas; relaciones entre educación, salud y producción agraria; conservación de bosque comunitarios.

Pero también existen aquellos trabajos o aproximaciones en los que participan representantes de las ciencias naturales, de las ciencias humanas y miembros de las comunidades de productores, que pueden entenderse como procesos de interdisciplina participativa ampliada. En tales investigaciones se conjugan visiones diferentes de la realidad y se ponen a prueba métodos distintos de abordaje de problemas.

Ejemplos de este tipo de estudios interdisciplinarios ampliados son aquéllos que indaguen, por ejemplo, sobre los efectos del uso de plaguicidas en aguas de superficie y sus implicaciones en la salud de comunidades humanas; estudios que establezcan los cambios ocurridos en los grupos familiares como consecuencia de procesos de reconversión agrícola; proyectos para determinar el impacto de determinadas prácticas agrícolas sobre los ingresos de los productores conectados con la disminución de la contaminación; investigaciones sobre sistemas campesinos de etnobotánica o de clasificación de suelos e integración de prácticas tradicionales de manejo con técnicas modernas o evaluaciones del papel de la ciencia y la tecnología en la transformación de comunidades agrícolas ubicadas en ecosistemas estratégicos, las cuales pueden ser acogidas como verdaderas investigaciones interdisciplinarias de carácter agroecológico.

Trabajos de esta naturaleza podrían, si no mover las barreras de los círculos epistemológicos, por lo menos sí suscitar reflexiones amplias sobre las interrelaciones sociedad y la naturaleza, rompiendo los viejos esquemas con los que todavía se pretende abordar tales estudios.

La investigación agroecológica tiene, por lo tanto, una marca propia e imborrable: el sello de la interdisciplina, el diálogo de saberes, el surgimiento de ideas nuevas en cada paradigma científico particular y la práctica de métodos compartidos por los integrantes del equipo, incluyendo la visión de los agricultores locales.

Los métodos y procedimientos

Poner a punto las innovaciones metodológicas que requiere el análisis complejo e integrado de los agroecosistemas, especialmente en los casos de interdisciplina ampliada, es un reto que incluye la concepción misma de los diseños de la investigación hasta la conjunción de herramientas de análisis matemático, geográfico o etnográfico.

En el primer caso hay que pasar por preguntarse cuáles son los métodos más adecuados para obtener información en sistemas complejos como los agroecosistemas, es decir, qué tanta información y qué tan pertinente puede ser aplicar diseños estadísticos cuando en determinados casos resulta de mayor eficacia incluir análisis de percepción o recurrir a fuentes del conocimiento popular.

En otros casos, por el contrario, habrá que proponer diseños experimentales de complejidad variable, asegurando la correcta selección de variables dependientes, independientes e intervinientes con los correspondientes procesos de recolección de información primaria en los que se planeen adecuadamente las épocas, frecuencias y densidades de muestreo con los equipos e instrumentos que aseguren la confiabilidad y precisión de las mediciones a que haya lugar. La estadística paramétrica y los análisis multivariados cobran gran relevancia en Agroecología.

Uno de los desafíos investigativos que enfrentan los agroecólogos, es descifrar los mecanismos que explican el por qué del éxito del funcionamiento de los agroecosistemas productos de la innovación campesina. Las fincas exitosas proveen las bases para establecer diseños experimentales apropiados, dado que en ellas suceden fenómenos biofísicos y socioeconómicos que difícilmente se dan en los centros experimentales tradicionales. La clave consiste en buscar las metodologías apropiadas para estudiar las fincas exitosas como referentes de caso.

Estos procedimientos son igualmente válidos para la recolección de información de tipo social, en donde se requiere asegurar el rigor científico de la colección de datos en términos de los procedimientos comúnmente aceptados en los métodos etnográficos y/o en los análisis sociales y económicos.

Bibliografía

- Altieri, M.A. 1987.** *Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture.* Wets-view Press. Boulder-IT Publications London.
- Altieri, M.A. (1995)** *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.* CLADES. Santiago de Chile.
- Altieri, M.A. and C.I. Nicholls 2003.** *Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems.* *Soil and Tillage Research* 72: 203-211
- Altieri, M.A. and C.I. Nicholls 2004.** *Biodiversity and pest management in agroecosystems* Haworth Press NY
- Angel, M.A. 1993.** *La trama de la vida. Bases ecológicas del pensamiento ambiental.* Ed. Dirección General de Capacitación del Ministerio de Educación Nacional - Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 p.
- Angel, M.A. 1995.** *La fragilidad ambiental de la cultura.* Ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 127 p.
- Angel, M.A. 1996.** *El reto de la vida. Ecosistema y cultura Una introducción al estudio del medio ambiente.* Ed. Ecofondo. Bogotá. 109 p.
- Carrizosa, J. 1996.** *La evolución del debate sobre el desarrollo sostenible.* En: *La Gallina de los huevos de oro: debate sobre el concepto de desarrollo sostenible.* Libro ECOS No 5. Ed. CEREC - ECOFONDO. pp 44 - 68.
- Carrizosa, J. 2001.** *¿Qué es ambientalismo? – La visión ambiental compleja.* Centro de Estudios de la Realidad Colombiana (CEREC) – Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Red de Formación Ambiental. 132 p.
- Fajardo, D. 2002.** *Para sembrar la paz hay que aflojar la tierra. Comunidades, tierras y territorios en la construcción de un país.* Bogotá. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. 188 p.
- Forero, J. 2002.** *La economía campesina colombiana 1999-2001.* En: *Cuadernos Tierra y Justicia, No 2.* Ed: ILSA Instituto Latinoamericano de Servicios

Legales Alternativos. Bogotá, 32 p.

Gliessman, S.R., 2007. *Agroecology : the ecology of sustainable food systems 2nd Edition* CRC Press, Boca Ratón.

Guzmán, C.G., González de M., y Sevilla, G.E. 2000. *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible.* Ed: Mundiprensa – Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica – Ministerio de educación y Cultura. España. 535 p.

León, T. 2007. *Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia – Hombre y Arcilla.* ECOE ediciones – Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá. 287 p.

León, S.T., Sánchez, C., Fajardo, M., Ramírez, C., D. Castellanos, D y. Guardiola M. 2003. *Sanidad vegetal e indicadores bioquímicos de resistencia sistémica a la gota en sistemas de agricultura ecológica y convencional.* En: *Acta Agronómica (51): 3 y 4 pp 103 –111*

León, T., Turbay, S., Altieri, M., Nicholls, C., Arguello, H., Fuentes, C., Prager, M., Sánchez de Prager, M., Vélez, L., Márquez, M., Cadavid, C., Otero, J., Menjívar, J., Cotes, J., Franco, F., Zárate, C y Palacio, G. 2008. *Programa de doctorado en Agroecología. Propuesta de creación.* Bogotá, Universidad Nacional de Colombia – Universidad de Antioquia. 168 p. más anexos.

Machado, A., Rubio, R., Ramírez, A.C., Fandiño, S., Suárez, G. y Mesías, L. 2004. *La academia y el sector rural.* Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas - Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID). 261 p.

Machado, A., Vásquez, R. Y Núñez, L. 2006. *La academia y el sector rural, 5.* Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas - Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID). 189 p.

Nicholls, C. 2008. *Control biológico de insectos – Un enfoque agroecológico.* Ed: Universidad de Antioquia. Medellín – Colombia. 282 p.

Norgaard, R.B. 1987. *The epistemological basis of agroecology.* En: Altieri, M.A. *Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture.* Wets-view Press. Boulder-IT Publications London.

Norgaard, R.B. y Sikor, T. 1995. *Metodología y práctica de la Agroecología.* En:

Pérez, N. 2004. *Manejo ecológico de plagas* Ed: Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural (CEDAR) Universidad Agraria de la Habana – Cuba. 296 p.

Van der Hammen, C. 1992. *El manejo del mundo: naturaleza y sociedad entre los Yucuna de la Amazonia colombiana.* Bogotá. Programa Tropenbos-Colombia. 376 p.

Tomás León Sicard

Agrólogo Ph.D. Universidad Nacional del Colombia,
teleons@unal.edu.co

El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos

Miguel A Altieri

La disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina “agroecología” y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de una manera interdisciplinaria. El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo. De este modo, a la investigación agroecológica le interesa no sólo la maximización de la producción de un componente particular, sino la optimización del agroecosistema total. Esto tiende a reenfocar el énfasis en la investigación agrícola más allá de las consideraciones disciplinarias hacia interacciones complejas entre personas, cultivos, suelo, animales, etc (Altieri, 1995).

La agroecología provee un enfoque más amplio, que permite entender la problemática agrícola en términos holísticos, planteando que la problemática contemporánea de la producción ha evolucionado de una dimensión meramente técnica a una de dimensiones más sociales, económicas, políticas, culturales y ambientales. En otras palabras, la preocupación central hoy es la de la sostenibilidad de la agricultura. El concepto de sostenibilidad es útil porque recoge un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura, concebida como un sistema tanto económico, como social y ecológico. Un entendimiento más amplio del contexto agrícola requiere el estudio de la agricultura, el ambiente global y el sistema social, teniendo en cuenta que el desarrollo social resulta de una compleja interacción de una multitud de factores. Es a través de esta comprensión más profunda de la ecología de los sistemas agrícolas, que se abrirán las puertas a nuevas opciones de manejo que estén más en sintonía con los objetivos de una agricultura verdaderamente sustentable.

En la medida en que se reconoce la necesidad de trabajar con unidades mayores

que el cultivo (por ejemplo una cuenca o una región agrícola) y con procesos (por ejemplo el reciclaje de nutrientes, regulación de plagas, etc), la especialización científica aparece como una barrera para un entendimiento más integrado de los agroecosistemas. Aun cuando especialistas en varias disciplinas se juntan para estudiar un sistema de producción, la comprensión integral se ve limitada por la falta de un enfoque conceptual común. El paradigma agroecológico provee este enfoque común y permite entender las relaciones entre las varias disciplinas y la unidad de estudio: el agroecosistema con todos sus componentes. Es necesario que los agrónomos comprendan los elementos socioculturales y económicos de los agroecosistemas, y a su vez los científicos sociales aprecien los elementos técnicos y ecológicos de éstos.

Agricultura alternativa

“Agricultura Alternativa” se define aquí como sistemas o prácticas de agricultura antagónicas al modelo industrial del monocultivo dependiente de insumos externos, que intentan proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías de bajos insumos. Las estrategias se apoyan en conceptos ecológicos, de tal manera que el manejo da como resultado un óptimo reciclaje de nutrientes y materia orgánica, flujos cerrados de energía, poblaciones balanceadas de plagas y un uso múltiple del suelo y del paisaje. La idea es explotar las complementariedades y sinergias que surgen al combinar cultivos, árboles y animales en diferentes arreglos espaciales y temporales.

Algunas de las prácticas o componentes de sistemas alternativos y las cuales ya son parte de manejos agrícolas comerciales, incluyen:

- Rotaciones de cultivos que disminuyen los problemas de malezas, insectos plaga y enfermedades; aumentan los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, reducen la necesidad de fertilizantes sintéticos y, junto con prácticas de labranza conservadoras de suelo, reducen la erosión edáfica.
- Manejo integrado de plagas (MIP), que reduce la necesidad de plaguicidas mediante la rotación de cultivos, muestreos periódicos, registros meteorológicos, uso de variedades resistentes, sincronización de las siembras y control biológico de plagas.
- Sistemas de manejo para mejorar la salud vegetal tornando al agroecosistema más diverso en especies y variedades, mejorando la capacidad de los cultivos para resistir plagas y enfermedades.
- Sistemas de producción animal que enfatizan el manejo preventivo de las enfermedades, reducen el uso del confinamiento de grandes masas ganaderas enfatizando el pastoreo rotativo, bajan los costos debido a enfermedades y enfatizar la homeopatía y la fitoterapia.

Muchos sistemas agrícolas alternativos desarrollados por agricultores son altamente productivos. Hay ciertas características típicas comunes a todos ellos, como la mayor diversidad genética y de cultivos, el uso de rotaciones con leguminosas, la integración de la producción animal y vegetal, el reciclaje y uso de residuos de cosecha y estiércol, y la eliminación total de productos químicos sintéticos.

A pesar de que existen cientos de proyectos de agricultura alternativa, en especial de agricultura orgánica, la tendencia es aún altamente tecnológica, enfatizando la supresión de los factores limitantes o de los síntomas que enmascaran un sistema productivo enfermo. La filosofía prevaleciente es que las plagas, las deficiencias de nutrientes u otros factores son la causa de la baja productividad, en una visión opuesta a la que considera que las plagas o los nutrientes sólo se transforman en un limitante, si el agroecosistema no está en equilibrio (Carrol *et al.*, 1990). Por esta razón, todavía persiste y prevalece la visión estrecha que la productividad es afectada por causas específicas y por lo tanto sigue imperando la visión de Liebig, en que la solución de estos factores limitantes se logra mediante nuevas tecnologías o agregando los insumos que faltan (insecticidas botánicos, microbiales, etc).

Esta visión ha impedido a los agrónomos darse cuenta que los factores limitantes sólo representan los síntomas de una enfermedad más sistémica inherente a desbalances dentro del agroecosistema y han provocado una sub-apreciación de la complejidad del agroecosistema. La idea de la agroecología es ir más allá del uso de prácticas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de agroquímicos y subsidios de energía, enfatizando sistemas agrícolas biodiversos y complejos, en los cuales las interacciones ecológicas y los sinergismos entre sus componentes biológicos proveen los mecanismos para que los sistemas subsidien la fertilidad de su propio suelo, la productividad y la protección de los cultivos.

Principios de Agroecología

La agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistemas (su genética, edafología y otros) para abordar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y función. En lugar de centrar su atención en algún componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos (Vandermeer, 1989).

Los agroecosistemas son comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano. La agroecología es el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos ambientales y humanos. Centra su atención sobre la forma, la dinámica y función de sus interrelaciones y los procesos en el cual están envueltas. Un área usada para producción agrícola, por ejemplo un campo, es visto como un sistema complejo en

el cual ocurren procesos ecológicos como por ejemplo: ciclaje de nutrientes, interacciones predador-presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales. Una idea implícita en las investigaciones agroecológicas es que, entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos.

El diseño de sistemas agroecológicos está basado en la aplicación de los siguientes principios ecológicos (Reinjtjes et al., 1992-Tabla 1):

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Estos principios pueden tomar diversas formas tecnológicas de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-económicas imperantes y cada una de ellas puede tener un efecto diferente sobre la productividad, estabilidad y resiliencia dentro de cada finca, dependiendo de las oportunidades locales, la disponibilidad de recursos y, en muchos casos, del mercado. El objetivo último del diseño agroecológico es integrar los componentes de manera tal de aumentar la eficiencia biológica general, y mantener la capacidad productiva y autosuficiente del agroecosistema. En otras palabras

Tabla 1. Principios Agroecológicos para el Manejo Sustentable de Agroecosistemas.

| | |
|----|--|
| 1. | Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio. |
| 2. | Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de nutrientes y balances del flujo de nutrientes. |
| 3. | Provisión de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando biología del suelo. |
| 4. | Minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima. |
| 5. | Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonistas, alelopatía, etc. |
| 6. | Explotación de sinergias que emergen de interacciones planta-planta, plantas animales y animales-animales. |

el objetivo no es obviar el factor limitante, sino más bien optimizar los procesos agroecológicos claves (Tabla 2). A nivel más regional, el objetivo es diseñar una trama de agroecosistemas dentro de una unidad de paisaje, miméticos con la estructura y función de los ecosistemas naturales.

La agroecología provee las bases ecológicas para la conservación y promoción de la biodiversidad funcional en la agricultura, que juega un rol clave en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas, de manera de alcanzar una producción sustentable. En los sistemas agrícolas, la biodiversidad realiza servicios que van más allá de la producción de alimentos, fibras, combustible e ingresos. Como ejemplos se incluyen el reciclaje de nutrientes, el control del microclima local, la regulación de los procesos hidrológicos locales, la regulación de la abundancia de organismos indeseables y la detoxificación de productos químicos nocivos. Estos procesos renovables y servicios al ecosistema, son principalmente biológicos; por lo tanto, su persistencia depende del mantenimiento de la diversidad biológica. Cuando desaparecen estos servicios naturales debido a la simplificación biológica, los costes económicos y medioambientales pueden ser bastante significativos. Los costes agrícolas derivan de la necesidad de utilizar cultivos con costosos recursos externos puesto que los agroecosistemas, privados de los componentes funcionales reguladores, pierden la capacidad de sostener su propia fertilidad del suelo y control de plagas y enfermedades. Frecuentemente estos costes también implican una reducción en la calidad de vida, a causa de la merma en la calidad del suelo, agua y alimentos cuando ocurre la contaminación por pesticidas, nitratos u otros.

La clave es identificar el tipo de biodiversidad funcional que se desea mantener y/o fomentar para llevar a cabo los servicios ecológicos, y luego determinar las mejores prácticas que favorezcan a los componentes de biodiversidad deseados). Hay mu-

Tabla 2. Procesos ecológicos que deben optimizarse en agroecosistemas

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Fortalecer la inmunidad del sistema (funcionamiento apropiado del sistema natural de control de plagas)• Disminuir la toxicidad a través de la eliminación de agroquímicos• Optimizar la función metabólica (descomposición de la materia orgánica y ciclaje de nutrientes)• Balance de los sistemas regulatorios (ciclos de nutrientes, balance de agua, flujo y energía, regulación de poblaciones, etc...)• Aumentar la conservación y regeneración de los recursos de suelo y agua y la biodiversidad• Aumentar y sostener la productividad en el largo plazo |
|--|

chas prácticas y diseños agrícolas que tienen el potencial de estimular las funciones de la biodiversidad y otras que las afectan negativamente. La idea es aplicar las mejores prácticas de manejo para favorecer o regenerar el tipo de biodiversidad que puede contribuir a la sostenibilidad del agroecosistema, proporcionando servicios ecológicos claves.

En esencia, el comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus varios componentes (Tabla 3). Las interacciones potenciadoras de sistemas son aquellas en las cuales los productos de un componente son utilizados en la producción de otro componente (e.g. malezas utilizadas como forraje, estiércol utilizado como fertilizante, o rastrojos y malezas dejadas para pastoreo animal). Pero la biodiversidad puede también subsidiar el funcionamiento del agroecosistema al proveer servicios ecológicos tales como el reciclaje de nutrientes, el control biológico de plagas y la conservación del agua y del suelo (Gliessman, 1998).

La agroecología enfatiza un enfoque de ingeniería ecológica que consiste en ensamblar los componentes del agroecosistema (cultivos, animales, árboles, suelos, etc.), de manera que las interacciones temporales y espaciales entre estos componentes se traduzcan en rendimientos derivados de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, y de relaciones tróficas entre plantas, insectos, patógenos, etc., que resalten sinergias tales como los mecanismos de control biológico. Los tipos de interacciones pueden explotarse se observan en la tabla 3.

Todas las interacciones complementarias arriba descritas entre los diversos componentes bióticos pueden ser utilizadas para inducir efectos positivos y directos en el control biológico de plagas específicas de cultivos, en la regeneración y/o aumento de la fertilidad del suelo y su conservación. La explotación de estas interacciones o sinergias en situaciones reales, involucra el diseño y manejo del agroecosistema y requiere del entendimiento de las numerosas relaciones entre suelos, microorganismos, plantas, insectos herbívoros y enemigos naturales.

Agricultura Sustentable

A nivel mundial, está emergiendo en forma creciente un consenso en cuanto a la necesidad de nuevas estrategias de desarrollo agrícola para asegurar una producción estable de alimentos y que sea acorde con la calidad ambiental. Los objetivos que se persiguen son la seguridad alimentaria, erradicar la pobreza, y conservar y proteger el ambiente y los recursos naturales, de manera de alcanzar una agricultura ecológicamente íntegra, socialmente justa, culturalmente diversa y económicamente viable. Aunque la agricultura es una actividad basada en recursos renovables y algunos no renovables (petróleo), al implicar la artificialización de los ecosistemas, esta se

Tabla 3. Integración y Sinergias en Agroecosistemas

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 1. Niveles de Integración y Diversificación en Agroecosistemas• Mezcla de cultivos anuales (policultivos y rotaciones)• Incorporación de árboles frutales y/o forestales (sistemas agroforestales)• Incorporación de animales (ganado mixto, mezclas cultivo-ganado, etc.)• Integración de piscicultura (estanques de peces, etc.)• Incorporación de vegetación de apoyo (abono verde, mulch, plantas medicinales, etc.)• Incorporación de diversidad genética (multilíneas, mezclas de variedades o razas, etc.) |
| <ul style="list-style-type: none">• 2. Complementariedades en Agroecosistemas• Exploración por raíces de diferentes profundidades en el perfil del suelo• Utilización diferencial de nutrientes y humedad• Utilización diferencial de intensidades de luz y humedad del aire• Adaptabilidad diferencial a heterogeneidad edáfica y microclimática• Susceptibilidad y/o tolerancia diferencial a plagas, enfermedades y malezas. |
| <ul style="list-style-type: none">• 3. Sinergias en Agroecosistemas• Creación de microclimas favorables o desfavorables• Producción de sustancias químicas para estimular componentes deseados y suprimir componentes indeseables (sustancias aleloquímicas, repelentes, etc.)• Producción y movilización de nutrientes (mycorrizas, fijación de N, etc.)• Producción de biomasa para alimento, abono verde o mulch• Raíces profundas que recuperan y reciclan nutrientes• Provisión de cobertura de suelo para conservación de suelo y agua• Promoción de insectos benéficos y antagonistas mediante adición de diversidad y materia orgánica• Promoción de biología del suelo por adición de materia orgánica, excreciones radiculares, etc. |

asocia al agotamiento de algunos recursos. La reducción de la fertilidad del suelo, la erosión, la contaminación de aguas, la pérdida de recursos genéticos, etc., son manifestaciones claras de las externalidades de la agricultura. Además de implicar costos ambientales, estas externalidades, también implican costos económicos. En la medida que la degradación es más aguda, los costos de conservación son mayores (Conway y Pretty, 1991). Entonces uno de los desafíos importantes es el de analizar estos costos ambientales como parte del análisis económico que se realiza rutinariamente en actividades agrícolas. La contabilidad ambiental que incluye por ejemplo los costos de erosión, la contaminación por plaguicidas, etc., debiera ser un aspecto crucial del análisis comparativo de diferentes tipos de agroecosistemas. Se estima que las externalidades de la agricultura industrial no bajan de US\$ 300 por hectarea.

Por otro lado hay que ser cuidadoso con el discurso de los que promueven los cultivos transgénicos como una estrategia que favorece la agricultura sustentable. En realidad la biotecnología se está usando para reparar los problemas causados por previas tecnologías agroquímicas (resistencia a los pesticidas, polución, degradación del suelo, etc.) desarrolladas por las mismas compañías que ahora lideran la biorevolución. Los cultivos transgénicos creados para el control de plagas siguen de cerca los paradigmas de usar un solo mecanismo de control (un pesticida) que ha demostrado repetidas veces su fracaso frente a insectos, patógenos y plagas. El promocionado enfoque “un gen - una plaga”, en vez de “un pesticida una plaga” será fácilmente superado por plagas que continuamente se adaptan a nuevas situaciones y desarrollan mecanismos de detoxificación. La agricultura desarrollada con cultivos transgénicos favorece los monocultivos que se caracterizan por niveles peligrosamente altos de homogeneidad genética, que a su vez conducen a una mayor vulnerabilidad de los sistemas agrícolas ante situaciones de estrés biótico y abiótico. Cuando se promueve el monocultivo también se inhiben los métodos agrícolas ecológicos, como las rotaciones y los cultivos múltiples, exacerbando así los problemas de la agricultura convencional (Altieri, 2000).

En la medida en que las semillas obtenidas por ingeniería genética reemplacen a las antiguas variedades tradicionales y sus parientes silvestres, la erosión genética se acelerará en el Tercer Mundo. La búsqueda de uniformidad no sólo destruirá la diversidad de los recursos genéticos sino que alterará la complejidad biológica en la cual se basa la sostenibilidad de los sistemas tradicionales de cultivo (Altieri, 2000).

Hay muchas preguntas ecológicas sin respuesta sobre el impacto del lanzamiento de plantas y microorganismos transgénicos en el medio ambiente y la evidencia disponible apoya la posición de que el impacto puede ser sustancial. Entre los principales riesgos ambientales asociados con las plantas producidas por ingeniería genética están la transferencia involuntaria de “transgenes” a las especies silvestres relacionadas, con la creación de super-malezas o la pérdida de la adaptabilidad de variedades

locales, la eliminación de enemigos naturales y de la biota del suelo por la toxina Bt, con efectos ecológicos impredecibles (Altieri, 2000).

Existen muchas definiciones de agricultura sostenible. Sin embargo ciertos objetivos son comunes a la mayoría de las definiciones:

- Producción estable y eficiente de recursos productivos.
- Seguridad y autosuficiencia alimentaria.
- Uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo.
- Preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad.
- Asistencia de los más pobres a través de un proceso de autogestión.
- Un alto nivel de participación de la comunidad en decidir la dirección de su propio desarrollo agrícola.
- Conservación y regeneración de los recursos naturales.

Es claro que no será posible lograr simultáneamente todos estos objetivos en todos los proyectos de desarrollo rural. Algunos plantean que se deben permitir intercambios (trade-offs) entre los diferentes objetivos, ya que no es fácil obtener a la vez alta producción, estabilidad y equidad. Este tipo de flexibilidad ha permitido que emerjan sistemas de producción ecológica que por un lado son ambientalmente sanos y económicamente viables, pero que no son socialmente justos ya que son caros y solo accesibles a un grupo selecto de consumidores o se basan en la explotación de inmigrantes como mano de obra barata. Por otro lado, los sistemas agrícolas no existen aislados. Los agroecosistemas locales pueden ser afectados por cambios en los mercados nacionales e internacionales. A su vez cambios climáticos globales pueden afectar a los agroecosistemas locales a través de sequías e inundaciones. Sin embargo, los problemas productivos de cada agroecosistema son altamente específicos de sitio y requieren de soluciones específicas. El desafío es mantener una flexibilidad suficiente que permita la adaptación a los cambios ambientales y socioeconómicos impuestos desde afuera.

Los elementos básicos de un agroecosistema sustentable son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al medio ambiente y el mantenimiento de niveles moderados, pero sustentables de productividad. Para enfatizar la sustentabilidad ecológica de largo plazo en lugar de la productividad de corto plazo, el sistema de producción debe (Gliessman, 1998):

- Reducir el uso de energía y recursos y regular la inversión total de energía para obtener una eficiencia energética alta.
- Reducir las pérdidas de nutrientes mediante la contención efectiva de la lixiviación, escurrimiento, erosión y mejorar el reciclado de nutrientes, mediante la utilización de leguminosas, abonos orgánicos, composta y otros mecanismos efectivos de reciclado.

- Estimular la producción local de cultivos adaptados al conjunto natural y socioeconómico.
- Sustentar una producción neta deseada mediante la preservación de los recursos naturales, esto es, mediante la minimización de la degradación del suelo
- Reducir los costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de las fincas de pequeño y mediano tamaño, promoviendo así un sistema agrícola diverso y flexible.

Desde el punto de vista de manejo, los componentes básicos de un agroecosistema sustentable incluyen (Altieri y Nicholls 1999):

- Cubierta vegetal como medida efectiva de conservación del suelo y el agua, mediante el uso de prácticas de cero-labranza, cultivos con "mulches", uso de cultivos de cobertura, etc.
- Suplementación regular de materia orgánica mediante la incorporación continua de abono orgánico y composta y promoción de la actividad biótica del suelo.
- Mecanismos de reciclado de nutrientes mediante el uso de rotaciones de cultivos, sistemas de mezclas cultivos/ganado, sistemas agroforestales y de intercultivos basados en leguminosas, etc.
- Regulación de plagas asegurada mediante la actividad estimulada de los agentes de control biológico, alcanzada mediante la manipulación de la biodiversidad y por la introducción y/o conservación de los enemigos naturales.

agroecología y su aplicación al desarrollo rural

En tanto el desarrollo agrícola implica inevitablemente un cierto grado de transformación física de los paisajes y de artificialización de los ecosistemas, es esencial concebir estrategias que enfatizen métodos y procedimientos para lograr un desarrollo ecológicamente sustentable. La agroecología puede servir como paradigma directivo ya que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva ecológica y socioeconómica. Además de proponer una metodología para diagnosticar la "salud" de los sistemas agrícolas, la agroecología define los principios ecológicos necesarios para desarrollar sistemas de producción sostenibles dentro de marcos socioeconómicos específicos. En el pasado, la falta de una comprensión integral contribuyó a la crisis ecológica y socioeconómica actual que afecta a la agricultura moderna. Una estrategia agroecológica puede guiar el desarrollo agrícola sostenible para lograr los siguientes objetivos de largo plazo:

- Conservar los recursos naturales y mantener niveles continuos de producción agrícola;
- Minimizar los impactos en el medio ambiente;

- Adecuar las ganancias económicas (viabilidad y eficiencia);
- Satisfacer las necesidades humanas y de ingresos;
- Responder a las necesidades sociales de las familias y comunidades rurales (nutrición, salud pública, educación, etc.).

La agroecología ha surgido como un enfoque nuevo al desarrollo agrícola más sensible a las complejidades de las agriculturas locales, al ampliar los objetivos y criterios agrícolas para abarcar propiedades de sustentabilidad, seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos y equidad junto con el objetivo de una mayor producción. El objetivo es promover tecnologías de producción estable y de alta adaptabilidad ambiental. En general las tecnologías de la Revolución Verde solo superan a las agroecológicas bajo condiciones ambientales (buenos suelos, riego) y socio-económicas óptimas (acceso a capital, crédito, insumos) condiciones que muy poco se dan en predios campesinos situados en ambientes marginales (suelos pobres, lluvias erráticas, etc) y con poco acceso a crédito o asistencia técnica.

Debido a lo novedoso de su modo de ver la cuestión del desarrollo agrícola campesino, la agroecología ha influenciado fuertemente la investigación agrícola y el trabajo de extensión de muchas ONGs latinoamericanas y recientemente a los movimientos sociales rurales (MST, Via Campesina, etc) que ven en la agroecología una estrategia clave para alcanzar la soberanía alimentaria. Existen hoy en América Latina una serie de programas de asistencia a los campesinos, destinados a solucionar su problema de subsistencia y de autosuficiencia alimentaria a través de la re-vigoreización de los predios. El enfoque general consiste en mejorar cuidadosamente los sistemas campesinos existentes con elementos apropiados de la etnociencia y de la ciencia agrícola moderna; los programas tienden a ser participativos y tienen una orientación ecológica y se basan en tecnologías que conservan recursos y sustentan la productividad (Uphoff y Altieri 1999).

Los diversos programas de asistencia campesina van desde programas pilotos o experimentales que se aplican a unas pocas familias, hasta programas de acción con repercusión regional. El objetivo principal consiste en permitir que las comunidades se ayuden a sí mismas para lograr un mejoramiento colectivo de la vida rural a nivel local. Las organizaciones promotoras constituyen grupos no gubernamentales, que operan con fondos suministrados por fundaciones extranjeras, muchas veces al margen de las universidades o ministerios de agricultura. Estos grupos, que desde el ámbito privado buscan una proyección social, han ocupado los vacíos que deja el Estado como agente central en la promoción del desarrollo (Altieri y Yurjevic 1991). Varias características del enfoque agroecológico relacionadas al desarrollo de la tecnología y a su difusión la hacen especialmente compatibles con la racionalidad de las ONGs y de las organizaciones campesinas:

- La agroecología proporciona metodologías que permiten el desarrollo de tecnologías a la medida de las necesidades y circunstancias de comunidades campe-

sinas específicas.

- Las técnicas agrícolas regenerativas y de bajos insumos y los proyectos propuestos por la agroecología son socialmente activadores puesto que requieren un alto nivel de participación popular.
- Las técnicas agroecológicas son culturalmente compatibles puesto que no cuestionan la lógica de los campesinos, sino que en realidad se construyen a partir del conocimiento tradicional, combinándolo con los elementos de la ciencia agrícola moderna. De esta manera la agroecología conlleva a un “dialogo de saberes”.
- Las técnicas son ecológicamente sanas ya que no pretenden modificar o transformar el ecosistema campesino, sino más bien identificar elementos de manejo que, una vez incorporados, llevan a la optimización de la unidad de producción.
- Los enfoques agroecológicos son económicamente viables puesto que minimizan los costos de producción al aumentar la eficiencia de uso de los recursos localmente disponibles.

En términos prácticos, la aplicación de los principios agroecológicos por las ONGs se ha traducido en una variedad de programas de investigación y demostración sobre sistemas alternativos de producción cuyos objetivos son (Altieri 2000):

- Mejorar la producción de los alimentos básicos a nivel del predio agrícola para aumentar el consumo nutricional familiar, incluyendo la valorización de productos alimentarios tradicionales (*Amaranthus*, quinoa, lupino, etc.) y la conservación del germoplasma de cultivos nativos.
- Rescatar y re-evaluar el conocimiento y las tecnológicas de los campesinos;
- Promover la utilización eficiente de los recursos locales (por ejemplo tierra, trabajo, subproductos agrícolas, etc.).
- Aumentar la diversidad y variedad de animales y cultivos para minimizar los riesgos.
- Mejorar la base de recursos naturales mediante la regeneración y conservación del agua y suelo, poniendo énfasis en el control de la erosión, cosecha de agua, reforestación, etc.
- Disminuir el uso de insumos externos para reducir la dependencia, pero manteniendo rendimientos aceptables con tecnologías apropiadas incluyendo técnicas de agricultura orgánica y otras técnicas de bajo-insumo;
- Garantizar que los sistemas alternativos tengan efecto benéfico no sólo en las familias individuales, sino también en la comunidad total.

Para lograrlo, el proceso tecnológico se complementa a través de programas de educación popular que tienden a preservar y fortalecer la lógica productiva del campesino al mismo tiempo que apoyan a los campesinos en el proceso de adaptación tecnológica, enlace con los mercados y organización social.

El valor y uso del conocimiento agrícola tradicional

Tal vez uno de los rasgos que ha caracterizado a la agroecología en su búsqueda de nuevos tipos de desarrollo agrícola y estrategias de manejo de recursos es que el conocimiento de los agricultores locales sobre el ambiente, las plantas, suelos y los procesos ecológicos, recupera una importancia sin precedentes dentro de este nuevo paradigma. Varios investigadores están convencidas que el comprender los rasgos culturales y ecológicos característicos de la agricultura tradicional, tales como la capacidad de evitar riesgos, las taxonomías biológicas populares, las eficiencias de producción de las mezclas de cultivos simbióticos, el uso de plantas locales para el control de las plagas, etc., es de importancia crucial para obtener información útil y pertinente que guíe el desarrollo de estrategias agrícolas apropiadas más sensibles a las complejidades de la agricultura campesina y que también están hechas a la medida de las necesidades de grupos campesinos específicos y agroecosistemas regionales. Esto implica un dialogo de saberes, en donde la etnoecología que captura la racionalidad campesina y los modos de percepción y clasificación de la naturaleza, se complementa con la agroecología que permite entender las maneras como los campesinos se apropian y modifican la naturaleza con tecnologías y sistemas de manejo tradicional.

La idea es que la investigación y el desarrollo agrícola debieran operar sobre la base de un enfoque desde abajo, comenzando con lo que ya está ahí: la gente del lugar, sus necesidades y aspiraciones, sus conocimientos de agricultura y sus recursos naturales autóctonos. En la práctica, el enfoque consiste en conservar y fortalecer la lógica productiva de los campesinos mediante programas de educación y adiestramiento, usando granjas demostrativas que incorporen tanto las técnicas campesinas tradicionales como también nuevas alternativas viables. De esta manera, el conocimiento y las percepciones ambientales de los agricultores están integrados a esquemas de innovación agrícola que intentan vincular la conservación de recursos y el desarrollo rural. Para que una estrategia de conservación de recursos compatible con una estrategia de producción tenga éxito entre los pequeños agricultores, el proceso debe estar vinculado a esfuerzos de desarrollo rural que den la misma importancia a la conservación de los recursos locales que a la autosuficiencia alimentaria y/o participación en los mercados locales. Cualquier intento de conservación tanto genética, como del suelo, bosque o cultivo debe esforzarse por preservar los agroecosistemas en que estos recursos se encuentran. Está claro que la preservación de agroecosistemas tradicionales no se puede lograr si no se mantienen al mismo tiempo la etnociencia y la organización socio-cultural de la comunidad local. Es por esta razón que muchas ONGs ponen énfasis en un enfoque agroecológico-etnoecológico como mecanismo efectivo para relacionar el conocimiento de los agricultores con los enfoques científicos occidentales, en proyectos de desarrollo agrícola que enlacen las necesidades locales con la base de recursos existentes (Altieri et al., 1998).

Racionalidad Ecológica de los Agroecosistemas Tradicionales

En algunas zonas como en el área Andina, las zonas tropicales del Amazonas y de Mesoamérica, etc., los sistemas de agricultura tradicional han emergido a lo largo de siglos de evolución cultural y biológica, de manera que los campesinos y los indígenas han desarrollado o heredado agroecosistemas que se adaptan bien a las condiciones locales y que les han permitido satisfacer sus necesidades vitales por siglos, aun bajo condiciones ambientales adversas, tales como terrenos marginales, sequía o inundaciones.

En general, estos sistemas son altamente diversificados, se manejan con niveles bajos de tecnología y con insumos generados localmente. Asimismo, dependen de recursos locales, energía humana o animal y de la fertilidad natural del suelo, función usualmente mantenida con barbechos, uso de leguminosas y/o abonos orgánicos (Toledo et al., 1985).

Confrontados con problemas específicos relativos a pendiente, espacio limitado, baja fertilidad de suelos, sequías, plagas, etc., los campesinos de todo el continente han desarrollado sistemas únicos de manejo para obviar tales limitaciones (Tabla 4).

Los principios y procesos en que se basan tales manejos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- conservación de la diversidad genética y de especies adaptadas a las condiciones locales;
- uso óptimo del espacio y de los recursos locales;
- reciclaje de nutrientes, desechos, agua y energía;
- conservación de agua y suelo;
- manejo de la sucesión y protección de los cultivos.

Una serie de estudios ecológicos y antropológicos de agroecosistemas tradicionales, demuestran que muchos de estos sistemas han probado ser sustentables dentro de sus contextos ecológicos e históricos. Aunque los diversos sistemas evolucionaron en épocas y áreas geográficas diferentes, comparten una serie de aspectos funcionales y estructurales al combinar alta diversidad de especies en el tiempo y en el espacio, adiciones sustanciales de materia orgánica, reciclaje eficiente de nutrientes y una serie de interdependencias biológicas, que confieren estabilidad a las poblaciones de plagas y mantienen la fertilidad del suelo.

Agroecología y conversión a un manejo orgánico mas alla de la sustitución de insumos

La agroecología se perfila hoy como la ciencia fundamental para orientar la conversión de sistemas convencionales de producción (monocultivos dependientes de insumos agroquímicos) a sistemas mas diversificados y autosuficientes. Las estrategias de diversificación agroecológica tienden a incrementar la biodiversidad funcional

Tabla 4. Ejemplos de sistemas de manejo de suelo, vegetación, agua, etc, utilizados por campesinos

| Limitación ambiental | Objetivo | Prácticas de manejo |
|--|---|---|
| Espacio limitado | Maximizar uso de recursos ambientales y tierra disponible. | Policultivos, agroforestería, huertos familiares, zonificación altitudinal, fragmentación del predio, rotaciones. |
| Laderas/pendientes | Controlar la erosión, conservar el agua. | Terrazas, franjas en contorno, barreras vivas y muertas, mulching, cubiertas vivas continuas, barbecho. |
| Fertilidad marginal del suelo | Sostener la fertilidad y reciclar la materia orgánica. | Barbechos naturales o mejorados, rotaciones y/o asociaciones con leguminosas, composta, abonos verdes y orgánicos, pastoreo en campos en barbecho o después de la cosecha, uso de sedimentos aluviales, etc. |
| Inundaciones o excesos de agua | Integrar la agricultura y las masas de agua. | Cultivos en campos elevados (“chinampas”, “waru-warú”, etc.) |
| Lluvias escasas o poco predecibles | Conservar el agua y utilizar en forma óptima la humedad disponible. | Uso de cultivos tolerantes a sequía, mulching, policultivos, cultivos de ciclo corto, etc. |
| Extremos de temperatura y/o de radiación | Mejorar el microclima. | Reducción o incremento de la sombra, podas, espaciamento cultivos, uso de cultivos que toleran sombra, manejo de viento con cortinas rompeviento, cercos vivos, labranza mínima, policultivos, agroforestería, etc. |
| Incidencia de plagas | Proteger los cultivos, reducir las poblaciones de plagas. | Sobresiembrá, tolerancia de cierto daño, uso de variedades resistentes, siembra en épocas de bajo potencial de plagas, manejo del hábitat para incrementar enemigos naturales, uso de plantas repelentes, etc. |

de los agroecosistemas: una colección de organismos que juegan papeles ecológicos claves en el agroecosistema. Las tecnologías promovidas son multifuncionales en tanto su adopción implica, por lo general, cambios favorables simultáneos en varios componentes y procesos agroecológicos. Por ejemplo, los cultivos de cobertura funcionan como un sistema multifuncional al actuar simultáneamente sobre procesos y componentes claves de los huertos frutales y viñedos: incrementan la entomofauna benéfica, activan la biología del suelo, mejoran el nivel de materia orgánica y con eso la fertilidad y la capacidad de retención de humedad del suelo, mas allá de reducir la susceptibilidad a la erosión (Altieri, 1995).

El proceso de conversión de sistemas convencionales monocultivos con alta dependencia de insumos externos a sistemas diversificados de baja intensidad de manejo es de carácter transicional y se compone de tres fases (Gliessman, 1998):

- Eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, malezas, suelos, etc.
- Sustitución de insumos sintéticos por otros alternativos u orgánicos
- rediseño de los agroecosistemas con una infraestructura diversificada y funcional que subsidia el funcionamiento del sistema sin necesidad de insumos externos sintéticos u orgánicos.

A lo largo de las tres fases se guía el manejo con el objetivo de asegurar los siguientes procesos (Altieri y Nicholls, 2004):

- aumento de la biodiversidad tanto sobre como debajo del suelo
- aumento de la producción de biomasa vegetal y el contenido de materia orgánica del suelo
- disminución de los niveles de residuos de pesticidas y la pérdida de nutrientes y agua
- establecimiento de relaciones funcionales y complementarias entre los diversos componentes del agroecosistema
- optima planificación de secuencias y combinaciones de cultivos y animales, con el consiguiente aprovechamiento eficiente de recursos locales

La mayoría de las prácticas que promueven los entusiastas de la agricultura orgánica caen en las fases 2 y 3. Aunque estas dos fases ofrecen ventajas desde el punto de vista económico al reducir el uso de insumos agroquímicos externos y porque tienen un menor impacto ambiental, estos manejos dejan intacta la estructura del monocultivo y no conducen a que los agricultores realicen un rediseño productivo de sus sistemas. En realidad ambas fases contribuyen poco para que los agricultores evolucionen hacia sistemas alternativos autorregulados. En la mayoría de los casos el MIP se traduce en “manejo inteligente de pesticidas” ya que consiste en un uso mas selectivo de pesticidas de acuerdo a umbrales económicos pre-establecidos pero

que las plagas usualmente superan bajo condiciones de monocultivo.

Por otra parte la sustitución de insumos, sigue el mismo paradigma de la agricultura convencional en la que el objetivo es superar el factor limitante, aunque esta vez se realiza con insumos alternativos y no agroquímicos. Este tipo de manejo ignora el hecho de que el factor limitante (una plaga, una deficiencia nutricional, etc.) no es más que un síntoma de que un proceso ecológico no funciona correctamente y que la adición de lo que falta hace poco por optimizar el proceso irregular. Es claro que la sustitución de insumos ha perdido su potencial agroecológico pues no va a la raíz del problema sino al síntoma.

El rediseño predial por el contrario intenta transformar la estructura y función del agroecosistema al promover diseños diversificados que optimizan los procesos claves. La promoción de la biodiversidad en agroecosistemas es la estrategia clave en el re-diseño predial ya que la investigación ha demostrado que:

- Una mayor diversidad en el sistema agrícola conlleva a una mayor diversidad de biota asociada
- La biodiversidad asegura una mejor polinización y una mayor regulación de plagas, enfermedades y malezas
- La biodiversidad mejora el reciclaje de nutrientes y energía
- Sistemas complejos y multiespecíficos tienden a tener mayor productividad total y son menos susceptible al riesgo ambiental

En la medida que mas información sobre las relaciones entre biodiversidad, procesos ecosistémicos y productividad derivados de estudios en una variedad de agroecosistemas emerja, mayores elementos para el diseño agroecológico estarán disponibles para mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas y la conservación de recursos.

Los dos pilares de la conversión

En la práctica, la conversión de sistemas convencionales a sistemas de base agroecológica depende de la aplicación de principios agroecológicos fortaleciendo dos pilares fundamentales (Figura 1):

1. el mejoramiento de la calidad del suelo, incluyendo una biota edáfica mas diversa
2. el manejo del hábitat mediante la diversificación temporal y espacial de la vegetación que fomenta una entomofauna benéfica así como otros componentes benéficos de la biodiversidad

Conexiones de la biodiversidad arriba y abajo del suelo

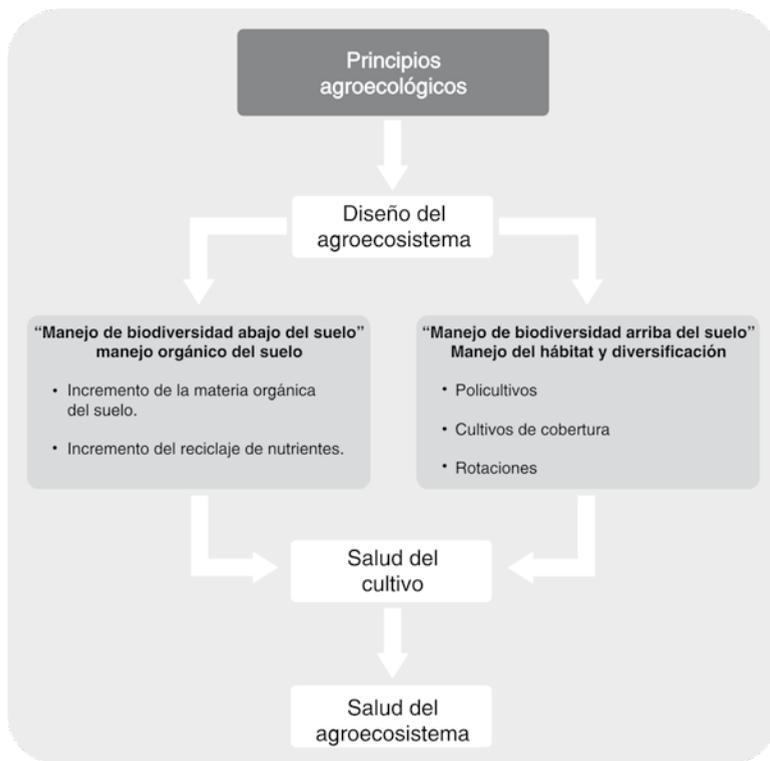


Figura 1. los pilares de la conversión agroecológica

La integridad del agroecosistema depende de las sinergias entre la diversidad de plantas y el funcionamiento continuo de la comunidad microbiana del suelo sustentada por un suelo rico en materia orgánica (Altieri y Nicholls, 1999). A pesar de los vínculos obvios entre la fertilidad del suelo y la protección de cultivos, la evolución de los conceptos de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Integrado de la Fertilidad de Suelos (MIFS) se han desarrollado separadamente (Altieri y Nicholls, 2003). Puesto que ya se conoce que muchas practicas de manejo de suelo influyen en el manejo de plagas, y viceversa, no tiene sentido ecológico continuar con enfoques reduccionistas (Figura 2).

La agroecología considera que el manejo del hábitat arriba y abajo del suelo, son estrategias complementarias, puesto que al fomentar interacciones ecológicas positivas entre suelo y plagas, se origina una manera robusta y sustentable para optimizar la función total del agroecosistema.

Esta conversión se logra enfatizando dos pilares agroecológicos claves: mejoramiento de la calidad del suelo y diversificación del agroecosistema ya que la integridad del agroecosistema depende de las sinergias entre la diversidad de plantas y el funcionamiento continuo de la comunidad microbiana del suelo sustentada por un suelo

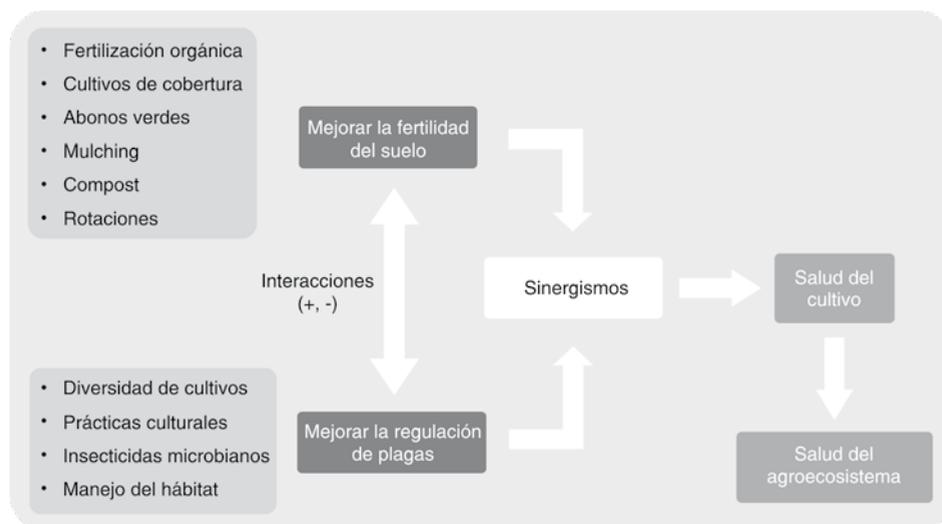


Figura 1. sinergismos potenciales entre la gestión orgánica de la fertilidad de suelos y el manejo ecológico de plagas

rico en materia orgánica. Phelan et al., (1995) enfatizan la necesidad de considerar otros mecanismos cuando se examina los vínculos entre manejo de la fertilidad y la susceptibilidad de los cultivos a los insectos plaga. Sus estudios demuestran que la preferencia de oviposición de los insectos defoliadores en ciertas plantas puede estar mediada por las diferencias en el manejo de la fertilidad del suelo. Por lo tanto, los bajos niveles de plaga reportados extensamente en los sistemas orgánicos puede en parte deberse a la resistencia de las plantas a las plagas mediada por diferencias bioquímicas o de nutrientes minerales en los cultivos bajo tales prácticas de manejo. En efecto, estos resultados proveen una evidencia interesante para apoyar la idea de que el manejo prolongado de la materia orgánica del suelo puede inducir una mayor resistencia de las plantas a los insectos plaga.

Por otro lado un manejo adecuado de la biodiversidad arriba del suelo, conlleva al establecimiento de la infraestructura necesaria que provee los recursos (polen, néctar, presas alternativas, refugio, etc.) para una óptima diversidad y abundancia de enemigos naturales. Estos recursos deben integrarse al paisaje agrícola de una manera espacial y temporal que sea favorable para los enemigos naturales y por supuesto que sea fácil de implementar por los agricultores. El éxito depende de: a) la selección de las especies de plantas más apropiadas, b) la entomofauna asociada a la biodiversidad vegetal, c) la manera como los enemigos naturales responden a la diversificación y d) la escala espacial a la cual operan los efectos reguladores de la manipulación del hábitat.

La relación entre la biodiversidad abajo y arriba del suelo es hoy en día una área de activa investigación. Un estudio reciente demostró que la actividad de los orga-

nismos por debajo del suelo puede afectar el fenotipo de la planta, induciendo la tolerancia de plantas a herbívoros y patógenos (Blouin et al., 2005). Este estudio demostró una disminución del 82% de las plantas infectadas por nematodos cuando estaban presentes las lombrices de tierra. Aunque las lombrices de tierra no tenían un efecto directo sobre de la población de nematodos, con su presencia la biomasa de raíces no fue afectada por nematodos y la esperada inhibición de la fotosíntesis no ocurrió. Esta es la primera vez que se observa como la presencia de lombrices de tierra pueden reducir la infestación de nematodos en plantas. Aparentemente, la presencia de lombrices en la rizosfera induce cambios sistémicos en la expresión de ciertos genes de la planta, conllevando a un incremento en la actividad fotosintética y a una mayor concentración de clorofila en las hojas (Blouin et al., 2005).

Este tipo de estudios que realizan un análisis integrado del agroecosistema, cada día mas mejoran nuestro entendimiento del rol de la biodiversidad en la agricultura, y las relaciones ecológicas entre componentes biológicos arriba y abajo del suelo. Tal entendimiento constituye un paso clave hacia la construcción de una estrategia innovativa y verdaderamente agroecológica de conversión que combina la diversificación de cultivos y el mejoramiento orgánico del suelo.

Reflexiones finales

Existe hoy día una gran preocupación por el proceso de empobrecimiento sistemático a que está sometida la agricultura campesina, con una población en aumento, predios agrícolas que son cada vez más pequeños, ambientes que se degradan y una producción *per capita* de alimentos que se mantiene estática o disminuye. En vista de esta crisis que se hace cada día más profunda, un objetivo importante del desarrollo rural es el de impedir el colapso de la agricultura campesina en la región, transformándola en una actividad más sustentable y productiva. Tal transformación sólo se puede producir si somos capaces de comprender las contribuciones potenciales de la agroecología y de incorporarlas a las estrategias de desarrollo rural de modo que:

- Mejoren la calidad de vida de los campesinos que trabajan pequeñas parcelas de tierra y/o tierras marginales mediante el desarrollo de estrategias de subsistencia ecológicamente sensibles.
- Eleven la productividad de la tierra de los campesinos con acceso a mercados internos mediante la confección de proyectos y la promoción de tecnologías de bajo insumo que disminuyan los costos de producción.
- Promuevan la generación de empleos e ingresos mediante el diseño de tecnologías apropiadas orientadas a actividades de procesamiento de alimentos, que aumenten el valor agregado de lo que se produce en las unidades campesinas.

Es evidente que mejorar el acceso de los campesinos a la tierra, agua, semillas y otros recursos naturales, como también al crédito equitativo, mercados justos, tecnologías apropiadas, etc., es crucial para garantizar un desarrollo sostenido. Como desarrollar

y promover tecnologías adaptadas a la agricultura campesina es el reto ineludible para la agroecología. Este desafío sólo se puede enfrentar adoptando una estrategia agroecológica en el desarrollo rural que enfatice en forma sistemática las relaciones entre las variables ambientales, técnicas, socioeconómicas y culturales que afectan el uso y producción de los recursos locales. Las interacciones entre los individuos y su ambiente local, los patrones espaciales y temporales de las actividades productivas, las relaciones sociales de producción, y las interacciones entre las comunidades y el mundo exterior deben considerarse cuando se diseñan nuevos agroecosistemas.

Algunos analistas plantean que dada la gama de tipos de agricultura campesina y dada la estructura rígida y convencional de la investigación y extensión agrícola practicada por los ministerios y universidades, las tecnologías agroecológicas ofrecen mejores opciones a aquellos campesinos que operan en condiciones de marginalidad ecológica y socioeconómica .

Evidentemente, mientras más pobre sea el agricultor, mayor importancia cobrará el empleo de una tecnología de bajos insumos, ya que aquel no tiene más opción que recurrir al uso eficiente de sus recursos locales. Bajo condiciones de subsidio económico (crédito) o si dispone de suelos planos y acceso a riego, la revolución verde se torna más atractiva para los agricultores, ya que en el corto plazo parece ofrecer rendimientos más espectaculares. La pregunta es ¿a qué costo social y ambiental? y ¿por cuánto tiempo se puede subsidiar el sistema? Esta discrepancia no existiría si hubiera centros de investigación y extensión a nivel nacional que promovieran la agroecología con tanta energía como actualmente las instituciones de gobierno impulsan la agricultura química y transgénica.

El problema inmediato en muchas áreas de pobreza rural radica en la supervivencia del campesino, por lo que mantener la producción de subsistencia es absolutamente esencial para el bienestar de la población rural. Un campesinado con seguridad alimentaria, organización social, una base conservada de recursos naturales y una identidad cultural, está en mejor posición de negociar con el poder local o nacional y de enfrentar al mercado. El aumento de la participación de los campesinos en los mercados locales solamente se conseguirá una vez que sus necesidades básicas de supervivencia y tenencia de tierra y acceso a semillas y agua estén aseguradas. En esencia, lo que se pretende es promover la autosuficiencia alimentaria del campesinado, dejando de lado el modelo modernizante de agricultura especializada, orientada al mercado de exportación, por un modelo que reconozca en la diversidad ecológica y cultural de cada región los elementos claves de la apropiación y transformación de la naturaleza.

Los datos que demuestran que los proyectos agroecológicos promovidos por las ONG han dado lugar a mayor producción, mejor distribución de ingresos o más empleo rural, han emergido muy lentamente, ya que las situaciones de urgencia del campo han exigido más dedicación a la acción que a la investigación o la publicación de resultados (Uphoff y Altieri, 1999). Se requiere sin embargo, la cooperación

de investigadores en las ciencias sociales y biológicas para medir el grado de éxito de las estrategias agroecológicas. Se requiere un análisis más profundo que la mera estimación de la producción total y el grado de incorporación al mercado. Se necesitan otros índices que permitan evaluar las repercusiones de aquellos programas que producen mejor bienestar y nutrición de los campesinos al compartir los alimentos, la labor en el campo y la conservación de los recursos naturales.

Los ejemplos de programas de desarrollo rural promovidos “desde abajo” sugieren que una estrategia ecológica debe cumplir con cuatro requisitos básicos:

- Utilización de tecnologías adaptables basadas en prácticas tradicionales, tecnologías autóctonas y germoplasma criollo, con el objetivo de estabilizar la producción e incrementar la resiliencia frente al cambio climático.
- Énfasis en el empleo de tecnologías fácilmente comunicables de un agricultor a otro, y por lo tanto que utilice experimentación en pequeña escala, que demuestre un efecto oportuno;
- Compromiso por parte de los campesinos en el diseño, elaboración, manejo y evaluación del programa, y que se emplee personal local en calidad de promotores;
- Uso de métodos pedagógicos de demostración sobre la base del principio de aprendizaje mediante la práctica.

A medida que se van evaluando estos programas, se comprueba que los campesinos que adoptan los diseños propuestos gozan de mayor autosuficiencia alimentaria y se consolidan más a nivel comunal al colaborar recíprocamente en el trabajo y en otras actividades (Altieri et al., 1998). Es obvio además que los sistemas modelos no son tomados por los campesinos como recetas técnicas rígidas; éstos cumplen más bien una función pedagógica, proporcionando a los campesinos ideas y criterios que estos aplicarán en sus tierras en la forma que consideran más apropiadas.

Bibliografía

- Altieri, M. A. y D. L. Letourneau. 1982.** *Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop Protection 1: 405-430.*
- Altieri, M.A. y A. Yurjevic 1991,** “La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina” en *Agroecología y Desarrollo 1: 25-36.*
- Altieri, M. A. 1991.** *How best can we use biodiversity in agroecosystems. Outlook on Agriculture 20: 15-23.*
- Altieri, M.A. 1995** *Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder, CO.*
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I. 1999** *Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems In: Biodiversity in Agroecosystems. (Eds, Collins, W. W. and Qualset, C. O.) CRC Press, Boca Raton, pp. 69-84.*
- Altieri, M.A. 2000** *The ecological impacts of transgenic crops on agroecosystem health. Ecosystem Health 6:13-23.*
- Altieri, M.A. 2000** *Developing sustainable agricultural systems for small farmers in Latin America. Natural Resources Forum 24: 97-105.*
- Altieri, M.A., P. Rosset, and L.A Thrupp. 1998** *The Potential of Agroecology to Combat Hunger in the Developing World (IFPRI 2020 Brief No. 55). Washington, DC: International Food Policy Research Institute.*
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I. 2003.** *Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. Soil and Tillage Research, 72, 203.*
- Altieri MA, Nicholls CI. 2004.** *Biodiversity and pest management in agroecosystems: Binghamton USA: Food Products Press*
- Altieri, M.A. y C.I. Nicholls 2002.** *Un metodo agroecologico rapido para la evaluacion de la sostenibilidad de cafetales. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia 64: 9-14.*
- Andow, D. A. 1991.** *Vegetational diversity and arthropod population response. Annual Review of Entomology 36: 561-586.*

Blouin, M., Zuily-Fodil, Y., Pham-Thi, A.-T., Laffray, D., Reversat, G., Pando, A., Tondoh, J., Lavelle, P. 2005. *Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites.* 8, 202-208.

Carroll, C. Ronald, John Vandermeer and Peter Rosset 1990. *Agroecology.* New York: McGraw Hill.

Conway, G.R. and Pretty, J.N. 1991. *Unwelcome harvest: agriculture and pollution.* Earthscan Publisher, London.

Culliney, T y D. Pimentel. 1986. *Ecological effects of organic agricultural practices in insect populations.* *Agric. Ecosyst. Environ.*, 253-256.

Flint, M. L. y Roberts, P. A. 1988. *Using crop diversity to manage pest problems: some California examples.* *American Journal of Alternative Agriculture* 3: 164-167.

Francis, Charles A. 1986. *Multiple Cropping Systems.* New York: Macmillan.

Fry, G. 1995. *Landscape ecology of insect movement in arable ecosystems.* In: *Ecology and integrated farming systems.* D. M. Glen et al. (eds.). John Wiley and Sons, Bristol, UK.

Gliessman, S. R. 1998. *Agroecology: ecological processes in Sustainable Agriculture.* Ann Arbor Press, Ann Arbor, MI.

Gomez, A.A., D.E. Sweete, J.K. Syers y K.J. Coughlan. 1996. *Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level.* In: *Methods for assessing soil quality.* SSSA Special Pub. 49. Madison, Wisconsin.

Kajimura, T. 1995. *Effect of organic rice farming on planthoppers: Reproduction of white backed planthopper, Sogatella furcifera (Homoptera: Delphacidae).* *Res. Popul. Ecol.*, 37, 219-224.

Kumar, V., Mills, D.J., Anderson, J.D., Mattoo, A.K. 2004. *An alternative agriculture system is defined by a distinct expression profile of select gene transcripts and proteins.* *PNAS*, 101, 10535-10540.

Lampkin, N. 1990. *Organic Farming.* Farming Press Books, Ipswich, UK.

Landis, D.A., S.D. Wratten and G.A. Gurr. 2000. *Habitat management to conserve*

natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45: 175-201.

Luna, J.M. 1988. In *Global perspectives on agroecology and sustainable agricultural systems. Proc. Sixth. Int. Sci. Conference of IFOAM Santa Cruz, CA*, pp. 589-600.

Masera, O., M. Astier y S. Lopez-Ridaura. 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. Mundiprensa, GIRA, UNAM, Mexico D.F.

Phelan, P.L., Mason, J.F., Stinner, B.R. 1995. *Soil fertility management and host preference by European corn borer, Ostrinia nubilalis, on Zea mays: a comparison of organic and conventional chemical farming. Agric. Ecosyst. and Env.*, 56, 1-8.

Reijntjes CB, Haverkort & A Waters-Bayer 1992. *Farming for the future*. MacMillan Press Ltd., London.

Root, R. B. 1973. *Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (Brassicae oleraceae). Ecological Monographs* 43: 95-124.

Scriber, J.M. 1984. *Nitrogen nutrition of plants and insect invasion In: Nitrogen in crop production. (Ed, Hauck, R. D.) American Society of Agronomy, Madison, WI.*

Smith, H.A. and R. McSorely. 2000. *Intercropping and pest management: a review of major concepts. American Entomologist* 46:154-161.

Thies, C. and T. Tscharntke. 1999. *Landscape structure and biological control in agroecosystems. Science* 285: 893-895.

Thrupp, L.A. 1998. *Cultivating diversity: agrobiodiversity and food security. World Resources Institute, Washington, DC.*

Toledo, V.M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo 1985, *Ecología y Autosuficiencia Alimentaria. Siglo Veintiuno Editores. México, D.F.*

Uphoff, N. and M.A. Altieri 1999. *Alternatives to conventional modern agriculture for meeting world food needs in the next century (Report of a Bellagio Con-*

ference). Ithaca, NY: Cornell International Institute for Food, Agriculture, and Development.

Vandermeer, J. and I. Perfecto 1995. Breakfast of biodiversity: the truth about rainforest destruction. Food First Books, Oakland.

Vandermeer J 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge.

Miguel A Altieri

Universidad de California, Berkeley
agroeco3@berkeley.edu

Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable.

Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica.

Santiago J. Sarandón

No hay dudas de que la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad son unos de los desafíos más importantes que tiene que afrontar la humanidad en estos tiempos. Aunque en la historia de la evolución de la vida sobre la tierra siempre han existido extinciones de especies (y algunas muy masivas), la novedad actual es el ritmo con que se están produciendo y el indiscutible efecto que las diferentes actividades humanas tienen sobre este fenómeno. Debemos tener en cuenta que no se conoce la totalidad de las especies que existen en nuestro planeta. Pero, según el PNUMA (1990) cada día desaparecen 100 especies de la faz de la tierra, lo que señala la gravedad del problema.

La modificación y el uso del territorio, son unas de las causas más importantes de esta situación y la agricultura es, quizás la principal actividad de cambio de uso de la tierra. En la mayoría de los países, la mayor parte de los ecosistemas han sido transformados en agroecosistemas, por lo que las características en cuanto a extensión e intensidad de la agricultura tienen un impacto directo sobre la biodiversidad.

Por otra parte, en los últimos años, se ha comenzado a reconocer la indiscutible interrelación que existe entre la biodiversidad y la agricultura sustentable. El objetivo de este artículo es analizar algunos aspectos sobre la biodiversidad, la agrobiodiversidad y su relación con la agricultura sustentable, en base al convenio sobre diversidad biológica y las sucesivas conferencias de las partes (COP) que han tenido lugar hasta el momento.

El Convenio Sobre Diversidad Biológica (CDB)

Uno de los principales hitos en la toma de conciencia sobre la importancia de la Biodiversidad tuvo lugar en 1992, cuando se presentó en la “Cumbre de Río”, Con-

ferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED), el texto, luego aprobado, del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Este fue presentado por el grupo de trabajo creado Ad-Hoc por el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) en 1988, para la preparación de un instrumento legal internacional para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica.

El Convenio sobre biodiversidad entró en vigencia el 29 de diciembre de 1993, 90 días luego de la firma de la 30 ratificación del convenio, que fue la condición necesaria para que ello ocurriese. A Enero de 2009, el CDB ha sido firmado o ratificado, por 191 países, “las partes” (UNEP, 2009). Prácticamente todos los países lo han firmado. Entre las pocas excepciones, se encuentran los Estados Unidos de Norte América, junto con Andorra, Irak y Somalia.

Los principales objetivos del Convenio son, (UNEP, 1994):

1. La Conservación de la Diversidad Biológica (DB)
2. La utilización sostenible de sus componentes.
3. La participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El CDB define a la Diversidad Biológica como “...la variabilidad entre organismos vivientes de todo tipo u origen, incluyendo, entre otros, ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales ellos forman parte. Esto incluye diversidad dentro de las especies (genética), entre especies (específica) y de ecosistemas”.

Por “utilización sostenible” entiende “*la utilización de componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras*”.

En su preámbulo, el CDB reconoce una pluralidad de valores en la Biodiversidad al admitir, explícitamente “el valor intrínseco de la DB y de los valores ecológicos, genéticos, económicos, sociales, científicos, educacionales, recreativos, culturales y estéticos de la diversidad biológica y sus componentes”. Es decir, reconoce que existen varios tipos de valores en la Biodiversidad. Generalmente, distintos sectores de la sociedad atribuyen diferentes valores a la biodiversidad: un valor “intrínseco”, que la biodiversidad tiene por sí misma, (beneficios éticos, sociales y estéticos); un valor utilitario (uso directo), referido al uso de especies en procesos productivos (vinculado a la rentabilidad), un valor a futuro (o de opción) para las próximas generaciones, y, finalmente, el más recientemente reconocido y comprendido, un valor funcional, relacionado a los procesos ecológicos (Swift, et al., 2004). El reconocimiento de esta pluralidad de valores, es importante porque implica admitir que no todos pueden convertirse en unidades monetarias, no todos pueden ser apropiados ni privatizados.

En síntesis, que no puede ponerse precio a la biodiversidad.

En el preámbulo el CDB reconoce y señala:

- * la importancia de la DB para la evolución y mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida en la biosfera.
- * la preocupación por la considerable reducción de la diversidad biológica como consecuencia de determinadas actividades humanas.
- * que es vital prever, prevenir y atacar en su fuente las causas de la reducción o pérdida de la DB.
- * que “la exigencia fundamental para la conservación de la DB es la conservación *in situ* de los ecosistemas y hábitats naturales...”.
- * que “la adopción de medidas *ex situ* también desempeña una función importante”.
- * que “la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica tiene importancia crítica para satisfacer las necesidades alimentarias y de salud de la población”.

Un aspecto muy importante del Convenio es que adopta el “principio de precaución” al señalar que “*cuando existe una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esta amenaza*”. Al introducir explícitamente esta frase en el preámbulo, se reconoce, por un lado, un grado importante de incertidumbre en relación con varios aspectos de la biodiversidad y, por el otro, el carácter muchas veces irreparable de las pérdidas que pudieran ocurrir. No hay dudas de que, ante la incertidumbre, lo mejor es prevenir. En su artículo 7, dice que “*es importante identificar los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica*”. No hay dudas de que la Agricultura es una de las principales. El artículo 8, destaca la importancia de la conservación *in situ* e insta a las partes contratantes a “*respetar, preservar y mantener los conocimientos, innovaciones y prácticas de las comunidades locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y uso sostenible de la DB...*”. Este aspecto (que será ampliado en reuniones posteriores) es trascendente porque reconoce la existencia de una interrelación entre la cultura (prácticas, saberes, conocimientos, valores) y la conservación de la biodiversidad, especialmente en agroecosistemas.

En el artículo 9 reconoce que la conservación *ex situ* es un “complemento” de las medidas *in situ*, lo que implica admitir la imposibilidad de conservar la biodiversidad exclusivamente en bancos de germoplasma, que ha sido la tendencia predominante hasta ahora.

El artículo 14 señala que deben establecerse procedimientos apropiados por los que

se exija la evaluación del impacto ambiental de los proyectos que puedan tener efectos adversos importantes sobre la DB. No hay dudas que la agricultura es una de las actividades humanas que mayor impacto tiene sobre la diversidad biológica. Los sistemas agrícolas, representan entre un 50 a un 70% de los ecosistemas terrestres en la mayoría de los países. La agricultura consiste en modificar los ecosistemas para lograr la producción de pocas o de una especie “económicamente rentable”. Cualquier tipo de agricultura implica una simplificación del sistema y una reducción importante de la biodiversidad. Pero existen también notables diferencias entre estilos o modos de hacer agricultura. La agricultura moderna se caracteriza por su uniformidad a nivel genético y específico (híbridos simples de maíz, clones de papa), a nivel parcela (toda la parcela sembrada con la misma especie, sin presencia de vegetación espontánea: malezas), a nivel finca (grandes superficies con unos pocos cultivos) y a nivel región (zonas productoras de determinados cultivos), lo que se traduce también en la uniformidad del paisaje (Sarandón, 2002a).

Aunque el Convenio expresa que se debe “evaluar el impacto de las actividades sobre la DB...” la adopción de tecnologías en el área agropecuaria, (que está haciéndose a un ritmo nunca antes visto), no es analizada aún a través de este enfoque. Esto obedece, en parte, a que existe una visión limitada sobre lo que es la biodiversidad y el rol que esta tiene en los agroecosistemas. Aún predomina la idea de que la relación entre la DB y la agricultura está asociada al acceso a los recursos genéticos. Poco se comprende aún sobre las funciones ecológicas que la DB cumple en los agroecosistemas. Durante mucho tiempo, los agrónomos han visto y valorado a la biodiversidad principalmente, o casi exclusivamente, como fuente de genes; como un valioso recurso al cual acudir para “diseñar” o “reparar” cultivares de alto potencial de rendimiento, que, (paradójicamente, debido a su monocultivo) se vuelven ecológicamente susceptibles. Es por esa razón que, durante mucho tiempo, los esfuerzos estuvieron dirigidos a preservarla *ex-situ*, en bancos de germoplasma, a nivel nacional e internacional. Hoy se comprende que esto es insuficiente.

Conferencia de las Partes (COP)

Como un mecanismo de actualización, el CDB crea la Conferencia de las Partes (COP), que debe reunirse periódicamente con el fin de, entre otros, tomar las medidas necesarias para la consecución de sus objetivos. Hasta la fecha se han realizado 9 reuniones:

1. **COP-1:** Nassau, Bahamas 28 de Noviembre al 9 Diciembre de 1994
2. **COP-2:** Jakarta, Indonesia, 4-17 de Noviembre de 1995
3. **COP-3:** Buenos Aires, Argentina, 3-14 de Noviembre de 1996
4. **COP-4:** Bratislava, Slovakia, 4-15 de Mayo de 1998

5. **COP-5:** Nairobi, Kenia, 15 -26 de Mayo de 2000
6. **COP-6:** La Haya, Holanda, 7-19 de Abril de 2002
7. **COP-7:** Kuala Lumpur, Malasia, Febrero de 2004
8. **COP-8:** Curitiba, Brasil, 20-31 de Marzo de 2006
9. **COP-9:** Bonn, Alemania, 19-30 de Mayo de 2008

Sin dudas, en lo que se refiere a la agricultura y diversidad biológica, la COP-3 (Buenos Aires, 1996), y la COP-5 (Nairobi, 2000) fueron las más trascendentes.

En la Reunión de Buenos Aires, la COP 3 (UNEP, 1997) estableció la decisión III/11 que lleva por título: "Conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad", donde se reconoce:

- * la importancia de la DB para la agricultura y la interrelación de la agricultura con la DB.

- * que el campo de la agricultura ofrece una oportunidad única para unir preocupaciones relativas a la conservación de la DB y la distribución de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

- * la interdependencia entre la agricultura y la diversidad biológica y cultural. También reconoce la posibilidad ofrecida por la agricultura sostenible en el sentido de reducir el impacto negativo sobre la DB, mejorar o incrementar a su vez el valor de la DB y unir los esfuerzos de conservación con los beneficios sociales y económicos.

- * que las comunidades de agricultores tradicionales han hecho una gran contribución a la conservación y mejoramiento de la DB y que ellos pueden hacer una importante contribución al desarrollo de sistemas de producción ambientalmente adecuados.

- * que el uso inapropiado y la excesiva dependencia en agroquímicos ha producido un sustancial efecto negativo sobre ecosistemas terrestres, incluidos organismos del suelo, costas y acuáticos, perjudicando, por lo tanto, la DB de diferentes ecosistemas.

Este último punto reconoce, explícitamente, que ciertas prácticas agrícolas pueden tener impactos negativos sobre la agrobiodiversidad (la biodiversidad presente en los agroecosistemas). Pero también, lo que es, quizás, más interesante, admite el impacto que tienen las prácticas que se realizan dentro de los agroecosistemas sobre la biodiversidad de otros ecosistemas terrestres y acuáticos. No hay dudas: los agroecosistemas no están aislados y separados del "mundo natural". Por lo tanto, todo lo que se hace en los sistemas agrícolas, el modelo de agricultura que se elige desarrollar, tendrá un importante impacto sobre la biodiversidad natural. Esto desestima la percepción de algunos investigadores sobre la necesidad de "intensificar" al máximo la agricultura sobre las tierras agrícolas (aun con el uso intensivo de agroquímicos) para evitar impactar sobre la biodiversidad, que se cree sólo existe en

los sistemas “naturales”. La interrelación entre agroecosistemas y ecosistemas naturales es estrecha y evidente. La idea que puede “salvarse al planeta con plaguicidas y plásticos” (Avery, 1998), se estrella contra las leyes naturales de la ecología que no reconocen estas fronteras artificiales entre ecosistemas naturales y domesticados (Sarandón, 2002b).

Biodiversidad y recursos Genéticos

La COP 3, urge a establecer y mantener medios para regular, manejar y controlar los riesgos asociados con el uso y liberación de organismos vivos modificados como resultado de la biotecnología, los que pueden tener impactos ambientales adversos que pueden afectar la conservación y el uso sostenible de la DB. Aquí ya aparece la preocupación por el uso de la biotecnología (mediante técnicas de ingeniería genética) para el desarrollo de organismos genéticamente modificados (especialmente plantas transgénicas). Se reconoce el carácter especial, “potencialmente peligroso” del uso y liberación de organismos genéticamente modificados al ambiente. Este tema, altamente conflictivo, será tratado especialmente años más tarde, en el Protocolo de Cartagena, aprobado en Montreal en el año 2000, que nuevamente incorpora, explícitamente, el Principio de Precaución como criterio válido para la toma de decisiones al respecto (Secretaría del Convenio Diversidad Biológica, 2000).

La biodiversidad y los procesos naturales en los Agroecosistemas

La COP 3, decide apoyar un programa a largo plazo para:

- * promover los efectos positivos y mitigar los impactos negativos de las prácticas agrícolas sobre la DB de los agroecosistemas y en su interfase con otros ecosistemas.

Alienta a las partes a desarrollar estrategias nacionales, programas o planes para:

- * Identificar los componentes claves de la DB en sistemas de producción agrícola responsables del mantenimiento de los procesos naturales y ciclos, monitorear y evaluar los efectos de las diferentes prácticas y tecnologías agrícolas sobre esos componentes y alentar la adopción de prácticas reparadoras para alcanzar niveles apropiados de DB.
- * Internalizar los costos ambientales.
- * Alentar el desarrollo de tecnologías y prácticas de cultivo que no sólo incrementen la productividad sino que, además, detengan la degradación, rehabiliten, restauren o mejoren la biodiversidad y monitoreen los efectos adversos sobre el uso sostenible de la biodiversidad agrícola. Estos incluyen entre otras tecnologías: agricultura orgánica, MIP, control biológico, siembra directa, “multiple cropping”, “intercropping”, rotación de cultivos y agroforestería.
- * Fortalecer la capacidad de las comunidades indígenas y locales para la con-

servación y el uso sostenible *in situ* de la biodiversidad agrícola.

* Promover la investigación, el desarrollo y la implementación de estrategias de manejo integrado de plagas, en particular métodos alternativos al uso de agroquímicos que mantengan la biodiversidad, aumenten o favorezcan la resiliencia del agroecosistema, mantengan la calidad del agua y suelo y no afecten la salud humana.

* Estudiar, usar o desarrollar métodos e indicadores para monitorear el impacto de los proyectos de desarrollo agrícola sobre la DB, incluyendo la intensificación o extensificación de sistemas de producción sobre la DB y promover su aplicación.

Sin dudas, este documento hace una importante contribución al reconocer que en los ecosistemas y agroecosistemas, la biodiversidad, además de servir como reservorio de genes, cumple una serie de funciones ecológicas de gran importancia, (reconocidas y explicitadas luego en la COP-5). En el ámbito científico académico también se ha comenzado a reconocer la existencia de una relación entre la diversidad, y las funciones ecológicas (Altieri, 1999, Swift et al., 2004). Sin embargo, el grado de diversidad que asegura el cumplimiento de dichas funciones y la manera en que las variaciones en los niveles de diversidad repercuten sobre las mismas, aún no está del todo claro. Se considera que la diversidad específica (el número de especies o riqueza) pero además, la diversidad funcional, estructural y fenológica, entre otras, constituyen un aspecto fundamental para el cumplimiento de las funciones ecológicas que aseguran la estabilidad y resiliencia del sistema. La pérdida de ciertos niveles de diversidad, puede alterar o disminuir significativamente estas funciones en los agroecosistemas, las que, entonces, deben ser suplidas mediante el empleo de insumos. La función más sensible al respecto, parece ser la regulación biótica (Swift, et al, 2004).

El concepto de biodiversidad en los agroecosistemas, está cambiando en los últimos años. La presencia de ambientes semi-naturales o poco disturbados, asociados a campos cultivados está siendo actualmente valorizada por su rol ecológico, como el de favorecer los mecanismos de regulación biótica (Marshall, 2002; Schmidt & Tscharntke, 2005; Nicholls, 2006; Jackson et al., 2007). La vegetación diversa, dentro y fuera de las parcelas de cultivos, puede favorecer las poblaciones de enemigos naturales, al generar condiciones para su presencia (Gliessman, 2001, Östman et al., 2001; Paleologos et al., 2008). Sin embargo, no todas las especies cumplen las mismas funciones, ni tienen el mismo grado de importancia, ya que existe cierto nivel de redundancia, donde muchas especies cumplen el mismo rol. Existen especies más importantes que otras en este sentido, que pueden ser consideradas “claves”. Es importante detectar los “grupos funcionales”, aquellos que cumplen determinadas funciones (Swift et al., 2004). No es lo mismo conservar muchas especies del mismo grupo funcional que menos especies pero pertenecientes a diferentes grupos funcio-

nales. Tal como contempla la COP 3, es importante, entonces, reconocer cuáles son y el impacto que las prácticas agrícolas tienen sobre ellas. Ciertas familias vegetales, como Apiaceae, Asteraceae y Fabaceae, han sido señaladas como especialmente importantes porque pueden proporcionar alimento, sitios de apareamiento, refugio e hibernación para estos organismos benéficos (Altieri & Letourneau, 1984; Thomas & Marshall, 1999). Esto ha sido confirmado para la zona hortícola de La Plata por Saini & Polack (2002) y Paleologos et al., (2008). Sin embargo, nuestro conocimiento al respecto todavía es claramente insuficiente.

Internalizar los costos ambientales

Un aspecto interesante, es el llamado de la COP 3 a internalizar los costos ambientales. En el documento se reconoce que la DB ha permitido a la agricultura desarrollarse o evolucionar desde sus orígenes. Pero que, paradójicamente, la expansión de la frontera agropecuaria hacia tierras antes marginales y bosques, debido a la demanda creciente de alimentos por un aumento de la población, ha disminuido substancialmente la DB en áreas muy vastas del planeta. Se admite que “los patrones corrientes de agricultura, basados en el uso de un limitado número de especies y variedades están también disminuyendo la DB dentro de los agroecosistemas y esto está socavando la producción agrícola sustentable en el largo plazo”.

Esta simplificación de hábitats para sembrar sólo un número muy limitado de cultivos “económicamente rentables” puede estar atentando gravemente, no sólo contra la biodiversidad cultivada sino con la asociada o espontánea. Como ejemplo, en la zona hortícola de La Plata, la adopción del invernáculo o del cultivo bajo cubierta, (por su mayor “rentabilidad”), ha significado una reducción sustancial en el número de cultivos a sólo unos pocos (tomate, pimiento) que, por su alto precio, pueden afrontar el mayor gasto que significa esta inversión. Esto ha afectado a la diversidad de especies espontáneas asociadas. Un relevamiento de la diversidad vegetal presente en estas finas (Stupino et al, 2006, 2008) mostró que aquellas finas bajo manejo orgánico tenían una mayor agrobiodiversidad asociada en todos los niveles; un número más alto de parcelas y especies cultivadas, de proporción de especies exclusivas, perennes, nativas y utilitarias, que aquellas bajo manejo convencional o con alto uso de insumos. Una alta diversidad de cultivos o parches promueve una alta diversidad de especies vegetales asociadas.

Un análisis económico que incorporara o internalizara los costos ecológicos, consideraría a esta pérdida de biodiversidad, como un costo a descontar de la alta “rentabilidad aparente” de estos cultivos. No es sencillo realizar este tipo de análisis, pero en los casos en que se ha hecho, para evaluar los costos externos de la Agricultura del Reino Unido (Pretty et al, 2000) y en Finlandia para evaluar el costo social de la pérdida de biodiversidad (Hietala-Koivu et al, 2004), han mostrado resultados interesantes. Los primeros autores tradujeron a valores monetarios los costos de la pérdi-

da de diversidad de varios componentes debido a las prácticas agrícolas y lo sumaron al costo de producción disminuyendo significativamente la rentabilidad “real” de la agricultura si esta se hiciera cargo de los costos que ocasiona. Los segundos, determinan algo aun más difícil o complejo como es el “valor social” (el valor que la sociedad le otorga) a la pérdida de ciertos componentes de la diversidad del paisaje finlandés, por modificaciones agrícolas. Los resultados de estos trabajos señalan claramente, por un lado, lo discutible y relativa que resulta la “rentabilidad” de ciertos sistemas cuando se efectúa un análisis más racional y, por el otro, la necesidad de readecuar el enfoque y los instrumentos de la economía, a este nuevo desafío.

La COP-3, reconoce que la intensificación de la agricultura tiene el potencial para balancear la creciente necesidad de alimentos mientras reduce, al mismo tiempo, la presión expansiva de la agricultura hacia áreas marginales. Pero señala que esto es peligroso cuando esta tecnificación está acompañada por una excesiva dependencia de agroquímicos y del uso de energía externa y agua.

La mayor parte (o gran parte) de la DB del mundo sobre la tierra está albergada o refugiada en áreas bajo explotación por los humanos; consecuentemente conservar la DB implica mejorar la manera en la cual los agroecosistemas están manejados. Diferentes prácticas agrícolas entrañan diferentes efectos sobre la DB y se admite el daño que han causado a la DB las prácticas no sostenibles de agricultura en todo el mundo y a todos los niveles: ecosistemas, especies y genes, tanto en DB natural como en la domesticada: “entre otras cosas, las prácticas agrícolas modernas, mediante su excesiva dependencia en la monocultura, la sobremecanización y el uso indebido de agroquímicos ha disminuido la fauna y la flora y los microorganismos, incluyendo a los benéficos. Estas prácticas usualmente llevan a la sobre simplificación de los componentes del ambiente y a sistemas de producción inestables”.

En este sentido, reconoce que formas ecológicas de intensificación pueden aportar un mejor conocimiento sobre los agroecosistemas, el uso de diversas especies, un manejo integrado de las plagas y el uso eficiente de los recursos. Y también que, a su vez, el uso de mezclas (policultivos) benéficas aumenta o mejora el nivel de DB en los paisajes agrícolas. Estas aproximaciones o enfoques representan una parte pequeña, pero creciente de los esfuerzos.

La COP-4, (UNEP, 1998) dedica un capítulo a la diversidad agrícola donde enfatiza la necesidad de una reorientación mundial hacia la agricultura sostenible que balancee los objetivos de la producción y conservación de tal manera que satisfaga las necesidades de la población en expansión, manteniendo a su vez un balance ecológico. Sobre todo, amplía el interés en los microorganismos del suelo a toda la biota del suelo, e invita a las partes a conducir estudios de caso sobre la biota del suelo en agroecosistemas.

Esta conferencia llama a proveer insumos para el desarrollo y la aplicación de metodología para la evaluación de la DB agrícola y también herramientas para la iden-

tificación y el monitoreo incorporando criterios e indicadores de BD agrícola. Esto incluye aquellos que involucran sistemas de cultivos (“farming systems”) y agroecosistemas, técnicas de evaluación rápida, la identificación de las causas subyacentes de pérdidas de agrobiodiversidad (ABD), y la identificación de incentivos que superen las limitaciones y aumenten la conservación y el uso sostenible de la ABD y la distribución equitativa y justa de los beneficios. Señala, finalmente, que... el desarrollo y validación de indicadores de biodiversidad agrícola, incluso a un nivel que puedan ser comprendidos y utilizados por técnicos y agricultores, debería ser una prioridad en los planes de investigación de las Instituciones científicas académicas. Tal es el análisis que hacen Duelli & Obrist, (2003), quienes señalan que los indicadores de biodiversidad o alteración de hábitat pueden ser una herramienta válida para enfrentar este desafío. También Oster et al, (2008), luego de analizar un conjunto de indicadores de diversidad de plantas en Suecia, coinciden en señalar que la validación de indicadores es crucial. La búsqueda y validación de indicadores de biodiversidad, es uno de los temas que están siendo abordados por los científicos. Este desafío es enorme, y abarca temas muy diversos. Por ejemplo, la estructura de dominancia de ensamblajes de algunos grupos de artrópodos de suelo, como los carábidos, parece ser un buen indicador de disturbio en agroecosistemas (Paleologos et al., 2007). Por otra parte resulta de gran interés determinar aquellas características de la diversidad vegetal que resultan más importantes como indicadoras de las características de la artropodofauna que esta puede albergar (Paleologos et al, 2008). Estos dos ejemplos muestran la amplitud del tema y las dificultades que implica su abordaje.

La Biodiversidad Biológica Agrícola

La COP-5 (UNEP, 2000), junto con la COP-3, han sido, tal vez, las reuniones donde se ha discutido en mayor profundidad el tema de la agrobiodiversidad. El mayor aporte de la COP-5 ha sido, por un lado, clarificar, siguiendo el mandato de la COP-3, el ámbito de la diversidad biológica agrícola, sus componentes y funciones y, por el otro, proponer el enfoque por ecosistemas como el adecuado para afrontar estos desafíos.

La COP-5 señala que la expresión diversidad biológica agrícola tiene un amplio contenido que *incluye todos los componentes de la diversidad biológica pertinentes a la alimentación y la agricultura, y todos los componentes de la diversidad biológica que constituyen el ecosistema agrícola: las variedades y la variabilidad de animales, plantas y microorganismos en los niveles genético, de especies y de ecosistemas que son necesarios para mantener las funciones principales de los ecosistemas agrarios, su estructura y procesos.*

Reconoce “la índole especial de la diversidad biológica agrícola, sus características distintivas y los problemas que requieren soluciones distintivas”. Entre las características distintivas se incluyen las siguientes:

- La diversidad agrícola es esencial para satisfacer las necesidades humanas básicas de alimentación y para la seguridad de los medios de vida;
- Los agricultores administran la diversidad biológica agrícola; muchos de los componentes de la diversidad biológica agrícola dependen de esta influencia humana; los conocimientos y civilización indígenas son partes integrales de la gestión de la diversidad biológica agrícola;
- Existe una gran dependencia mutua entre los países para los recursos genéticos de alimentación y agricultura;
- En cuanto a los cultivos y a los animales domésticos, la diversidad dentro de cada especie es por lo menos tan importante como la diversidad entre las especies y ha sido grandemente ampliada mediante la agricultura;
- Por razón del nivel de gestión humana en la diversidad biológica agrícola, su conservación en los sistemas de producción está inherentemente vinculada a la utilización sostenible; no obstante, gran parte de la diversidad biológica se conserva actualmente *ex situ* en bancos de genes o materiales de genetistas;
- La interacción entre el medio ambiente, los recursos genéticos y las prácticas de gestión que tienen lugar *in situ* en los ecosistemas agrícolas frecuentemente contribuyen a mantener una cartera dinámica de diversidad biológica agrícola.

Nuevamente se reconoce la interdependencia entre aspectos socioculturales y la biodiversidad, al entender que son los agricultores quienes administran la agrobiodiversidad. Todo los componentes bióticos que hay en un agroecosistema y su ensamblaje e interacciones, dependen, por acción u omisión de la decisión del productor. Y esto depende de su patrimonio cultural, conocimientos, objetivos, valores, etc.

Las dimensiones de la Agrobiodiversidad

Entre los aspectos más importantes de la COP-5 ha sido la definición de las dimensiones de la diversidad biológica agrícola:

- 1) Recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, entre los que figuran:
 - i) Recursos fitogenéticos, incluidos las especies pastorales y de ranchos, y los recursos genéticos de árboles que forman parte integral de sistemas agrícolas;
 - ii) Recursos genéticos animales, incluidos los recursos genéticos de pesquerías, en los casos en que la producción pesquera forma parte del sistema agrícola, y recursos genéticos de los insectos;
 - iii) Recursos genéticos microbianos y fúngicos;

Estos constituyen las unidades principales de producción en la agricultura incluidas las especies cultivadas, las especies domesticadas y las plantas y animales silvestres controlados, así como variedades silvestres similares de especies cultivadas y domesticadas.

2) Los componentes de la diversidad biológica agrícola que proporcionan servicios ecológicos. Entre éstos figuran una amplia gama de organismos en los sistemas de producción agrícola que contribuyen, en varias escales y entre otras cosas a lo siguiente:

- i) El ciclo de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y el mantenimiento de la fertilidad de los suelos;
- ii) La regulación de plagas y enfermedades;
- iii) La polinización;
- iv) El mantenimiento y la mejora de la fauna y la flora silvestres y los hábitats locales en sus paisajes;
- v) Mantenimiento del ciclo hidrológico;
- vi) Control de la erosión;
- vii) Regulación del clima y absorción del carbono;

3) Factores abióticos, que tienen un efecto determinante en estos aspectos de la diversidad biológica agrícola;

4) Dimensiones socioeconómicas y culturales; puesto que la diversidad biológica agrícola está en gran parte determinada por actividades humanas y prácticas de gestión. Entre estas se incluyen:

- i) Conocimientos tradicionales y locales de la diversidad biológica agrícola, factores culturales y procesos de participación;
- ii) El turismo relacionado con los paisajes agrícolas;
- iii) Otros factores socioeconómicos.

Una de las contribuciones más importantes de esta conferencia, ha sido, sin dudas, la de ampliar el alcance del concepto de agrobiodiversidad, incluyendo aspectos bióticos, abióticos y socioculturales. Queda claro en el punto 4 que la diversidad cultural es parte de la agrobiodiversidad. Sólo preservado los saberes, valores, conocimientos, culturas de los agricultores, se podrán conservar la diversidad de cultivos y la diversidad asociada a estos.

Entendiendo el rol funcional de la agrobiodiversidad en el mantenimiento de funciones ecológicas (punto 2), esta reunión decide establecer en el marco del programa de trabajo sobre diversidad biológica agrícola, la Iniciativa internacional para la conservación y la utilización sostenible de los polinizadores con miras a promover medidas para:

- a) Vigilar la disminución de los polinizadores, sus causas y su repercusión en los servicios de polinización;

- b) Hacer frente a la falta de información taxonómica acerca de los polinizadores;
- c) Evaluar el valor económico de la polinización y su efecto económico de la disminución de los servicios de polinización;
- d) Promover la conservación y el restablecimiento de la utilización sostenible de la diversidad de los polinizadores en la agricultura y los ecosistemas conexos.

Este tema, de gran interés será luego desarrollado en la COP 6.

Enfoque por Ecosistemas: La estrategia adecuada para la conservación de la diversidad

Otro aspecto destacable del documento de la COP-5 es que insta a emplear el enfoque por ecosistemas como “una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo”. “La aplicación del enfoque por ecosistemas ayudará a lograr un equilibrio entre los tres objetivos del Convenio: conservación; utilización sostenible; y distribución justa y equitativa de los beneficios dimanantes de la utilización de los recursos genéticos.”

Es claro que, al reconocer en el preámbulo de la CDB, que “la exigencia fundamental para la conservación de la DB es la conservación *in situ* de los ecosistemas y hábitats naturales...” era necesario abordar la necesidad de un cambio de enfoque para el logro de este objetivo. Esto es lo que se intenta con el enfoque por ecosistemas propuesto, que consta de 12 principios complementarios y relacionados entre sí. LA COP-5 entiende por ecosistemas a “*un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional*”.

Tres principios resultan los más interesantes al respecto. El principio 3 señala que: “*los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y otros ecosistemas*”. No hay dudas que la aplicación de este principio es pertinente a las actividades agropecuarias, donde los agricultores administran los ecosistemas modificándolos con el fin de lograr la productividad de una parte de algunos de sus componentes. Y está claro también, que este principio reconoce que el grado de intervención o las prácticas que se realicen en los agroecosistemas repercuten en los sistemas adyacentes. No hay, dos mundos, el agrícola y el natural, separados.

El principio 5 señala que, “*a los fines de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario.*” Se reconoce que “el funcionamiento y la capacidad de adaptación de los ecosistemas dependen de una relación dinámica entre las especies, y entre éstas y su entorno abiótico, así como las interacciones físicas y químicas en

el medio ambiente. La conservación y, cuando corresponda, el restablecimiento de tales interacciones y procesos reviste mayor importancia para el mantenimiento a largo plazo de la diversidad biológica que la simple protección de las especies”.

No hay dudas que la adopción del enfoque de ecosistemas, con su biodiversidad estructural y funcional, relativiza la importancia de la conservación *ex situ* en bancos de germoplasma y señala la necesidad desarrollar investigaciones en este sentido, con un enfoque más holístico y sistémico, que requerirá, seguramente, de equipos interdisciplinarios.

Por otro lado, el principio 6 señala que *“los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento”*, destacando que *“... debe prestarse atención a las condiciones medioambientales que limitan la productividad natural, la estructura, el funcionamiento y la diversidad de los ecosistemas. Los límites de funcionamiento de un ecosistema pueden estar influidos por diversos grados de condiciones temporales, imprevistas o artificialmente mantenidas y, en consecuencia, la gestión debería aplicarse con la debida precaución.”* La idea de que existen límites ecológicos a las posibilidades de explotación de los agroecosistemas, debería tenerse más en cuenta como elemento de análisis de la sustentabilidad de emprendimientos agrícolas. Muchos de los cambios tecnológicos de los últimos años, han estado basados en una visión netamente económica, utilizando el análisis costo–beneficio como principal instrumento de toma de decisiones. El desconocimiento de la “capacidad de carga” o las limitaciones ecológicas de los ecosistemas, algunos de ellos muy frágiles, puede promover sistemas económicamente rentables, pero ecológicamente insustentables (Flores & Sarandón, 2003). Tal puede ser el caso del cultivo de soja desarrollado en zonas frágiles de desmonte en el Noroeste argentino.

El principio 11, pone el énfasis en el aspecto cultural como un elemento importante en relación con la conservación de la biodiversidad al señalar que en *“el enfoque por ecosistemas, deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales.”* No hay dudas de que, en el caso de los agroecosistemas, este principio adquiere una validez fundamental. El reconocimiento de que existen diferentes tipos de conocimiento valiosos, además del científico, requiere incluso admitir que es necesario un replanteo de la actitud de muchos investigadores al abordar esta problemática.

La siguiente reunión, COP-6 (UNEP, 2002), señala la necesidad de:

- a) Una comprensión más amplia de las *funciones de la diversidad biológica* en los ecosistemas agrícolas, y las interacciones entre sus diversos componentes, a diversas escalas espaciales;
- b) La promoción de métodos de agricultura sostenible en los que se empleen prácticas de gestión, tecnologías y políticas que promuevan las repercusiones positivas y eviten o mitiguen las negativas de la agricultura

en la diversidad biológica, con atención especial a las necesidades de los agricultores y las comunidades indígenas y locales.

c) La *creación de capacidad en las instituciones*, el desarrollo de los recursos humanos, la capacitación, las comunicaciones, la educación y la concienciación del público.

Estos puntos destacan, por un lado, que aun no existe una comprensión clara de las funciones de la diversidad biológica en los agroecosistemas. Y, por el otro, que este conocimiento es importante desarrollarlo a diferentes escalas espaciales, de parcelas, finca, paisaje, región, sobre todo, para fomentar aquellas prácticas agrícolas que promuevan efectos positivos y minimicen los negativos. Como no existe un claro conocimiento sobre los niveles mínimos de diversidad necesarios para sostener las funciones ecológicas en los agroecosistemas o ecosistemas (Swift et al., 2004), es necesario extremar las medidas para evitar consecuencias no deseadas. El principio de precaución es, entonces, en este caso, de la mayor validez. Por otro lado, está claro el rol que deben tener las instituciones, sobre todo las estatales, por investigar y entender estos problemas. En este sentido, la introducción del enfoque de la Agroecología en las Instituciones de Educación Agrícola, ha sido planteada como una necesidad para la formación de profesionales, técnicos e investigadores aptos para contribuir al logro de una agricultura sustentable (Sarandón & Hang, 2002)

Conservación y uso sostenible de los polinizadores: su rol en los agroecosistemas:

Esta reunión propone un plan de acción para la conservación y utilización sostenible de los polinizadores, a los que reconoce su importancia en general y para la agricultura en particular: *“un tercio por lo menos de las cosechas agrícolas del mundo depende de la polinización que proporcionan los insectos y otros animales.”* Se reconoce, además, la existencia de una interrelación entre los polinizadores y la vegetación y o diversidad vegetal. “De hecho, la producción agrícola y la diversidad de los ecosistemas agrícolas están en todo el mundo, amenazados por la reducción de las poblaciones de polinizadores. La fragmentación de los hábitats, los productos químicos para la agricultura y la industria, los parásitos y las enfermedades y la introducción de especies exóticas son los contribuyentes principales en esa reducción.” (UNEP, 2002).

Nuevamente aquí se reconoce el impacto que ciertos estilos de agricultura pueden tener sobre algunos componentes clave de la agrobiodiversidad, esenciales para el propio funcionamiento de los agroecosistemas, como es el caso de los polinizadores. Los sistemas altamente productivos y, aparentemente rentables, que se basan en la idea de eliminar toda la vegetación espontánea, incluso en algunos casos de los márgenes de los cultivos, por considerarlas perjudiciales o “molestas”, (como en al-

gunos sistemas de soja transgénica resistente al herbicida glifosato) están atentando contra la diversidad vegetal, uno de los principales recursos necesarios para el mantenimiento de las poblaciones de polinizadores. Es necesario comprender que esta “rentabilidad” no sería tal si se descontaran los costos ambientales o externalidades negativas, como la que significaría la disminución de un componente importante de la biodiversidad. Este desafío no es sencillo ya que, aun avanzando en este sentido, todavía debería discutirse cuánto vale esa diversidad perdida y si es correcto traducirla en unidades monetarias. En este sentido es interesante el trabajo de Morandin & Winston (2006) donde demuestran que los polinizadores pueden proveer un incentivo económico para preservar los ambientes naturales o semi-naturales en los Agroecosistemas a través de su influencia positiva en el rendimiento de un cultivo de colza, cuando se deja una franja con vegetación espontánea, en lugar de cultivar toda la superficie.

La COP-7, (UNEP, 2004) señala nuevamente la necesidad del *abordaje por ecosistemas* para afrontar con éxito estas problemáticas y admite que el programa de trabajo sobre diversidad biológica agrícola no aplica el enfoque por ecosistemas en una forma integrada. Destaca que se observa un menor progreso en el desarrollo de herramientas pertinentes dentro del sector agrícola que en los otros sectores. Según este documento, una de las razones podría ser el hecho de que la mayor parte de la agricultura se realiza en tierras cuya tenencia es privada. Aquí se observa uno de los aspectos que seguramente, requerirá una mayor atención en el futuro: el conflicto de intereses en el uso privado de las tierras y el derecho más amplio de la sociedad: el bien público. El uso de un bien privado puede afectar el destino de un bien público. No hay dudas de que es el Estado el que debe tomar las riendas en este asunto.

Posteriormente, la COP-8 (UNEP, 2006), analiza la preocupación por la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad del suelo. Al respecto señala que “la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad del suelo, es un aspecto que va más allá de la agrobiodiversidad y es relevante para muchos ecosistemas terrestres. Y debe ser abordado con un enfoque de ecosistemas”. Los aspectos biológicos del suelo son uno de los grandes temas a investigar en para un manejo más sustentable de los agroecosistemas.

La última Conferencia de la partes COP 9 (UNEP, 2008), reunida en Berlín, analiza a fondo el programa de trabajo sobre diversidad biológica agrícola y se manifiesta “*alarmada por la pérdida de diversidad biológica y sus impactos negativos en la sostenibilidad de la agricultura y en la seguridad alimentaria y energética del mundo*”; A su vez, reitera el concepto que “la agricultura depende de la diversidad biológica y de que los sistemas de cultivos proporcionan alimentos, pienso, fibras y combustible, pero que algunas prácticas no sostenibles pueden afectar a otros servicios de los ecosistemas”. Como puede observarse, introduce el concepto de combustible entre los bienes que provee la agrobiodiversidad, advirtiendo que prácticas no sostenibles pueden poner en peligro algunos servicios que la propia diversidad

provee. Esto nuevamente señala un límite al aprovechamiento que el hombre puede hacer de los componentes de la diversidad en un marco de manejo sustentable de los agroecosistemas.

Más adelante, invita a prestar apoyo para la conservación *in situ* de la diversidad biológica agrícola, con miras a mejorar la conservación de los recursos fitogenéticos y zoogenéticos, los componentes relacionados de la diversidad biológica en los ecosistemas agrícolas y funciones afines de los ecosistemas. *Invita* a emprender investigaciones, y aplicar métodos y técnicas conducentes a evaluar y supervisar la situación y tendencias de la diversidad biológica agrícola y otros componentes de la diversidad biológica en ecosistemas agrícolas y a emprender estudios multidisciplinarios para evaluar la capacidad de los diversos sistemas agrícolas de conservar la diversidad biológica agrícola y utilizarla de modo sostenible y de ofrecer su viabilidad económica. Nuevamente se hace evidente la urgente necesidad de mejorar nuestros conocimientos en estos temas.

Decide integrar la cuestión de la producción y utilización de los biocombustibles en el programa de trabajo sobre diversidad biológica. Al respecto señala que: 1) la producción y utilización de biocombustibles debe ser sostenible respecto de la diversidad biológica; 2) *Reconoce* la necesidad de promover los impactos positivos y reducir al mínimo los impactos negativos de la producción de biocombustibles y su utilización en la diversidad biológica y los medios de vida de las comunidades indígenas y locales; y 3) la producción de biocombustibles debe hacerse dentro del marco del principio de precaución y el enfoque por ecosistemas.

Señala la necesidad de desarrollar sistemas agrícolas sostenibles que contribuyan, a mejorar la diversidad de biológica y a hacer uso de sus beneficios, así como a conservar las especies más vulnerables y posiblemente útiles. Reafirma que, aunque el enfoque por ecosistemas sigue siendo un marco normativo útil para conjugar valores sociales, económicos, culturales y ambientales, aún es preciso traducir este marco normativo en métodos para proseguir la aplicación que se ajusten a las necesidades de usuarios específicos. Finalmente, llama a la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas y locales en la elaboración de herramientas y mecanismos para consolidar y ampliar la aplicación del enfoque por ecosistemas.

Conclusiones

Del análisis efectuado, basado en los documentos del CDB y las COP realizadas hasta la fecha, surgen, como aspectos importantes: a) la interrelación entre la diversidad biológica y la agricultura, b) la estrecha interdependencia entre ambas, c) el impacto negativo que algunos estilos de agricultura intensiva tienen sobre la biodiversidad, d) la pluralidad de valores y dimensiones de la agrobiodiversidad, e) la estrecha relación entre la diversidad cultural y la agrobiodiversidad, f) la importancia de la conservación "*in situ*", g) la importante contribución que las comunidades de agri-

cultores tradicionales e indígenas han hecho y hacen a conservación “in situ” de la agrobiodiversidad, h) la importancia que tiene la diversidad en el mantenimiento de las funciones ecológicas en los agroecosistemas, i) nuestra ignorancia sobre muchos de estos aspectos, j) la necesidad de formación de técnicos, científicos y profesionales en estos temas, k) la necesidad de un abordaje que tenga en cuenta el principio de precaución y el enfoque por ecosistemas.

El desafío que tenemos por delante es, por lo tanto, enorme y debe ser abordado con un enfoque holístico y sistémico, con un claro espíritu ético, como propone la Agroecología, para que podamos hacer un uso sostenible de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas, de manera tal que permita satisfacer las necesidades de esta generación y las generaciones futuras.

Bibliografía

- Altieri MA & DL Letourneau** (1984) *Vegetation diversity and insect pest outbreaks*. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences*, 2: 131-169.
- Altieri MA** (1999) *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 19–31.
- Avery D** (1998) *Salvando al planeta con plaguicidas y plásticos. El triunfo ambiental de la agricultura de altos rendimientos*. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, Buenos Aires, 318 pp.
- Duelli P & MK Obrist** (2003) *Biodiversity indicators: the choice of values and measures* *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 87–98
- Flores CC & SJ Sarandón** (2003) *¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agricultura en la Región Pampeana Argentina*. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Plata*, 105 (1): 52-67.
- Gliessman SR** (2001) *Agroecología. Processos ecológicos em agricultura sustentable*. Segunda Edición. Editora da Universidade (Universidade Federal da Rio Grande do Sul) Pp: 653.
- Jackson ILE, U Pascual & Hodghin** (2007). *Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes*. *Agriculture, Ecosystems Environment*.
- Hietala-Koivu R, J Lankoski & S Tarmi** (2004). *Loss of biodiversity and its social cost in an agricultural landscape*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 75–83.
- Marshall EJP** (2002) *Introducing field margin ecology in Europe*. *Agriculture Ecosystems Environment*: 89: 1- 4. Editorial.
- Morandín LA & ML Winston** (2006) *Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 116: 289–292.
- Nicholls C** (2006) *Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas*. *Agroecología*,

1: 37- 48.

Oster M, K Persson, O Eriksson (2008) *Validation of plant diversity indicators in semi-natural grasslands. Agriculture, Ecosystems and Environment* 125: 65–72.

Östman Ö, B Ekbon & J Bengtsson (2001) *Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. Basic Applied Ecology*, 2: 365- 371.

Paleologos MF, A Cichino, ME Marasas y SJ Sarandón (2007) *Las estructuras de dominancia de los ensambles carabidológicos como indicadores de disturbio en agroecosistemas. Un ejemplo en dos viñedos bajo diferente manejo en la costa de Berisso, Buenos Aires. Revista Brasileira de Agroecología*, 2 (2): 655-659.

Paleologos MF, CC Flores, SJ Sarandón, SA Stupino, MM Bonicatto (2008) *Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes semi-naturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología* 3 (1): 28-40.

PNUMA (1990) *Reseña del PNUMA. Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente*. 8 pgs. Nairobi, Kenia. 1990.

Pretty JN, C Brett, D Gee, RE Hine, CF Mason, JIL Morison, H Rave, MD Rayment y G van der Bijl (2000). *An assessment of the total external cost of UK agriculture. Agricultural Systems* 64: 113-136.

Saini E & A Polack (2002) *Enemigos naturales de los Trips sobre flores de malezas. RIA*, 29 (1): 117- 123.

Sarandón SJ (2002a) *La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En “AGRO-ECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”, SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 1: 23-48.*

Sarandón SJ (2002b) *El agroecosistema: un sistema natural modificado. Similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas. En “AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”, SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 6: 119-134. ISBN:987-9486-03-X.*

- Sarandón SJ & GM Hang** (2002) *La investigación y formación de profesionales en agroecología para una agricultura sustentable: El rol de la Universidad. En "AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable", SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cáp. 23: 451-464.*
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica** (2000). *Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. Montreal. (2000). 30pp.*
- Schmidt MH & T Tscharntke** (2005) *The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. Agriculture Ecosystems Environment, 105: 235- 242.*
- Stupino SA, J Frangi & SJ Sarandón** (2006) *Diversidad cultivada y agrobiodiversidad vegetal en sistemas hortícolas con diferente manejo en La Plata, Argentina. Anales IV Congresso Brasileiro de Agroecologia, MG, Belo Horizonte, Brasil, Nov 2006. 175, 4pp.*
- Stupino AS, JL Frangi, SJ Sarandón, MF Arturi & AC Ferreira** (2008) *Plant agrobiodiversity in two horticultural farms under organic and conventional management in La Plata, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología. Brasil. 3 (3): 24-35.*
- Swift MJ, MN Izac & M van Noordwijk** (2004) *Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes—are we asking the right questions? Agriculture, Ecosystems and Environment 104: 113–134.*
- Thomas MB & EJP Marshall** (1999) *Arthropod abundance and diversity in differently vegetable margins arable fields. Agriculture Ecosystems Environment, 1999. 72: 131- 144.*
- UNEP/CBD** (1994) *Convention on Biological Diversity. Text and Annexes. The Interin Secretariat For the Convenion on Biological Diversity, Geneva, Switzerland: 34 pp.*
- UNEP/CDB/COP/3** (1997) *The Biodiversity Agenda. Decisions from the third Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Second Edition, Buenos Aires, Argentina, 4-15 Nov, 1996. 116 pp.*
- UNEP/CDB/COP/4** (1998) *The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la*

conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su Cuarta reunión. Anexo Bratislava, Slovakia, 4 al 26 de Mayo de 1998.

UNEP/CDB/COP/5 (2000) *The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión. Apéndice. Nairobi, 15-26 de mayo 2000.*

UNEP/CDB/COP/6 (2002) *The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su Sexta reunión. Anexo 1 La Haya, 7 al 19 de Abril de 2002.*

UNEP/CDB/COP/7 (2004) *The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su Séptima reunión. Anexo Kuala Lumpur, Malasia, Febrero de 2004.*

UNEP/CDB/COP/8 (2006) *The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su Octava reunión. Curitiba, Brasil, 20-31 de Marzo de 2006.*

UNEP/CDB/COP/9 (2008) *The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su novena reunión, Bonn, Alemania, 19-30 de mayo de 2008, 266 pp.*

UNEP (2009) *List of The Parties.* <http://www.cbd.int/convention/parties/list/>, Ingreso 23 de Enero de 2009.

Santiago J. Sarandón

Agroecología- CIC, Prov. de Bs Aires. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP, CC31 (1990). La Plata. Buenos Aires. Argentina, E-mail: sarandon@agro.unlp.edu.ar.

Causas de la crisis global de los precios de alimentos, y la respuesta campesina

Peter Rosset y Dana Rocío Ávila*

El mundo contemporáneo se encuentra ante una crisis de altos precios de los alimentos que ya ha provocando motines en diversos países de Asia, África y América. Como dice Leonardo Boff, «ya han estallado revueltas de hambrientos en cuarenta países sin que la prensa empresarial, comprometida con el orden imperante, haya hecho referencia alguna. Los hambrientos siempre dan miedo» (Boff, 2008). Estas revueltas finalmente están haciendo que los principales actores relacionados con la alimentación presten atención a este tema, aunque con versiones muy distintas de las causas reales y soluciones propuestas. Los organismos multilaterales como el Banco Mundial, la FAO, y las corporaciones transnacionales, señalan como responsables de los problemas a la falta de suficiente liberalización del comercio y de presencia del sector privado, y a los cambios de dieta en países como la China. Como salida a la crisis recetan más libre comercio y cultivos transgénicos. Las organizaciones campesinas ven causas de largo y corto plazo y proponen una solución holística y comprensiva (La Vía Campesina, 2008a).

Las organizaciones campesinas no esperan que, de las manos de quienes han creado la enfermedad, ahora sea socializada la cura. En la pasada cumbre de Seguridad Alimentaria y Retos del Cambio Climático y la Bioenergía, convocada por la FAO en Roma en junio de este año (Vivas, 2008), existía la oportunidad histórica de construir una salida mediante una práctica concreta a la cotidiana lucha contra el hambre y la pobreza en el mundo, pero al contrario esta reunión se caracterizó por la ausencia de soluciones al problema del hambre y la crisis en la producción de alimentos en el mundo. Solo fue escuchada una voz, la de los países ricos y los organismos internacionales, quienes proponen optar por medidas asistencialistas,

de libre comercio, y apoyo a la producción y comercio del paquete tecnológico que incorpora las semillas transgénicas y garantiza a las multinacionales el aumento y la continuidad en el consumo de los agroquímicos.

A nuestro juicio, parece que ya llegó la hora de La Vía Campesina Internacional. Desde hace más de 10 años la alianza global de las organizaciones campesinas ha estado construyendo una propuesta alternativa para los sistemas alimentarios de los países, la soberanía alimentaria (La Vía Campesina et al., sin fecha; Rosset, 2006). El año pasado se constató en el *Foro Mundial de la Soberanía Alimentaria*, realizado en Mali, que este debate ha venido ganando terreno en muchos otros movimientos sociales, como los de los pueblos indígenas, las mujeres, los consumidores, los ambientalistas, algunos sindicatos, y otros actores. Pero a nivel de gobiernos y organismos internacionales, había llegado a oídos más o menos sordos, sobre todo para los gobiernos de los países con mayor concentración de capital y de renta, con la excepción de algunos gobiernos más progresistas que ahora comienzan a tomar esta propuesta muy en serio (por ejemplo Venezuela, Bolivia, Ecuador o Nepal).

Causas de la Crisis

¿Cuáles son las causas de las alzas extremas de los precios? Según la Vía Campesina hay causas de largo plazo y causas de corto plazo. En cuanto a las primeras, se destacan los efectos de tres décadas de políticas neoliberales y de comercio libre sobre los sistemas alimentarios. En casi todos los países se ha desmantelado la capacidad productiva nacional de alimentos, sustituyéndola por una capacidad creciente para producir agroexportaciones. Esta transformación ha sido estimulada por enormes subsidios al agronegocio provenientes de los erarios públicos, y ha tenido numerosas consecuencias, ya ampliamente denunciadas por organizaciones ambientalistas y movimientos campesinos en la década pasada, entre ellas se han acentuado los efectos del cambio climático con el deterioro de la biodiversidad y los suelos, producto del modelo industrializado de producción agrícola (Rosset, 2006).

Son los sectores campesinos y de agricultura familiar los que alimentan a los pueblos del mundo; los grandes productores tienen vocación de exportar. Pero a los primeros se les han quitado los precios de garantía, los paraestatales de comercialización, los créditos, la asistencia técnica y, sobre todo, su mercado, inundado primero por importaciones baratas hasta arruinarlos, y una vez capturados estos mercados nacionales por las empresas transnacionales, ahora receptores de importaciones muy caras (Rosset, 2006). La destrucción de la vida campesina es tan grave que ha sido caracterizada, con razón, como una «guerra» contra el mundo rural (Rodríguez Lascano, 2008).

A la vez, el Banco Mundial y el FMI han obligado a los gobiernos a deshacerse de las reservas de cereales en manos del sector público, haciendo que en el mundo de hoy tengamos uno de los márgenes más estrechos en la historia reciente entre reservas y demanda, lo cual provoca el alza y la volatilidad de los precios (Rosset, 2006). O sea que los países casi no tienen ya ni reservas ni capacidad productiva, y son dependientes de las importaciones, que ahora suben de precio. Otras causas de largo plazo, pero en menor escala, son los cambios en los patrones de consumo en algunos países, como la preferencia por la carne por encima de dietas vegetarianas, aunque esta causa ha sido muy exagerada (Ray, 2008).

Entre las causas de corto plazo, la más importante es la entrada repentina del capital financiero especulativo, los llamados fondos de riesgo o hedge funds, en las bolsas de los contratos a futuro de los cereales y otros alimentos, los llamados commodities (Macwhirter, 2008). Con el colapso de la burbuja artificial del mercado inmobiliario de Estados Unidos, su desesperada búsqueda de nuevas oportunidades de inversión les hicieron descubrir estas bolsas de alimentos. El capital financiero es atraído por la volatilidad de cualquier mercado, ya que toma sus ganancias tanto en las subidas como en las bajadas, apostando como si fuera un casino. Apostando, pues, con la comida de la gente (La Vía Campesina, 2008b). Estos fondos hasta ahora han inyectado unos 70 mil millones de dólares extras a los precios de los commodities, inflando una burbuja que coloca los alimentos fuera del alcance de los pobres. Y cuando la burbuja entra en su inevitable colapso, van a quebrar a millones de agricultores del mundo entero.

Otro factor en el corto plazo ha sido el boom de los agrocombustibles, que compiten por área de siembra con los cultivos alimenticios y el ganado (Shattuck, 2008). En Filipinas, por ejemplo, el gobierno ha firmado acuerdos que comprometen un área de siembra para agrocombustibles equivalente a la mitad del área sembrada de arroz, alimento principal de su población. Debe ser considerado un crimen contra la humanidad alimentar a coches en lugar de personas.

También, el alza mundial de los costos de los insumos agroquímicos, como resultado del alto precio del petróleo, es un factor importante y contribuyente a corto plazo (Schill, 2008). Otros factores recientes incluyen sequías en algunos países, y los esfuerzos del sector privado reaccionario, conspirando con la CIA y las transnacionales, para exportar los alimentos de Venezuela, Bolivia y Argentina, generando escasez artificial como manera de desestabilizar sus gobiernos. O en caso de la «crisis de la tortilla» en México, haciendo acaparamiento para especular con los precios (Hernández Navarro, 2007).

Soberanía alimentaria: Una salida de la crisis

Frente a este panorama, y sus implicaciones futuras, se destaca una sola propuesta que esté a la altura del reto. Bajo la propuesta de Soberanía Alimentaria los movimientos sociales, y un número creciente de gobiernos progresistas o semiprogresistas, proponen re-regular los mercados de alimentos que fueron desregulados por el neoliberalismo. E inclusive, regularlos mejor que antes, con una real gestión de la oferta, haciendo posible encontrar precios que sean justos tanto para los productores como para los consumidores (La Vía Campesina et al., sin fecha; Rosset, 2006).

Esto significa volver a proteger la producción nacional de los países, tanto contra el dumping de alimentos importados con precios artificialmente baratos, que socava la producción nacional, como de alimentos artificialmente caros, como ahora. Significa reconstituir las reservas públicas de cereales y las paraestatales de comercialización, ahora en versiones mejoradas, con la participación fundamental de las organizaciones campesinas en su gestión, quitando a las transnacionales el control sobre nuestra comida. También significa incentivar la recuperación de la capacidad productiva nacional, proveniente del sector campesino y familiar, por medio de los presupuestos públicos, los precios de garantía, los créditos y otros apoyos, y la reforma agraria genuina. Urge la reforma agraria en muchos países para reconstruir al sector campesino y familiar, cuya vocación es producir alimentos, ya que el latifundio y el agronegocio suelen producir sólo para coches y para la exportación. Y se tienen que implementar controles, como han hecho algunos países en los últimos días, contra la exportación forzosa de alimentos que son requeridos por la población nacional (La Vía Campesina et al., sin fecha; Rosset, 2006).

Además, urge hacer un cambio de la actual tecnología en la producción, hacia una agricultura basada en los principios de la agroecología, sustentable, una producción agrícola que parta del respeto y del equilibrio con las condiciones naturales, la cultura local y los saberes tradicionales. Está demostrado que los sistemas de producción agroecológicos pueden ser más productivos, resisten mejor las sequías y otros cambios climáticos, y que por su bajo uso de recursos energéticos son más sustentables económicamente. Porque ya no podemos tener el lujo de producir alimentos cuyos precios estén vinculados al petróleo (Schill, 2008), ni mucho menos dañar la productividad futura de los suelos por medio de la agricultura industrial de grandes extensiones de monocultivos mecanizados y llenos de venenos y semillas transgénicas.

En fin, ya llegó la hora de La Vía Campesina y la Soberanía Alimentaria, la posibi-

lidad de hacer posible que los alimentos que son consumidos por las familias en las grandes ciudades y en las regiones más apartadas, sea garantice por la producción de la agricultura campesina y familiar.

Bibliografía

Berthelot, J. (2008), «*Summary of Critical analysis of the causes of the explosion in world agricultural prices*». Última visita: 11 de agosto de 2008 en <http://www.landaction.org/spip/spip.php?article316>.

Boff, L. (2008), «*¿Economía de revolución?*». Última visita: el 11 de agosto de 2008 en <http://www.redescristianas.net/2008/08/02/¿economia-de-revolucionleonardo-boff-teologo>.

Genetic Resources Action International (GRAIN) (2008), «*El negocio de matar de hambre: Es necesario cambiar radicalmente la política alimentaria ¡YA!*». Última visita: 11 de agosto de 2008 en <http://www.grain.org/articles/?id=40>.

Hernández Navarro, L. (2007), «*Cargill: 'el maíz de sus tortillas.'*» *La Jornada (México)*, 30, enero, accesado el 29 de Julio de 2008 en: <http://www.jornada.unam.mx/2007/01/30/index.php?section=opinion&article=021a1p0l>.

La Vía Campesina (2008a), «*Una respuesta a la Crisis Global de los Alimentos: ¡Los/as campesinos/as y pequeños agricultores pueden alimentar al mundo!*» Última visita: 11 de agosto de 2008 en http://www.viacampesina.org/main_sp/index.php?option=com_content&task=view&id=507&Itemid=1.

(2008b) *La Vía Campesina*. «*Crisis alimentaria: ¡no se puede jugar al casino con la alimentación!*» (2008c). Última visita: 11 de agosto de 2008 en http://www.viacampesina.org/main_sp/index.php?option=com_content&task=view&id=512&Itemid=1.

— *et al.* (sin fecha), «*Nuestro Mundo No Esta En Venta: Primero está la Soberanía Alimentaria de los Pueblos.*» (Sin fecha). Última visita: 11 de agosto de 2008 en <http://www.citizen.org/documents/wtooutoffoodesp.pdf>.

Macwhirter, I., «*The trading frenzy that sent prices soaring.*» *New Statesman* 17 abril 2008, Última visita: 11 de agosto de 2008 en <http://www.newstatesman.com/world-affairs/2008/04/haiti-food-price-commodities>.

Ray, D.E. (2008), «*Data show that China's more meat-based diet is NOT the cause of ballooned international corn prices?*». Informe, Agricultural Policy Analysis Center, University of Tennessee.

Rodríguez Lascano, S. (2008), «La crisis alimentaria como instrumento de la Guerra.» *Rebeldía (México)*, 5(60):10-16.

ROSSET, P.M (2006), *Food is Different: Why We Must Get The WTO Out Of Agriculture*. London: Zed Books.

Schill, S.R. (2008), *Perfect storm for fertilizer prices*. *Ethanol Producer Magazine*, junio, online edition. Última visita: 29 julio 2008, en http://www.ethanolproducer.com/issue.jsp?issue_id=84.

Shattuck, A. (2008), *The Agrofuels Trojan Horse: Biotechnology and the Corporate Domination of Agriculture*. Institute for Food and Development Policy, Policy Brief no. 14 (2008). Última visita: 29 julio, en <http://www.food-first.org/en/node/2111>.

Vivas, E. (2008), «FAO: más libre comercio, más hambre» (2008). Última visita: 11 de agosto de 2008 en http://www.viacampesina.org/main_sp/index.php?option=com_content&task=view&id=528&Itemid=1.

Peter Rosset rosset@globalalternatives.org

Dana Rocío Ávila agroecologia.dana@gmail.com

Via Campesina.

La economía ecológica y el desarrollo en América Latina

Walter Alberto Pengue

“Yo escribo para quienes no pueden leerme. Los de abajo, los que esperan desde hace siglos en la cola de la historia, no saben leer o no tienen con qué”.

Eduardo Galeano, La dignidad del arte. El libro de los abrazos.

Un debate, económico?

La crisis financiera internacional, que se hizo visible en los últimos meses de 2008, ha puesto nuevamente de rodillas a una parte del mundo económico financiero global y destacado una vez más, las enormes fallas que el abordaje parcial de un problema complejo dejado al albedrío de unos pocos y sumado a la avaricia más extrema, puede generar sobre cientos de millones de personas.

Un sistema financiero que si bien siempre lo estuvo, hoy en día se encuentra más desconectado de su propia realidad económica (Diagrama N° 1). Esa burbuja o economía financiera, crece y estalla, recurrentemente, puesto que está siempre desconectada de la realidad, a la que afecta de distintas maneras.

La desconexión del mundo financiero de su realidad de sustentación, mostraba ya, preocupantes señales de alerta cuando las cifras de circulación financiera superaban en diez veces el propio PBI mundial y que luego permitieron que llegara a los números actuales donde la desproporción es de 50 veces.

El aparato financiero está hecho para “estimular” la producción de bienes o servicios, de allí que una circulación financiera del mismo orden del PBI mundial era suficiente, alertaba el matemático Max Dickmann de la Universidad Paris VII. Pero el sistema se multiplicó loca y descontroladamente. Si la masa disponible se mide en unidades monetarias, esta circulación de 50 veces el PBI global significa que el 98 % del sistema es una gran bicicleta financiera internacional.

Y he aquí, una primera aproximación a la tremenda desvinculación que hay entre los actores de los mercados financieros, económicos y de los recursos naturales: Desde

el punto de vista de la estabilidad lo grave, es que ese 98 % de la bicicleta financiera circula a una velocidad como la de la luz, mientras que la reproducción de bienes y servicios, el restante 2 % lo hace en cambio a paso de tortuga, pese a los saltos tecnológicos (Naishtat, 2008). Y quién ha pensado, desde este mundo económico, en las tasas de reposición de la naturaleza?: nadie. Las tasas de interés del mercado y las tasas de reposición de la naturaleza, en muchísimos casos, no son similares (Costanza y otros, 1999). Y eso es lo grave. Nos estamos comiendo el mundo. Las primeras por supuesto, superan a las naturales, en cuantas veces al financista se les ocurra. No obstante, a pesar de lo sucedido, lamentablemente el mismo mundo, espera que, desde la economía más ortodoxa (que básicamente les subsumió en el problema), vuelvan a salir las recetas mágicas que den por cuenta de una solución y una búsqueda de estabilización en ciclos inconclusos cada día más recurrentes. Es justamente eso, magia y no ciencia.

Increíblemente se han esfumado del sistema, cientos de miles de millones de dólares, y prácticamente las preocupaciones principales de los actores económicos y los decisores de políticas solo pretenden buscar nuevamente un punto de estabilidad y equilibrio, dentro del mismo entorno económico, es decir, buscando infructuosamente un relanzamiento del capitalismo, sin comprender que las bases del problema, están en este gigante con pies de barro.

El gigantismo económico y financiero de este nuevo orden global, en estos tiempos se percibe en la crisis económica, pero la expansión de este gigantismo se encuentra en todas partes del mundo económico, en el cambio de escalas, que superan a la humana, no sólo en el mundo del capital, sino en el mundo global empresarial (que no tiene límites a su vorágine) en el crecimiento expansivo de los grupos corporativos, en sus formas de apropiación del mundo, de sus gentes y de su naturaleza.

El camino del cambio para la mejora de la vida en la tierra, no pasa por la economía en esta escala, sino por el reconocimiento de la dimensión humana en este mundo. E.F. Schumacher planteaba claramente sus ideas cuando en 1973, escribía su artículo *Lo pequeño es hermoso*, donde ponía el énfasis en el concepto del capital natural y subrayaba a la economía alternativa basada en una escala humana, descentralizada y sustentada en tecnologías propias, ideas que inspiraron a generaciones de ambientalistas. Un cambio hacia una nueva racionalidad ambiental.

La contradicción entre el capitalismo y la sustentabilidad y estabilidad planetaria, ha sido planteada por autores como Joel Kovel, en su libro *The enemy of nature. The end of capitalism or the end of the world ?* (El enemigo de la naturaleza. El fin del capitalismo o el fin del mundo?, en 2002, que alerta sobre las mismas cuestiones.

A pesar de todos sus logros, y de los ejemplos que sostenidos en las ideas de Schumacher en todo el mundo, el gigantismo económico, de la mano de la globalización financiera y económica¹, sigue primando en las mentes y corazones de los economistas y de quienes, lamentablemente, les siguen escuchando. Así como hoy en día,

1 Pero no de las personas ni de su libre circulación en el mundo.

se dejó crecer una nueva burbuja inmobiliaria apoyada en guarismos financieros insostenibles incluso en los términos económicos de mercado, de la misma forma, se mantiene aún hoy un culto a la posibilidad de la explotación de la naturaleza como si tal situación no tuviera ningún límite cercano. Pero hagamos un breve ejercicio de historia.

Como disciplina académica, la economía sólo tiene dos siglos. Adam Smith publicó su libro pionero, *La riqueza de las naciones*, en 1776. El aporte de Smith consistió en analizar el modo en que los mercados organizaban la vida económica y conseguían un rápido crecimiento económico. A su manera, intentó mostrar que el sistema de precios y de mercados era capaz de coordinar a los individuos y a las empresas sin la presencia de una dirección central.



Diagrama N° 1. La economía real y financiera y su base de sustentación "no registrada": La naturaleza

Quizás en el camino, quedarán conceptos básicos que servirían para comprender nuevamente lo que hoy sucede realmente. Aristóteles, hacia uso del concepto de crematística (del griego khrema, la riqueza, la posesión), en el sentido que hoy día damos a esta economía. Para el filósofo, la crematística respondía a un conjunto de estrategias que permitían a quien las desarrollara acumular dinero sobre dinero y por tanto poder y con este llevar adelante, las decisiones más recalcitrantes. La crematística de Aristóteles, era por cierto una actitud condenable, contra natura que deshumanizaba a aquellos que la desarrollaban. Aristóteles ya concebía el riesgo de que la crematística se independizara de la economía y buscara, no ya satisfacer la necesidad, sino un enriquecimiento ilimitado. Eran los riesgos de confundir al medio (el dinero) con un fin en sí mismo. Queda claro, desde el vamos, que cuando hablamos de economía en el mundo de hoy, estamos hablando de crematística. Lejos ha quedado la original e interesante definición vinculada a la economía como la administración de los recursos de la casa o del medio.

Volviendo entonces a Adam Smith y casi cien años más tarde, cuando las empresas capitalistas comenzaban a extender su influencia a todas las regiones del mundo, apareció la exhaustiva crítica del capitalismo, *El Capital* de Karl Marx (1867, 1885, 1894) que argumentaba que éste estaba condenado y que pronto le sucederían depresiones, revoluciones y que la única alternativa posible sería el socialismo.

En los decenios posteriores, pareció que los acontecimientos confirmaban las predic-

ciones de Marx. Los pánicos económicos y las profundas depresiones de las décadas de 1890 y 1930 llevaron a los intelectuales del siglo XX a poner en entredicho la viabilidad del capitalismo basado en la empresa privada.

El socialismo tuvo gran preeminencia desde 1917, y en los años ochenta cerca de la tercera parte del mundo estaba gobernado por doctrinas marxistas. El marxismo y el progresismo actual, siguen compartiendo con la economía neoclásica, las mismas ideas de “progreso”, de optimismo tecnológico bajo un brutal concepto de aprovechamiento y dominio de la naturaleza.

Pero, las crisis siguieron y en 1936, apareció La teoría general de la ocupación, el interés y el dinero de John Maynard Keynes, que describió una manera nueva de enfocar la economía, que iba a ayudar a los estados a atenuar los peores estragos de los ciclos económicos por medio de la política monetaria y fiscal.

En los años ochenta los países capitalistas occidentales y los países socialistas del este redescubrieron el poder del mercado para conseguir rápidos cambios tecnológicos y elevar el nivel de vida de sus sociedades, o por lo menos, de una parte de ellas. En occidente, los gobiernos redujeron las reglamentaciones que regularizaban pautas de la industria y la producción y liberalizaron los precios, y a fines de los ochenta - 1989 – los países de economía centralizada incorporaron directamente la economía capitalista (Samuelson y Nordhaus, 1995).

Hasta nuestros días, tenemos férreos regímenes comunistas con economía de mercado (China), parcialmente cuestionados por los defensores de “la libre empresa”, que sostenían en algún momento que esto podría funcionar adecuadamente sólo bajo regímenes democráticos. Quedan un poco retrasados y desactualizados, los supuestos del economista indio Amartya Sen, Premio Nobel de Economía (1998), cuando argumentaba a favor de estas ideas² en *Democracia y Libertad* y sus muchas otras obras, de hecho, desde EE.UU. y no desde la India.

Durante los noventa, y especialmente a fines del presente siglo, la cuantiosa, progresiva y sistemática expansión mundial de las empresas transnacionales y de sus inversiones de capital en la mayoría de los países del mundo, el incremento del intercambio comercial y la ya mencionada desintegración del sistema socialista ruso, han sido las principales causas que han conducido el proceso de globalización y transnacionalización de la economía. Los países emergentes, con poblaciones y territorios enormes, comienzan a pesar fuertemente en el tablero económico global. El grupo BRIC (Brasil, Rusia, India y China), son una demostración de ello al igual que el G20.

Las empresas multinacionales cuentan con una concentración, poderío económico, financiero, comercial y tecnológico de tan gigantesca magnitud que jamás se haya conocido anteriormente (Minsburg y Valle, 1994).

2 La idea de Sen ha sido la de conseguir un sistema económico social justo, pero sin conculcar los derechos individuales.

Pese a este importante crecimiento económico y aumento del bienestar de determinados sectores junto con la expectativa positivista que se tiene desde la economía en las soluciones futuras ofrecidas por la tecnología y el aprovechamiento - *ad infinitum* - de los recursos, son varias las cuestiones que desde la economía neoclásica aún no tienen respuesta o siquiera han sido planteadas.

Cuestiones claves de cara al próximo milenio que ni siquiera se han podido en parte solucionar, tienen vinculación directa con la sobreexplotación de los recursos naturales, la subvaluación de estos (es decir, el no reconocimiento de su verdadero valor ambiental y no sólo desde el mercado), la presión desenfrenada sobre los ecosistemas, el aumento de la brecha entre ricos y pobres, la distribución inequitativa de la riqueza y el hambre creciente en el mundo. Todo esto, bajo un escenario de cambio climático que nos es contemporáneo y cuyas secuelas en una recurrente suma de catástrofes naturales o antrópicas, sequías, inundaciones, pérdidas de producciones de alimentos recién comenzamos a dilucidar.

De todas maneras, algo está cambiando en la economía. La crisis financiera internacional en los albores de este milenio, presagia una importante transformación (lo que no implica, cambios mayores, no se alegre!), en el capitalismo global. O por lo menos así lo parece. Los mismos economistas, apelan además a la propia responsabilidad ética de las empresas y la reforma del propio sistema³. No es mucho, pero por lo menos por un tiempo van a intentar ser algo menos temerarios. Más, no se les podrá pedir ni a ellos, ni a los Estados que siguen a pie juntillas sus recetas y recomendaciones. Se discuten por otro lado, las consecuencias nocivas de la desregulación y la libertad de los mercados e incluso la posibilidad de dotar de estructuras nuevas a la economía internacional. Muchos sectores de la opinión pública de los países desarrollados muestran cierta aprensión con respecto al significado real de la liberalización del comercio y a sus efectos deletéreos. Inclusive, se argumenta en favor de una mayor injerencia gubernamental en la internacionalización de la economía.

El modelo globalista del futuro ya no resulta ni tan efectivo ni tan interesante. Se lo solía presentar como una suerte de panacea para la economía mundial. Ahora se hacen evidentes sus limitaciones y las consecuencias destructivas que puede acarrear. La aceleración de los ciclos económicos y el consumo mundial de los recursos nos hacen poner en duda la sostenibilidad económica, social y ambiental de ese sistema.

Ciclos de la naturaleza o de la economía ?

No obstante e increíblemente, es aún sumamente paradójico que no se haya prestado la suficiente atención a situaciones claves que afectan la misma base del sistema capitalista, y que no se vislumbra en el dinero, sino en la importancia, hasta ahora

³ pero sin olvidar por otra parte, la ley fundamental y el sustento lógico del capitalismo que reside en la maximización del beneficio individual

muy relativizada, que se ha dado a la base de recursos de dónde provienen todos los bienes: La Naturaleza.

En el planteo convencional de la economía, tal como lo desarrollan los economistas clásicos (Samuelson y Nordhaus, Economía, 14^o edición), el diagrama circular y cerrado, es el sugerido para comprender el funcionamiento de una economía de mercado. Es así como allí se pueden identificar a los dueños de los factores de producción (tierra o recursos, capital y trabajo) que son las familias o economía doméstica y por el otro, las empresas que, serían las que demandan de estos, para la producción. Las familias ofrecen estos factores en el mercado de recursos o factores y se produce el intercambio de los mismos por dinero (renta, interés y salario). Luego las empresas utilizan estos recursos primarios para la producción de distintos bienes (ej: soja, calzado, viviendas) que ofrecen en los mercados de bienes y servicios por los que recibirán un dinero. La renta de las familias (también dinero), les servirá a estas para adquirir esos bienes en el mercado con lo que cerraría ese circuito. Así increíblemente funcionaría para la explicación económica un ciclo de producción y transferencias en un perpetuum mobile que andaría eternamente. Adam Smith (1776) se emocionaba al reconocer que había “un orden” en el sistema económico y proclamaba el principio de la “mano invisible”, según el cual, todo individuo, al buscar egoístamente sólo su propio bien personal, actúa como si fuera dirigido por una mano invisible que también orientaría el lograr lo mejor para todos. La doctrina de la mano invisible de Smith explica porqué parece tan ordenado el resultado del mecanismo del mercado. Su idea sobre la función rectora de dicho mecanismo ha influido a los economistas modernos, tanto a los admiradores del capitalismo como a sus detractores. Un ex presidente de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica, Richard Norgaard, diría muchos años después, que “las invisibles manos del mercado, muchas veces tienen que tener quien las mueva y oriente”, en alusión a la indelegable función del estado y las regulaciones sobre un modelo tan impredecible.

Por otro lado, hay otra propuesta para intentar entender estas cuestiones. Lo primero podría ser tratar de entender a la economía dentro de la naturaleza y no a esta dentro o al servicio de la primera. De esta forma, llegaremos a ver que el circuito económico, visto como tal por los economistas no es así, sino que más bien, funciona gracias a un flujo unidireccional de energía y materiales en transformación.

A diferencia del sistema económico convencional que ve a la economía como un flujo circular de bienes y dinero (Diagrama 2), la economía ecológica viene a revisar con firmeza estos supuestos y propone un flujo unidireccional de energía, cuya fuente original es el sol (que es el pilastre que da funcionamiento a la rueda económica) hasta una conversión final en energía no reutilizable o contaminación (Diagrama 2).

Muy diferentes entonces, serán las argumentaciones, si en este sistema en lugar de percibir fluir solamente un flujo de materiales o dinero de forma circular, se mirara

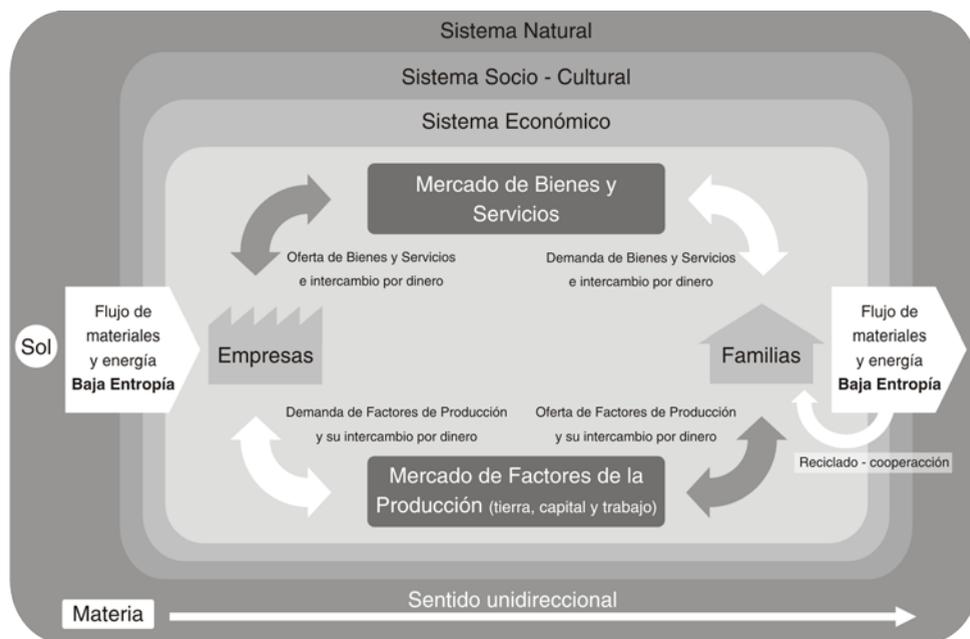


Diagrama N° 2. El funcionamiento del circuito bajo la esfera de la Economía Ecológica Flujo unidireccional de la energía

al conjunto movilizado por un ingreso permanente de energía desde un contexto mayor, que es el que hace sí mover esa rueda, al igual que el agua de un río, que pasando de un punto al otro, mueve a una noria. Si esta última (en el ejemplo, el agua), no estuviera presente, el sistema se detendría, se estancaría. Pero el agua que pasa sigue un flujo, unidireccional. No es la misma. Al igual que el ejemplo del agua con la noria, la energía que entra al sistema y lo hace mover, no es la misma que sale del mismo, luego de su utilización. Esa energía por un lado se transforma y por el otro genera energía de otra calidad, cumpliéndose de esta manera en la economía, los principios de la física, primero y segundo de la termodinámica.

Pensar entonces el sistema de una u otra manera, tiene consecuencias sumamente importantes sobre nuestro medio natural. Verlo en la primera instancia, es lo que permite impulsar su degradación y hasta su agotamiento (Hotelling, 1931) por aceleramiento de los ciclos económicos, con escasa consideración socio ambiental. Seguir los fundamentos del segundo diagrama, hará reconsiderar muchas de las formas de apropiación de la naturaleza, su capacidad de reciclaje, identificar cuellos de botella energéticos, su capacidad de sustentación e incluso una búsqueda de la desaceleración de ciclos económicos “sostenibles” económica o financieramente pero imposibles de sustentar en términos ecológicos.

Decía Nicholas Georgescu Roegen (1971), uno de los pilares de la economía ecológica moderna:

“Nada podría estar más alejado de la verdad que afirmar que el proceso económico

es una cuestión aislada y circular, tal como lo representa el análisis tradicional... El proceso económico está cimentado sólidamente en una base material sujeta a determinadas restricciones. En razón de estos obstáculos, el proceso económico tiene una evolución unidireccional irrevocable. En el mundo de la economía, sólo el dinero circula en dos direcciones de un sector económico a otro (...), si se considera esto último parecería que los economistas (...) han sucumbido ante el peor fetichismo económico: el monetario”.

Asimismo, es importante relevar que en este circuito económico como tal, es la “economía”, la que está inserta en una sociedad que le contiene y tampoco al revés. Porqué?. Pues porque no toda la sociedad, por el motivo que fuera forma parte de ese sistema económico. Una sociedad que también genera su propia y diferente cultura, que en muchísimos casos, no es componente de ese sistema económico tampoco. Cómo juzgaríamos o incluiríamos en esos intercambios de bienes y servicios por dinero, a los sistemas informales, al trueque que intercambia bienes, a las redes de intercambio y de apoyo social, a ciertas formas de la economía social, a los sistemas cooperativos que no utilizan el dinero⁴ o al mero rechazo de algunos sectores sociales a caer en el intercambio crematístico. Ese sistema económico esta inserto entonces en un sistema mucho mayor que es el sistema social, que respetaría la diversidad y diferentes necesidades. Que también es cultural. Y recién allí, es cuando aparece la naturaleza, quizás lejana para la economía, pero continente de todo el proceso. El primer gran círculo entonces, es el de la naturaleza. Que tiene límites: los propios del planeta. O más aún la biosfera y los espacios hasta los que el hombre ha legado merced a sus capacidades tecnológicas. Con una fuente energética superior que lo abarca sobre todo ese gran sistema que es el sol.

Willian Kapp⁵, lo destacaba en 1976 cuando decía que *“La destrucción ambiental y la creciente escasez de los recursos por fin nos han hecho tomar conciencia del hecho que la producción, la asignación, la elección de insumos y su colocación, no están ocurriendo en los sistemas cerrados o semicerrados que la ciencia económica ha usado tradicionalmente como modelos teóricos, para explicar los procesos económicos, sino básicamente esto ocurre en sistemas abiertos”*.

Hoy en día, podemos ver que, en su relación con la naturaleza tanto el capitalismo como el comunismo, han fracasado. No existe el “capitalismo a perpetuidad” como tan brillantemente lo documenta James O’Connor en su artículo “Es posible *el ca-*

4 Los principios de reciprocidad andina, son todo un ejemplo de una economía alternativa que pervivió por centurias. Así como la economía de mercado del capitalismo funciona sobre la base de sus propios principios, de la misma manera la economía de reciprocidad del socialismo andino tiene los suyos, creados por el hombre andino a través de miles de años, para responder a las dificultades orográficas y climáticas de los ecosistemas andinos, con el único propósito de lograr el bienestar general de todo sus habitantes: Ayni, Mita, Minka.

5 Kapp, K.W. El carácter de sistema abierto de la economía y sus implicaciones. En Doepfer, K (ed.). La Economía del futuro. FCE. México. 1978.

pitalismo sostenible”, en el libro *Ecología Política, Naturaleza, Sociedad y Utopía*. Pero que también por sobre estos se ha erigido una fuerza aún más poderosa que está ensombreciendo más la seguridad ambiental del planeta y por tanto de la humanidad: el consumismo.

Con su corazón centrado en el individualismo más brutal, exacerbado por los medios, el marketing, el materialismo y la disponibilidad de dinero, las fuerzas del consumismo han empalidecido al propio capitalismo y avanzan incluso irracionalmente, hasta cuando el propio sistema económico da indicadores de decir basta. El consumismo ha ganado los espacios de la religión, la familia, la política y los parámetros sociales. El consumo y el crecimiento económico sin fin es el paradigma de una nueva religión, donde el aumento del consumo es una forma de vida necesaria para mantener la actividad económica y el empleo. El hombre trabaja, sólo para consumir en muchos casos superfluamente o bien gasta cada día más horas de su tiempo laboral para alcanzar este estado, por lo menos en las economías desarrolladas. El consumo de bienes y servicios, por supuesto, es imprescindible para satisfacer las necesidades humanas, pero cuando se supera cierto umbral, se transforma en consumismo.

“Las principales causas de que continúe deteriorándose el medio ambiente mundial son las modalidades insostenibles de consumo y producción, particularmente en los países industrializados,” dice la Agenda 21.

De los 6600 millones de habitantes que tenemos en el mundo, la privilegiada sociedad de consumo la integran 1.728 millones de personas, el 28% de la población mundial: 242 millones viven en Estados Unidos (el 84% de su población), 349 millones en Europa Occidental (el 89% de la población), 120 millones en Japón (95%), 240 millones en China (apenas el 19% de su población), 122 millones en la India (12%), 61 millones en Rusia (43%), 58 millones en Brasil (33%) y sólo 34 millones en el África subsahariana (el 5% de la población).

En total en los países industrializados viven 816 millones de consumidores (el 80% de la población) y 912 millones en los países en desarrollo (sólo el 17% de la población del Tercer mundo).

El 15 % de la población mundial que vive en los países de altos ingresos es responsable del 56% del consumo total del mundo, mientras que el 40 % más pobre, en los países de bajos ingresos, se acredita solamente el 11% del consumo. Pese a que hoy día la mayoría de la gente consume más - debido a la expansión de la economía mundial en el decenio de 1990 y al mejoramiento del nivel de vida en muchos países - el consumo del hogar africano medio es un 20 % inferior al de hace 25 años.

Pero el consumo sostenible no se refiere sólo al uso equitativo de los recursos. Si toda la población del mundo viviera como un habitante medio de los países de altos ingresos, necesitaríamos otros 2,6 planetas para el sostén de todos, según la medida de la sostenibilidad del espacio productivo, medición independiente basada en las estadísticas de las Naciones Unidas.

El producto anual de la economía del mundo creció de 31 billones de dólares en 1990 a 42 billones de dólares en 2000, y había ascendido a apenas 6,2 billones de dólares en 1950. Este aumento de la actividad económica creó millones de nuevos empleos y impulsó por otro lado que la gente consumiera más (de lo que necesita, y más aún de lo que no necesita). Por ejemplo, las conexiones telefónicas mundiales aumentaron de 520 millones en 1990 a 844 millones en 1998, es decir un 62%. Los celulares en la Argentina, superan ya el doble de líneas telefónicas fijas y siguen creciendo.

Aunque desde 1990 los ingresos per cápita han aumentado un 3% por año en 40 países, más de 80 naciones tienen ingresos per cápita inferiores a los que tenían hace un decenio. Un quinto de la población mundial vive con menos de un dólar por día, sin los medios para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, agua no contaminada y atención de la salud.

El consumo mundial de energía ha aumentado significativamente desde 1992 y se prevé que aumentará a un índice del 2 % anual hasta 2020. El consumo mundial de combustibles fósiles aumentó un 10% entre 1992 y 1999. La utilización per cápita sigue siendo más elevada en los países desarrollados, donde las personas consumen hasta 6,4 toneladas de equivalente de petróleo por año, es decir diez veces más que el consumo de los países en desarrollo.

Entre 1950 y 2007 el consumo de agua se ha triplicado, el de combustibles fósiles se ha quintuplicado, el de carne creció un 550%, las emisiones de dióxido de carbono han aumentado un 400%, el PIB mundial aumentó un 716%, el comercio mundial llegó a un 1.568%, el gasto mundial en publicidad creció un 965%, el número de turistas que salieron de sus fronteras aumentó un 2.860%, el número de automóviles pasó de 53 millones en 1950 a 565 millones en 2002 y el consumo de papel saltó a un 423%, en este caso entre 1961 y 2002. Las importantes ganancias en eficiencia (pensemos también en la paradoja de Jevons⁶) se ven rápidamente absorbidas por el aumento del consumo. Las viviendas son cada vez mayores, pero con más materiales reciclables, y los automóviles cada vez más potentes.

Ahora mismo, los niveles actuales de consumo y producción, basados en la superficie productiva media ecológica mundial, superan en un 25 % la capacidad ecológica de la Tierra, lo que significa que incluso a los niveles actuales, la humanidad está comiéndose el capital natural del planeta a un ritmo considerable. No te comas el mundo, pareciera ser la consigna única a tal desenfreno. No es suficiente proponer cambios y reducción del consumo. Hay que atacar el paradigma consumista actual, en particular de las economías hiperdesarrolladas y de los enclaves consumistas de las economías en desarrollo.

6 La paradoja de Jevons, desarrollada por el teórico William S Jevons, afirma que a medida que el perfeccionamiento tecnológico aumenta la eficiencia con la que se usa un recurso, lo más probable es que aumente el consumo de dicho recurso, antes que disminuya. Concretamente, la paradoja de Jevons implica que la introducción de tecnologías con mayor eficiencia energética pueden, a la postre, aumentar el consumo total de energía.

Pero como es que esto no se ve?. Pues no se percibe, claramente, porque los afectados no son visibles, porque los daños se producen en lugares recónditos, o degradan escenarios de escaso interés o alejado?, o su desaparición no se percibe hasta muy tarde, o se retarda o enmascaran los daños. Peor aún, estos “no se logran relacionar “ con la intensificación del consumo. O porque en definitiva, no se sabe. O se sabe poco. O se conoce parcialmente el problema. O merced al poder, virtualmente los daños se socializan y cargan tanto a los más pobres o a las generaciones futuras (que no pueden defenderse ni reclamar ¡!!), o sobre los países más pauperizados. Dice Joan Martínez Alier, otro ex presidente de la ISEE: “*Los pobres venden barato*”. Tristemente, debo agregar que también los países pobres, aunque ricos en recursos, también “*se venden barato*”, o los venden de esta forma, quienes los administran.

Las Externalidades

Cuestiones como las externalidades, los costos y beneficios sociales y privados, la contaminación y la degradación de los recursos naturales - erosión, salinización, pérdidas de la capacidad productiva de los suelos, pérdidas de biodiversidad -, el aumento de la pobreza, el desempleo y la regionalización del mundo en áreas avanzadas y estancadas no han sido abordadas eficientemente por la economía ortodoxa.

Algunos planteos y análisis con esta misma perspectiva han sido si encarados desde la Economía Ambiental, con sus estudios sobre las externalidades, la asignación intergeneracional de los recursos agotables, poniendo especial énfasis sobre los derechos de propiedad del recurso y no más allá (Coase, 1981; Pigou, 1962).

Una externalidad, es un costo no incluido en las cuentas de una empresa, o de un país o de una región. El concepto ha alcanzado en particular la discusión ambiental y social (en general identificado como daños), al ser estos, valores generalmente no incluidos. La externalidad puede tener dos sentidos y ser entonces, positiva o negativa. Será de este último caso, cuando incluya estos daños y positiva cuando genere beneficios no considerados a priori (ej.: una carretera que se desconocía que se iba a hacer antes de instalar una fábrica en un predio, y que como resultado, hace disminuir sus costos de transporte, o la polinización de las abejas instalados, en los apiarios en áreas cercanas a un campo de producción de girasol).

No obstante, el abordaje que se hace, en general de las externalidades es monocriterial. Cuando se busca incorporar estos costos, la economía ambiental plantea se reconozcan y resuelvan a través de criterios exclusivamente monetarios.

En estos términos, la economía ambiental será un emergente de la economía del bienestar de Pigou, que abordó entre otras cuestiones la diferencia entre los productos netos marginales sociales y privados y las discusiones sobre impuestos (al estilo de unas retenciones ambientales, por ejemplo por el usufructo de recursos naturales como el suelo).

En la década de los sesenta, se agrega a este análisis el conocido artículo de Coase,

“El problema del coste social”.

Basados en ello, es que básicamente subyace el principal pilar de la economía ambiental, un subapéndice de la economía clásica que busca una asignación óptima de los recursos naturales o de su consumo o destrucción, utilizando términos monetarios. Se delimitan así funciones de coste marginal externo (o externalidades) y de beneficios marginales privados, intentando la obtención de un “óptimo social”, en el cual los actores sociales involucrados (dos empresas, una empresa y un particular, dos particulares, una ONG y una empresa, el estado y la empresa, dos estados), quedarían satisfechos.

Estas relaciones básicas, son las que han dado pie a los conocidos “Teoremas” de Coase y de Pigou, íconos de la discusión de la Economía Ambiental y la Economía de los Recursos Naturales. David Pearce, es uno de los emblemas de este modelo de reproducción capitalista con tonos verdes.

La colocación de las externalidades, entre empresas y hasta entre países, trae aparejado una discusión que es más de la ecología política⁷ que de la propia economía, incluida la ambiental y se refiere al mecanismo de dónde? y bajo qué precios? se coloca este daño. Dice W. Sachs: *“Es así que la nueva distribución del poder económico viene aparejada de un cambio en la distribución geográfica de los impactos sobre el medio ambiente. Si desde el punto de vista ecológico se define al poder como la capacidad de internalizar ventajas ambientales y externalizar los costos ambientales, bien puede suponerse que el alargamiento de las cadenas económicas dé origen a un proceso de concentración de las ventajas en los extremos superior y las desventajas en el extremo inferior”*. En otras palabras, los costos ambientales en que incurren las cadenas transnacionales de creación de plusvalía serán especialmente altos en los países del Sur y del Este, mientras que las economías postindustriales irán tornándose cada vez más benignas y afines con el medio ambiente. Un economista jefe del Banco Mundial (todos conocen el caso de L. Summers) recomendaba hace pocos años, en un documento filtrado y publicado en *The Economist*, depositar el pasivo ambiental (la externalidad) en aquellos territorios donde el resarcimiento económico producido por la pérdida de vidas o enfermedades, consecuencia de los impactos de empresas foráneas contaminantes, implicase el costo marginal más bajo.

Muchos de los análisis realizados de los impactos sobre los recursos naturales y el medio han sido presentados bajo esta perspectiva y cuentan con gran predicamento entre los actores económicos del establishment global. Pero el ambiente, cada vez peor.

Pero, cómo aplicar estos conceptos, cuando no se conocen los deseos o las preferencias de las generaciones futuras?, cuando hay valores en conflicto?, cuando se debe considerar el derecho a la existencia de las otras especies (o no?), cuando hay enor-

⁷ La ecología política es una disciplina que intenta abordar las problemáticas vinculadas a los conflictos por el acceso a los recursos naturales y las formas de apropiación de la naturaleza. Ha sido un campo creciente y muy fecundo en América Latina.

me cantidad de grupos sociales relegados o cuando hay serios conflictos de valores?. De allí, la importancia también de incluir los conceptos de inconmensurabilidad y de que existen más de un criterio para sopesar las cuentas, como sostiene el economista ecológico Giuseppe Munda y otros que aplican para la resolución de estos problemas, bajo el prisma más amplio de los sistemas multicriterio, que logran captar la complejidad del problema ambiental.

Es decir, la economía ecológica utiliza distintos lenguajes de valoración, que admiten una comparabilidad débil de valores, muy diferentes a la comparabilidad fuerte de los análisis costo beneficio convencional. Sin abandonar la utilización de elementos monetarios, los relativiza o neutraliza su poder expresivo, haciendo que pierdan su posición de privilegio, y sea generadora de decisiones parcializadas, facilitando un análisis integrador y superador.

Las diferencias entre la Economía Ecológica con la Economía Ambiental y la Economía de los Recursos Naturales

La economía ambiental y la economía de los recursos naturales son disciplinas funcionales a la economía neoclásica donde los derechos privados, las relaciones beneficio costo y la asignación óptima de los recursos y de los sujetos de contaminación se hacen teniendo en foco, el sistema de precios. Es una especie de *greenwash economy*, que no resuelve los nudos centrales generadores de la degradación ambiental y social.

Asimismo, desconocen cuestiones básicas del funcionamiento de los ecosistemas, los efectos deletéreos del crecimiento económico y las diferentes formas de la distribución de los beneficios y cargos en la sociedad.

La economía ambiental se refiere a la forma de manejo y asignación de costos en la disposición de residuos, contaminación del aire, del agua y por ejemplo la degradación o conservación de los suelos. También está vinculada con proyectos de conservación puntuales de los recursos naturales, de la biodiversidad o de la valoración de los servicios ambientales, a través del pago en dinero por su conservación, algo de mucho interés de la banca internacional (Banco Mundial, FMI, Fondos GEF) y de las multinacionales de la conservación como TNC, CI, WWF o UICN.

La economía de los recursos naturales se puede considerar como el estudio que hace la sociedad para el manejo, de recursos naturales escasos, tales como un bosque, una selva, las pesquerías, el agua, el petróleo o los minerales, que para la ciencia económica son considerados inagotables o sustituidos.

Es así que la economía ecológica se diferencia y distancia claramente de las dos anteriores, superando el actual fetichismo económico para hurgar en un enfoque integral, holístico, con una visión de sistema que le aporta claramente la ecología, bajo el paraguas de una nueva racionalidad ambiental (Cuadro N° 1).

Una economía ecológica, es una economía que reconoce que la racionalidad eco-

Cuadro N° 1. *La economía convencional, la ecología convencional, la economía ambiental y la economía ecológica. Posiciones frente a diferentes temáticas.*

| | Economía convencional | Ecología convencional | Economía ambiental | Economía ecológica |
|--|---|--|--|--|
| Visión del mundo | Mecánico, estático y atomístico | Evolucionario y atomístico | Mecánico, estático y atomístico | Dinámica sistemática y evolucionaria |
| Dimensión temporal | Corto plazo | Escala múltiple. Desde días hasta eones. | Corto Plazo | Escala múltiple. Desde días hasta eones. |
| Dimensión espacial | Desde lo local a lo internacional | Desde lo local a lo regional | Desde lo local a lo internacional | Desde lo local a lo global. |
| Especie considerada | Especie humana | Sólo las no humanas | Especies iconos (ballenas, panda, mariposa monarca) | Los ecosistemas |
| Objetivo básico a nivel macro | Crecimiento de la economía | Supervivencia de las especies | Crecimiento de la economía | Sostenibilidad económica ecológica. Decrecimiento o Economía Estacionaria |
| Objetivo básico a nivel micro | Maximización del beneficio (empresas) o utilidad (individuos) | Máximo éxito reproductivo | Conservación de especies o de ecosistemas | sostenibilidad económica ecológica |
| Hipótesis sobre el progreso tecnológico | Muy optimista La tecnología como solución | Sin opinión o escaso compromiso (Ej: caso de las biotecnologías, nanotecnologías). | Muy optimista | Prudencia. Abordaje desde la incertidumbre. Tecnopatogías. La tecnología como ilusión. |
| Estatus Académico | Disciplinar. Centrado en la utilización de instrumentos matemáticos | Disciplinar. Centrado en las técnicas y los instrumentos. | Disciplinar. Centrado en los instrumentos. Sistemas monocriteriales de resolución. | Transdisciplinar. Pluralista, basado en el análisis integral del problema |

| | Economía convencional | Ecología convencional | Economía ambiental | Economía ecológica |
|--|--|--|---|---|
| Métodos de valoración | Monocriteriales basados en el dinero | Monocriteriales, basados en el dinero. Sigue las recomendaciones del economista. | Monocriteriales. Basados en el dinero | Multicriteriales. Utiliza múltiples lenguajes de valoración. |
| Indicadores Físicos | No los utiliza | Los utiliza | No los utiliza | Utiliza Indicadores biofísicos para revisar el estado del ecosistema. |
| Relaciones con el entorno natural | No las tiene. Desconoce las funciones del entorno. | Estudia el entorno aisladamente del medio social | Reconoce el entorno y lo valora económicamente. | Busca y analiza las relaciones entre los sistemas económico y ecológico. |
| Análisis del sistema | Estático. Basado en métodos mecánicos de maximización de la utilidad individual presente | Aplica la teoría de análisis de sistemas | Enfoque dinámico, sobre el sistema estudiado solamente. | Enfoque dinámico, "inmortal" y multigeneracional (Georgescu-Roegen): Maximiza la felicidad de la humanidad presente y futura. |
| Sobre la base de recursos | Ilimitada | Los aborda como objeto de estudio. No hay compromiso con su integración al sistema humano. | Limitada. Pero propone sustituciones. | Limitada. Advierte sobre los riesgos de desaparición de ecosistemas y pérdidas de servicios ambientales. |
| Principal mecanismo de análisis | Cálculo de costos y beneficios según las preferencias subjetivas | Teoría de sistemas | Cálculo de costos y beneficios, integrando las externalidades | Sistemas Multicriteriales de análisis. Teoría de Sistemas |

| | Economía convencional | Ecología convencional | Economía ambiental | Economía ecológica |
|---|--|---|--|--|
| Tipos de sostenibilidad | Sostenibilidad débil. Capital natural se puede transformar a capital hecho por los humanos. | Sostenibilidad fuerte. Conservación | Sostenibilidad débil. Conservación. Capital natural se puede transformar en capital hecho por los humanos. | Sostenibilidad fuerte. No existe sustitución. No es lo mismo. Segundo principio de la termodinámica. |
| Tasas de descuento | Altas. Maximización del interés financiero | Bajas. Se rigen por los mecanismos de reproducción de la naturaleza. | Compromiso entre las tasas de interés y de descuento. Tasas altas, degradan el recurso. Tasas bajas son más “conservacionistas” | Tasas bajas, similares o iguales a las tasas de reposición o de renovabilidad de la naturaleza. Bajo los preceptos de la Ecología Productiva. No extraer más del ecosistema de lo que el ecosistema puede dar, sin colapsar. |
| Servicios Ambientales | No los reconoce | Los reconoce, pero vinculados al medio natural y la integración con el ecosistema. No aborda los impactos a humanos | Los reconoce, en términos de su valor de mercado. Pretende incorporarlos a sistemas de mercado para su venta. Ej: Bonos de Carbono. Venta de la biodiversidad. | Reconoce el alto valor de su existencia, tanto a la especie humana como a las otras especies. |
| Posición frente a la deuda externa | Pretende resolverlo desde el crecimiento y el pago de intereses de la misma, asociados a la capacidad de pago del país | No hay compromiso. Tampoco estudios sobre los impactos de la presión económica sobre los ecosistemas. | Promueve el reconocimiento de servicios ambientales y la obtención de fondos por esta vía | Crea el concepto de deuda ecológica, para el reconocimiento de la insostenibilidad del actual mecanismo de reproducción del capital global, y la sobreexplotación de los recursos de los países más pobres. |

| | Economía convencional | Ecología convencional | Economía ambiental | Economía ecológica |
|---|--|--|---|---|
| Equidad Intergeneracional | No lo contempla | No lo contempla | No lo contempla | Manifiesta su preocupación y el derecho de las generaciones venideras al mismo usufructo de la naturaleza |
| Posición frente a las otras especies | No lo considera | Las considera importantes como parte del ecosistema. | Las considera como sujeto de conservación. | Considera su derecho a la supervivencia, a su propio ambiente y a su desarrollo completo como especie en su propio ecosistema. |
| Democracia participativa | No lo considera | No lo considera | No lo considera | Propone que las decisiones sobre los límites ecológicos de la economía, estén basados en debates científicos políticos de carácter democrático y abierto, del cual surjan las verdaderas políticas de Estado que conduzcan a un verdadero desarrollo. |
| Sobre la energía | Se insiste en la era del petróleo y la energía nuclear | Eficiencia energética (Odum) | Energías alternativas. Biocombustibles. No estudia los impactos posibles de las nuevas tecnologías energéticas. | Era postpetróleo. Pretende la reducción global del consumo energético. Economía estacionaria. |

nómica y la racionalidad ecológica, aisladamente, son totalmente insuficientes para llegar a decisiones correctas que ayuden a resolver los problemas ecológicos y económicos del siglo XXI.

Los Servicios Ambientales

Los servicios ambientales son los enormes beneficios que obtiene el ser humano como resultado de las funciones de los ecosistemas. Entre ellos se encuentran el mantenimiento de la composición gaseosa de la atmósfera; el control del clima; el control del ciclo hidrológico, que provee el agua dulce; la eliminación de desechos y reciclaje de nutrientes; la conservación de cuencas hidrológicas, la generación y preservación de suelos y el mantenimiento de su fertilidad; la eliminación de desechos y reciclaje de nutrientes; el control de organismos nocivos que atacan a los cultivos y transmiten enfermedades humanas; la polinización de cultivos; y el mantenimiento de un enorme acervo genético del cual la humanidad ya ha sacado elementos que forman la base de su desarrollo tales como cultivos, animales domésticos, medicinas y productos industriales.

Para la economía clásica estos servicios están tremendamente subvaluados. La calidad de los servicios ambientales depende en gran medida de las condiciones en las que se encuentren los sistemas naturales y el manejo que se haga de los mismos.

En este sentido es extremadamente relevante evaluar la relación entre la diversidad biológica, el funcionamiento de los ecosistemas y las variables macroeconómicas.

Los ecosistemas son autoorganizaciones que requieren de un mínimo de diversidad de especies para capturar energía solar y desarrollar las relaciones cíclicas que ligan y sostienen a productores, consumidores y descomponedores, responsables del mantenimiento de la productividad biológica⁸.

Existe en el ecosistema una diversidad mínima de especies indispensable para que los ecosistemas soporten las perturbaciones a las que los someten los factores externos.

A tal punto que la función ecológica mas importante y critica de la biodiversidad es el mantenimiento y el mejoramiento de esta propiedad de los ecosistemas, conocida como resiliencia. La resiliencia es la propiedad de los ecosistemas para responder al estrés provocado por la depredación o la perturbación proveniente de fuentes externas (incluidas las actividades humanas), lo que por cierto, incluye entonces un valor de la biodiversidad. La biodiversidad, ecológicamente crucial, es el mecanismo vital que asegura la resiliencia esencial de los ecosistemas. La resiliencia es, en última instancia, la única garantía de la sustentabilidad ecológica de los ecosistemas. Un

8 La producción primaria neta de biomasa y su apropiación por parte de la humanidad (HANPP), término desarrollado por Vitousek, es una metodología adecuada para evaluar la presión del hombre sobre los ecosistemas terrestres y en particular, inferir estados vinculados a la biodiversidad de las especies.

ecosistema es saludable y “libre del síndrome del desastre”, si y solamente si, es globalmente estable y sustentable. Esto es: si es activo y mantiene su organización y su autonomía en el tiempo y además es resistente y capaz de absorber y usar creativamente todas las posibles perturbaciones externas (estrés) que puedan afectarlo (Costanza y otros, 1999).

Los servicios ambientales provienen de las prestaciones de los ecosistemas naturales y en algunos casos agroecosistemas, ampliamente subestimados por la sociedad. Por ejemplo, el proceso de globalización alimentaria conlleva por un lado a un incremento importante de los bienes exportables hasta su sobreexplotación y una asociación consiguiente con la subvaluación de estos productos.

Actualmente, comienzan a manifestarse dos tendencias respecto al uso de estos recursos ambientales. El primero dice que es importante que los servicios ambientales coticen en los mercados formales, lo que permitiría por un lado generar recursos económicos y por otro, obtener un precio que funcione como una señal que alerte sobre los cambios en su disponibilidad o condición. Esta no es la posición de una Sociedad Económica, es lo manifestado por la Sociedad Norteamericana de Ecología (Ecological Society of America, 1997).

La otra posición resalta que *“este origen ha llevado a muchas organizaciones y comunidades a caer en esta nueva trampa de mercado. Otras lo han visto como fuente de recursos. Estas últimas, muchas veces asociadas con las transnacionales más contaminantes, como las petroleras y las de automóviles, que desde los inicios de esta nueva modalidad de comercializar la biodiversidad vislumbraron la oportunidad de justificar la contaminación haciendo al mismo tiempo un jugoso negocio. Esta visión transforma los bosques, las cabeceras de cuencas, los cauces de los ríos, los mantos freáticos, los recursos genéticos y los conocimientos indígenas y la belleza de un paisaje en “capital” y mercancías redituables que pueden ser comercializadas por quien se atribuya su propiedad y tenga dinero para comprarlas”*.

Una tercera posición, la del *Manifiesto por la Vida*, impulsada desde el Programa para el Medio Ambiente, PNUMA en América Latina, destaca que hoy, los bienes comunes están sujetos a las formas de propiedad y normas de uso donde confluyen de manera conflictiva los intereses del Estado, de las empresas transnacionales y de los pueblos en la redefinición de lo propio y de lo ajeno, de lo público y lo privado, del patrimonio de los pueblos, del Estado y de la humanidad. Los bienes ambientales son una intrincada red de bienes comunales y bienes públicos donde se confrontan los principios de la libertad del mercado, la soberanía de los Estados y la autonomía de los pueblos (del Manifiesto por la Vida, 2002).

La Economía Ecológica

La economía ecológica no es una rama fértil ni un apéndice más o menos indepen-

diente de la teoría económica, sino que es un campo de estudios transdisciplinar. Puede definirse como la ciencia de la gestión de la sostenibilidad y como tal, estudia las interacciones entre la sociedad y la naturaleza, muy por encima de los limitados abordajes tanto de la economía como de la ecología, ciencias con las que se relaciona, al igual que con otras que estudian con firmeza la problemática ambiental compleja como la ecología política, la agroecología, sociología, ecología de paisajes o ecología urbana. Disciplinas que desde los conflictos sociedad naturaleza se hacen incluso más palpable o focos directos del interés de investigación.

La economía ecológica adopta la teoría de sistemas para la comprensión de los fenómenos ecológicos y los integra a los estudios de los límites físicos y biológicos debidos al crecimiento económico. Estudia a las sociedades como organismos vivos que tienen funciones como las de captación de la energía, utilización de los recursos y energía de la naturaleza y eliminación de sus residuos (metabolismo social). Este metabolismo, urbano, rural, industrial funciona de distintas maneras, en diferentes etapas desde la captación de la energía hasta su eliminación (Toledo, 2008). Llamativamente, los precursores intelectuales de la disciplina no eran economistas sino físicos, químicos, biólogos, urbanistas, ecólogos como Carnot, Clausius, Pfaundler, Geddes, Podolinsky, Popper-Lynbeus, Soddy, Lotka u Odum. De hecho, sus teorías fueron desestimadas por los economistas convencionales, como sucedió por ejemplo, con los escritos de Podolinsky rechazados de plano por Engels e indirectamente por Marx⁹.

Alfred Lotka¹⁰ planteaba básicamente las diferencias entre el consumo endosomático y el consumo exosomático. El primero propio de las demandas metabólicas de la especie humana, es de hecho, muy similar para cada uno de nosotros. Este es el más democrático de los consumos, donde todos los requerimientos prácticamente son similares. Siempre que podamos por lo menos comer!. Pues entonces dónde está la diferencia?: En el consumo exosomático, es decir, en la búsqueda de la satisfacción de requerimientos extracorporales y allí si, existe un abismo en términos de las demandas energéticas (para transporte, vestimenta, bienes superfluos) de los ciudadanos del norte y del sur.

Sin embargo, es más recientemente, con la llegada de los economistas reaccionarios u heterodoxos, donde podemos encontrar los ejes seminales de la economía ecológica y también en muchos autores no economistas, ricos en manifestaciones éticas y ambientales, muchos emergentes desde esta propia Latinoamérica.

9 Sin embargo, son varios los autores que sostiene que detrás del legado de Marx, existe hoy día, lo que podríamos llamar un “*marxismo ecológico*” (Altwater, E, Valdés, C, O’Connor, J y otros).

10 Alfred Lotka, proponía la teoría que el concepto darwinista podría también aplicarse a las leyes físicas. Entre sus propuestas estaban que el principio selectivo de la evolución también podría considerarse para la maximización de la transformación del flujo de energía. Dos de sus trabajos más destacados en este orden: *Contribution to the energetics of evolution* School of Hygiene and Public Health, Johns Hopkins University Comunicacion, Mayo 6 1992 y *Natural Selection as a physical principle*.

La mayoría han sido investigadores y escritores de los siglos XX y el actual, como Nicholas Georgescu-Roegen, Herman E. Daly¹¹, Kenneth Boulding, Karl W. Kapp, Robert Ayres, Eduardo Galeano, Joan Martínez Alier, Robert Costanza, James O'Connor, Manfred Max-Neef o José Manuel Naredo¹².

Kenneth Boulding¹³ planteaba la limitada probabilidad expansiva de nuestra especie en la tierra, emulando sus límites al concepto de la nave espacial, en un artículo que destacaba estos conceptos: *The economics of the coming spaceship* (1966).

Nicholas Georgescu Roegen caracterizaba al proceso económico, desde el punto de vista físico, como la transformación de baja entropía o recursos naturales, en alta entropía o residuos. Desde aquí, los preceptos en los que se apoya la economía ecológica en la termodinámica.

Es por ello que en realidad medir los impactos y efectos sobre un recurso en forma aislada debería considerarse erróneo, dado que cada uno de ellos se asienta en un sistema con el cuál interactúa y se nutre. Es imposible extraer de los sistemas biológicos más de lo que se puede considerar como su rendimiento sostenible o renovable (Daly, 1991) pues de lo contrario acabaríamos con ellos, e indirectamente, con nosotros mismos. De allí la importancia de un análisis eointegrador propuesto por la economía ecológica.

Todo esto exige un conocimiento profundo de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales, que son la base de la vida humana y de las sociedades, conocimiento que marca los límites, tanto físicos como conceptuales, a los que debe ajustarse la actividad humana y por lo tanto la economía.

Tampoco el hombre utiliza recursos naturales de manera aislada, sino que utiliza ecosistemas, proceso de apropiación que ha sido interpretado por Norgaard (1984) como un proceso coevolucionario. Esto significa que en la medida en la que el sistema socioeconómico modifica los sistemas biológicos, se ve obligado a su vez a adaptar el primero a los cambios introducidos en el segundo, de manera que es capaz de comprender los efectos de las modificaciones sobre los ecosistemas - de adquirir un nuevo conocimiento - que le permita usar adecuadamente los mismos, para lo cual necesita crear nuevas instituciones, en el sentido de nuevas leyes, reglas o normas sociales de comportamiento (Aguilera Klink y Alcántara, 1994). Naredo (1992) propone para el análisis económico, un enfoque eointegrador, cuyos fundamentos

11 Herman Daly ha sido condenado al ostracismo por la fraternidad de los economistas, debido a que jamás trabajó bajo el altar y el concepto del crecimiento ilimitado. Argumentaba que, a diferencia de lo que consideran los economistas convencionales, respecto a la necesidad de crecimiento para resolver los problemas de pobreza y degradación ambiental, este tipo de crecimiento podría ser más costoso para la humanidad que el no crecer. *Steady-State Economics* es uno de los libros más influyentes del pensamiento ambiental de los siglos XX y XXI.

12 Naredo, J. M. *La economía en evolución*. Siglo XXI. Madrid. 1987.

13 Kenneth Boulding acercó una cierta dosis de autocrítica al mundo económico. Decía que "cualquiera que pensase que el crecimiento exponencial podría funcionar en un mundo que es finito, tiene dos opciones: o está loco o es economista".

afectarían al método, al instrumental e incluso al propio estatuto de la economía, al sacarla del universo aislado de los valores de cambio en el que hoy se desenvuelve para hacer de ella una disciplina obligadamente transdisciplinar.

Otros proponen directamente el cambio del paradigma económico. En los últimos dos siglos la humanidad ha atravesado por tres grandes revoluciones tecnológicas. Primero fue la revolución industrial, que permitió una expansión sin precedentes de la producción de bienes físicos y el alcance hacia regiones y recursos, recónditos en todo el planeta. Los siglos XVIII y XIX pueden considerarse basados en este tipo de desarrollo. Los recursos parecían ilimitados.

Luego, mucho más recientemente abordamos a la revolución tecnológica, con la llegada de la biotecnología, las nanotecnologías, las tecnologías de nuevos materiales y las comunicaciones, que permiten flujos rápidos de información y nuevas formas de apropiación de la naturaleza. Este mecanismo de alcance es mucho más poderoso que el anterior y muchísimo más impactante aún en sus efectos de transformación.

La tercera, la revolución de esta primera etapa del siglo XXI, deberá ser la revolución de la sostenibilidad. Para poder seguir habitando en la tierra, el hombre deberá apelar a toda su sabiduría y diversidad de conocimientos para alcanzar la búsqueda en todos los sentidos, de formas de convivencia con la naturaleza.

Entonces, superar la barrera de la valorización crematística del medio, y reemplazarla en la economía y el ambiente por un sistema de flujos de energía, con dirección, sentido y acumulación, sumado a la capacidad de asimilar residuos, es la propuesta general que nos hace la economía ecológica.

Comprender a los ecosistemas, como sistemas complejos, dentro de los cuales, la especie humana es una más y no es el centro de transformación y explotación de la naturaleza, por lo menos, a perpetuidad.

Decíamos que “La economía ecológica se define como ‘la ciencia de la gestión de la sustentabilidad’. La sustentabilidad o viabilidad en el tiempo de un sistema, viene marcada por sus intercambios con el entorno físico, que (...) escapan a la red analítica usual de los economistas. Precisamente, por eso la economía trata ahora de extender su objeto de reflexión y de valoración, hacia aquellas partes del proceso físico de producción y gasto que no eran tomadas en cuenta” (Naredo, 1992).

Según Naredo entonces, el mercado deja de ser la panacea que se suponía, donde debería garantizar por sí sólo el óptimo económico, para convertirse en un instrumento más a utilizar sobre bases controladas para conseguir soluciones que se adapten a determinados objetivos o estándares socialmente acordados. Lo que empuja a abrir el universo hasta ahora aislado de lo económico, a la realidad física y biológica y a sus modelos predictivos, a las diferentes opciones tecnológicas y a los procesos de negociación social.

La economía ecológica supera además el enfoque económico de la gestión de lo útil y lo escaso para considerar toda la biosfera y los recursos que, pueden ser a la vez escasos y de alguna manera hoy o en el futuro, útiles.

Recordemos entonces que el proceso de producción se representa como un sistema abierto y dependiente de la energía y materiales que intercambia con su medio ambiente, en un sistema de representación del proceso económico, caracterizado por su desequilibrio permanente y su irreversibilidad respecto del tiempo. El enfoque ecointegrador tiene como objeto de estudio el flujo de materiales y energía, en un sistema abierto y en continuo desequilibrio donde interaccionan con los objetos económicos reales que aparecen y desaparecen del sistema en tanto lo hacen sus correspondientes valores de cambio.

“La economía ecológica es una crítica ecológica fuerte de la economía convencional. Es un nuevo enfoque sobre las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el conjunto total de los sistemas físico y social” (Van Hauwermeiren, 1998). Aquí, la ciencia económica es sólo parcial, al desconocer ampliamente el intrincado y complejo funcionamiento de los ecosistemas, de los cuáles la especie humana es sólo una parte.

Inclusive desde el punto de vista social, la economía ecológica hace de la discusión de la equidad, la distribución, la ética y los procesos culturales, un elemento central para la comprensión del problema de la sustentabilidad. Es por tanto una visión sistémica y transdisciplinaria que trasciende el actual paradigma económico.

Por tanto, será la misma consecuencia del actual sistema económico el principal pilar que las sociedades en su conjunto analizarán y criticarán ampliamente de cara a su propia supervivencia. Es allí, donde emergen con eficacia los supuestos de la economía ecológica. Cuando la sociedad asuma, con una nueva mirada de racionalidad ambiental que ya no le es posible seguir sobreexplotando los recursos naturales y que se camina directamente a su extinción, si no produce cambios en sus hábitos de consumo y producción. Cuando, al poner en riesgo los recursos naturales y se pierdan los servicios ambientales mínimos, la sociedad comprenda también que no se puede comer el dinero o que con todo este junto, no es posible volver atrás, a los graves impactos naturales de escala global.

Por supuesto, que estas percepciones ya se reflejan entre los economistas, quienes como he dicho, han buscado alternativas desde su propio ámbito de discusión. De hecho, estas distintas ofertas, podrán ser herramientas útiles para el cambio, siempre que el Estado las utilice en su contexto de desarrollo verdadero. En caso contrario, serán sólo paliativos, que enmascararán en parte el creciente y muchas veces imperceptible (inicialmente) avance de la degradación ambiental, hasta su consecuencia más nefasta para los economistas, la desaparición de la producción.

Resumiendo entonces, la economía ecológica, entiende que la actividad económica no es una actividad que sólo utilice bienes ambientales o recursos naturales de manera aislada, sino que es una actividad económica que está precisamente centrada en la utilización de los ecosistemas.

Su base de sustentación se fundamenta en aspectos biofísicos y energéticos fundamentales, como las leyes de la termodinámica y donde la escala de desarrollo de

la economía está limitada por el propio ecosistema. En este marco, los procesos de transformación deben diferenciar claramente entre el capital natural y el capital hecho por los humanos, y demostrar explícitamente que por supuesto, uno no puede ser reemplazado totalmente por el otro.

La economía ecológica diferencia claramente y marca la incongruencia entre el ritmo de tiempo diferente entre la dimensión económica y la biogeoquímica terrestre. Las nuevas tecnologías constituyen un claro objeto de análisis de la nueva ciencia, que pone consideración en la evaluación de riesgos y beneficios. La falta de conocimientos sobre efectos potenciales en el largo plazo, hace que se ponga especial énfasis en los criterios de incertidumbre y prudencia¹⁴.

En el contexto actual, serán entonces los Estados, a través de sus instituciones y actores, los principales responsables de la apropiación de conocimientos e información emergentes de la Economía Ecológica, que pueda llevar a nuestras naciones a un verdadero desarrollo. Entonces, la gestión de la sustentabilidad necesitará de un amplio debate entre todos los actores sociales que permita generar las decisiones políticas necesarias para el desarrollo de la economía en el marco ecológico adecuado, que no se rige por las leyes de los hombres, sino por las de la naturaleza. Deberá el hombre adaptarse a la misma. La nueva política permitirá entonces, aprovechar los recursos naturales de manera racional, respetando la equidad intrageneracional e intergeneracional y la capacidad de sustentación del ecosistema global.

Los grandes desafíos para el futuro y la Región

Muchas veces, se ha argumentado que el mundo debe poner un freno a su actual crecimiento desmedido. No obstante, entre aquellas economías que prácticamente están al límite de su consumo endosomático y aquellas otras, como los países hiperdesarrollados, que lo hacen a la máxima tensión de sus consumos exosomáticos, hay un abismo. La huella ecológica de países como Bangladesh es de 0,5 hectáreas mientras que la de los Estados Unidos llega a las 9,57 hectáreas (si la cuestión fuera medida, por ejemplo, en base a las necesidades de recursos para la producción básica). Mínimamente, las primeras deberían alcanzar estándares de bienestar humano, al estilo de lo que apuntaba tan acertadamente el chileno Manfred Max Neef, del *desarrollo a escala humana*. Es decir, reconocer que el desarrollo se refiere a las personas y no a los objetos. Habrá que apuntar, como dice Max Neef, más que a la satisfacción de meras necesidades (básicas o no), a la concreción de una cierta escala de satisfactores, que permitan alcanzar la realización de este nuevo hombre.

14 Como por ejemplo, los que plantean J. Ravetz y el argentino Silvio Funtowicz, en su libro *Epistemología Política. Ciencia con la gente* (Centro Editor para América Latina, 1993), en el desarrollo del concepto de **Ciencia Postnormal**, para los casos en que se deben enfrentar situaciones complejas, nuevas tecnologías y las decisiones son apresuradas y en muchos casos por tanto, bajo la presión de múltiples intereses contrapuestos.

Pero además de la resolución de estas iniquidades y de las formas de cómo lograr un adecuado desarrollo, es menester que el mundo haga el esfuerzo por comprender la finitud de los recursos planetarios. Lo planteaba claramente Howard T. Odum en su obra *A prosperous Way Down: Principles and Policies*, donde manifestaba su preocupación sobre un mundo con menos petróleo y con limitaciones naturales y tecnológicas para poder seguir profundizando su demanda energética. *¿cuán prospero y pacífico sería ese mundo?*, se preguntaba el sabio. No obstante, Odum no sólo advierte sobre el desastre inminente, sino que muestra, caminos y posturas, para lograr una humanidad más plena con menos consumo y destrucción de los recursos disponibles. Joan Martínez Alier, ha abordado con singular capacidad, la situación de conflictos y diferentes lenguajes de valoración entre las economías latinoamericanas, los grupos corporativos y las naciones desarrolladas.

A estas alturas, podríamos plantearnos si existe una economía ecológica con una impronta sudamericana, y en rigor de verdad, podemos afirmar que sí, que incluso de alguna manera, antes de la consolidación formal de la Sociedad, América Latina había mostrado visos claros de una crítica fuerte al sistema de transformación despótico de la naturaleza y de sus gentes.

El baluarte de este movimiento, no sólo de los pobres, sino también de los intelectuales y los escritores latinoamericanos, abrevia en *Las venas abiertas de América Latina* (una obra que debería ser obligatorio material de texto, en las Universidades Latinoamericanas y en todas las escuelas y colegios de la Región), donde el escritor uruguayo Eduardo Galeano, contaba desde un Montevideo de finales de 1970, la historia de las tremendas iniquidades que fue sufriendo la América Latina, en particular, desde el choque de dos mundos. Su análisis, pasado y actual, no sólo plantea el lamento de lo perdido históricamente, sino las funciones y los efectos que las actuales organizaciones del poder global, el papel imperial de los países, de los gestores de nuestra riqueza cumplen en este orden que para cambiarlo, primero hay que conocerlo y comprenderlo.

Es verdad que aún muchos investigadores en la Región han aplicado instrumentos de la economía ambiental para sostener análisis que, siendo parciales igualmente son un aporte importante para la comprensión de los modelos de utilización de la naturaleza, como hicieron hace ya unas décadas el economista Héctor Sejenovich y su *Manual de Cuentas Patrimoniales* (editado por el PNUMA, México, 1996) o el investigador en temas ambientales del INTA, Ernesto Viglizzo (2008), al aplicar la metodología de Robert Costanza¹⁵ ¹⁶para dar precio (y no valor, en términos del cálculo completo del valor económico total, VET) a las distintas ecoregiones de la Argentina.

No obstante, esta visión parcial de las cuentas de la naturaleza está cambiando rápi-

15 En especial basado en el artículo The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. 387. Mayo 15. 1997.

16 Costanza argumentaba, emulando a la tierra a una empresa, que alguien que analizara los balances de la primera, una de las primeras cosas que haría por la mala administración de la misma, sería echar a su gerente general (CEO).

damente y la contabilidad, regional se enriquece con el aporte de nuevos instrumentos metodológicos, de abordaje amplio, como los Sistemas Multicriteriales desarrollados como he dicho, por el científico italiano Giuseppe Munda. Falconi y Burbano (2007), hacen una interesante síntesis de estas metodologías.

A través del método multicriterio social, se hace posible intentar capturar “el valor” más integral de un determinado ecosistema, en particular cuando existen intereses en conflicto y las decisiones superan el plano de la discusión científica y ameritan resoluciones con fuerte participación político social.

América Latina, está cambiando. El mundo también, pero no sabemos su rumbo. En el primer caso, parcialmente aún, con avances y retrocesos, la Región está más receptiva a escuchar propuestas más innovadoras, heterodoxas en muchos casos. Hay, podríamos afirmar una incipiente escuela de pensamiento económico ecológico latinoamericano, que se abreva en los textos de Leff, Max Neef, Elizalde, Quiroga, Martínez Alier, Morello, Massera, Pengue, Barkin, Borrero, Cavalcanti, Muradian, Altieri y otros tantos, los que desde diferentes vertientes, estilos (y disciplinas afines también) presionan por el fortalecimiento de la educación ambiental de sus sociedades. Porque la educación, en todos los niveles y para alcanzar cambios profundos y duraderos, deberá pasar por lo ambiental o no será nada (en el sentido que solo reproducirá el *status quo educativo*, en muchos casos participe necesario para que no haya cambios).

Estos economistas ecológicos, hoy ocupan las fisuras de la pared del sistema, pero sus investigaciones y resultados, contrastan contra una realidad irrefutable, lo que hace que, siquiera parcialmente, comiencen a ser escuchados.

Si Argentina, en lugar de apoyarse sólo en análisis parciales, que intentando incorporar al ambiente a través de decisiones de la economía ambiental o dependiendo de resoluciones de la economía neoclásica, hubiera abordado la cuestión de la minería, las pasteras o el desarrollo regional, utilizando metodologías multicriterio, hubiera podido ofrecer a su sociedad y sus decisores del gobierno, alternativas completas que podrían soliviantar los fuertes encontronazos que sufrimos y seguiremos padeciendo.

Desde Rayen Quiroga y el *Tigre sin selva* en Chile, pasando por Jacobo Schatan y el *Saqueo de América Latina*, viniendo a Walter Pengue y *La apropiación y el Saqueo de la Naturaleza*, se ha intentando mostrar para la Región, que igualmente tampoco es solamente importante, mensurar los niveles de daño y contaminación sino que tanto o más importante es, revisar que es lo que está sucediendo con la propia base de recursos: el suelo, el agua y su biodiversidad, en términos energéticos y físicos.

El flujo de salida o utilización de bienes ambientales propios de América Latina, es multimillonario y se exportan a valor cero. Cuando escribía para Le Monde Diplomatique, *El vaciamiento de las Pampas*, estábamos mostrando el desagradable resultado ya palpable de los impactos que tendría y seguirá teniendo el insostenible modelo del monocultivo sojero en la Región. La sombra de Las venas abiertas de

América Latina cubre todo este escenario. Antes fueron la plata y el oro. Hoy son la soja, el petróleo o los agrocombustibles.

Así la región hoy exporta millones de toneladas de nutrientes anuales con sus granos, con sus carnes, con sus maderas. Es foco de atracción para el capital internacional, que compra sus tierras a precios muchas veces irrisorios (Pengue, 2008) o se aprovecha de sus aguas y la exporta luego como agua virtual, a lugares y economías que no cuentan con este recurso.

La región exporta cada vez más materias primas con escaso valor agregado, crece en esto en volúmenes considerables, pero no hay desarrollo.

Increíblemente, a pesar de décadas de estar hablando de desarrollo, y en las dos últimas, de citar recurrentemente de desarrollo sostenible (Common y Stagl, 2008), lo que menos hemos hecho en la región, es desarrollarnos. Solo hemos crecido en nuestras cuentas de endeudamiento y en las exportaciones de materias primas de todos nuestros países, a costa de su sobreexplotación y destrucción.

Es una verdad de perogrullo, hablar de desarrollo sostenible. El desarrollo, si es verdaderamente desarrollo para que tiene que llamarse sostenible?

Debería ser claro, que el desarrollo no implica degradación o destrucción, ni del capital natural y menos aún del capital humano, sino más bien, de la recuperación y restauración, y de la mejora permanente de ambas situaciones, o no?.

Si desarrollo es “estar bien”, estos indicadores de bienestar humano, son para la región latinoamericana, de los más inequitativos del mundo.

Los “programas de desarrollo” (en verdad, para que se desarrolle el Norte), son sólo parciales y llenos de buenas intenciones. Pero recordemos que estos programas, que acercan fondos de organizaciones supranacionales como el Banco Mundial, el FMI, el BID, o gestionan fondos para el desarrollo sostenible y la conservación (BM GEF), son en muchísimos casos, más endeudamiento para nuestros países, mejoras económicas para sus gestores directos y mayor pobreza y desigualdad para el interior de nuestras sociedades.

Estas organizaciones deben cambiar radicalmente para servir a los países, en particular, los que seguirán en un estado permanente de sub (desarrollo) sostenible. *Vivir con lo nuestro*, decía y sigue diciendo el respetado economista Aldo Ferrer, sin abordar la cuestión ambiental. *El deterioro de los términos de intercambio*, manifestaba para la época, esta brillante teoría, el Dr. Raúl Prebisch, primer director de la CEPAL pero gracias a quién también, Argentina entro al FMI. Prebisch fue uno de los primeros en comprender, si bien no lo desarrollo, los efectos que las presiones de las exportaciones, tendrían sobre los suelos del país.

Más actualmente, lo destaca una economista ecológica latinoamericana, Rayen Quiroga (2003), para quién el desarrollo ha fracasado en América Latina, en todas las escalas.

No es posible seguir proponiendo las mismas recetas a problemas viejos y a muchos otros a los que nos enfrentamos y enfrentaremos en este siglo. Si este siglo será el de

la sustentabilidad o el de la revolución de la sustentabilidad (en definitiva el desarrollo humano siempre malogrado), la economía ecológica, como disciplina científica transdisciplinar es una propuesta sólida y madura, para colaborar en la resolución de la problemática ambiental.

La crisis con la que comenzamos a analizar la situación en este artículo, necesita claramente otra mirada. No es una mirada de cambios parciales. Es una mirada de cambios profundos, que no vendrán desde los mismos sectores que la crearon. Es posible que estos mismos, viren un poco hacia una posición de más Estado, más control, pero no mucho más. No es una mirada in extenso, hasta alcanzar la comprensión de la crucial importancia de nuestros recursos naturales. Estamos como en la nave espacial de K. Boulding, el ambiente son nuestros tanques de oxígeno y de combustible, e increíblemente queremos ir más allá, cuando los tenemos ya prácticamente vacíos.

Bibliografía

- Aguilera Klink, F y Alcántara V, compil** (1994). *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Editorial Icaria, Serie Economía Crítica. 404:28-29. Barcelona.
- Aguilera Klink, F.**(2008). *La nueva economía del agua*. CIP Ecosocial.
- Coase, R H.** (1988) *El problema del costo social*. Hacienda pública española N° 68. pp 245.274, Madrid.
- Common, M. y Stagl, S.**(2008) *Introducción a la Economía Ecológica*. Editorial Reverté.
- Costanza, R. y otros** (1999). *Una introducción a la Economía Ecológica*. Primera Edición. México. CECSA.
- Daly, H.**(1997) *The contribution of Nicholas Georgescu-Roegen*. *Ecological Economics* 22. Elsevier ed. Solomons, USA.
- Falconi, F. y Burbano, R.**(2007) *Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales*. Universidad Nacional de Costa Rica. EUNA. Valoración económica, ecológica y ambiental. Análisis de casos en Iberoamérica. Heredia.
- Galeano, E.** (1971) *Las venas abiertas de América Latina*. Editorial Siglo XXI.
- Georgescu-Roegen, N.** (1966) *Analytical Economics: Issues and Problems*, Cambridge, Mass: Harvard University.
- Georgescu-Roegen, N.** (1971) *The entropy law and the economic process*. Cambridge, Mass, Harvard University.
- Georgescu-Roegen, N.**(1976) *Energy and Economics Myths: Institutional and Analytical Essays*. New York. Pegemon Press.
- Georgescu-Roegen, N.** (1977) *The steady state and ecological salvation: A thermodynamic analysis*. *BioScience*. XXVII.
- Hotelling, H.** (1931) *The economics of exhaustible resources*. *The Journal of Political Economy*. 2:39. Abril.

- Kovel, J.** (2002) *The enemy of nature. The end of capitalism or the end of the world ?* Fernwood Publishing. Halifax.
- Minsburg, N y Valle, H. editores** (1994).. *El impacto de la globalización. La encrucijada económica del siglo XXI.* Ediciones Letra Buena. 361:10-11. Buenos Aires.
- Martínez Alier, J.** (1995). *De la economía ecológica al ecologismo popular.* Editorial Nordan-Comunidad. 286: 99-101. Montevideo.
- Martínez Alier, J.** (1995) *Curso a distancia de economía ecológica, Red de formación ambiental del PNUMA, México.*
- Martínez Alier, J.** (1995) *Los principios de la economía ecológica.* Editorial Argentina. Visor.
- Martínez Alier, J.** (2004) *El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración.* Icaria. Barcelona.
- Naishtat, S.** (2008). *El color del dinero. La crisis, bajo el ojo de un matemático.* Clarín. País. Buenos Aires. Noviembre 9.
- Naredo, J. M.** (1992). *Fundamentos de Economía Ecológica. IV Congreso Nacional de Economía, Desarrollo y Medio Ambiente, Sevilla. Dic.*
- Norgaard, R.** (1994). *Coevolutionary development potential. Land Economics, Vol 60, N° 2, 160-173. New York, Mayo.*
- O'Connor, J.** (2001). *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico.* Editorial Siglo XXI. Mexico.
- Pengue, W.** (1998). *Open Forum. ISEE.*
- Pengue, W.** (2002) *El vaciamiento de las Pampas. Le Monde Diplomatique. Edición Cono Sur. Buenos Aires. 2002.*
- Pengue, W.** (2005) *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. PNUMA. Mexico.*
- Pengue, W.** (2008) *La apropiación y el saqueo de la naturaleza. Conflictos ecológicos distributivos en la Argentina del Bicentenario. Lugar Editorial. Buenos Aires.*

Pigou, A C. (1962) *The economics of welfare*. De. Aguilar, vers. cast.

Quiroga Martínez, R. (2003) *Naturaleza, Culturas y necesidades humanas. Ensayos de transformación*. Universidad Bolivariana. PNUMA.

Samuelson, P y Nordhaus, W. (1995) "Economía". Editorial McGraw-Hill. 14 ° de. 949:4-5. España.

Schumpeter, J. (1934) *The theory of economic development*. Cambridge Mass, Harvard University,

Toledo, V.M. (2008) *Metabolismos rurales: Hacia una teoría económico ecológica de la apropiación de la naturaleza*. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. Vol. 7. Febrero.

Van Hauwermeiren, S. (1998) *Manual de Economía Ecológica*. Programa de Economía Ecológica. Instituto de Economía Ecológica. Santiago, Chile.

Walter Alberto Pengue

(1) Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente, GEPAMA, FADU, UBA

(2) ICO, Universidad Nacional de General Sarmiento

Correo electrónico: walter.pengue@speedy.com.ar

Policultivos de la mente: Enseñanzas del campesinado y de la agroecología para la educación en la sustentabilidad.

Alejandro Rojas W

Introducción y definición del problema

La alimentación es un escenario esencial para la educación acerca del medio ambiente y la sustentabilidad, puesto que es la expresión cumbre del desequilibrio que afecta a la humanidad en su relación con la naturaleza. La seguridad alimentaria, que se define aquí como el atributo principal de un sistema alimentario que produce comida a precios razonables, de manera sustentable, sana y accesible para todos, se ha convertido en una preocupación principal a escala mundial. Aproximadamente cuatro mil millones de los seis mil millones de habitantes del planeta se ven afectados por la “malnutrición”, de los cuales dos mil millones se encuentran subalimentados y ochocientos millones sufren de hambre crónica, mientras que otros dos mil millones están sobrealimentados. (Nestle, 2002; FAO, 2008). Los expertos en nutrición subrayan alarmados el crecimiento ininterrumpido y contradictorio del hambre crónica y la obesidad, ambas muestras de desnutrición que afectan a grupos de todas las edades (Lang & Heasman, 2004; Beydoun & Wang, 2007; Bessesen 2008; Wang 2001). Además, la conexión entre los seres humanos y sus fuentes de la alimentación ha sido fracturada por las tensiones del sistema alimentario industrializado, que ha consecuentemente distanciado, física y psicológicamente, a la gente del origen de la comida y por lo tanto del medio ambiente en que vivimos.

A esta situación es necesario agregar los impactos sobre el medio ambiente de las crecientes demandas de agua y energía y sobre los sistemas tradicionales de producción de comestibles que están llegando a ser insostenibles, lo que pone en tela de juicio la viabilidad del monocultivo de la agricultura industrializada.

El cambio climático global afecta todos los aspectos de la producción de alimentos, desde las aguas y los suelos hasta la biodiversidad y obligará a tomar decisiones fun-

damentales acerca del futuro (IPCC, 2007; Brown, 2004; Lang & Heasman, 2004). Aumento inusuales de temperaturas y severas fluctuaciones como sequías, inundaciones y tempestades poco comunes afectan negativamente los ecosistemas esenciales y por lo tanto se extienden a sistemas alimentarios de enteras regiones. Incluso aquellos sistemas más autosuficientes se verían debilitados si sus vínculos con otros sistemas muestran vulnerabilidad, lo que dificulta la intervención en situaciones críticas de emergencia. Sabemos que la agricultura es la industria más sedienta del planeta consumiendo 72% del agua dulce en momentos en que la ONU señala que un 80% de las existencias de agua es sobre explotada (The Ecologist, 2008).

Sin embargo, el modelo de agricultura industrializada, que alcanzara su auge durante las décadas de prominencia de la ideología neoliberal, impulsada por las corporaciones agrarias y sus aliados, encontró condiciones ideales en la América Latina desde el comienzo de la Revolución Verde. (Pengue, 2007). Estas continúan adquiriendo las mejores tierras del continente, con el consecuente uso intensivo de combustibles fósiles y monocultivos de riego intensivo, destinados a la exportación a mercados internacionales “libres”, es decir, carentes de regulaciones.

La evidencia acerca de la productividad del policultivo de pequeña escala en la agricultura campesina es convincente y ha ido ganado credibilidad gracias al trabajo de agroecólogos, ecólogos y etnólogos que prestan particular atención y reconocen la contribución legada a la producción agrícola sustentable por la históricamente menospreciada reserva de conocimiento atesorada por los campesinos. Irónicamente, contemplamos ahora la posible desaparición del campesinado, que con toda su heterogeneidad estructural, geográfica, cultural, histórica y ecológica, ha encarnado una manera de vivir, un criterio de colaboración con la tierra y una verdadera riqueza de conocimientos consistente con los principios centrales de la ecología, clave para la materialización de los modelos de cultivo del futuro: la estabilidad en la producción local y diversificada de alimentos con impacto mínimo en el medio ambiente, emisión leve de gases de efecto invernadero, reduciendo el kilometraje en la distribución y reintegración plena de los deshechos del ciclo productor.

Los agroecólogos han identificado numerosas comunidades campesinas que han practicado durante siglos formas de producción agrícolas ecológicamente apropiadas, mientras que las ciencias y tecnología agrícolas dominantes y las fuerzas estructurales que las determinan continúan haciendo de la agricultura industrial una de las prácticas más destructivas del medio ambiente. ¿Qué es lo que saben los campesinos? ¿Y cómo es que han llegado a saber lo que saben? ¿Qué experiencia colectiva permite al campesino entender aquellos procesos ecológicos que la educación moderna en las ciencias de la agricultura ignora u obscureció? ¿Cómo obtiene este conocimiento? ¿Cuáles son las fuentes de dicho conocimiento que se ha transmitido a través de generaciones? ¿Cuáles son sus limitaciones y fortalezas?

El campesinado y la agricultura campesina en América Latina

En los estudios sobre el campesinado en América Latina existe ya un amplio consenso en cuanto al reconocimiento de significativas variaciones regionales y nacionales en su proceso de desarrollo y su heterogeneidad dentro de la estructura agraria del continente. Hay consenso también en la identificación de las dos formaciones agrarias más prominentes desde la dominación colonial hasta aproximadamente los años ochenta: la hacienda y el minifundio. Hay menos acuerdo sin embargo respecto a la identificación de rasgos comunes a través de los distintos momentos históricos de la dramática historia del campesinado

Examinando a comienzos de los años setenta el papel del latifundio y del minifundio en la generación de empleo y en la productividad de la tierra, en un reconocido estudio llevado a cabo con el Instituto de Investigaciones sobre el Desarrollo Rural de las Naciones Unidas, S. Barraclough (1973), concluía que la mitad de la fuerza de trabajo agrícola trabajaba para entonces en parcelas campesinas, principalmente en labores de producción domésticas. El latifundio empleaba menos de un quinto del total de la fuerza de trabajo agrícola pero incluía el 90 por ciento del total del trabajo contratado. A pesar de que la producción promedio por trabajador agrícola era entre cinco y diez veces más alta en los latifundios que en los minifundios, la producción por hectárea de tierra agrícola era aproximadamente entre tres y cinco veces mayor en los minifundios. De este modo, esta estructura era ineficiente y socialmente injusta, y la amplia percepción de esta realidad hizo que la reforma agraria se convirtiera en una de las demandas fundamentales del clima de agitación social y política y de descontento en los años sesenta y setenta en América Latina. (Barraclough, 1973: 19-23).

Esos procesos conducen en los hechos al desplazamiento de la hacienda a través del surgimiento de granjas modernas de claro corte capitalista que coexisten en una relación compleja con la economía campesina. De acuerdo a López-Cordovez (1982) la economía campesina de fines de los ochenta incluía a dos tercios del total de la fuerza de trabajo agrícola, siendo el tercio restante empleado por las granjas capitalistas privadas. Aun más, la agricultura campesina contribuía dos quintos de la producción para los mercados locales y un tercio de la producción para exportaciones. Durante la era de dominación del modelo de desarrollo neo-liberal, el campesinado ha experimentado un estrangulamiento tanto en términos de empleo como en términos de acceso a la tierra. De Janvry et al. (1974) reportan que esos procesos afectaban principalmente a los pequeños campesinos minifundistas que incluían dos tercios de las unidades campesinas, el tamaño de las cuales caería de 2.1 hectárea en los años cincuenta a 1.9 hectáreas. Kay concluye que en el año 2000 el proceso de semi-proletarización es la tendencia dominante que tiene lugar entre los campesinos de América Latina. Una proporción creciente del total del ingreso de los hogares campesinos se origina en el trabajo asalariado. El ingreso proveniente de las actividades en las parcelas campesinas representa menos de la mitad del total.

(Kay, 2000:133).

Los análisis académicos de la significación y estructura del trabajo rural presenta un cuadro complejo acerca de la situación del campesinado en América Latina, lo que hace difícil hacer generalizaciones sólidas. *Sin embargo, lo que se mantiene como un hecho bien establecido es el papel crítico del campesinado como proveedor de alimentos básicos a través del continente.*

A pesar del incremento del uso de la tierra en todo el mundo para la producción de productos de exportación, bio-combustibles y soja como alimentación ganadera, el campesinado continúa proveyendo la mayor parte de los alimentos básicos que sostienen a la población mundial. La situación en América Latina confirma el rol del campesinado como proveedores esenciales de seguridad alimentaria. 17 millones de pequeñas unidades productivas de un tamaño promedio de 1.8 hectáreas, ocupando solo el 34% del total de la tierra cultivada (60.5 millones de hectáreas) produce 51 % del maíz, 77 % de los frijoles y 61% de las papas de consumo doméstico (Altieri, 2008:1)

El conocimiento campesino y el surgimiento de la Agroecología en América Latina

Un principio organizador general, esencial en el enfoque campesino ante la producción es el mantenimiento de un *conjunto de estrategias en la reproducción de la diversidad de la vida*, a la vez que enfrenta barreras estructurales que mantienen la producción campesina confinada a una base de producción en unidades pequeñas. Comparativamente hablando, un pequeño trozo de tierra de unas pocas hectáreas dedicadas a la agricultura campesina contendrá típicamente más variedades de vida que miles de hectáreas dedicadas a la producción de monocultivos. El campesino trabaja con esta diversidad de vida y el objetivo central de su sistema de producción es la utilización de lo que encuentra naturalmente en su lugar en el ecosistema que habita. Ciertamente la manera como el campesinado llama las cosas enraizadas en el lugar donde habita, como son vistas y en última instancia, que hace con ellas, tiene poco que ver con las narrativas y descripciones de la ciencia agrícolas.

Si uno viaja a través de las áreas campesinas en América Latina, se encuentra con que todavía la familia campesina promedio, de cuatro o seis miembros, vive entre una y dos hectáreas de tierra. Se encontrara (con algunas variaciones) con: a) una casa relativamente humilde, construida con materiales locales (adobe, paja de pastizales locales, ramas de árboles o madera local; b) una parcela trabajada en policultivo, conteniendo varias combinaciones de plantas que el campesino sabe que se complementan y co-existen simbióticamente (una palabra tal vez desconocida para el campesino, que usa otras).

A través de los Andes uno se encontrara con combinaciones de frijoles, zapallo y maíz; papas, yuca, hortalizas, legumbres muy variadas. La producción de esta

variedad de alimentos esta frecuentemente articulada entre productores a distintas alturas de los Andes y a través de redes que vinculan varias comunidades en un sistema regional, integrado por prácticas culturales compartidas que a su vez le dan sentido a relaciones económicas que se entremezclan con las prácticas rituales que las regulan. Si están en áreas donde crecen árboles frutales, habrá siempre frutos para el consumo doméstico; c) La parcela habrá sido “arrendada” a un dueño de una extensión mayor de tierra a cambio de trabajo en la propiedad del terrateniente o compartiendo productos y algún tipo de arreglo con el propietario ausente, combinado con un conjunto de otros arreglos, incluyendo cooperativas que han sobrevivido desde los tiempos de la reforma agraria y parcelas campesinas de propiedad familiar o individual; d) Habrá varios animales domésticos, incluyendo gallinas, patos, pavos, uno o dos cerdos, o dependiendo de la altitud, una o dos llamas, una vaca o una cabra, un par de ovejas tal vez, conejos o cuyes, perros y gatos e) La parcela estará habitada por multitudes de insectos (con producción de apicultura), pájaros, mariposas y el suelo será rico en materia orgánica y minerales, y gusanos de distintos tipos, un indicador elocuente de la salud del suelo. Será un lugar plétórico de vida, incluyendo el tipo de vida que puede incomodar y hacer peligrar a humanos y animales domésticos, tales como mosquitos, moscas, culebras, roedores, animales salvajes e insectos venenosos.

A pesar de que es casi imposible una breve descripción que lo incluya todo, habrá una pequeña base de tierra, trabajada por el campesino y su familia, rodeado de una aldea, villorrio o pueblo donde habita una comunidad donde la gente se conoce y que viven en una densa red de apoyo mutuo (“hoy por mi mañana por ti”), aunque nunca libre de conflictos. (Lomitz, 1994)

Para sobrevivir, los campesinos requieren de un conocimiento detallado y profundo de su ecosistema. Están enraizados en sus lugares físicos, lo que los equipa con un tipo de conocimiento involucrado y participativo, en vez del conocimiento desapegado y remoto que muchas veces resulta de la práctica científica de la agricultura industrial. Se trata de un conocimiento subjetivo que valoriza positivamente las experiencias personales y las creencias como recursos de conocimiento en vez de un obstáculo para entender el mundo. Se centra además en los intereses de la comunidad local y su meta es producir alimentos tras el logro de la auto-dependencia y la estabilidad en el largo plazo.

El conocimiento campesino es también experimental y se basa siempre en las experiencias compartidas de aquello que generaciones tras generaciones han probado y demostrado tener resultados deseables. Sin embargo, los experimentos que los campesinos llevan a la práctica son experimentos *in situ* (tienen lugar en su contexto natural), *no in vitro*, como en el caso de los experimentos científicos estandarizados. Estos últimos buscan explícita y sistemáticamente controlar el ambiente con el objeto de identificar la causa eficiente de un efecto específico que se investiga. El experimento campesino en cambio, por necesidad debe ser más abierto y evolu-

ciona por medio de sucesivos ensayos y errores, frecuentemente incluyendo varios efectos simultáneamente.

De este modo, la comparación del conocimiento científico occidental con el conocimiento campesino local y experiencial muestra diferencias profundas. La ciencia nació y ha evolucionado principalmente a través de la búsqueda de la universalidad, esto es, la búsqueda de generalizaciones acerca de fenómenos. Por ello, el conocimiento científico busca regularidades y uniformidades detrás de fenómenos que puedan ser replicados bajo condiciones controladas y sus hallazgos constituyen el gran legado de la ciencia occidental. En cambio, el conocimiento tradicional campesino tiende a ser específico para la localidad que lo genera y está enraizado en el lugar, y busca singularidades sin la pretensión de tener validez más allá del lugar donde ha evolucionado, informado por el ecosistema que lo rodea. Así, ambos sistemas de conocimiento iluminan aspectos diferentes de la realidad (y la construyen de un modo diferente) y tienen sus demandas, fortalezas y debilidades específicas.

La pregunta clave es: es la integración y traducción entre estas formas de conocimiento posible y deseable? Como veremos, la respuesta de la agroecología es afirmativa.

Policultivos y monocultivos de la mente

En un celebrado ensayo acerca de la eficacia del conocimiento campesino escrito hace algunos años, Vandana Shiva articuló el concepto de “monocultivos de la mente” (Shiva, 1993:9-59). Este concepto buscaba mostrar como el diseño y uso del territorio rural refleja una mentalidad y proporciona un espejo que retroalimenta la conciencia humana. La imagen que propone y critica Shiva resume la gran ilusión de la era industrial: que la tierra podría ser completamente rediseñada para cumplir la gran promesa de proveer lo suficiente para satisfacer todas las necesidades y deseos del ser humano, conquistador del mundo natural.

Los monocultivos de la mente se refieren en el análisis de Shiva al proyecto cultural específico del Norte y su modo subyacente y dominante de investigar y configurar la realidad. Se refiere al modo de mirar, de entender y de dar significado que formaría el conocimiento que conduciría a un sistema agrícola y de producción de alimentos guiados por las necesidades del monocultivo, entendido como la máxima expresión de eficiencia económica. Este modo de mirar, entender y de diseñar fue clave para desplazar la herencia de miles de años de producción alimentaria campesina y de manejo forestal y ganadero ecológicamente sustentables. El proceso de acelerada innovación tecnológica para el control de la tierra produjo una gran cantidad de un tipo particular de alimentos que terminarían amenazando tanto la salud de la gente como la de los ecosistemas que los sustentaban.

La esperanza originaria se basaba en la convicción de que el conocimiento científico y el ingenio tecnológico podrían remover cualquier barrera y que vendría el día en

que los seres humanos vivirían en un mundo en el que los bienes materiales fluirían en una abundancia tal, que el ámbito de la necesidad sería trascendido por el ámbito de la libertad. Este ideal, hijo de la revolución industrial, fue compartido hasta hace poco por la derecha, el centro y la izquierda del espectro ideológico. Felicidad y libertad fueron así vistas como sinónimo de acceso ilimitado a lo material. La cadena de montaje industrial, con sus líneas rectas haría el mundo predecible, calculable, controlable y completamente cuantificable. Esa imagen se trasladó al campo a través de la agricultura industrial. La controversia era solamente como distribuir y compartir este botín. Se luchó por revoluciones y contra-revoluciones, reformas y contra-reformas acerca de qué hacer con la prometida abundancia, puesto que no había duda que todo podría ser obtenido por el ingenio sin fin del *homo economicus*.

No es necesario que revisitemos aquí el impresionante cuerpo de conocimiento acumulado y la evidencia que demuestra que el monocultivo ha fracasado, a pesar de los crecientes volúmenes de alimentos producidos, en todos los aspectos más fundamentales de la sustentabilidad, incluida la seguridad y soberanía alimentaria (Pengue, 2007; Altieri, 1995, 1987; Gliessman, 2006; Pretty, 2002, 1995; Lang & Heasman, 2004). Mi propósito es más bien reflexionar aquí acerca de las consecuencias educacionales de esa representación (el monocultivo de la mente) de la unidad de intelecto y la naturaleza, esto es, la ecología de la mente acerca de la cual escribía G. Bateson (Bateson, 2000, 1980; Anderson, 1996, De Souza, 2007).

Shiva escribe y habla también acerca de la desaparición del conocimiento local (paralelamente a la pérdida de biodiversidad resultante de los monocultivos), hecho desaparecer en primer lugar, simplemente al no verlo y al negar su existencia. A través de la negación “del otro” (los sistemas de conocimiento enraizados en un lugar), el modelo dominante y expansionista se presenta a sí mismo como lo universalmente válido (como “la naturaleza humana”), engeguado ante el hecho de que también es un sistema local de conocimiento, basado socialmente en una especificidad cultural, de clase y de género. Lo cierto afirma Shiva, es que se trata de un sistema de conocimiento que no es universal en ningún sentido epistemológico. Es simplemente la versión globalizada de una tradición local e idiosincrásica. Emergiendo de la cultura colonizadora y dominante, los sistemas de conocimiento moderno son también colonizadores (Shiva 9). Y, si el conocimiento local llega a aparecer a través de la visión globalizante, “se lo hace desaparecer a través de negarle el status de conocimiento sistemático y a través de asignarle adjetivos tales como “primitivo” y “no científico”. Así, consecuentemente, el sistema occidental es asumido como el único “científico” y universal” (ibid).

Shiva sostiene que el sistema que se reclama como universalmente válido, es el resultado de un sistema socio-cultural expansionista. “El positivismo, el verificacionismo, el falsificacionismo se basan en la premisa de que a diferencia de las visiones tradicionales asentadas en un lugar determinado, que son socialmente construidas, el conocimiento científico moderno se pensó asimismo como si fuera libre de determinaciones sociales” (ibid) y avanza apoyando y apoyado por el poderío material,

militar y comunicativo de potencias coloniales e imperiales portadoras de la revolución industrial.

La atracción de la metáfora del monocultivo de la mente tiene resonancias fuertes en mi opinión, porque explica como un sistema de conocimiento que auto-proclama su superioridad (monocultivo) carece de los mecanismos internos de control que las explicaciones alternativas de la realidad pueden proporcionar, del mismo modo como la supresión por medio de pesticidas y fertilizantes químicos, de la diversidad de organismos vivos, impide a esos organismos prestar sus servicios ecológicos requeridos para la estabilidad misma del sistema productivo.

Paradójicamente, seducida por la elocuencia de su propia crítica del discurso hegemónico que tan bien describe, Shiva se olvida del hecho clave que el conocimiento científico occidental no es monolítico, y que nunca lo ha sido. A pesar de que los rasgos básicos de su argumento son fundamentalmente adecuados, lo que desaparece y se marginaliza en su propia narrativa son todas las corrientes de pensamiento que han criticado la concepción dominantes de la ciencia occidental desde el propio interior del conocimiento científico, comenzando por la crítica al positivismo, al materialismo y mecanicismo, articulada por muchos científicos y filósofos de la ciencia y del conocimiento (Whitehead, 1925, 1933; Bateson, 2000, 1980; Mumford, 1967; Kuhn, 1970; Berger & Luckman, 1966; Adorno et al. 1973) y que a su vez reproducen debates que vienen desde los inicios mismos de la filosofía occidental (Fernández de Amesto, 1998)

Sin embargo, desde mi perspectiva, el gran merito del trabajo de Shiva, como el de muchos otros investigadores y pensadores occidentales, reside en el valor y significación que le atribuye al conocimiento enraizado en un lugar y ecosistema determinado (Worster, 1994) y los aprendizajes que se pueden derivar de sistemas de conocimiento que en todas partes han conducido (aunque sea parcialmente) a formas de vida sustentable. Así, su argumentación subraya la inseparabilidad y el efecto recíproco de la diversidad cultural y la diversidad biológica, la unidad de la mente y la naturaleza que constituye la ecología de la mente que propone Bateson, .

La propuesta de Bateson se puede ver como un desafío para crear experiencias y situaciones (intelectuales y físicas) que cultiven lo que propongo denominar como “policultivos de la mente”. Esto es, un estilo de conocimiento que intenta reproducir y asimilar la complejidad e incertidumbre de la vida, acompañado de procesos de aprendizaje que inspiren la apertura de la mente individual y colectiva de una comunidad de aprendizaje a través de objetivos viables y tangibles. Hemos denominado esta aproximación ‘Aprendizaje con la Vida’ (ver nuestra elaboración sobre este concepto y experiencias con la comunidad de aprendizaje en Rojas et al. 2007).

Esta es también, la esencia del proyecto agroecológico: Será en el intento repetido y sistemático por replicar la complejidad, diversidad y resiliencia del mundo natural en los sistemas de producción y de vida, es que podremos encontrar los caminos hacia la adaptación cultural frente a los grandes desafíos que la urgencia de la sus-

tentabilidad de la sociedad nos presenta.

El campesino como portador de los policultivos de la mente

El cuadro que emerge de esta narrativa del campesino como descubridor ecológico es bastante familiar entre los agroecólogos y antropólogos. Sabemos ahora que son gente “enraizada” como los etno-ecólogos o antropólogos-ecólogos les describen (Murra, 1984, 1970; Bastien, 1985; Orrego, 1985; Toledo, 1992; Toledo & Barrera-Bassols; Altieri, 1995; Pretty, 2002, 1995; Gliessman, 2006; Moran, 2000), es decir, que se identifican en sus vidas y practicas productivas con el tejido de la vida que lo rodea. Este es un temas que surge consistentemente en las narrativas que describen la vida de los campesinos indígenas. Muchos antropólogos, historiadores y pioneros del pensamiento ecológico entendieron esto hace mucho tiempo (Moran, 2000; Toledo, 1995; Hecht, 1991; Altieri, 1987; Gliessman, 2006; Pretty, 1995).

El mismo tema aparece repetidamente prácticamente en todas partes: la tierra y sus criaturas percibida como bella, misteriosa, siempre sobre poderosa y por ello respetada, cuidada y temida. La tierra, entendida como un ser vivo, poderoso, sensible e inteligente, habitada por una plétora de seres vivos de los cuales los humanos somos solo una parte pero con la que la tierra tiene continuidades; la convicción de que todo los seres vivos están de una u otra manera emparentados y la idea de que la vida se realizara y reproducirá o no dependiendo del reconocimiento y reverencia antes esta “familia” de relaciones.

Esta noción de la naturaleza como ser vivo se articula a su vez en el principio de la reciprocidad generalizada (“hoy por mí, mañana por ti”) y en el requerido balance de las relaciones entre seres humanos, otros seres vivos y la tierra permeando cada aspecto de la vida cotidiana y fuertemente recreada en rituales y tabúes. De este modo, por cada cosa que se toma de la tierra, algo debe ser devuelto. Dentro de este universo valorico la perdida de una especie (no un individuo de esa especie) es un quiebre en el balance del mundo. La vida es percibida como sagrada, pero de una manera que a menudo resulta incomprendible para aquellos que se oponen a que se maten animales, cualquiera sea la forma. El campesino alimenta y cría sus animales, los cuida y luego los mata para sus alimentos sin grandes tribulaciones. Los animales así, tiene también su vida, pero esta entrelazada con la de los seres humanos. Depredadores y depredados son parte de la naturaleza.

La convergencia del conocimiento campesino, la antropología y la ecología en la agroecología

Para nuestros propósitos, son de particular interés los desarrollos obtenidos por la agroecología que intenta recrear, amplificar y reproducir a escala mayor --utilizando muchas de las herramientas de la ciencia occidental—lo que los campesinos han

venido practicando durante mucho tiempo. Así, la agroecología ha surgido como una especie de traducción cultural que valida el conocimiento tradicional y explícitamente se propone aprender de él y sistematizarlo, facilitando su transmisión y amplificando sus efectos. La traducción-validación ocurre cuando los aprendizajes son presentados usando el discurso y muchos de los métodos de la ciencia occidental, de modo de que eventualmente los mensajes claves puedan ser oídos y entendido por comunidades intelectuales que de otro modo continuarían ignorando la sabiduría ecológica tradicional de los campesinos.

A pesar de la gran variedad de situaciones, los agroecólogos han venido documentando la diversidad de adaptaciones locales tienen lugar dentro de una amplia gama de similitudes.

Las comunidades involucradas en formas de producción campesina ponen el acento en la variedad de cultivos que se plantan y cosechan para el consumo o para intercambio local. Utilizan una amplia gama de ambientes de diferentes características de suelo, temperaturas, altitudes, reciclamiento de materiales orgánicos de desecho, consiguen exitosas supresiones de plagas a través del uso de interdependencias biológicas entre animales y plantas y finalmente, el uso de recursos locales además de la energía animal y humana y un uso de tecnologías de bajo impacto ambiental.

Estos descubrimientos se mantuvieron relativamente marginales por décadas. Sin embargo, el efecto combinado de la demostración empírica de las causas antropogénicas del calentamiento global y por parte de la comunidad científica dedicada al cambio climático, a través del trabajo del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007) y la actual crisis alimentaria han otorgado una nueva credibilidad, urgencia y actualidad a las soluciones de la agricultura orgánica y local y agroecológicas. Mas aun, la nueva evidencia está indicando que los agroecosistemas designados por medio de principios agroecológicos no solo provee direcciones posibles para la transición hacia una agricultura ecológicamente sustentable, sino que esos sistemas son muy productivos y eficientes en la producción alimentaria. (Una sistematización reciente de los hallazgos reportados en la literatura ofrecido por *The Ecologist* (2008). Acerca de la capacidad adaptativa de la agricultura orgánica y local ante el cambio climático véase Mae-Wan Ho, Sam Bucher Lim Li Ching, 2008) En un reciente estudio que probablemente hará historia, conducido para el Centro de Investigaciones sobre el Desarrollo Internacional de Canadá (IDRC) y el Banco Mundial, Jules Pretty, de la Universidad de Essex, uno de los líderes mundiales de la agroecología, reviso 286 proyectos agro ecológicos en 57 países y concluyo que la evidencia tiende a demostrar que la mayor parte de los sistemas pre-industriales y granjas modernas que han aplicado enfoques agro ecológicos pueden efectuar una rápida transición a formas de producción agraria sustentables y muy productivas (Pretty, 2008)

El estudio de Pretty encontró que los proyectos manejados con técnicas agroecológicas aumentaron la producción en un 64%, y a la vez incrementaron la fertilidad del

suelo y la acumulación de materia orgánica, aumentando la retención de dióxido de carbono en el agua, la recuperación de semillas nativas y una drástica reducción en el uso de agro tóxicos y aumentos significativos del capital social: organizaciones fortalecidas a nivel local, nuevas reglas y normas para el manejo colectivo de recursos naturales y crecientes conexiones con instituciones externas responsables de políticas.

La revisión de Pretty de los proyectos agroecológicos mostró también mejoramientos del capital humano, a través de un incremento en la capacidad para experimentar y resolver problemas locales; mejoramientos en el estatus de las mujeres, mejoras en las condiciones sanitarias; mejoramiento en la salud y la nutrición y reversión de la emigración y más empleo local (Pretty: 2008:2-3). Pretty concluye que esas mejoras a menudo tienen lugar a pesar de ausencia de políticas de apoyo. A pesar de que procesos sociales para la adopción a nivel local para las prácticas de agricultura sustentable están cada vez mejor establecidos y probados, las condiciones sociales e institucionales para la proliferación de estas prácticas todavía no son suficientemente entendidas, pero en varios contextos proliferaron rápidamente durante la década de 1990 a 2000.

Sin embargo, las condiciones políticas para el surgimiento de políticas de apoyo no se han establecido, con solo unas pocas excepciones donde hay progresos reales. (Pretty, 2008:4)

De este modo, el conocimiento de los campesinos ilustra en la práctica, principios ecológicos claves para una agricultura (social y ecológica, aunque no siempre económicamente) sustentable. Los campesinos sobreviven en condiciones de escasez de recursos financieros y viven frugalmente sin destruir su medio ambiente (a pesar de que muchas veces lo han hecho), generalmente, con una extremadamente pequeña base de tierra y bajo la presión del crecimiento de población.

Lo que observamos ahora es un proceso de devolución cultural que muestra que la ciencia de la agroecología está proporcionando más herramientas intelectuales que permiten amplificar el legado campesino, tradicionalmente comunicado solamente a través de narrativas locales que era muy difícil de replicar. La agroecología está contribuyendo ahora a que los movimientos campesinos en todo el mundo, considerando las grandes variaciones en la agricultura campesina, identifiquen sin embargo los procesos y principios ecológicos que comparten. Estos principios claves sistematizados por la agroecología son:

- I. “La integración de procesos biológicos y ecológicos tales como el flujo de nutrientes, la fijación de nitrógeno, la regeneración del suelo, alelopatía, competencia, depredación y parasitismo en la producción alimentaria
- II. El uso mínimo de recursos no renovables que pueden causar daño al medio ambiente y/o a la salud de los productores agrícolas y de los consumidores.
- III. Hacer uso productivo del conocimiento y las destrezas de los campesinos y

granjeros, incrementando la confianza en ellos mismos y el reemplazo de costosos recursos externos por el capital humano.

IV. Hacer un uso productivo de las capacidades colectivas de la gente para trabajar juntos en la solución de problemas comunes de la agricultura, tales como las plagas, el manejo de cuencas, la irrigación, el manejo de los bosques y del crédito” (Pretty:2008:3)

La implementación de esos principios demuestra que es posible obtener la producción eficiente de comida sana, agua limpia, hábitat para la vida silvestre, secuestro de carbón, protección ante derrumbes y diluvios, recarga de aguas subterráneas, apreciación estética del territorio y un nuevo tipo de turismo agro-ecológico responsable (Pretty, 2008:2).

El surgimiento de la Sociedad Latinoamericana de Agroecología con base ya en 20 países (SOCLA, 2008), y en pleno proceso de crecimiento, se entrelaza con la creciente fortaleza de las redes de un movimiento campesino renovado en una relación de retroalimentación mutua. Las novedades son muchas pero lo más importante parece ser que se trata de un movimiento campesino-indígena que articula demandas ecológicas, de género, de solidaridad y equidad, a la vez que proclama su autonomía e integración internacional horizontal a través del uso sin complejos de las oportunidades que ofrecen el Internet, los escenarios de la democracia política y aliados internacionales interesados en documentar y apoyar experiencias de sustentabilidad local (Vía Campesina, 2008 y Agroecología en Acción, 2008). De este modo, la articulación de las plataformas ecológicas, crearía nuevas condiciones para reunir las luchas (que históricamente se mantuvieran separadas), por la propiedad de la tierra (reivindicaciones territoriales) con la lucha por el control de los procesos productivos, es decir por la auto-dependencia económica y política por la otra. Estas convergencias le han otorgado al movimiento campesino una presencia nueva a escala mundial, haciendo más visible actividades nuevas en la economía rural ecológica y están abriendo nuevos canales para la circulación de productos, ligando pequeños productores rurales ecológicos con los “consumidores verdes” del mundo industrializado. Esos nuevos canales abren mercados para los productores campesinos y traen las preocupaciones del medioambientalismo urbano de vuelta a los productores rurales, que pueden ahora recuperar lo mejor de sus tradiciones, previamente marginalizadas y sofocadas por la hegemonía de la agricultura industrial y las presiones impuestas por el mundo corporativo.

Demás está decir, la aun lentamente emergente economía verde lucha por cada centímetro de tierra ante la continua expansión del proyecto agrario industrial representado típicamente por la penetración de ingeniería genética transgénica en los monocultivos de soja y los bio-combustibles (Pengue, 2007)

El análisis de las distintas etapas del desarrollo del movimiento campesino escapa los límites de este trabajo. Sin embargo, en la sección que sigue presentamos algu-

nas ideas acerca de las posibles lecciones educativas que pueden ser extraídas, tanto de la experiencia de aprendizaje campesino como de sus actuales aspiraciones

Policultivos de la mente y la educación

¿Qué tipo de experiencias de aprendizaje se encuentran tras la formación de policultivos de la mente y de la formación de redes para compartir sus frutos? Me permito proponer que la lección más importante surge de la *exposición directa de los campesinos a la biodiversidad y de la ausencia de mediación entre lo que entrega la tierra y lo que hay en la mesa de la familia y de la participación del campesino en redes horizontales y descentralizadas de apoyo y ayuda mutua que caracterizan la organización informal del campesinado*

El campesino no puede sino estar profundamente involucrado en la evaluación de su paisaje y de su ecosistema, de la calidad del agua, del suelo y las semillas, en las interacciones entre pájaros, polinizadores, plantas y organismos que proveen controles biológicos, las cadenas alimentarias que vinculan plantas, animales y seres humanos en el flujo de nutrientes, el reciclamiento y utilización productiva del estiércol como abono orgánicos las especificidades de cada estación y su temporalidad.

Sonidos, olores, colores, paisajes, clima, señales de animales, conductas migratorias de pájaros, están permanentemente, intencionalmente o no, en la mirada del campesino. La aproximación a la realidad es completamente experiencial y requiere una revisión constante de ideas a través de conversaciones entre campesinos que son siempre ecológicamente sofisticadas aunque el lenguaje y los términos usados sean simples. Se trata de una conversación acerca de las implicaciones prácticas de formas de mirar, percibir y hacer: ¿Que es lo que funciona en la práctica y que no? Este intercambio de información informal crea también redes organizativas informales.

Los campesinos observan su geografía cada día, mirando montañas y valles, ríos o paisajes áridos, han tomado directamente los frutos de los árboles desde el momento que aprendieron a caminar; han masticado y chupado cada planta, recogido directamente huevos de los nidos de las aves domésticas y silvestres, han aprendido a matar una gallina, a cazar conejos, matar un cordero y mientras lo preparan, en no pocos lugares, han aprendido hasta beber su sangre y regar ceremonialmente la tierra con ella. Sienten frío y calor, transpiran y tiritan. Las estaciones se sienten en la piel y las dietas cambian de acuerdo a ellas; los deberes cambian también en cada estación, y el sueño cambia también dependiendo de las idas y venidas de la luz del sol.

La mente, el corazón y el cuerpo entero están en movilización permanente a través de exigentes actividades físicas, emocionales e intelectuales. El poder y la presencia de la naturaleza recuerda cada día que se la debe tratar con respeto, reverencia y temor. No hay por supuesto nada fácil o ideal en todo aquello: requiere enormes esfuerzos físicos y mentales. El campesino tiene que tomar cientos de decisiones, basadas en observaciones sin fin, muy detalladas, todas conectadas por las necesi-

dades de toda la comunidad biológica de la granja. Se come lo que entrega la tierra y que proviene de la huerta campesinas propia o la de los vecinos.

En comparación, la cultura urbana (que tiene tanto que yo también amo) es casi puramente de fabricación humana. El contexto del proceso de aprendizaje es la línea y ángulo rectos. La forma cuadrada o rectangular (vivimos rodeados de salas cuadradas, edificios cuadrados, mesas cuadradas, pantallas cuadradas en auditoriums cuadrados, con sillas inmóviles arregladas en filas mirando hacia el escenario donde actúa el solitario dictador... de cátedra). La búsqueda de lo predecible, calculable y controlable lo domina todo, a pesar de discursos sobre la libertad, la creatividad y el pensamiento crítico. Ese es el currículo oculto (un componente clave de la ecología del conocimiento académico urbano) y se convierte en el medio y el proceso que configura el mensaje que se entrega a los estudiantes. Es un verdadero milagro que tanta creatividad humana continúe brotando en una situación tan alejada de la sinfonía de la naturaleza. El diseño del agroecosistema campesino es casi exactamente lo contrario: es curvilíneo, diverso en especies y formas. La presencia de la complejidad de la vida es el tema dominante. A diferencia de la ciudad y su sala de clase, la “sala de clases” de los campesinos está llena de “compañeros de curso” de otras especies y formas de vida. La diversidad y complejidad de la vida urbana es inmensa, pero es íntegramente intra e inter-humana. La diversidad de la vida campesina es entre especies distintas.

¿Qué clase de “sala de clases” haría posible el desarrollo de los policultivos de la mente?

Sostenemos que los policultivos de la mente proporcionan claves para la búsqueda del tipo de educación que se necesita para apoyar la transformación cultural de una sociedad que experimenta una crisis de sustentabilidad. Como ya se señalara no nos interesa romantizar o idealizar la vida de los campesinos, que sufren de marginalidad, deben trabajar casi sin descanso, experimentar discriminación, pobreza, explotación, migraciones y un constante estrangulamiento de su modo de vida y de sus comunidades. El intelecto del campesino no es ni mejor ni peor que el de los habitantes de la ciudad. *Simplemente, lo que es de particular interés es como se forma su sensibilidad ecológica.*

Tampoco vemos al campesinado como un sujeto especial de la historia destinado a “liberar a la humanidad de sus cadenas”. Los campesinos son ni más ni menos, como todos nosotros, y además, tienen todavía demasiado poco poder e influencia política en los gobiernos de la región, aunque han formado un movimiento social de extraordinaria vitalidad y que representa una resistencia cultural muy importante ante los impactos de una globalización que tiende a desplazarlos y arrebatarles de tierra y los ecosistemas en los que viven

Nos parece eso sí que es clave darse cuenta de que su sofisticación ecológica les

permite tener la capacidad de sostener con solo recursos locales y con una base muy reducida de tierra una agricultura que alimenta todavía a millones de latinoamericanos con bajos impactos ambientales (aunque no es así cuando se les desplaza e impone las peores condiciones para subsistir). Además es impresionante que logren aquello con muy poca o ninguna educación formal, siendo muchos analfabetos y poco o nada saben de computadoras

El otro aprendizaje importante para la educación en sustentabilidad es la experiencia campesina de lograr seguridad alimentaria a través de la movilización de recursos locales y sistemas de intercambio local o regional, con muy bajo “kilometraje alimentario”, bajas emisiones de gases de efecto invernadero y relativamente pequeñas huellas ecológicas (Global Footprint Network, 2008)

El gran auditorium

El gran auditorium es aquel donde brota y se desenvuelve la vida, no solo la vida humana. Los niños aman las criaturas vivas y mientras mas y mas temprano estén expuestos a ellas, mas aprenderán sobre ellas, les importaran mas y estarán más interesados y dispuestos a defenderlas. Los bosques, las playas y el cielo son el gran auditorium donde las conexiones entre todas las formas de vida y su sinergismo están presentes. Los estudiantes, al igual que los campesinos, aprenderán más y mejor acerca de los procesos ecológicos y acerca de las practicas sustentables si son *directamente* expuestos a esas relaciones *además* de estar expuestos conceptual y virtualmente “online”.

Ser “directamente expuestos” puede significar una amplia gama de experiencias educativas. La investigación- acción, el involucramiento en comunidades, el servicio comunitario, son también formas de estar expuestos directamente, otras formas de “estar ahí”...en el “mundo real”, que ciertamente se recrea constantemente con las influencias del “mundo electrónico”. Restaurar un paisaje urbano a la biodiversidad, plantar un huerto comunitario, trabajar con gente real, en sus lugares de vida y trabajo, en sus problemas, experiencias, memorias, esperanzas y sueños, regala un conocimiento de incomparable profundidad, que se puede compartir solamente hasta cierto punto por medios electrónicos (lo que no los hace menos indispensables...)

Así por ejemplo, si tengo una memoria de experiencia propia acerca de lo que debo aprender y si se me invita a compartirla en un relato; si tengo un sueño acerca de lo que debo aprender y se me invita a compartirlo, entonces mi encuentro con el conocimiento experto me permitirá ver críticamente que a pesar de que me entregara una gran riqueza de conocimiento sistemático, no será nunca la realidad entera, “tal cual es”. Entenderé que no hay hechos o datos que no sean mediados por la experiencia y la emoción. La ironía es que si el *buen conocimiento es el conocimiento adaptativo*

los humildes que practican los policultivos de su mente lo han hecho mejor que los practicantes de los monocultivos de la mente y no han amenazado nunca al nivel de estos últimos a las comunidades biológicas y la vida con sus demandas excesivas.

El gran auditorium se puede inspirar también y aprender de los movimientos campesinos y del tipo de redes y conocimiento que generan. Frente a la marginalización han creado formas de cooperación, apoyo y ayuda mutua que se ha traducido en la creación de conocimientos para la sustentabilidad: bancos de semillas para el --verdadaderamente libre—comercio local y el intercambio horizontal, de campesino a campesino (Holt Jiménez, 1996), de sus mejores experiencias. Aprendizaje con la vida. Son escuelas que no tienen más campus que el campito de alguien. Hacer redes tiene esa cualidad de crear conocimiento que se relaciona con otros, tan distinto al conocimiento atomizado, puramente individualista y competitivo que se produce para obtener poder y prestigio “patentado”

Hacia una ecología para la integración del conocimiento

Hemos reportado recientemente en un par de publicaciones acerca de nuestros intentos de implementar una pedagogía basada en comunidades de aprendizaje (Rojas, 2008, Rojas et al 2007). Se trata de experiencias que resumen lo que hemos descrito en otros trabajos como una aproximación pedagógica denominada “Aprendizaje con la vida” (Rojas, 2008, Rojas et al. 2007) y que se nutre significativamente de elementos claves de la tradición de educación popular en América Latina, que naciera precisamente del estudio de las formas de aprendizaje del campesinado (Freire, 1973; Freire & Araujo-Freire, 1998; Fals Borda, 1985), modificándolas para reflejar los desafíos que enfrentamos en la época del cambio climático y de la vulnerabilidad ambiental y alimentaria.

Cuestionando la eficacia de formas de entrega curricular convencionales en la enseñanza de la sustentabilidad, hemos experimentado explícitamente durante los últimos diez años con una aproximación guiada por una ecología para la integración del conocimiento. El aspecto más importante de este proceso educativo es su involucramiento con comunidades, y procesos altamente participativos de colaboración en equipos y que sacan a los estudiantes afuera de la sala de clase y los vincula con otras comunidades, dentro y fuera de la universidad.

Nuestros estudiantes están trabajando también en proyectos de investigación en nuestros cursos, con los proveedores de comida en el campus de la universidad para transformar el sistema alimentario de esta universidad donde comen 50,000 personas diariamente. Se busca transitar a en un sistema alimentario universitario mas sustentable, caracterizado por reducciones en la distancia que viaja la comida que se consume y desecha y su recuperación productiva y por una reducción de la huella ecológica y de emisiones de la universidad (Rojas et al. 2007; Richer & Rojas, 2008)

Tenemos también en la UBC una granja orgánica de 24 acres donde se ensayan métodos agroecológicos, muchos similares a los que usan los campesinos. Esta granja estaba prácticamente abandonada hace 12 años y fue la movilización de nuestros estudiantes apoyados por un puñado de profesores y empleados técnicos que la han rescatado hasta ahora del apetito por desarrollos habitacionales altamente lucrativos. La granja es un “parque de trabajo”, abierto al público, manejado y trabajado por nuestros estudiantes. Es un laboratorio viviente para aprender acerca de la interacción entre el desarrollo urbano y la agricultura urbana (indispensable para el futuro). Entrega a los proveedores de comida en el campus algunos menús locales y a través de su pequeño mercado y feria de alimentos se ha convertido en un nódulo de gran importancia en la red de los agricultores locales que rodean la ciudad de Vancouver. Es la única granja urbana en funcionamiento *dentro* del perímetro de la ciudad y en pleno campus. Nuestro incipiente programa de agroecología (rebautizado ahora “Alimentación y Medio Ambiente” para facilitar su difusión) y otros cursos están aprendiendo a utilizarla y hacer de ella el “gran auditorium” donde se complementen en diversos grados el aprendizaje intra-muros que han experimentado también importantes cambios (UBC Farm, 2008). Todo esto por supuesto, no ocurre libre de tensiones....

La cuestión del posible fin del campesinado en América Latina continua para nosotros con un signo de interrogación. A pesar de la disminución en números y en área de tierra trabajada por los campesinos, la contribución de la agricultura campesina en la alimentación de la población de América Latina continua siendo crítica.

Mas aun, la nueva articulación de los movimientos campesinos con las preocupaciones ecológicas de nuestro tiempo, los convierten en un actor cultural y político potente que ha entrado con vigor sin precedentes al debate acerca de que se debe hacer para superar las vulnerabilidades del sistema alimentario a nivel global, nacional, regional y local.

El proceso de aprendizaje campesino que conduce a adquirir los policultivos de la mente, sistematizados y amplificados por la agroecología, entrega muchas lecciones de gran significación para los investigadores interesados en la educación para la sustentabilidad y los elementos para entender una nueva ecología del conocimiento. El campesino y su mundo, ignorado y mirado con bastante desprecio por las elites intelectuales urbanas, ha terminado enseñándonos mucho más que lo que nunca hubiésemos imaginado acerca de cómo vivir más livianamente en este planeta. En una era en la que el futuro de la humanidad se ha hecho incierto, y en una época en la que finalmente estamos reconociendo que tenemos problemas ecológicos graves, el legado campesino nos está proporcionando claves muy importantes acerca de hacia dónde ir. La dirección ciertamente no será el retorno a un pasado que no puede ser recreado, ni aun si fuese deseable. Sin embargo, las lecciones aprendidas y la emergencia de una incipiente economía verde, acompañada de una cultura verde y su visión de futuro, dependiendo de una también nueva voluntad política, podrían abrir un futuro nuevo para el campesinado y para toda la humanidad

Bibliografía

- Adorno, T., Popper, K., Dahrendorf, K., Habermas, J., Albert, H., Pilot, H. 1973.** *La disputa positivista en la sociología alemana*. Editorial Grijalbo, Barcelona.
- Agroecology in Action, 2008.** <http://www.agroeco.org/>
- Altieri, M. 2008.** "Mobilizing to take back our food systems in the post-peak oil era". *Berkeley Daily Planet*, April 18-21, Weekend Edition <http://www.berkeleydailyplanet.com/pdfs/04-18-08.pdf> 2008.
- Altieri, M. 2008a.** "Small farms as a planetary ecological asset: Five key reasons why we should support the revitalization of small farms in the Global South". *Food First*. Posted May 9th, 2008. <http://www.foodfirst.org/en/node/2115>
- Altieri, M.A. 2000.** *Ecological Impacts of Industrial Agriculture and the Possibilities for Truly Sustainable Farming*. In F. Magdoff, J. Bellamy Foster, and F.H. Buttel (eds.), *Hungry for Profit* (p. 77-92). Monthly Review Press, New York, NY: USA.
- Altieri, M. 1991.** "Porque estudiar la agricultura tradicional"? *Agroecología y Desarrollo*. No1, March. 1(1): 16-24. 1991
- Altieri, M. 1995.** *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press, Boulder, Co.
- Altieri, M. 1987.** *Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Altieri, M and Hecht, S. eds. 1990.** *Agroecology and Small Farm Development*. UCL University Press, Berkeley.
- Anderson, E.N. 1996.** *Ecologies of the heart. Emotion, Belief and Environment*. Oxford University Press, New York.
- Barraclough, S. 1973.** *Agrarian structure in Latin America*. D.C. Heath, Lexington, Massachusetts.
- Bastien, J. 1985.** *The Mountain of the Condor*. West publishing, New York.

- Bateson, G. 2000.** *Steps to ecology of the mind.* Chicago University Press. Chicago.
- Bateson, G. 1980.** *Mind and nature: A necessary unit.* Bantam Books, New York.
- Brass, T. 2002.** “*Latin American Peasants: New Paradigms for Old?*”, *Journal of Peasant Studies*, 29(3-4): 1-40.
- Berger, P. and Luckman, T. 1966.** *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge.* Garden City, NY: Doubleday,
- Beydoun M, Wang Y. 2007.** “*Effect of socio-economic status on fruit and vegetable consumption and diet quality among US adults: Is it modified by nutrition knowledge and beliefs?*” *Preventive Medicine* 2007 Jul 4; [Epub ahead of print].
- Bessesen DH. June 2008.** “*Update on obesity*”. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 93 (6): 2027–34. doi:10.1210/jc.2008-0520. PMID 18539769.
- Brown, Lester. 2004.** *Plan B. Rescuing a Planet Under Stress and a Civilization in Trouble.* Earth Policy Institute, Norton, New York..
- Bryceson, D. Kay, C., and Moij, J. 2000.** *Disappearing Peasantries? Rural Labor in Africa, Asia and Latin America.* Intermediate Technology Publications, London.
- Cassidy, F. 1994.** “*Indigenous Peoples and Sustainable Development*”. *Redirections.* Centre for Sustainable development, University of Victoria.
- Castaneda, J. 2006.** “*Latin America’s Left Turn*”. *Foreign Affairs*, May-June,.
- Classen, C. 1993** “*Cosmology: Equilibrium and exchange,*” in Classen C. *Inca cosmology and the human body*, pp. 11-25. Salt Lake City: University of Utah Press.
- deJanvry, A. Marsh, R., Runsten, D. Sadoulet, E. and Zabin, C. 1989a.** *Rural Development in Latin America.* Instituto Latinoamericano de Cooperacion para la Agricultura (IICA), Costa Rica.
- deJanvry, A 1981.** *The Agrarian Question and Reformism in Latin America.* Johns Hopkins University Press, Baltimore.

DeSouza Santos, Boaventura. -2007. “Beyond Abyssal Thinking: from Global Lines to Ecologies of Knowledge”. Review XXX-I

De los Reyes, P. 1992. *The rural poor : agrarian changes and survival strategies in Chile, 1973-1989.* University of Uppsala ; Stockholm : Distributor, Almqvist & Wiksell International.

FAO, 2008: Global Forum on Food Security Food <http://km.fao.org/fjn/>

Fernandez-Amesto, F. 1998. *Truth.* Black Swan, London.

Freire, P. 1983. *Pedagogy of the oppressed.* Translated by Myra Bergman Ramos. Continuum, , c. 1970. New York.

Fals-Borda, O. 1985. *Knowledge and People's Power: Lessons with Peasants in Nicaragua, Mexico, and Colombia.* NewDelhi, India: Indian Social Insititute.

Freire, P. . 1973. *Education for critical consciousness.* Continuum, New York

Freire, P. and Araujo-Freire, A.M .Continuum 2004, c. 1998. *Pedagogy of hope: reliving Pedagogy of the oppressed.* Translated by Robert R. Barr.

Gliessman, S. 2006.. *Agroecology. The Ecology of Sustainable Food Systems.* Second Edition. CIRC Press.

Global Footprint Network, 2008. <http://www.footprintstandards.org/>

Harvey, N. 1998.*The Chiapas Rebellion: The Struggle for Land and Democracy.* Duke University Press, Durham, North Carolina.

Hecht, S. 1985. “Environment, development and politics: capital accumulation and livestock sector in Amazonia”. *World Development* 13(6): 663-684.

Hecht, S. 1991. “The evolution of agroecological thought”. *Agroecologia y Desarrollo*, No1, pages 2-16.

Holt-Gimenez, E. 1996. *The Campesino a Campesino Movement: Farmer-led Sustainable Agriculturein Central America and Mexico.* Institute for Food and Developmen Policy, Food First Development Report. Oakland, CA, Food

First.

IPCC 2007. Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko. "Agriculture". In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Johnson, M. 1992. Ed. LORE. *Capturing traditional environmental knowledge.* IDRC. Ottawa.

Kay, C. 2000. "Latin American Agrarian Transformation: Peasantization and Proletarianization". In Bryceson, D. Kay, C., and Moij, J. *Disappearing Peasants? Rural Labor in Africa, Asia and Latin America.* Intermediate Technology Publications, 2000, pp. 128:129 London.

Kloppenburg Jr., J, J. Hendrickson, and G. W. Stevenson. 1996 "Coming to the foodshed". In: *Rooted in the Land*, W. Vitrek and W. Jackson eds. Yale Univ. Press.

Kuhn, T.S. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*, 2nd. ed., Chicago: Univ. of Chicago Press.

Knudston, P & Suzuki, D. 1992. *Wisdom of the Elders.* Stoddards, Toronto.

Inglis, J. Ed. 1993. *Traditional ecological knowledge. Concept and cases.* International Program on Traditional Ecological Knowledge. IDRC, Ottawa

Lang, T. & Heasman, M. 2004. *Food Wars. The Global battle for Mouths, Minds and Markets.* Earthscan, London.

Lomnitz, Larissa Adler .1994. *Redes Sociales, Cultura y Poder: Ensayos de Antropología Latinoamericana.* México: Ed. FLACSO-Miguel Ángel Porrúa.

Lopez-Cordovez, I. 1982. "Trends and recent changes in the Latin American food and agricultural situation". *CEPAL Review*, No 16, 7-41.

Mae-Wan Ho, Sam Bucher Lim Li Ching, 2008. *Food Futures Now.* ISIS, Third World Network.

- Mattos, Ashlin.** "Exploring Hugo Chavez' New Left Wing Movement in Latin America". Paper presented at the annual meeting of the MPSA Annual National Conference, Palmer House Hotel, Hilton, Chicago, IL, Apr 03, Online PDF. 2008-05-28 http://www.allacademic.com/meta/p267602_index.html
- Moran, E. F., 2000.** *Human Adaptability: Introduction to Ecological Anthropology.* Westview Press, Boulder, Colorado
- Mumford, L. 1967.** *The Pentagon of Power. The Myth of the Machine.* Harcourt Brace, New York.
- Murra, John. 1984.** "Andean Societies". *Annual Reviews of Anthropology.* 13:119-41.
- Murra, John. 1970.** "Current Research and Prospects in Andean Ethnohistory". *Latin American Research Review.* Vol. 5, No. 1 (Spring, 1970), 3-36.
- Nestle, M. 2002.** *Food Politics. How the food industry influences nutrition and health.* University of California Press, Berkeley.
- Orlove, Benjamin. 1985 .** "The History of the Andes: A Brief Overview" *Mountain Research and Development.* 5(1): 45-60. Adam Henne.
- Orr D, 1994.** "What is education for?" In: Orr, D. ed. *Earth in Mind: On Education, Environment and the Human Prospect (1st ed.), Chapter 1, Washington, DC: Island Press, pp 7-16.*
- Orrego, J.P. 1985.** *On rooted and uprooted peoples.* Faculty of Environmental Studies, York University, Toronto.
- Panizza, F. 2004** "A Reform Without Losers: The Symbolic Economy of Civil Service Reform in Uruguay, 1995-96". *Latin American Politics & Society - Volume 46, Number 3, Fall 2004, pp. 1-28.*
- Panizza, F. 2005.** "Unarmed Utopia Revisited: The Resurgence of Left-of-Centre Politics in Latin America". *Political Studies, Volume 53 Issue 4 Page 716-734, December.*
- Pengue, W. 2007.** *Agricultura industrial y transnacionalizacion en America Latina. La transgenesis de un continente?.* CEPAMA, Universidad de Buenos Aires.

Serie Textos Basicos para la Formacion Ambiental. PNUMA, Buenos Aires.

Petras, J. 2006. "Centre-Left" Regimes in Latin America". *Countercurrents*. <http://www.countercurrents.org/> April 08,

Pimentel, D & Pimentel, S. 2008. *Food, energy and society*. CRC Press, Boca Raton,

Posey, D. 1990a. "Intellectual Property Rights: What is the position of ethnobiology"? *Journal of Ethnobiology*. 10(1):93:99

Pretty, J. 2008. *Agroecological Approaches to Agricultural Development*. RIMISP-Latin American Centre for Rural Development and IDRC. 2008 http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1191427986785/PrettyJ_AgroecologicalApproachesToAgriDevt%5B1%5D.pdf

Pretty, J. 2002. *Agri-Culture. Reconnecting People, Land and Nature*. Earthcan, London.

Pretty, J. 1995. *Regenerating Agriculture*. Henry Press, Washington D.C..

Qualman, D. 2007. "Peak Food: The growing challenge of feeding civilization"

Briarpatch Magazine, February 2007. Retrieved on May 27, 2008. <http://briarpatchmagazine.com/2007/02/01/peak-food-the-growing-challenge-of-feeding-civilization/>

Rojas, A. 2008. "Towards an ecology of the integration of knowledge: sustainability education and its potential contribution to environmental security". Paper submitted at the NATO Advanced Research Seminar *Rethinking Higher Education to Meet the New Challenges of Environmental Security*. Karkiv, Ukraine, May 20-24, 2008

Rojas, Alejandro, 1993. "Sustainable Development or Development of Ecological and Social Sustainability?" (Spanish). In Katz, R and Favero, G. eds 1993. *Environment in Development (Medioambiente en Desarrollo)*. Pp 61-103. Centro de Estudios Publicos CEP, Santiago

Rojas, A., Richer, L. & Wagner, J. 2007. „The University of British Columbia Food System. *EcoHealth* 4:86-94.

Richer, L and Rojas, A. 2008. *The University of British Columbia Food System Project 2008.* http://www.landfood.ubc.ca/research/faculty_webpages/rojas.htm

Salomon, Frank. Andean Ethnology in the 1970s: A Retrospective. *Latin American Research Review.* 17(2): 75-128. 1982.

Shiva, V. 1993. *Monocultures of the Mind.* Zed Books, London.

Sipos, 2008. "Non-traditional pedagogies in advanced education: engaging head, hands and heart for environmental and educational benefit." Paper submitted to the NATO Sponsored Advanced Research Workshop, Rethinking Higher Education to Meet the New Challenges of Environmental Security Karkiv, May 21-25, 2008

Sociedad Latinoamericana de Agroecología, SOCLA, 2008. <http://www.agroeco.org/socla/>

The Ecologist. 2008. "10 reasons why organic can feed the world Can organic farming feed the world? Ed Hamer and Mark Anslow say yes, but we must farm and eat differently". *The Ecologistonline*, 01/03/2008 http://www.theecologist.org/archive_detail.asp?content_id=1184

Thiesenhusen, W.C. . 1995. *Broken Promises: Agrarian Reform and the Latin American Campesino.* Westview. Press, Boulder, Colorado.

Toledo V.M., 1995: *Peasantry, Agroindustriality, Sustainability: The Ecological and Historical Basis of Rural Development.* Interamerican Council for Sustainable Agriculture, Working Paper #3, UNAM, Morellia, Mexico.

Toledo, V. M. 1992. "Utopia y Naturaleza. El Nuevo movimiento ecologico de los campesinos e indigenas de America Latina. *Nueva Sociedad.* No 122, November-December, pp 72-85.

Toledo, V.M. & Barrera-Bassols, N. 2008. *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales.* Editorial Icaria, Mexico

UBC Farm, 2008. <http://www.landfood.ubc.ca/ubcfarm/>

Via Campesina. *Via Campesina International Peasant Movement* <http://>

viacampesina.org/main_en/index.php 2008

Wang, Y. Cross 2001-national comparison of childhood obesity: the epidemic and the relationship between obesity and socioeconomic status. *International Journal of Epidemiology* 2001:30:1129-1136 <http://www.citeulike.org/article/1341663>

Williams, N. and Bains, G. Eds. 1993. *Traditional ecological knowledge: Wisdom for Sustainable Development.* Centre for Resources and Environmental Studies. Australian National University. Canberra.

Whitehead, A.N. . 1925. *Science and the Modern World. Lowell Lectures, The Macmillan company, New York*

Whitehead, A.N. . 1933. *Adventures of Ideas.* New York. The Macmillan company

Worster, D. 1994. *Nature's Economy: A History of Ecological Ideas. Second Edition.* Cambridge University Press.

Dr. Alejandro Rojas W.

Universidad de British Columbia, Vancouver, Canadá. Facultad de Sistemas de la Tierra y la Alimentación. Programa de Agroecología
arojas@interchange.ubc.ca

Agradezco la significativa contribución a este trabajo de mi hermano Andrés Rojas Wainer, Master California Certified Organic Farmer. Sausalito Springs. Petaluma, California

Bosques, Agricultura y Sociedad: Cultivando Nuevas Alianzas

Bruce G. Ferguson^{1*}, Helda Morales¹, Aldo González Rojas², Felipe de Jesús Íñiguez Pérez³, María Elena Martínez Torres^{4,5}, Kathleen McAfee⁶, Ron Nigh⁵, Ivette Perfecto⁷, Stacy M. Philpott⁸, Lorena Soto Pinto¹, John Vandermeer⁷, Rosa María Vidal⁹, León Enrique Ávila Romero¹⁰, Héctor Bernardino¹⁰, Rosario Realpozo Reyes¹⁰

1. Introducción

Es cada vez más innegable que las soluciones a la pobreza rural en el Sur global, la degradación de los recursos naturales y la pérdida de la biodiversidad tropical tendrán que buscarse simultáneamente. Lamentablemente, el potencial enorme para colaboración entre campesinos y conservacionistas regularmente no se realiza, en parte por la desconfianza que se ha desarrollado alrededor del control de la tierra y los recursos naturales. En pocos lugares ha llegado esta desconfianza a tal extremo como en Chiapas. Esta polarización se debe en parte a la política del estado al utilizar la conservación de los bosques tropicales para encubrir y justificar su política contrainsurgente (Harvey, 2001).

Sin embargo, también se debe a la persistencia de ortodoxias dentro de la comunidad conservacionista y el sector de la sociedad civil que vela por los derechos campesinos. Muchas ONG conservacionistas internacionales y biólogos de la conservación rigen sus prioridades con una visión de la naturaleza prístina cada vez más fragmentada y acosada por la actividad humana. En su formulación más simplista, esta visión trata al campesino como el agente directo de la degradación y destrucción, y aunque puede haber simpatía por sus motivos, ve urgente parar sus avances para proteger lo poquito que nos queda de la naturaleza. Frente a este escenario, las comunidades campesinas e indígenas y la sociedad civil progresista frecuentemente rechazan iniciativas de conservación o incluso de investigación alrededor del tema. Para ellos, el riesgo de pérdida de control local sobre los recursos es mayor que el posible beneficio de colaboración.

La agroecología, como movimiento social y como campo académico, ofrece una

alternativa viable a esta confrontación. Reconoce al ser humano como una especie que ha sido y seguirá siendo clave en la estructuración de los ecosistemas a la vez que depende del funcionamiento de los mismos. Valora el conocimiento profundo acumulado en el manejo tradicional de la tierra. Aprecia la diversidad biológica presente en las tierras bien manejadas, y el papel de estas tierras como corredores biológicos y zonas de amortiguamiento. A la vez, reconoce que la productividad agrícola y el bienestar de las comunidades rurales dependen de los servicios ambientales que provee la diversidad biológica a nivel de parcela y de paisaje. Bajo esta visión, la sociedad rural y la diversidad biológica son mutuamente dependientes y ambas están amenazadas por las estructuras de los mercados internacionales, el cambio climático, la migración, la corrupción y la falta de inversión en el campo. Estos reconocimientos abren espacios para alianzas estratégicas entre campesinos, conservacionistas y agroecólogos frente a los retos que tienen en común.

Para fomentar dichas alianzas, investigadores de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), El Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), El Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano (CECCAM), Desarrollo Alternativo A.C. (DESAL), y el New World Agriculture and Ecology Group (NWAEG) organizamos un Foro-Taller el 19 y 20 de junio de 2008 con el tema “Bosques, Agricultura y Sociedad: Cultivando Nuevas Alianzas.” Buscamos identificar temas de interés común y construir una agenda y estructuras para colaboración. Asistimos 168 personas entre académicos, representantes campesinos, instancias de gobierno y diversas ONG de América, Europa y Asia. Los temas tratados reflejan el contexto político-social del momento; el mundo ya se encontraba en crisis alimentaria y energética, con alzas súbitas en los precios en estos sectores, y empezaba además la crisis financiera. Dedicamos el primer día del encuentro a ponencias desde diversos puntos de vista para estimular el diálogo y construir bases para la discusión. Durante el segundo día, formamos mesas de trabajo para escuchar distintos puntos de vista y discutir posibles ejes de colaboración, con el entendimiento de que posiblemente no llegáramos a un consenso. Los temas de las mesas incluyeron la crisis alimentaria, los agrocombustibles, y la soberanía alimentaria; estrategias y estructuras para la colaboración campesina-científica-conservacionista; los pagos por servicios ambientales; y la relación bosques-suelos-alimentos-salud como base para una nueva relación entre campo y ciudad.

En este documento, los organizadores, ponentes y vocales de mesas de discusión del foro pretendemos sintetizar las diversas perspectivas expresadas. Nuestros argumentos se fundamentan en una corriente emergente en la biología de la conservación y en la historia y actualidad de la relación bosques-campesinos, por lo que iniciamos con una reseña de este contexto antes de presentar propuestas. Enfatizamos los puntos de acuerdo general, pero también las diferencias tanto de visión como de estrategia. También señalamos los vacíos de información identificados en el foro, invitando a los agroecólogos latinoamericanos a que los cubran en sus investigaciones científicas.

cas. Donde es apropiado, atribuimos las ideas a autores específicos. Por el contexto del foro, nos referimos mucho del sur de México, pero presentamos ideas y ejemplos de muchos lugares, y consideramos que la relevancia de nuestras conclusiones es amplia.

2. Un nuevo paradigma para la conservación (Vandermeer)

Durante la última década, la ecología de poblaciones ha pasado por un cambio fundamental. Los ecólogos han reconocido que, aún en ambientes uniformes, las poblaciones de organismos no se distribuyen de manera homogénea. Más comúnmente, las poblaciones se organizan en parches, y una población compuesta de subpoblaciones distribuidas de esta manera se llama una metapoblación. Hay migración entre los parches de organismos, y las poblaciones constantemente van apareciendo en un parche de hábitat y extinguiéndose en otro. Reconocemos ahora que estas extinciones locales son un aspecto ubicuo e inevitable de la naturaleza. Cuando las extinciones locales están balanceadas por la migración se evita la extinción global, y cuando la migración disminuye, la extinción global es más probable.

Es una realidad que el hábitat para muchas especies tropicales está fragmentado, pero es clave reconocer que la matriz agropecuaria entre los parches de hábitat no es uniforme. La forma de la agricultura dictamina la tasa de migración, y consecuentemente, la probabilidad de sobrevivencia o extinción de las metapoblaciones y especies. La agricultura campesina diversificada, como las milpas y los cafetales tradicionales, forma una matriz de alta calidad, facilitando la migración. La agricultura industrial, monocultivos dependientes de insumos químicos, impide la migración. Por lo tanto, las fuerzas políticas y económicas que afectan a los campesinos y pequeños productores determinan indirectamente la calidad de la matriz.

Al analizar la teoría emergente de metapoblaciones en conjunto con la realidad del campo latinoamericano, resulta imprescindible buscar un nuevo paradigma para la conservación de la biodiversidad. Los esfuerzos para la conservación serán más eficaces si invierten su pensamiento tradicional, enfocándose menos en las extinciones locales y más en las tasas de migración. Es decir, las organizaciones conservacionistas, los ecólogos y los biólogos de la conservación debemos preocuparnos más por lo que está pasando en los ecosistemas manejados. Al hacerlo, estaríamos siguiendo el ejemplo de movimientos campesinos como el Movimiento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, MST en Brasil y la Vía Campesina a nivel internacional. Ambas organizaciones han adoptado la preservación de sus recursos naturales como parte de su lucha y lo vinculan con la soberanía alimentaria.

En la siguiente sección, discutimos cómo la agricultura mesoamericana se ha desarrollado en íntima relación con el bosque, y cómo ha quedado marginado este tipo de producción a raíz de la colonización, la industrialización de la agricultura, y las políticas neoliberales de comercio y conservación.

3. Dinámica de la relación entre pueblos y paisajes mesoamericanos

3.1 Evolución de la cultura agroforestal maya (Nigh)

Domina la idea en la academia de que los mayas destruyeron su bosque y que esta fue la razón por la que colapsó su sociedad. Sin embargo, basándonos en nuevos datos genéticos, paleoecológicos y arqueológicos, estamos cuestionando los fundamentos técnicos de esa idea. Mantenemos que fue, y es, mucho más compleja la relación entre los mayas y sus bosques y selvas y es completamente equivocada la idea de que hay un antagonismo intrínseco entre la agricultura y el bosque.

Los estudios genéticos sugieren que hace más o menos 16000 años, entre 1000 y 5000 personas bajaron desde el estrecho de Bering y poblaron todo el continente en unos cuantos siglos (Steele *et al.*, 1998; Kitchen *et al.*, 2008). Durante este tiempo, evolucionaron culturas ecológicas muy complejas, adaptándose a los diferentes ambientes que encontraron.

A nivel mesoamericano durante los últimos 10000 años, hay una tendencia a largo plazo hacia un clima más seco y fresco, pero con tiempos de gran inestabilidad debido principalmente a oscilaciones en las corrientes oceánicas, en particular El Niño. Estos son periodos extremos en donde hay años de gran precipitación y tormentas y otros periodos de sequía que duraron hasta 30 años (Haug *et al.*, 2003; Hillesheim *et al.*, 2005).

Curiosamente, fue durante uno de estos periodos de inestabilidad, de 4000 a 3000 años antes del presente, que se empieza a establecer el patrón de vida que reconocemos como Maya. Pensamos que este patrón de vida, incluyendo la domesticación de muchos cultivos, fue una respuesta creativa a estos grandes cambios. Las primeras aldeas agrarias asentadas y luego el surgimiento de las ciudades y los reinos de la época clásica con su gran desigualdad social, inicia hace dos mil años. Así que hubo un largo período, dos mil años o más, en que la gente sí cultivaba una gran canasta de productos, pero no vivía como campesinos en pueblos. Seguía su vida de íntima relación con la selva y tenía como complemento la agricultura. Postulamos que este largo período es cuando se forma la cultura ecológica mesoamericana, que es la fuente de ese gran conocimiento que todavía guía a los pueblos en nuestras zonas (Nigh, 2008).

La milpa es un sistema agroforestal de pequeños claros inmersos en una matriz de bosque. Esto asegura la regeneración forestal, conserva las condiciones microecológicas ideales, protege contra plagas, y mantiene la biodiversidad. Una herramienta fundamental para la agricultura maya es la quema controlada, de baja temperatura, que resulta en el aporte de carbón de materia vegetal no completamente quemada. Este carbón negro es una manera de guardar carbón en el suelo durante siglos y de construir la fertilidad. Los milperos controlan de varias maneras los procesos de regeneración de los bosques, acelerándolo y enriqueciendo el bosque con plantas

útiles, incluyendo plantas que enriquecen el suelo (Diemont *et al.*, 2006; Diemont *et al.*, 2009). Bien hecha, la milpa maya puede resultar en cada ciclo de cultivo en un suelo más fértil, en contraste con lo que mucha gente cree. Así que la Selva Maya que hoy vemos es un bosque construido durante miles de años de manejo intencional (Nigh, 2008). Las milpas tradicionales lacandonas aún demuestran esta íntima relación con el bosque.

3.2 La época colonial y la revolución mexicana (González Rojas)

Para los pueblos originarios el humano es solo un ser más que convive con el resto de seres vivos materiales y espirituales. Por eso, hay una alta correspondencia entre los territorios indígenas y la biodiversidad. Pero los territorios de los pueblos originarios de México han sido permanentemente acosados y fragmentados. En la época de la colonia se reconoció la tierra de las comunidades indígenas, pero no se reconocieron los territorios originales, y muchas veces un pedazo de tierra fue dotado a dos comunidades vecinas con la intención de que lucharan por la tierra entre sí y de esa manera los colonizadores españoles pudieran mantener el control político de esas comunidades. Los valles fueron ocupados por los colonizadores, y posteriormente por la gente que se dedicó a formas de agricultura y ganadería comerciales que perjudicaron la naturaleza. Los indígenas fueron empujados hacia tierras quebradas y montañas, dónde hasta la fecha mantienen altos niveles de biodiversidad.

Como resultado de la Revolución Mexicana, el artículo 27 de la Constitución de 1917 reconoció el derecho de las comunidades que podían comprobar su posesión de sus tierras de recibir un título como comunidad agraria, mientras que los campesinos o indígenas que no tuvieron tierras fueron dotados del ejido. Esto ha sido una de las ganancias más importantes para los pueblos indígenas y campesinos.

3.3 El auge de la agricultura industrial

El modelo de agricultura industrial impulsado por las empresas productoras de insumos, los gobiernos y la academia desde el fin de la segunda guerra mundial, ha transformado nuestras relaciones con los alimentos y los bosques (Vandermeer & Perfecto, 2007). Este modelo busca sustituir los abonos químicos, plaguicidas, semillas híbridas (y ahora transgénicas), combustibles fósiles y maquinaria por la función que siempre había cumplido la biodiversidad, la semilla criolla, los suelos vivos, los barbechos manejados y las manos y mente del productor en el agroecosistema. Los monocultivos arrasan con los agroecosistemas locales y también con el conocimiento que los acompaña, la identidad cultural que los procreó, y la soberanía alimentaria que les aseguró. Los dueños de los monocultivos, crecientemente las grandes trasnacionales del agronegocio, se adueñan de la tierra, las semillas, los alimentos y finalmente, del modo de vida de la gente. Los bosques tropicales han sido fragmentados

y los monocultivos industriales inhiben la migración de diversos organismos entre los parches de bosque, resultando en extinciones locales y eventualmente globales (Vandermeer & Perfecto, 2007).

La evaluación internacional sobre la agricultura, IAASTD por sus siglas en inglés, fue un esfuerzo internacional para evaluar el estado actual de la agricultura y repensar el papel de los conocimientos científicos y la tecnología frente al hambre, la pobreza y la degradación ambiental (IAASTD, 2009 a, b). Fue similar en su estructura y proceso al del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático IPCC pero con la participación de la sociedad civil como autores del documento y como tomadores de decisiones. La conclusión central de IAASTD es que perpetuar el *status quo* en la agricultura y alimentación no es una opción viable. Si bien la agricultura industrial genera enormes cantidades de alimentos, no ha servido para eliminar la pobreza, ni el hambre, ni la malnutrición, ni para forjarnos un camino hacia la sustentabilidad. Ha degradado los recursos naturales que son la base para la supervivencia humana y está amenazando la seguridad del agua, la seguridad energética y climática del planeta. Seguir dependiendo de los remedios tecnológicos simplistas, incluyendo los cultivos transgénicos, no reducirá el hambre ni la pobreza y podrá causar más daño al medio ambiente y acrecentar las desigualdades económicas y sociales. La influencia de las corporaciones agroindustriales sobre asuntos de política pública y las políticas globales de comercio ha acentuado las desventajas que enfrentan los países más pobres y los pequeños productores.

Una consecuencia del rompimiento de la relación íntima del bosque con la agricultura es el rompimiento de los ciclos de nutrientes, y como resultado, el deterioro de la calidad de los alimentos (Nigh, 2008). Los productos de la agricultura convencional contienen niveles menores de muchos nutrientes y la deficiencia de nutrientes es una de las causas del auge de las enfermedades crónicas degenerativas, la diabetes, varias formas de cáncer y problemas cardiovasculares. Las consecuencias para México de una dieta cada vez más industrializada han sido drásticas. La obesidad es cada vez más prevalente y la tasa de diabetes en adultos, ahora la causa número uno de muerte en México, es 8.1%.

La ganadería basada en monocultivos de gramíneas ha sido particularmente perjudicial para los bosques porque ha recibido muchos apoyos gubernamentales, emplea quemadas a gran escala, y figura entre las estrategias dominantes de manejo de la tierra. La ganadería basada en monocultivos de pastos va degradando los suelos y desplazando tanto los bosques como los modos tradicionales de producción. Esto es una preocupación particular para los gerentes de las áreas protegidas.

Los cafetales de sombra son sistemas agroforestales que, por su estructura, manejo y coincidencia con zonas de alta biodiversidad, juegan un papel importante en varias regiones tropicales a nivel global (Moguel y Toledo, 1999, Perfecto *et al.*, 2007; Philpott *et al.*, 2008). Sin embargo, también se encuentran amenazados por la industrialización de la agricultura. Durante los últimos 50 años, aproximadamente, los

gobiernos y extensionistas agrícolas han impulsado la simplificación o eliminación total de la sombra, un proceso que se está acelerando en el Soconusco de Chiapas. Esta “intensificación” de los cafetales resulta en una disminución de la biodiversidad y un fuerte aumento en el uso de agroquímicos, amenazando el salud de los productores y los trabajadores. La eliminación de la sombra no necesariamente aumenta la producción de café, pero puede aumentar los costos de manejo, y eliminar diversos productos de los árboles del cafetal que diversificaban los ingresos de los productores y contribuían a su soberanía alimentaria.

El sector forestal también depende cada vez más de los monocultivos industriales (Íñiguez Pérez). La FAO y algunos gobiernos consideran este tipo de plantaciones como “bosques” pero las comunidades las definen como “desiertos verdes” u otros términos similares. Los numerosos efectos sociales y ambientales de las plantaciones incluyen la destrucción de la biodiversidad, y la degradación del suelo y los mantos freáticos. Por las divisiones de labores tradicionales, las mujeres muchas veces son las más afectadas por estos impactos.

3.4 Estrategias de desarrollo y conservación en la época neoliberal

Para lograr la seguridad alimentaria y modos de vida sostenible para los que viven en la pobreza crónica es necesario asegurar el acceso y control de los recursos para campesinos y productores de pequeña escala (IAASTD, 2009b). Para América Latina, uno de los puntos principales es el acceso a la tierra. Sin embargo, la apertura de los mercados internacionales y otros “ajustes estructurales” impulsados por políticas neoliberales han restado el control de la tierra a las comunidades campesinas e indígenas (IAASTD, 2009a).

En México, se dio marcha atrás a las ganancias de la revolución con la reforma constitucional de 1992 que permite que las tierras de los pueblos indígenas se conviertan en ejidos, y que los ejidos se conviertan en pequeña propiedad. Críticamente, la reforma también da acceso a estas tierras o a los recursos existentes en ellas a terceros, incluyendo a empresas transnacionales. Desde entonces, ha habido cambios estructurales profundos en el campo mexicano, incluyendo la desarticulación de los ejidos y su visión común del manejo de sus bosques y otros recursos. Estos “ajustes” han provocado una gran oleada de migración hacia las ciudades, los destinos turísticos y el extranjero.

La apertura de los mercados al “libre comercio” ha amenazado al sector campesino al permitir el “dumping”; la venta de excedentes de producción a precios bajos, muchas veces subsidiados, del extranjero (IAASTD, 2009b). En el sector forestal, la apertura de los mercados ha significado la entrada de madera barata, prefabricada que se puede comprar en los grandes centros comerciales y que no da oportunidad a la madera producida por los campesinos.

No obstante, a partir de la Cumbre de Río en 1992, se han buscado las fórmulas para

el desarrollo sustentable cada vez más en los mercados. En Río, los gobiernos de los países más ricos prometieron fondos a los más pobres para alcanzar los objetivos de los tratados de cambio climático y biodiversidad, pero nunca cumplieron. En lugar de esto, muchos de los programas diseñados para implementar estos tratados globales han sido construidos en base a una estrategia que podemos denominar “vendiendo la naturaleza para salvarla.” Estos programas traducen los beneficios de la naturaleza a bienes intercambiables con valor de mercado.

Los productos forestales no maderables y los servicios ambientales han sido de particular interés en México. Se han impulsado nuevos negocios entre las comunidades y agentes externos relacionados con los productos no maderables, una categoría muy amplia de recursos. Estos agentes externos incluyen a empresas transnacionales como Sandoz (ahora Novartis) que firmó un convenio con cuatro comunidades de la Sierra Juárez para la extracción de hongos microscópicos. Este convenio causó consternación en comunidades vecinas, quienes por compartir una herencia cultural y ecológica muy parecida con las comunidades firmantes, estaban preocupadas de perder derechos relacionados con las especies en sus territorios. Además, este tipo de arreglos amenazan a las formas colectivas de toma de decisiones alrededor de los recursos naturales.

En este contexto, los estudios de ordenamiento territorial también han causado preocupación en las comunidades indígenas. En Sierra Juárez y en muchos otros lugares se han llevado a cabo estudios de ordenamiento territorial, supuestamente como un mecanismo para que los pueblos indígenas puedan acceder a recursos o apoyos. Ahora hay muchos biólogos y geógrafos ubicando los recursos, pero no resulta útil a la comunidad porque usan un lenguaje completamente ajeno al suyo. Dichos estudios podrían ser de mayor utilidad para agentes externos que quieren explotar los recursos documentados.

Se puede considerar que los pagos por acceso a la biodiversidad en los territorios indígenas y campesinos constituyeron el primer mercado global en servicios ambientales. Los pagos por servicios ambientales (PSA) funcionan bajo el supuesto erróneo de que los campesinos no tienen interés o razones para conservar su bosque más que una razón económica. Los PSA supuestamente tienen muchos beneficios: las compañías se podrían beneficiar por las ventas de sus productos, luego las comunidades podrían tener acceso a fondos mediante la venta de material genético, y la naturaleza podría ganar también porque la gente podría estar más interesada en conservar los bosques. Sin embargo, en realidad pocos fondos fueron transferidos del norte al sur.

Más recientemente, se están desarrollando mercados en otros servicios ambientales, incluyendo la protección de cuencas hidrográficas, la captura de agua, y sobre todo, la captura de carbono (McAfee). Los políticos y ambientalistas de los países más ricos, decidieron hace poco que gran parte de la solución para los problemas globales ambientales, en especial el cambio climático y la extinción de especies,

puede lograrse al convencer a los gobiernos y a las personas de países tropicales a conservar sus bosques y reforestar. Entonces los gobiernos y organismos como el Banco Mundial están desarrollando mercados para créditos que pueden comprar las empresas contaminadoras para compensar sus emisiones. Una fracción (menos de la mitad y a veces la décima parte) de este dinero es invertida en programas que contribuyen a la captura y almacenamiento de carbono en el sur global. En México, algunos miembros de la coalición “El Campo no Aguanta Más” ganaron cambios respecto al funcionamiento de programas nacionales de PSA. El enfoque original de estos programas fue no tocar el bosque, pero ganaron apoyo para silvicultura y apoyo técnico en cafetales e incluso en cultivos para la alimentación, además de mayor control comunitario. Los proyectos de PSA pueden ser de beneficio en comunidades en donde exista previamente una estructura organizacional fuerte y sólida, en donde ya se haya definido estrategias locales para la conservación y estrategias para su propio desarrollo. Sin embargo, ningún país en la historia ha podido desarrollarse basándose principalmente en las exportaciones. La única manera en que los países y regiones han ganado la prosperidad es desarrollar su propia agricultura e industria para surtir necesidades locales y regionales.

Los sistemas de certificación o “sellos verdes” son otra herramienta de mercado propuesta para fomentar el desarrollo sustentable. En México, estas certificaciones han ganado particular importancia en los mercados de café, por el valor de los cafetales tanto para la biodiversidad como para la economía (Philpott *et al.*, 2007). Actualmente, existen sellos para el café orgánico, de sombra (el sello de amigable con las aves del Smithsonian, y el sello de Rainforest Alliance) y de comercio justo. La sombra compleja sí protege a la biodiversidad y puede beneficiar a los productores en el rendimiento de café y de productos alternativos. Sin embargo, cada esquema de certificación tiene sus puntos débiles: los de comercio justo y Rainforest Alliance permiten el uso de plaguicidas; el sello orgánico no tiene criterios cuantitativos respecto a la sombra; el de Rain Forest Alliance permite la eliminación de la sombra en parte de la parcela si se conserva el bosque en otra parte; el de comercio justo limita el número de participantes y no garantiza un sobreprecio cuando el mercado del café esta bueno; ni Rainforest Alliance ni Smithsonian ofrece un sobreprecio; y los criterios del Smithsonian son muy difíciles de cumplir. Además, las certificaciones tienen costos de inscripción e inspección entre otros, además de beneficios que varían de programa a programa, y pueden o no redundar en un beneficio económico para los productores. Las certificaciones de café son incentivos de mercado en primer lugar y quienes están manejando los mercados y los programas de certificación son gente de los Estados Unidos, Alemania y Holanda. Últimamente, dependen de la educación y los caprichos de los consumidores, por lo que resulta difícil garantizar el beneficio que recibe el productor. Como los PSA, los mercados de nicho para productos de exportación pueden ser un elemento en una estrategia de desarrollo, pero no el eje central.

4. Propuestas para cultivar nuevas alianzas entre productores y conservacionistas

En nuestras discusiones, la soberanía surgió como el eje central para estructurar alianzas para enfrentar los retos del campo y los sistemas agroalimentarios. La Vía Campesina y muchas organizaciones más han adoptado la soberanía alimentaria como un principio organizador. Según la Red de Soberanía Alimentaria, *“Soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos a definir su propia alimentación y agricultura, a proteger y regular la producción y comercialización nacional a fin de lograr objetivos de desarrollo sostenible...”* Este concepto se puede extender hacia todos los territorios habitados y manejados por los campesinos. Encaja perfectamente con una visión de conservación en los paisajes y sistemas agrícolas, al vincular la conservación con la alimentación (Perfecto *et al.*, 2009). Los académicos y conservacionistas deben de ponerse al servicio de este amplio movimiento social.

En este documento hacemos énfasis en las propuestas que involucran a los académicos, pero también señalamos aspectos que deben trabajarse desde las comunidades y a otros niveles institucionales y de gobiernos. Además indicamos los puntos donde no alcanzamos un consenso sobre cómo proceder, con el fin de que sirva de insumo para futuras discusiones.

4.1 Valorando los conocimientos tradicionales

En muchos agroecosistemas tradicionales, la energía, los materiales, los nutrientes y los organismos domésticos y silvestres fluyen de manera eficiente en paisajes que integran a los agroecosistemas con los bosques. La producción agroecológica parte de una visión holística similar, y no de la simple sustitución de insumos orgánicos como sustituir un insecticida químico con uno biológico, o un fertilizante químico por humus de lombriz. Muchos campesinos latinoamericanos ya practican la agroecología aunque no lo conozcan por ese nombre, y los agroecólogos podemos aprender mucho de ellos.

Tristemente, en muchos casos los mismos campesinos no valoran su conocimiento o el conocimiento de sus ancestros. Al documentar y evaluar el conocimiento local, los académicos pueden ayudar a que este sea revalorado por los mismos agricultores, fortaleciendo su autoestima. Así, ellos podrán tener mejores elementos para hacer suyas o rechazar nuevas tecnologías que les presenten el gobierno u otras organizaciones. Propuestas concretas para alcanzar este objetivo son: 1. Hacer llegar la información de nuestros estudios sobre el conocimiento local a las comunidades, 2. Facilitar la formación de grupos de trabajo locales que se involucren en el proceso educativo en la comunidad y 3. Entregar certificados de excelencia a los productores

destacados por su trabajo en pro de la producción agrícola y la conservación de los recursos naturales y culturales.

4.2 Valorando los conocimientos científicos

En el Foro se reconoció ampliamente el valor del conocimiento campesino, pero también del conocimiento que los científicos pueden aportar. El papel que la investigación científica y las publicaciones juegan en la toma de decisiones es innegable. Los estudios científicos sobre temas como las prácticas agroecológicas, el conocimiento tradicional, los mercados locales, las consecuencias del pago por servicios ambientales, los agrocombustibles, los cultivos transgénicos, los plaguicidas y el manejo del paisaje pueden ser de gran valor en la búsqueda de la soberanía alimentaria y territorial.

En nuestras discusiones, todos estuvimos de acuerdo que los temas de investigación deben tener aplicabilidad. Sin embargo algunos proponen que debemos centrarnos en solucionar problemas sentidos por los campesinos, mientras otros argumentan que además de ayudar a resolver problemas inmediatos, el deber de los académicos es adelantarse a los problemas y allí la importancia de también hacer ciencia básica. Quizás un error que los académicos necesitan remediar ha sido no saber explicar la importancia de esos estudios básicos.

4.3 Hacia un encuentro de saberes

Para poder establecer investigaciones con la participación de las comunidades debemos de buscar la forma de superar barreras tanto dentro de las comunidades mismas, como de parte de los investigadores. Algunas comunidades están ya acostumbradas a recibir conocimiento o apoyos económicos bajo esquemas paternalistas, circunstancias que impiden de la investigación participativa basada en el conocimiento local. Dentro de muchas comunidades hay divisionismo y poderes que impiden las relaciones con agentes externos. Aún en donde se toman decisiones por consenso, puede faltar un entendimiento pleno de las consecuencias de un proyecto dado. Los investigadores tienen el deber de explicar, además de los objetivos y métodos, de dónde vienen los fondos del proyecto, cuales son los intereses del financiador y como serán utilizados los datos generados.

En el caso ideal, las propuestas surgen desde las comunidades campesinas. Sin embargo, encontrar fuentes de financiamiento, elaborar propuestas y dar seguimiento a los proyectos supera las capacidades de muchas comunidades. Tanto para la elaboración de proyectos propios como para participación en proyectos gestionados por otros actores, las comunidades requieren del apoyo de organizaciones campesinas

honestas que les ayuden a tomar decisiones informadas. Por su parte, los académicos deberían de proporcionar información de calidad para que estas organizaciones tomen decisiones informadas y ofrecer su apoyo en la elaboración de propuestas y búsqueda de financiamiento.

En algunas comunidades se ha desvalorado el conocimiento científico. Esto se puede deber a que algunos de los estudios que los científicos quieren establecer en las comunidades carecen de pertinencia social, muestran una falta de consciencia del contexto sociopolítico y están desvinculados de los retos inmediatos de los productores. Este último problema surge con frecuencia, porque las instituciones exigen investigación de punta, no la resolución de problemas utilizando técnicas ya conocidas. Por lo tanto, la mesa que discutió este tema propuso que se puede abordar problemas inmediatos de la comunidad, para construir una colaboración que después podrá explorar preguntas más complejas. Al llevar tecnologías que impacten rápida e impresionantemente, se puede generar confianza. Sin embargo, no siempre encontraremos problemas sencillos a resolver con las técnicas que manejamos. Debemos de encontrar mecanismos alternativos para el acercamiento.

A veces se detiene el acercamiento por la desconfianza a los investigadores ya sea por experiencias previas o por falta de conocimiento. Algunos estudios utilizan el conocimiento local sin reconocer su papel. Algunos entregan resultados a la comunidad pero en una forma que le resulta inútil porque no saben o no les interesa comunicarse de una forma sencilla y clara. Además, algunos investigadores llegan con una actitud de superioridad y desacreditan el conocimiento local.

El desacreditar el conocimiento científico o el conocimiento de los campesinos, así como pensar que cualquiera de los dos tiene toda la razón es incorrecto. Los académicos tienen conocimientos que son amplios pero superficiales. Cuentan con bases teóricas, acceso a la literatura, y oportunidades para viajar e interactuar con colegas de todo el mundo. El conocimiento de los campesinos es profundo, pero tiende a ser estrecho, enfocado en sus propios agroecosistemas y modos de vida. La clave está entonces en encontrar la dialéctica entre los dos. El intercambio de saberes podría lograr conocimientos que son amplios y profundos al mismo tiempo. El reto es buscar estructuras que permitan dar a conocer el conocimiento de los campesinos sin disminuir su soberanía sobre sus recursos y territorios. En este proceso, es imprescindible que los investigadores hagan el esfuerzo para hablar el mismo idioma de los campesinos con los que trabajan. Para ello será necesario en algunos casos recurrir a traductores o comunicadores que puedan llevar la voz.

4.4 Cambios de políticas de evaluación y vinculación académicas

Las políticas institucionales y los financiamientos muchas veces no facilitan que se establezcan vínculos entre campesinos, ONGs y académicos. Las pocas agencias que se encargaban de servir de vínculo entre campesinos e investigadores prácticamente desaparecieron con los ajustes neoliberales. Algunas agencias no gubernamentales atienden los problemas del campo, pero generalmente están desvinculadas con los centros de investigación, les faltan recursos económicos y materiales, y ante la crisis económica posiblemente se debilitarán aún más. Las experiencias de colaboración entre campesinos e investigadores son casos aislados que han logrado algún éxito por la buena voluntad de ambas partes.

Sin embargo, para lograr un impacto a escala mayor son necesarios mecanismos institucionales que faciliten la comunicación y aumenten las capacidades locales. Construir relaciones de confianza puede tardar años y requiere de atención a temas de interés de todas las partes, procesos que no siempre generarán resultados publicables en revistas científicas. Es por ello importante que los académicos sean evaluados no solamente por su productividad científica, sino también por su trabajo de vinculación con comunidades y organizaciones campesinas o que puedan trabajar en equipo con expertos en el trabajo comunitario.

4.5 Capacitación y difusión del conocimiento

Ante nuevos retos, como el cambio climático y la crisis económica, es imprescindible que los campesinos tengan acceso a información para desarrollar alternativas y evaluar las propuestas que vienen de afuera de sus comunidades. Los científicos pueden contribuir al desarrollo de las capacidades necesarias para que las mismas comunidades resuelvan sus problemas. Temas tan diversos como el control biológico, biología del suelo, asuntos de mercado, certificación participativa e inocuidad alimentaria pueden resultar novedosos y útiles. Sugerimos que la capacitación debe darse en el marco de escuelas campesinas y el fortalecimiento de las relaciones de campesino a campesino, buscando relaciones horizontales entre participantes.

Además de publicar en revistas internacionales, debemos buscar llegar a las poblaciones locales a través de los medios a los que ellos tienen acceso. Esto se puede hacer por medio de la radio, el periódico y foros en las comunidades. Se propuso que debemos echar a andar un foro campesino para discutir información que ya existe sobre la situación actual del campo, pero que no ha llegado a las comunidades.

4.6 Hacia la soberanía energética

Aunque las colaboraciones entre campesinos, conservacionista y científicos tendrán que desarrollar su agenda de trabajo según los intereses de todas las partes, podemos

identificar algunos temas relevantes en la actualidad. Entre ellos, figura la expansión de los agrocombustibles. Las plantaciones a gran escala de monocultivos destinados a la producción de etanol o biodiesel están desplazando otros cultivos y bosques alrededor de los trópicos. Por los cambios en uso del suelo que impulsan y los insumos utilizados en su producción, los agrocombustibles industriales como se han desarrollado hasta el momento no son una solución a las crisis energética ni climática. Se han implicado también en el alza de los precios de los alimentos. Por varios mecanismos, entonces, los agrocombustibles amenazan la soberanía alimentaria y territorial de pueblos alrededor del mundo.

Al mismo tiempo, no podemos negar que el sector campesino se ve afectado por la crisis energética y los cambios climáticos, y que debe de ser parte de la solución. Proponemos que las respuestas se deben de buscar primero a nivel local. Los agroecosistemas integrados logran eficiencias en el uso de espacio y energía, minimizando los insumos basados en combustibles fósiles. La urbanización de la agricultura minimiza el transporte de alimentos y de mano de obra. También existen muchas tecnologías apropiadas para generar energía a escala pequeña comprobadas alrededor del mundo, incluyendo la energía eólica, el biogás, la energía geotérmica y la energía solar. Incluso los agrocombustibles podrían contribuir cuando son basados en productos secundarios de las granjas pequeñas o de la pequeña agroindustria. Se requiere de investigación colaborativa para adaptar estas tecnologías a los materiales y modos de vida de cada región. También se requiere de capacitación en la implementación de estas tecnologías, y en la formación de cooperativas en el caso de tecnologías que se aplican mejor al nivel comunitario.

4.7 La polémica de los servicios ambientales

Los pagos por servicios ambientales (PSA) son otro tema de interés común, pero no llegamos a un consenso en nuestras discusiones. Estuvimos de acuerdo en que no podemos seguir aceptando las condiciones impuestas por el gobierno, las empresas transnacionales y las bolsas de valores. Sin embargo, algunos de los asistentes, principalmente científicos sociales y representantes de organizaciones campesinas se oponen totalmente a los PSA. Argumentan que el concepto economicista de los PSA presupone que la naturaleza tiene que pagar su derecho de existir en el mercado global. En su lugar, la sociedad entera debe de conservar los servicios ambientales sin buscar mecanismos para desplazar la carga hacia los campesinos y los bosques que manejan. El mundo debe darse cuenta que los campesinos guardan toda una cultura ambiental, las semillas de nuestros alimentos, el conocimiento de cómo hacerlas producir, y nuestra cocina. Debemos reconocerlos y apoyarlos como sociedad, no inventar un juego capitalista de PSA. No hay sentido en negociar PSA mejores o más justos porque solamente se está considerando el componente ambiental. Si se

trata de preservar la diversidad biológica, se debe de luchar a favor de la diversidad cultural asociada a esos ecosistemas. Si un PSA pone en riesgo la soberanía de una comunidad, esto se debe de rechazar.

Otros participantes, principalmente de las ciencias naturales, ven los PSA como una oportunidad para el desarrollo local y regional, y para contribuir a la solución de problemas globales. Están conscientes de que existen tensiones alrededor del tema, pero creen que estos se pueden convertir en oportunidades si se discuten y resuelven los problemas locales. Proponen que deben ser los productores los que deciden cómo aprovechar (o no) los fondos públicos y privados destinados a los PSA. Proponen que los llamemos servicios ecosistémicos, reconociendo que estos servicios son propiedades de ecosistemas funcionales que no se dan de una manera aislada. Argumentan que los recursos que entran por estos pagos deberían invertirse en prácticas agroecológicas ligadas a los servicios ecosistémicos como compostaje, mejores prácticas de cultivo, manejo de sombra, agroforestería y rotaciones. También se podría invertir en fuentes alternas de energía, como las arriba citadas. Proponen que construyamos modelos autóctonos de pago por servicios ecosistémicos en vez de reaccionar a lo que nos viene de fuera. Los proyectos construidos desde la comunidad, deberían incluir aspectos culturales, sociales y de infraestructura. Para esto, consideran necesario convocar a seminarios entre diversos sectores donde se aclare el marco conceptual, los actores, las políticas y leyes, y la organización del mercado de los servicios ecosistémicos. Invitar a los grupos de campesinos a participar en estos eventos sería un paso para abrir el diálogo, para que puedan tomar una decisión bien informada respecto su colaboración con algún proyecto de PSA en sus comunidades de origen.

4.8 Acción política

Los académicos deben de formar un frente común con organizaciones campesinas, esforzándonos para que nuestras investigaciones en el campo sean conocidas y tomadas en cuenta por los políticos tanto a nivel local como internacional. El impulso a los sistemas agroforestales y la agricultura orgánica son fundamentales. Este apoyo no será muy costoso puesto que en la mayoría de comunidades latinoamericanas aún se mantienen elementos de los sistemas agroecológicos tradicionales y los conocimientos ancestrales que los sustentan.

Los científicos sociales y naturales reconocen el valor del conocimiento campesino, y deben de insistir que los políticos y otros tomadores de decisiones lo tomen en cuenta como parte de la solución a las crisis económica y ambiental. Se han documentado la eficiencia de los pequeños productores, las aportaciones de los campesinos a la diversidad genética de los cultivos y el papel de la agricultura tradicional en

la soberanía alimentaria y la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. Incluso el Banco Mundial exige que este conocimiento local se tome en cuenta al establecer proyectos de desarrollo, pero este mensaje no ha llegado.

Por ejemplo, en Chiapas, la alimentación aún se basa en el maíz, el frijol y la calabaza. En ese sistema tradicional, la eficacia del manejo de plagas y de la fertilidad del suelo, así como el valor de las variedades locales, han sido bien documentadas por académicos. También se ha documentado el valor de la milpa para la conservación de la biodiversidad. Lamentablemente, los pocos apoyos que llegan a los campesinos son en forma de herbicidas, fertilizantes químicos y variedades mejoradas, amenazando las prácticas sustentables desarrolladas en la región por los campesinos. Productores, ONG y académicos formaron la Red de Maíz Criollo y lograron que en el 2008, el programa de Maíz Solidario ofreciera un paquete orgánico, lo cual fue muy bien recibido por los productores. Sin embargo, para el 2009 se discontinuó este modo de apoyo y se sigue reproduciendo el modelo de la revolución verde.

Aunque no podemos quedar esperando para que el gobierno ofrezca alternativas viables para los pequeños productores, es esencial que las organizaciones campesinas, académicas y conservacionistas nos mantengamos informadas de las propuestas de leyes. Mucha de la legislación que se está gestando es hostil a las soluciones que estamos promoviendo. Por ejemplo, el *Codex alimentarius* que entrará en vigencia en nuestros países al finalizar el 2009 es un acuerdo que impondrá en las leyes nacionales las normas de la agricultura industrial. Será un golpe duro para los pequeños productores y la producción agorecológica. El *Codex* permitirá el uso de drogas y hormonas que actualmente se prohíben en la producción animal por la amenaza que representan hacia la salud humana. Siete de los 9 plaguicidas peligrosos prohibidos por la Convención de Estocolmo, más otros 206, serán aceptados en nuestros alimentos. Se prohibirá la etiquetación de productos transgénicos y se degradará la agricultura orgánica al hacer los estándares más laxos. Necesitamos documentar estos peligros y exigir a nuestros legisladores que no se implemente el *Codex* hasta que se demuestre que estos insumos son inocuos para los productores, consumidores y el ambiente.

El IAASTD (descrito arriba; 2009a, b), puede ser utilizado para presionar a los gobiernos hacia la soberanía alimentaria y hacia la nueva conservación, especialmente en los 58 países que firmaron el documento (de América Latina, firmaron Belice, Brasil, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Honduras, Panamá, República Dominicana Paraguay y Uruguay). Además de criticar la agricultura industrial, el IAASTD ofrece opciones para enfrentar los problemas de hambre y desnutrición en el mundo, y éstas giran alrededor de apoyos a la pequeña producción. Citando los múltiples impactos y beneficios sociales, políticos, culturales y ambientales de la agricultura,

propone que los gobiernos:

- reconozcan la contribución importante que hacen los conocimientos locales e indígenas, y que establezcan mecanismos democráticos, participativos y equitativos para la toma de decisiones;
- eviten la siembra de cultivos transgénicos en sus centros de origen;
- enfaticen prácticas agroecológicas que puedan satisfacer simultáneamente metas sociales, ambientales y económicas y que aumenten la resiliencia ecológica y humana de los sistemas productivos, mejorando la capacidad de responder a los cambios ambientales y sociales;
- aseguren el acceso y control de la tierra y otros recursos para campesinos y productores de pequeña escala;
- reconfiguren los sistemas de investigación, extensión y educación agrícola en apoyo de estas estrategias.

4.9 Redes de cooperación y mercados

Para incidir en la mayoría de los puntos señalados aquí es necesario que coordinemos nuestros esfuerzos a diversas escalas. Nuestras acciones locales serán más eficaces si son informadas por esfuerzos paralelos en otros lugares. Nuestra voz política tendrá más fuerza si unimos diversos sectores en distintos lugares. Las redes de cooperación están emergiendo como un modelo para formar alianzas entre productores, consumidores, técnicos e instituciones educativas. Un ejemplo es la REDSAG, que vincula a personas de diversas profesiones comprometidas con la soberanía alimentaria en Guatemala. Al nivel latinoamericano, MAELA une a agricultores, académicos, conservacionistas y ONG's. Proponemos que La Sociedad Científica Latinoamérica de Agroecología (SOCLA) además de fomentar vínculos profesionales entre agroecólogos a nivel regional, estreche sus relaciones con MAELA, la Vía Campesina, el MST y otras organizaciones luchando a favor de la soberanía alimentaria.

Los mercados locales son una manifestación de la diversidad cultural y biológica, un punto de encuentro natural entre el campo y la ciudad, y pueden ser un pilar del desarrollo sostenible y la soberanía alimentaria. Desafortunadamente, muchos consumidores ya no compran en los mercados locales, lo que aleja a los consumidores de los productores y la tierra. En algunas ciudades ya ni existen mercados de campesinos. Sin embargo, en otros lugares están surgiendo nuevamente mercados donde los campesinos llevan a ofrecer directamente sus productos. Algunos se organizan por iniciativa de los productores, mientras otras, como en el caso del mercado de Guelatao de Juárez, Oaxaca y el tianguis “Comida Sana y Cercana” de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, han surgido de la iniciativa de jóvenes estudiantes o de madres preocupadas por la alimentación de sus hijos.

Tanto estos mercados nuevos como los tradicionales son oportunidades para la organización de redes de de cooperación entre productores y entre consumidores. En Francia por ejemplo, los productores y consumidores se han organizado en “ecoregiones.” Dentro de cada ecoregión, se trata de producir y distribuir la diversidad de alimentos que se requiere. En México, la Red de Tianguis Orgánicos, además de promover el establecimiento de mercados de productores, brinda apoyo a los productores y fomenta conciencia entre los consumidores.

Muchos consumidores empiezan a comprar en los mercados locales por su preocupación por la salud de su familia, pero pueden adquirir a una conciencia mayor de su papel en las crisis de energía, alimentos, clima y biodiversidad. Por ejemplo, la arriba mencionada Red Comida Sana y Cercana, impulsa a los consumidores a tomar decisiones responsables en relación al transporte y la construcción además de la comida. También apoya la agricultura urbana, ya que cultivar una maceta con tomate, con chile o con yerbas de olor o tener árboles frutales, una pequeña milpa, o gallinas en el patio puede iniciar un acercamiento con la tierra. Al poner este ejemplo, con mayor ánimo y autoridad moral pueden exigir a los políticos que ayuden a poner al alcance de todos alimentos y energía limpios y sustentables, así como un ambiente saludable.

Los académicos deben apoyar estos movimientos que promueven productos locales sanos, formas de economías solidarias, empresas sociales, empresas que no buscan ganancias exageradas sino proporcionar una función social y cultural de los alimentos. Pueden brindar sus conocimientos, infraestructura y conexiones para apoyar a los productores, vincularlos a procesos a nivel regional y documentar las consecuencias de los mercados sobre la biodiversidad, la economía y la cultura. También pueden ayudar a concientizar a la población de las consecuencias de sus hábitos de consumo y apoyar en la recuperación de la cultura gastronómica basada en los ingredientes locales y frescos.

Un elemento clave en la operación de los mercados solidarios son los sistemas participativos de certificación de los productos limpios y locales. Normalmente, estos productos se mezclan en los mercados con productos de la agricultura industrial. Por las razones arriba descritas en relación a la certificación de café, los productos agroecológicos locales raramente cuentan con alguna certificación, y los esquemas internacionales de certificación no necesariamente promueven la producción limpia, los mercados solidarios ni la protección de los recursos locales. De allí la importancia de establecer sistemas de garantía a nivel local o regional, donde tengan voz tanto los productores, los consumidores y los técnicos. La Red de Tianguis Orgánicos de México brinda apoyo técnico para la certificación participativa, pero cada tianguis acomoda las reglas y procedimientos a sus propias condiciones. Los agroecólogos

debemos de ofrecer nuestro conocimiento técnico y seguimiento a los productores participantes en estos procesos. La participación de biólogos de la conservación también puede ser de gran ayuda para asegurarse que las prácticas del reglamento sean amigables con la biodiversidad y los servicios ambientales.

A nivel de internacional, hay evidencia que los mercados de comercio justo mejoran la calidad de vida de los campesinos. Sin embargo, como en el caso de las certificaciones orgánicas o amigables con el ambiente, debemos exigir que las certificaciones de comercio justo sean también más incluyentes. Allí se necesitan las alianzas con economistas, antropólogos y sociólogos, que garanticen que la certificación de comercio justo vele por la conservación de las culturas y la calidad de vida de los hogares de los productores.

4.10 Educación para el campo

Es imprescindible que se reestructure el currículo en las escuelas rurales. En la mayoría de los países latinoamericanos, el sistema educativo actual no es adecuado para el medio rural. En él se prepara a los estudiantes para salir del campo, no para quedarse. Los métodos utilizados en la educación formal son muy distintos a la enseñanza tradicional en las familias indígenas y alejan a los niños de su propia cultura. Es urgente que el currículo gire alrededor de la agricultura orgánica y el manejo sustentable de los recursos naturales, integrando el conocimiento local y el conocimiento científico. El currículo debe además impulsar las artes y actividades culturales para mejorar la calidad de vida de la comunidad. Es imprescindible también que se establezcan programas para la educación de la mujer rural. Ante la creciente migración de campesinos a las ciudades y al extranjero, muchas mujeres se han quedado solas a cargo de las parcelas y el cuidado de los niños. Habrá que buscar formas creativas para que el aprendizaje pueda integrarse fácilmente a las múltiples tareas que ellas tienen que realizar diariamente. Algunas estrategias útiles podrían ser impulsar programas educativos por la radio y el establecimiento de guarderías en las zonas rurales.

A nivel universitario, la formación de los biólogos, agrónomos y otros profesores con conocimientos relevantes a la soberanía alimentaria y territorial generalmente no brinda una visión holística de cómo enfrentar los problemas, ni como comunicar su ciencia a los tomadores de decisiones ni como trabajar en equipo y con otras disciplinas. Es necesario reconocer estas deficiencias y hacer alianzas con gente que sí tiene ese entrenamiento. Para preparar a las futuras generaciones, debemos superar la división entre ciencias naturales y sociales. Deben buscar que los biólogos y agrónomos lleguen a entender con claridad las implicaciones sociales de los procesos biológicos que estudian.

También deben de capacitarse y capacitar a las futuras generaciones en la investiga-

ción-acción, una de las estrategias más efectivas para un acercamiento que ofrezca frutos tanto a las comunidades como a los científicos. Un primer paso para ello sería rescatar el programa de servicio a la comunidad que aún realizan algunos estudiantes de licenciatura antes de graduarse. Lamentablemente en muchas universidades este ha sido remplazado por pasantías en empresas, que en general alejan al estudiante del campo y la comunidad. Es imprescindible que rediseñemos el currículo para formar profesionales que sepan cómo abordar la situación actual del campo y el desarrollo que queremos lograr.

Estas acciones podrían formar parte de una estrategia para atraer a jóvenes, en particular los de origen campesino, a nuestras instituciones para estudiar carreras relacionadas con el campo. Estos jóvenes podrán ser los nuevos líderes comunitarios y desde ellos se puede impulsar un el desarrollo orientado hacia la soberanía alimentaria y territorial. En muchos casos será necesario formar relaciones con escuelas rurales para ayudarles a mejorar su nivel educativo, reorientar la educación hacia el medio rural, y animar a los jóvenes a seguir sus estudios.

5. Conclusiones

Los temas de nuestras discusiones fueron diversos y las perspectivas expresadas aún más. No obstante, los puntos de acuerdo fueron más numerosos e importantes que las diferencias. Destacan estas conclusiones generales:

1. Estamos en un momento de crisis para la agricultura industrial y el modelo neoliberal.
2. No obstante, la gran capital es capaz de llenar cualquier vacío. Urge definir propuestas coherentes para definir el rumbo de la agricultura post-neoliberal.
3. La soberanía alimentaria y territorial es un eje de nuestra agenda. Debemos de luchar para crear lazos solidarios entre campo y ciudad.
4. La biodiversidad, por su valor inherente y por sostener nuestros sistemas productivos, es el segundo eje.

Actualmente, en América Latina y en todo el mundo, hay organizaciones luchando a favor de estos principios. Cada grupo es como una hormiga que actúa por su propia cuenta y en su propio ámbito. Sin embargo, al observarlas en su conjunto, nos damos cuenta de que forman un nido de hormigas con la misma idea de construir un mundo mejor. Una hormiga es fácil de aplastar, pero como entiende cada buen agricultor, las hormigas trabajando juntas son una fuerza de la naturaleza imparable.

Bibliografía

- Diemont, SAW y JF. Martin (2009)** *Lacandon Maya ecosystem management: sustainable design for subsistence and environmental restoration. Ecological Applications: Vol. 19, No. 1, pp. 254-266.*
- Diemont, SAW, JF Martin, SI Levy Tacher, R Nigh, P Ramirez Lopez, y JD Golicher (2006)** *Indigenous Maya forest management: Restoration of soil fertility using native tree species. Ecological Engineering 28:205-212.*
- Haug, G. H., D. Gunther, L. C. Peterson, D. M. Sigman, K. A. Huguen, y B. Aeschlimann (2003)** *Climate and the collapse of Maya civilization. Science 299:1731-1735.*
- Harvey, N (2001)** *Globalisation and resistance in post-cold war Mexico: difference, citizenship and biodiversity conflicts in Chiapas. Third World Quarterly 22:1045-1061.*
- Hillesheim, MB, DA Hodell, BW Leyden, M. Brenner, JH Curtis, FS Anselmetti, D Ariztegui, DG Buck, T Guilderson, MF Rosenmeir, y DW Schnurrenberger (2005)** *Climate change in lowland Central America during the late deglacial and early Holocene. Journal of Quaternary Science 20:363-376.*
- IAASTD (2009a)** *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Summary for Decision Makers: Latin America and Caribbean Report. Island Press. Washington DC.*
- IAASTD (2009b)** *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: The Synthesis Report. McIntyre, BD, HR Herren, J Wakhungu, y R. T. Watson editores. Island Press. Washington DC.*
- Kitchen, A, MM Miyamoto, CJ Mulligan, H. Harpending (2008)** *A Three-Stage Colonization Model for the Peopling of the Americas. PLoS ONE, 3(2), e1596. DOI: 10.1371/journal.pone.0001596.*
- Moguel, P y VM Toledo (1999)** *Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology 13:11-21.*
- Nigh, R (2008)** *Trees, fire and farmers: Making woods and soil in the Maya forest. Journal of Ethnobiology 28:231-243.*

Perfecto, I, I. Armbrecht, SM Philpott, L Soto-Pinto, y TV Dietsch (2007) *Shaded coffee and the stability of rainforest margins in Latin America*. Pp. 227-264 en: T. Tschardtke, C Leuschner, M Zeller, E Guhadja, y A Bidin, editores. *The Stability of Tropical Rainforest Margins, Linking Ecological, Economic and Social Constraints of Land Use and Conservation*. Springer, Environmental Science Series. Heidelberg y New York.

Philpott, SM, W Arendt, I Armbrecht, P. Bichier, T. Dietsch, C Gordon, R Greenberg, I Perfecto, L Soto-Pinto, C Tejada-Cruz, G Williams, y J Valenzuela (2008) *Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: reviewing evidence on ants, birds, and trees*. *Conservation Biology* 22: 1093-1105.

Philpott SM, P Bichier, R Rice, y R. Greenberg (2007) *Field testing ecological and economic benefits of coffee certification programs*. *Conservation Biology* 21: 975-985.

Perfecto, I y J Vandermeer (2008) *Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: A new conservation paradigm*. *Annals of the New York Academy of Science* 1134:173-200.

Perfecto, I, J Vandermeer, y A Wright (en prensa para 2009) *Nature's Matrix: Linking Agriculture, Conservation and Food Sovereignty*. Earthscan. London.

Steele TJ, JM Adams, y T Slukin (1998) *Modelling paleoindian dispersals*. *World Archaeology* 30:286-305

Vandermeer, J y I Perfecto (2007) *Tropical conservation and grass roots social movements: Ecological theory and social justice*. *Bulletin of the Ecological Society of America* 88:171-175.

Bruce G. Ferguson^{1*}, Helda Morales¹, Aldo González Rojas², Felipe de Jesús Íñiguez Pérez³, María Elena Martínez Torres^{4,5}, Kathleen McAfee⁶, Ron Nigh⁵, Ivette Perfecto⁷, Stacy M. Philpott⁸, Lorena Soto Pinto¹, John Vandermeer⁷, Rosa María Vidal⁹, León Enrique Ávila Romero¹⁰, Héctor Bernardino¹⁰, Rosario Realpozo Reyes¹⁰

¹El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

²Unión de Organizaciones de la Sierra Juárez de Oaxaca (UNOSJO)

³Movimiento Agroecológico Latinoamericano (MAELA)

⁴Desarrollo Alternativo A.C. (DESAL)

⁵Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) del Sureste

⁶San Francisco State University

⁷University of Michigan

⁸University of Toledo

⁹Pronatura Chiapas

¹⁰Universidad Intercultural de Chiapas

* Autor para correspondencia, bgfecosur@gmail.com, Departamento de Agroecología, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a todos los participantes en el Foro-Taller “Bosques, Agricultura y Sociedad,” el apoyo de personal de ECOSUR, CIESAS y el Museo del Ámbar y el de los traductores voluntarios, además del apoyo financiero de la Fundación Ford, CIESAS en el marco de su 35 aniversario, y el proyecto “Cuantificación de carbono y evaluación del impacto de sistemas agroforestales” del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación a cargo de L. Soto Pinto.

BGF agradece el apoyo de la Unión Europea a través del proyecto REFORLAN (INCODEV contrato PL 032132)

Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas

Clara Ines Nicholls

Introducción

Es ampliamente aceptado que ciertos tipos de diversidad en los agroecosistemas confiere una estabilidad a largo plazo de las poblaciones de insectos presentes, probablemente porque en agroecosistemas complejos existe una variedad de parasitoides y depredadores disponibles para suprimir el crecimiento potencial de las poblaciones de especies plagas (Altieri & Nicholls 2004). La diversificación de agroecosistemas resulta generalmente en el incremento de oportunidades ambientales para los enemigos naturales, y consecuentemente en el mejoramiento del control biológico de plagas. La amplia variedad de arreglos vegetacionales disponibles en forma de policultivos, sistemas diversificados de cultivo-malezas, cultivos de cobertura, etc., conservan enemigos naturales al asegurarles una serie de requisitos ecológicos como acceso a hospederos alternos, recursos alimenticios como polen y néctar, hábitats para hibernación y microclimas apropiados (Altieri 1994, Altieri & Nicholls 2004). Algunos factores relacionados con la regulación de plagas en agroecosistemas diversificados incluyen: el incremento de la población de parasitoides y depredadores dada una mayor disponibilidad de alimento alternativo y hábitat, la disminución en la colonización y reproducción de las plagas, la inhibición de la alimentación mediante repelentes químicos de plantas no atractivas a las plagas, la prevención del movimiento y aumento de emigración de plagas, y la óptima sincronización entre enemigos naturales y plagas.

En agroecosistemas diversificados, la evidencia demuestra que en la medida que se incrementa la diversidad vegetal, la reducción de plagas alcanza un nivel óptimo dependiendo del número de especies vegetales y la combinación de ciertas plantas claves. Aparentemente, mientras más diverso es el agroecosistema y mientras menos

perturbada es la diversidad, los nexos tróficos aumentan desarrollándose sinergismos que promueven la estabilidad poblacional insectil. Sin embargo, es claro que esta estabilidad depende no sólo de la diversidad trófica sino más bien de la respuesta dependiente de la densidad que tengan los niveles tróficos más altos (Southwood & Way 1970). En otras palabras, la estabilidad depende de la precisión de la respuesta de cada nivel trófico al incremento poblacional en un nivel inferior. Lo que es clave para alcanzar regulación biótica, es la diversidad selectiva y su función en el agroecosistema y no una colección de especies al azar (Dempster & Coaker 1974). Es claro que la composición de especies es más importante que el número de especies “*per se*” y que hay ciertos ensamblajes de plantas que ejercen papeles funcionales claves mientras que otros grupos de plantas no. El desafío está en identificar los ensamblajes correctos de especies que, a través de sus sinergias, proveerán servicios ecológicos claves tal como reciclaje de nutrientes, control biológico de plagas y conservación de suelo y agua. La explotación de estas sinergias en situaciones reales requiere del diseño y manejo de los agroecosistemas basado en el entendimiento de las múltiples interacciones entre suelos, plantas, artrópodos y microorganismos. La idea es restaurar los mecanismos de regulación natural adicionando biodiversidad funcional dentro y alrededor de los agroecosistemas.

La naturaleza y función de la biodiversidad en agroecosistemas

La biodiversidad se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan recíprocamente dentro de un ecosistema. En todos los agroecosistemas, existen polinizadores, enemigos naturales, lombrices de tierra y microorganismos del suelo, todos componentes claves de la biodiversidad que juegan papeles ecológicos importantes, al mediar procesos como introgresión genética, control natural, ciclaje de nutrientes, descomposición, etc. (Figura 1). El tipo y la abundancia de biodiversidad dependen de la estructura y manejo del agroecosistema en cuestión.

En general, un agroecosistema que es más diverso, más permanente, rodeado de vegetación natural y que se maneja con pocos insumos (ej. sistemas tradicionales de policultivos y agrosilvopastoriles) exhibe procesos ecológicos muy ligados a la amplia biodiversidad del sistema. Esto no sucede en sistemas simplificados (monocultivos modernos) que deben ser subsidiados con altos insumos al carecer de biodiversidad funcional.

Todos los agroecosistemas son dinámicos y están sujetos a diferentes tipos de manejo, de manera que los arreglos de cultivos en el tiempo y en el espacio están cambiando continuamente de acuerdo con factores biológicos, socioeconómicos y ambientales. Tales variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad característica de cada región agrícola, la que a su vez condiciona el tipo de biodiversidad presente

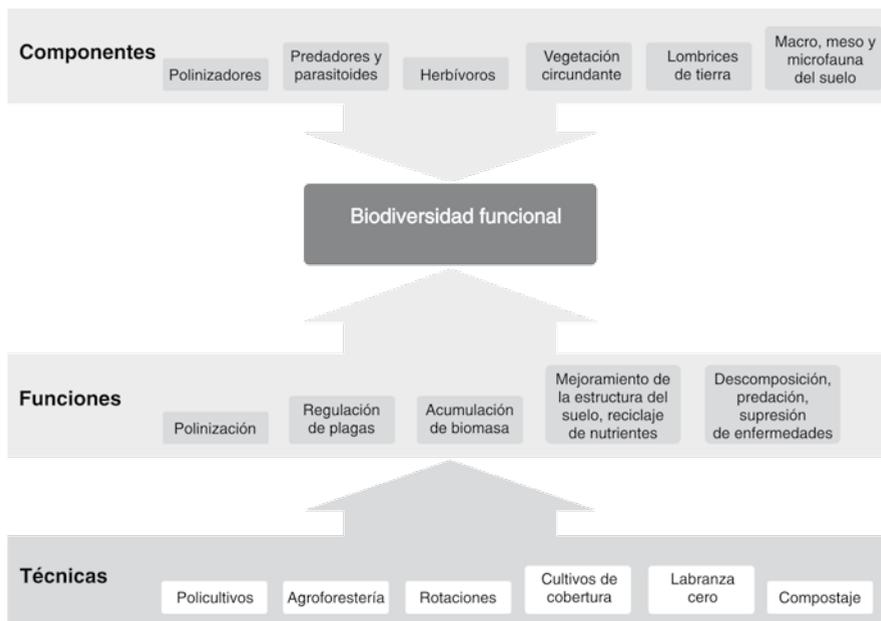


Figura 1. Componentes, funciones y estrategias de mejoramiento de la biodiversidad en agroecosistemas

y la cual puede o no beneficiar la protección de cultivos en agroecosistemas particulares. Uno de los mayores desafíos para los agroecólogos es identificar ensamblajes de biodiversidad, ya sea a nivel del campo o paisaje, que rendirán resultados favorables tales como regulación de plagas. El desafío de diseñar tales arquitecturas solamente se podrá enfrentar estudiando las relaciones entre la diversificación de la vegetación y la dinámica poblacional de herbívoros y sus enemigos naturales asociados en agroecosistemas particulares.

El nivel de biodiversidad insectil en los agroecosistemas depende de cuatro características principales (Southwood & Way 1970):

- La diversidad de vegetación dentro y alrededor del agroecosistema.
- La durabilidad del cultivo dentro del agroecosistema.
- La intensidad del manejo.
- El aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural.

Los componentes de la biodiversidad en agroecosistemas se pueden clasificar de acuerdo a la función que juegan en el agroecosistema. Según esto la biodiversidad se puede agrupar como:

- Biodiversidad productiva: cultivos, árboles y animales que son elegidos por los agricultores y que establecen el nivel básico de diversidad útil en el sistema.

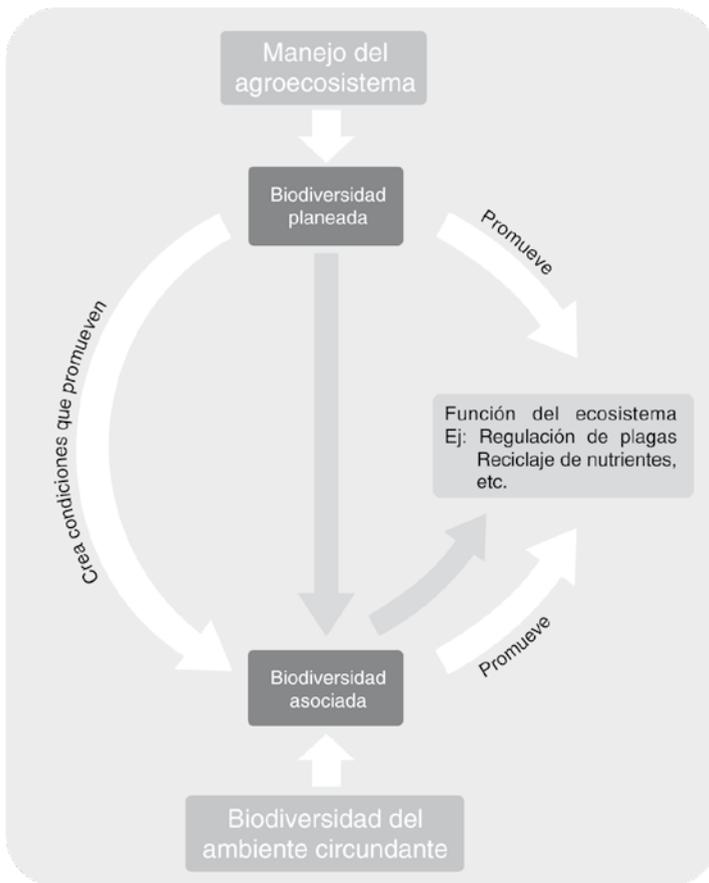


Figura 2. La relación entre los diferentes tipos de biodiversidad y el funcionamiento de agroecosistemas (Vandermeer & Perfecto 1995).

- Biota funcional: organismos que contribuyen a la productividad a través de la polinización, control biológico, descomposición, etc.
- Biota destructiva: malezas, insectos plaga y patógenos que reducen la productividad cuando alcanzan niveles poblacionales altos.

Estas categorías pueden agruparse en otra forma propuesta por Vandermeer & Perfecto (1995) que reconocen dos tipos de componentes de la biodiversidad. El primer *componente*, *biodiversidad planificada o productiva*, incluye los cultivos y animales incluidos en el agroecosistema por el agricultor y la cual variará de acuerdo al manejo y los arreglos de cultivos. El segundo componente, *la biodiversidad asociada*, incluye la flora y fauna del suelo, los herbívoros, descomponedores y depredadores, que colonizan al agroecosistema desde los ambientes circundantes y que permanecerán en el agroecosistema dependiendo del tipo de manejo adoptado. La relación entre los dos componentes de biodiversidad se ilustra en la Figura 2. La biodiversidad planificada tiene una función directa como lo señala la flecha que conecta a la caja

de biodiversidad planificada y la caja de la función del agroecosistema. La biodiversidad asociada también tiene una función, pero está mediada por la biodiversidad planificada que también exhibe una función indirecta. Por ejemplo en un sistema agroforestal, los árboles crean sombra, lo que hace posible que sólo crezcan cultivos tolerantes a la sombra. Por lo tanto la función directa de los árboles es crear sombra. Pero asociadas a los árboles existen pequeñas avispas que buscan el néctar en las flores de los árboles. Estas avispas son parasitoides naturales de plagas que normalmente atacan a los cultivos. Las avispas son parte de la biodiversidad asociada. Así los árboles crean sombra (función directa) y atraen avispas (función indirecta) (Vandermeer & Perfecto 1995).

Es clave identificar el tipo de biodiversidad que es deseable de mantener o incrementar de manera que se puedan llevar a cabo las funciones (o servicios) ecológicos, y de determinar cuales son las mejores prácticas de manejo para incrementar la biodiversidad deseada. Como se observa en la Figura 3, existen muchas prácticas agrícolas que tienen el potencial de incrementar la biodiversidad funcional, y otras de inhibirla o reducirla. Lo importante es utilizar las prácticas que incrementen la biodiversidad y

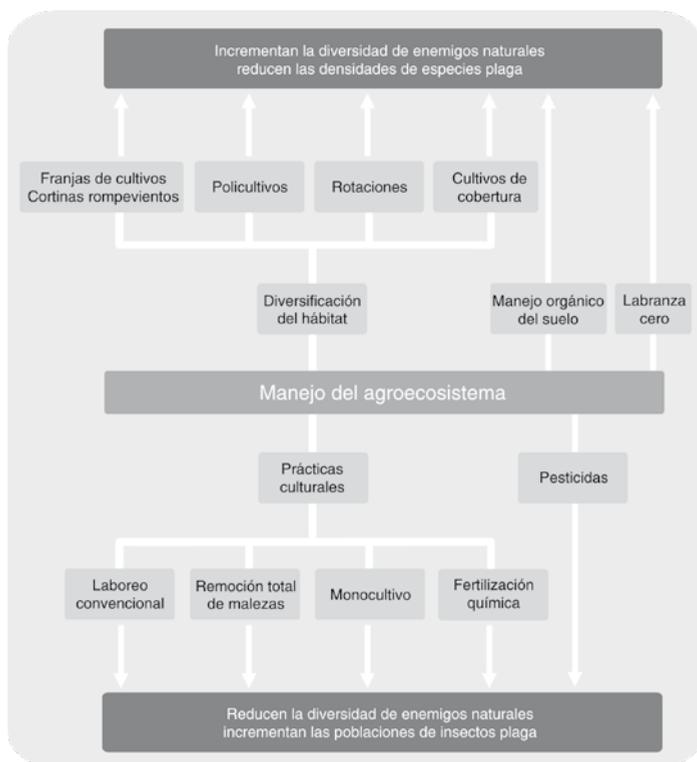


Figura 3. Efectos de las prácticas agrícolas y el manejo del agroecosistema en las poblaciones de insectos plaga y enemigos naturales.

que ésta a su vez tenga la capacidad de subsidiar la sostenibilidad del agroecosistema al proveer servicios ecológicos como el control biológico, el reciclaje de nutrientes, la conservación de suelo y agua, etc.

Existen varios factores ambientales que influyen la diversidad, abundancia y actividad de parasitoides y depredadores en los agroecosistemas: condiciones microclimáticas, disponibilidad de alimentos (agua, polen, presas, etc.), recursos del hábitat (sitios de reproducción, refugio, etc.), competencia inter-específica y presencia de otros organismos (hiperparásitos, depredadores, etc.). Los efectos de cada uno de estos factores variará de acuerdo al arreglo espacio-temporal de cultivos y a la intensidad de manejo; ya que estos atributos afectan la heterogeneidad ambiental de los agroecosistemas (Van den Bosch & Telford 1964).

A pesar de que los enemigos naturales varían ampliamente en su respuesta a la distribución, densidad y dispersión de cultivos, la evidencia señala que ciertos atributos estructurales del agroecosistema (diversidad vegetal, niveles de insumos, etc.) influyen marcadamente en la dinámica y diversidad de depredadores y parasitoides. La mayoría de estos atributos se relacionan con la biodiversidad y están sujetos al manejo (ej. asociaciones y rotaciones de cultivos, presencia de malezas en floración, diversidad genética, etc.) (Rabb *et al.* 1976, Altieri 1994).

Diversificación dentro del campo cultivado

En general, está bien documentado que en agroecosistemas policulturales hay un incremento en la abundancia de depredadores y parasitoides, ocasionado por la expansión de la disponibilidad de presas alternativas, fuentes de néctar y microhábitats apropiados (Altieri 1994). En la Tabla 1 se presentan varios ejemplos de plagas reguladas en una serie de policultivos.

Hay dos hipótesis que explican la menor abundancia de herbívoros en policultivos: la de la concentración de recursos y la de los enemigos naturales (Smith & McSorely 2000). Ambas hipótesis explican que pueden haber diferentes mecanismos actuando en agroecosistemas distintos y tienden a sugerir los tipos de ensamblajes vegetacionales que poseen efectos reguladores y los que no, y bajo que circunstancias agroecológicas y que tipo de manejo (Root 1973). De acuerdo a estas hipótesis, una menor densidad de herbívoros puede ser el resultado de una mayor depredación y parasitismo, o alternatively el resultado de una menor colonización y reproducción de plagas ya sea por repelencia química, camuflaje o inhibición de alimentación por parte de plantas no-hospederas, prevención de inmigración u otros factores (Andow 1991).

Hay varios factores que les permiten a los policultivos limitar el ataque de plagas. El cultivo puede estar protegido de las plagas por la presencia física de otro cultivo más alto que estaría actuando como barrera o camuflaje. La asociación de repollo con tomate reduce las poblaciones de polilla del repollo, mientras que las mezclas

Tabla 1. Ejemplos de sistemas de cultivo múltiples que previenen la explosión de plagas mediante el incremento de enemigos naturales, Fuente: Altieri & Nicholls, 2004

| Sistema Múltiple de Cultivos | Plaga Regulada | Factores Involucrados |
|--|---|---|
| Cultivos de Brassica y frijol | <i>Brevicoryne brassicae</i> y <i>Delia brassicae</i> | Alta predación e interrupción del comportamiento de oviposición |
| Bruselas intercaladas con habas y/o mostazas | <i>Phyllotreta cruciferae</i> y áfidos de la col <i>Brevicoryne brassicae</i> | Reducción de la apariencia de la planta, actúa como cultivo trampa, incrementando el control biológico |
| Coles intercaladas con trébol rojo | <i>Erioischia brassicae</i> , <i>Pieris rapae</i> | Interferencia con colonización e incremento de carábidos en el suelo |
| Yuca intercalada con caupí | Moscas blancas, <i>Aleurotrachelus socialis</i> y <i>Trialeurodes variabilis</i> | Cambios en el vigor de la planta e incremento en la abundancia de enemigos naturales |
| Maíz intercalado con habas y calabaza | Pulgones, <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Macrodactylus</i> sp. | Incremento en la abundancia de predadores. |
| Maíz intercalado con batata | <i>Diabrotica</i> spp. y cicadélidos <i>Agallia lingula</i> | Incremento en el parasitismo |
| Algodón intercalado con caupí forrajero | Picudo <i>Anthonomus grandis</i> | Incremento en la población del parásito <i>Eurytoma</i> sp. |
| Policultivo de algodón con sorgo o maíz | Gusano de maíz <i>Heliothis zea</i> | Incremento en la abundancia de predadores |
| Franjas de cultivo de algodón y alfalfa | Chinches <i>Lygus hesperus</i> y <i>L. Elisus</i> | Prevención de la emigración y sincronización entre las plagas y los enemigos naturales. |
| Duraznos intercalados con fresas | Enrollador de la hoja de la fresa <i>Ancylicomptana</i> y polilla <i>Grapholita molesta</i> | Incremento de población de parásitos (<i>Macrocentrus ancylivora</i> , <i>Microbracon gelechise</i> y <i>lixophaga variabilis</i>). |
| Maní intercalado con maíz | Berreñador del maíz <i>Ostrinia furnacalis</i> | Abundancia de arañas (<i>Lycosa</i> sp.) |
| Sésamo intercalado con algodón | <i>Heliothis</i> spp. | Incremento en la abundancia de insectos benéficos y cultivos trampa. |

de maíz, frijol y calabaza tienen el mismo efecto sobre crisomélidos. El olor de algunas plantas también puede afectar la capacidad de búsqueda de ciertas plagas. Los bordes de ciertos pasto repelen a cicadélidos del frijol y los estímulos químicos de la cebolla no permiten a ciertas especies de moscas encontrar a zanahorias en un policultivo (Altieri 1994). Igualmente, cultivos de repollo y brócoli sufren menos daño por áfidos y crisomélidos cuando se intercalan con crucíferas silvestres que actúan como atrayentes de estas plagas (Landis *et al.* 2000).

El efecto clave de la diversidad vegetal en el incremento del control biológico de plagas se ha comprobado más fácilmente en huertos frutales y viñedos que son sistemas más permanentes que los monocultivos anuales. Varios trabajos realizados en la ex URSS, indican que el uso de plantas productoras de néctar en huertos de frutales,

proveen recursos alimenticios importantes para incrementar la efectividad de insectos entomófagos. Experimentos demostraron que la siembra de *Phacelia* spp en los huertos, incrementaba el parasitismo de *Quadraspidiotus perniciosus* (Homoptera: Diaspididae) por su parasitóide *Aphytis proclia* (Hymenoptera: Aphidiidae). Tres siembras sucesivas de flores *Phacelia* en estos campos, incrementó el parasitismo alrededor de un 70%. Estas mismas plantas han demostrado, además un incremento en la abundancia de *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de áfidos en manzana, y una marcada actividad del parasitóide *Trichogramma* spp, en el mismo cultivo (Van den Bosch & Telford 1964).

En el norte de California nuestros estudios en viñedos demuestran que los cultivos de cobertura mantienen un gran número de *Orius*, coccinélidos, arañas especialmente de la familia Thomisidae y otras especies de depredadores. Comparaciones de la abundancia de depredadores en los sistemas con y sin cultivos de cobertura muestran que la presencia de trigo sarraceno y girasol produce un incremento en la densidad de depredadores. La pregunta es si tales incrementos en la abundancia de depredadores (especialmente dado que *Anagrus* actúa de manera similar en los dos sistemas) explican las bajas poblaciones del cicadélido de la uva y de trips observados en los viñedos diversificados. Este estudio revela que la alta densidad de depredadores está correlacionada con las poblaciones menores de cicadélidos de la uva y esta relación es más clara en el caso de la interacción *Orius*-trips. Los experimentos del corte de la cobertura sugieren una conexión ecológica directa, puesto que el corte del cultivo de cobertura forzó el movimiento del parasitóide *Anagrus* y de depredadores que se encontraban en las flores, resultando así en una disminución de la población del cicadélido de la uva en las viñas adyacentes a los sistemas donde el cultivo de cobertura fue cortado (Nicholls *et al.* 2000).

Aparentemente las características funcionales de las especies que componen el sistema son tan importantes como el número total de especies. Los papeles funcionales representados por las especies de plantas son claves en determinar procesos y servicios en agroecosistemas. Esto tiene implicaciones prácticas para el manejo del hábitat. Si es más fácil emular un proceso ecológico específico que duplicar la complejidad de la naturaleza, entonces se debiera realizar esfuerzos para incorporar un componente específico de la biodiversidad vegetal que juegue un rol especial (ej. que fija nitrógeno o que sus flores atraen parasitoides). Dependiendo de las condiciones del agricultor, todo lo que se necesita podría ser una rotación o la adición de un cultivo asociado. En el caso de agricultores de pocos recursos que no pueden tomar muchos riesgos, la adopción de policultivos de alta diversidad probablemente sea la mejor opción.

Desde un punto de vista práctico, es más fácil diseñar estrategias de manejo de insectos en policultivos utilizando la hipótesis de los enemigos naturales que la de la concentración de recursos. Esto se debe a que aún no se han identificado bien las situaciones ecológicas o los rasgos en el sistema de vida, que hacen a ciertas plagas

más o menos sensitivas a como se organizan los cultivos en el campo (Kareiva 1986). Los monocultivos son ambientes difíciles para inducir una operación eficiente de enemigos naturales debido a que éstos carecen de recursos adecuados para el desempeño óptimo de depredadores y parasitoides, y porque en general se usan prácticas que afectan negativamente al control biológico. Los policultivos sin embargo poseen condiciones intrínsecas (ej. diversidad de alimentos y refugios, y generalmente no son asperjados con plaguicidas) que favorecen a los enemigos naturales. En estos sistemas la elección de una planta alta o baja, una en floración, una de maduración prematura o una leguminosa puede magnificar o disminuir los efectos de la mezclas de cultivos sobre las plagas (Vandermeer 1989). De esta forma, reemplazando o adicionando una diversidad correcta de plantas, es posible ejercer cambios en la diversidad del hábitat que a su vez mejore la abundancia y efectividad de enemigos naturales.

Estructura del paisaje agrícola y biodiversidad de insectos

Una tendencia desafortunada que acompaña a la expansión de los monocultivos, es que ésta ocurre a expensas de la vegetación natural circundante que sirve para mantener la biodiversidad a nivel del paisaje. Una consecuencia de esta tendencia es que la cantidad total de hábitat disponible para insectos benéficos está decreciendo a tasas alarmantes. En la medida que se homogeniza el paisaje y aumenta la perturbación del ambiente, este se torna cada vez mas desfavorable para los enemigos naturales. Las implicaciones de la pérdida de hábitat para el control biológico de plagas pueden ser serias dadas evidencias que demuestra un incremento de plagas en los paisajes agrícolas homogéneos (Altieri & Letourneau 1982). Datos recientes demuestran que hay un incremento de enemigos naturales y control biológico más efectivo en áreas donde permanece la vegetación natural en los bordes de los campos (Barbosa 1998). Estos hábitats son importantes como sitios de refugio y proveen recursos alimenticios para enemigos naturales en épocas de escasez de plagas en el campo (Landis *et al.* 2000).

La manipulación de la vegetación natural adyacente a los campos de cultivo, puede ser también usada para promover el control biológico, ya que la supervivencia y actividad de muchos enemigos naturales depende de recursos ofrecidos por la vegetación contigua al campo. Los cercos vivos y otros aspectos del paisaje han recibido gran atención en Europa, debido a sus efectos en la distribución y abundancia de artrópodos en las áreas adyacentes a los cultivos (Fry 1995). En general, se reconoce la importancia de la vegetación natural alrededor de los campos de cultivo como reserva de enemigos naturales de plagas (van Emden 1965). Estos hábitats pueden ser importantes como sitios alternos para la hibernación de algunos enemigos naturales, o como áreas con recursos alimenticios tales como polen o néctar para parasitoides y depredadores. Muchos estudios han documentado el movimiento de enemigos natu-

rales desde los márgenes hacia el centro de los cultivos demostrando un mayor nivel de control biológico en hileras de cultivos adyacentes a vegetación natural (Pickett & Bugg 1998, Thies & Tschardtke 1999). Estudios de los parasitoides Tachinidae e Ichneumonidae atacando *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) fueron conducidos cerca de Moscú y los datos muestran que la eficiencia del parasitismo fue substancialmente mayor en hileras de repollos cercanas a márgenes con plantas en floración de la familia umbelífera (Huffaker & Messenger 1976).

La presencia y distribución de hábitats no cultivados alrededor de campos frecuentemente puede ser crítico para la supervivencia de los enemigos naturales. *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae) es una avispa que parasita las larvas del barrenador europeo del maíz (*Ostrinia nubilalis*: Lepidoptera, Pyralidae). La hembra de *Eriborus* requiere temperaturas moderadas (<32 °C) y una fuente de azúcar (néctar de plantas en flor o miel producida por los áfidos). Ninguna de estas condiciones se cumple en un campo de maíz manejado de forma convencional. Por tanto, las avispas buscan sitios más protegidos como en cercas de madera y zonas boscosas donde encuentran temperaturas más bajas, una mayor humedad relativa y abundantes fuentes de alimento para los adultos. Las larvas del barrenador europeo del maíz ubicadas en bordes de cultivos cercanos a esta clase de hábitats son parasitadas de dos a tres veces más que en las hileras internas de los campos (hasta 40 %) (Landis *et al.* 2000).

En California, se ha observado que el parasitóide cicadélido de la uva *Erytroneura elegantula* (Homoptera: Cicadellidae) en viñedos adyacentes a moras silvestres, puesto que estas albergan otro cicadélido *Dikrella cruentata* (Homoptera: Cicadellidae) que no es considerada plaga, pero que sus huevos sirven, en invierno, como único alimento para el parasitóide *Anagrus*. Estudios recientes muestran, además que ciruelos (*Prunus* sp.) plantados alrededor de los viñedos tienden a incrementar la población de *Anagrus epos* y promover parasitismo de cicadélidos temprano en la estación (Flint & Roberts 1988). Nuestra investigación en viñedos orgánicos en el norte de California sugiere que la dispersión y las subsecuentes densidades de los herbívoros y sus enemigos naturales asociados, están influenciadas por las características del paisaje tales como el bosque ripario y el corredor adyacente al viñedo. La presencia de los hábitats riparios incrementa la colonización de depredadores y su abundancia en los viñedos adyacentes, sin embargo esta influencia es limitada por la distancia a la cual los enemigos naturales se dispersan dentro del viñedo. El corredor, sin embargo, amplifica esta influencia permitiendo incrementar la dispersión y circulación de depredadores al centro del campo incrementando el control biológico especialmente en las hileras de viñas cerca a los hábitats que proveen este alimento alternativo (Nicholls *et al.* 2001). También en California en el Valle de San Joaquín, el parasitismo del gusano de la alfalfa, *Colias eurytheme* (Lepidoptera: Pieridae) con *Apanteles medicaginis* (Hymenoptera: Braconidae) fue mucho mayor en secciones del campo donde las malezas se encontraban en floración junto a los canales de

irrigación, en contraste con áreas de cultivo donde la maleza fue eliminada (DeBach 1964).

En un estudio que comparó paisajes simples con otros de mosaico, concluyeron que los enemigos naturales dependen más que las plagas de los hábitats de refugio y cuanto mayor fue la abundancia de estos refugios en los paisajes de mosaico, mayor fue su diversidad, abundancia y habilidad para responder a los números de la presa. Landis *et al.* (2000) examinaron el parasitismo del gusano ejército, *Pseudaleitia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae), en paisajes estructuralmente complejos en comparación con paisajes agrícolas simples. En general, el parasitismo en los sitios complejos fue más de tres veces superior que en los sitios simples (13.1 % versus 3.4 %). Las diferencias fueron atribuidas en gran parte a *Meterous communis* (Hymenoptera: Braconidae) avispa que fue mucho más abundante en los hábitats complejos. Los autores propusieron la hipótesis de que la abundancia y proximidad de hábitats preferidos para hospederos alternos de *M. communis* parecía ser responsable de las diferencias observadas.

En muchos casos, las malezas y otro tipo de vegetación alrededor de los campos albergan presas/hospederos para los enemigos naturales, proporcionando así recursos estacionales y cubriendo las brechas en los ciclos de vida de los insectos entomófagos y de las plagas (Altieri & Whitcomb 1979). Diversas investigaciones en el norte de California han demostrado que existe un movimiento considerable de insectos entomófagos desde los bosques riparios hacia los huertos de manzanos adyacentes, siendo los huertos orgánicos los que muestran una mayor colonización que los huertos asperjados con insecticidas (Altieri & Schmidt 1986). Varias especies de depredadores y parasitoides colectados en los márgenes del bosque fueron capturadas en la interfase huerto-bosque y más tarde colectadas dentro de los bosques, sugiriendo que la organización de la fauna benéfica de los huertos está condicionada por el tipo de vegetación natural circundante.

En zonas templadas los investigadores han intentado incrementar los depredadores utilizando franjas de pastos o flores y bordes vegetacionales. En Inglaterra, cuando se utilizan estas estrategias de diversificación vegetal (especialmente franjas de pastos) y se elimina el uso de plaguicidas en cereales, los depredadores carábidos colonizan los campos y proliferan, controlando las poblaciones de áfidos que tienden a ser más numerosos en los centros de los campos (Wratten 1988). El costo de establecer un “banco” de carábidos de 400 metros en 20 has es de aproximadamente \$200 dólares, incluyendo aradura, semilla de pasto y pérdida de área para el cultivo principal. Una sola aplicación de insecticidas contra áfidos cuesta \$ 750 dólares, más el costo de la pérdida de rendimientos por el ataque de pulgones.

A pesar de estas observaciones, existen pocos esfuerzos en el mundo para diversificar agroecosistemas modernos a nivel del paisaje con márgenes naturales, compuestos por especies en floración que actúan como plantas insectarias. Experiencias de este tipo llenarían una brecha en la información de cómo los cambios en el diseño físico

Listado de prácticas que pueden incrementar la diversidad en las fincas:

- Incluir más especies de animales y cultivos
- Incorporar animales y mezclas de pastos
- Usar rotaciones con leguminosas
- Tratar de incorporar cultivos intercalados dentro de cultivos anuales
- Usar variedades que tengan resistencia horizontal (tolerancia media a un rango amplio de razas de un mismo patógeno)
- Usar cultivos de cobertura en huertos de frutales y viñedos
- Practicar agroforestería (combinar árboles, cultivos y animales en la misma área) mientras sea posible
- Dejar hileras de vegetación natural en los bordes de cultivo
- Plantar árboles y vegetación nativa como cortinas rompevientos
- Proveer corredores para incrementar circulación de enemigos naturales y vida silvestre
- Dejar áreas en la finca sin tocar como hábitat para incrementar la biodiversidad animal y vegetal

y a nivel de biodiversidad en agroecosistemas afectaría la distribución y abundancia de una comunidad compleja de insectos plaga y enemigos naturales asociados. Por ejemplo la Figura 4, muestra un mapa hipotético de diseño de un sistema basado en huertos frutales en la cual se incluyen cercos vivos, praderas adyacentes y cultivos de cobertura con el objeto de incrementar recursos alimenticios y de hábitat para enemigos naturales que al estar presentes en el sistema desde temprano en la estación previenen explosiones de plagas en manzanos, perales y cerezos. En este diseño se espera que los corredores puedan servir como canales para la dispersión de depredadores y parasitoides en agroecosistemas. Dada la alta relación perímetro-área de los corredores, la interacción con campos adyacentes es substancial, proveyendo protección a los cultivos dentro de un área de influencia, determinada por la distancia que se mueven los depredadores desde los corredores hacia cierto rango del campo. Al documentar estos efectos será posible entonces determinar el largo, ancho, distancia y frecuencia a la que los corredores deberán colocarse en los campos para mantener un nivel óptimo de entomofauna benéfica, evitando así la necesidad del uso de plaguicidas. Un sistema de corredores y márgenes en agroecosistemas puede también tener efectos importantes a nivel ecológico tales como interrupción de la dispersión de propágulos de patógenos y semillas de malezas, barreras al movimiento de insectos dispersados por el viento, decremento del acarreo de sedimentos y pérdida de nutrientes, producción de biomasa incorporable al suelo, y modificación de la velocidad del viento y microclima local. Lo más importante es que el diseño de corredores puede convertirse en una estrategia importante para la re-introducción de



Figura 4. Mapa hipotético de diseño de un sistema asado en huertos frutales diversificado.

biodiversidad en monocultivos de gran escala, facilitando así la re-estructuración de agroecosistemas para su conversión a un manejo agroecológico a nivel de cuenca o paisaje.

En el pasado, la conservación típicamente se intentaba con una especie a la vez, concentrándose en suplir las necesidades del enemigo natural, que se pensaba era el más importante, en un sistema particular. Aunque éste continuará siendo un enfoque enormemente útil, ahora la teoría agroecológica provee la información necesaria para el diseño y manejo de paisajes para conservar e incrementar la efectividad de comunidades enteras de enemigos naturales.

¿Qué se necesita conocer para establecer una estrategia efectiva de manejo de hábitat?

No existe una receta universal para un manejo efectivo del hábitat. Es necesario un conocimiento profundo de la plaga y los enemigos naturales así como también las acciones que se deben tomar para proveer el hábitat y los recursos alimenticios para los enemigos naturales. Algunas acciones que pueden incrementar la diversidad,

abundancia y eficiencia de enemigos naturales se proveen en la Tabla 2.

El primer paso en el diseño de fincas amigables a los enemigos naturales es recolectar información sobre los tipos de enemigos naturales que se desean conservar, una vez se tenga esto, es importante considerar los siguientes puntos (ver también Tabla 3):

¿Dónde invernan los enemigos naturales? En Inglaterra, un grupo de investigadores descubrieron que los depredadores más importantes de áfidos en trigo hibernaban en pastizales cercanos a los campos de cultivo. Los depredadores migraban a los campos en la primavera, pero llegaban demasiado tarde para controlar los áfidos en el centro de los campos. Por lo tanto al plantar una franja de pastos en el centro del campo, los depredadores incrementaron su número, entraron al campo y los daños de áfidos fueron controlados.

¿Qué recursos alimenticios alternativos necesitan los enemigos naturales? ¿Están cerca y disponibles durante todo el tiempo? Después de emerger de la hibernación, las mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae) por ejemplo, se alimentan de polen durante varias semanas antes de moverse a los campos de alfalfa o trigo para alimentarse de áfidos. Muchos parasitoides requieren también polen rico en proteínas para desarrollar nueva progenie. Recursos de azúcar (carbohidratos) son necesarios para muchos parasitoides, los cuales son obtenidos frecuentemente del néctar de plantas en floración o de la mielecilla producida por los áfidos. Teniendo una gran diversidad de plantas dentro y alrededor de los campos de cultivo ha mostrado ser una buena estrategia para mejorar el control biológico. Flores de Umbelíferas, Compuestas y Leguminosas, que exhiben polen expuesto, han demostrado ser universalmente útiles como fuente de alimento para enemigos naturales.

¿Necesitan los enemigos naturales presas u hospederos alternativos? Muchos depredadores y parasitoides requieren de huéspedes alternativos durante su ciclo de vida, como es el caso de *Lydella thompsoni* (Diptera: Tachinidae), la cual parásita el barrenador europeo del maíz *Ostrinia nubilalis*. El parasitóide emerge antes de que las larvas de *O. nubilalis* estén presentes en la primavera y completa su primera generación en otro barrenador del tallo. Prácticas que eliminan los residuos de vegetación donde posiblemente se encuentran estos barrenadores han contribuido a reducir las poblaciones de este parasitóide. Presas alternativas pueden también ser importantes para incrementar el número de depredadores en el campo antes de que la plaga aparezca en el campo. Los coccinélidos y los Anthocoridos pueden consumir huevos del barrenador europeo del maíz, pero presas alternativas deben estar presentes en el campo antes de la aparición del barrenador europeo con el propósito de mantener altas poblaciones de estos depredadores.

¿Qué tipo de refugio necesitan los enemigos naturales durante la estación de crecimiento del cultivo? La actividad de los depredadores del suelo como arañas y carábidos puede ser limitado por las altas temperaturas del suelo durante el día. La incorporación de cultivos de cobertura o cultivos intercalados puede ayudar a reducir

Tabla 2 algunas acciones que pueden promover tanto un incremento sustancial de la población de enemigos naturales así como una mayor efectividad de estos

| | | |
|---|--|---|
| <p>Aumento de la diversidad de plantas en monocultivos anuales</p> | <p>Favorece la abundancia y efectividad de los enemigos naturales al estar mas disponibles presas alternativas, fuentes de néctar y microhábitats apropiados</p> | <p>Diversas asociaciones de cultivos, han mostrado niveles bajos de plagas y un incremento en la abundancia de artrópodos depredadores y parasitoides</p> |
| <p>Eliminación del uso de insecticidas químicos</p> | <p>Se puede restituir la diversidad biológica y conducir a un control biológico efectivo de plagas específicas.</p> | <p>En nogales de California el control de dos especies de escamas se logro por la introducción de los parasitoides de la familia Encyrtidae y la eliminación total del uso del DDT.</p> |
| <p>Evitar prácticas disturbantes como el control de malezas con herbicidas y el arado.</p> | <p>Algunas malezas, proveen de insectos huéspedes alternativos para los enemigos naturales; así como fuentes de polen y néctar para los enemigos naturales</p> | <p>Ciertas malezas (principalmente de las familias Umbelliferae, Leguminosae y Compositae), juegan un importante rol ecológico al acoger a un complejo de artrópodos benéficos que ayudan en el control de plagas.</p> |
| <p>Proveer recursos suplementarios</p> | <p>Para incrementar la efectividad de la predación y parasitismo sobre plagas importantes</p> | <p>Como la construcción de nidos artificiales, para las avispas del genero <i>Polistes</i> que predan sobre larvas de lepidópteros en algodón y tabaco.</p> <p>La aspersión de alimentos suplementarios (mezclas de levadura, azúcar y agua) multiplico 6 veces la oviposición del crisópido <i>Chrysoperla carnea</i> e incremento la abundancia de Syrphidae, Coccinellidae y Malachidae.</p> <p>- Siembra de plantas productoras de néctar como <i>Phacelia</i> spp. Incremento el parasitismo y abundancia de <i>Aphytis</i>, <i>Aphelinus</i> y <i>Trichogramma</i> sp. en huertos frutales.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| <p>Tener poblaciones alternativas de presas fluctuantes a niveles subeconómicos</p> | <p>Para mejorar la supervivencia y reproducción de insectos benéficos</p> | <p>La abundancia relativa de áfidos en repollo, determinó la efectividad de los depredadores de larvas de un lepidóptero.</p> <p>La introducción de poblaciones de huéspedes garantizó una gran efectividad en el control del lepidóptero <i>Pieris</i> y permitió a <i>Trichogramma</i> sp. y a <i>Cotesia</i> sp. incrementarse y mantenerse a un nivel efectivo.</p> |
| <p>Manipulación de la vegetación natural adyacente a los campos de cultivo</p> | <p>Promueve el control biológico y son áreas con recursos alimenticios como polen y néctar para los enemigos naturales o bien son sitios alternos de invernación de algunos enemigos naturales. La vegetación natural alrededor de los campos, han mostrado ser reservorios de enemigos naturales.</p> | <p>Diversos estudios han evidenciado el movimiento de enemigos naturales desde los márgenes hacia adentro de los cultivos, notándose una mayor control de la plaga en las plantas adyacentes a los márgenes de vegetación natural.</p> <p>El parasitismo de Tachinidae e Ichneumonidae sobre <i>Plutella xylostella</i> fue mayor en las hileras de repollo cercanas a márgenes con plantas en floración de umbelíferas.</p> |
| <p>Uso de cercos vivos</p> | <p>Promueve alimento alternativo</p> | <p>En California se ha observado que el parasitóide de huevos <i>Anagrus</i>, es efectivo en el control de la “chicharrita de la uva” <i>Erythroneura elegantula</i> en viñedos adyacentes a moras silvestres, ya que este alberga otra especie de “chicharrita” que no es considerada como plaga, pero que sus huevos sirven en el invierno como el único recurso alimenticio para el parásito <i>Anagrus</i>.</p> <p>También en California en el Valle de San Joaquín, el parasitismo del gusano de la alfalfa <i>Colias eurytheme</i> por <i>Apanteles medicaginis</i> fue mayor en donde había bordes de malezas en floración.</p> |

Tabla 3 Información clave necesaria para el diseño de un plan de manejo del hábitat

| |
|---|
| <p>1. Ecología de la plaga y los insectos benéficos</p> <ul style="list-style-type: none">• ¿Cuáles son las plagas más importantes que requieren manejo?• ¿Cuáles son los depredadores y parasitoides más importantes de la plaga?• ¿Cuáles son los recursos alimenticios primarios, el hábitat y otros requerimientos específicos de las plagas y los enemigos naturales? ¿Desde dónde se inicia la infestación de la plaga, como la plaga es atraída al cultivo, y como se desarrolla en el cultivo? ¿de dónde vienen los enemigos naturales, como son atraídos al cultivo? ¿Cómo y cuándo se desarrollan en el cultivo? <p>2..Tiempo</p> <ul style="list-style-type: none">• ¿Cuándo aparecen por primera vez las poblaciones de la plaga y cuando estas poblaciones se convierten en económicamente dañinas?• ¿Cuándo están presentes los recursos (néctar, polen, huéspedes y presas alternativas) para los enemigos naturales? ¿Por cuánto tiempo están presentes los recursos?• ¿Qué plantas nativas anuales o perennes pueden proveer estas necesidades de hábitat? |
|---|

las temperaturas del suelo y extender así el periodo de actividad de estos depredadores. Incrementar los residuos de vegetación o diseñar bordes de pastos alrededor de los campos de cultivo puede ser benéfico para los depredadores del suelo. De igual manera, algunos parasitoides requieren temperaturas moderadas y humedad relativa alta, por lo que muchos de ellos tienen que dejar los campos en las horas más calientes del día y buscar refugio en las áreas cercanas con sombra. Por ejemplo la actividad parasítica de la avispa que ataca el barrenador del maíz fue mayor en los campos rodeados por vegetación arbustiva que proveían sombra y reducían las temperaturas además de que contenían plantas en floración que proveían néctar y polen o sustancias azucaradas a las avispas.

Una vez se recoja toda la información necesaria, los agricultores pueden decidir como diseñar una estrategia de manejo del hábitat tomando en consideración los siguientes puntos:

1. Selección de las especies de plantas más apropiadas
2. Arreglos espaciales y temporales de tales plantas, dentro y/o alrededor de los campos
3. Escala espacial sobre la cual el mejoramiento del hábitat opera, cuales efectos se esperan a nivel de campo o a nivel del paisaje

4. Los aspectos del comportamiento del depredador/parasitóide que están influenciados por la manipulación del hábitat
5. Conflictos potenciales que pueden emerger cuando se adicionan nuevas plantas al agroecosistema (por ejemplo en California, plantas de *Rubus* alrededor de los viñedos incrementa el parasitismo del cicadélido de la uva pero puede también incrementar la abundancia de otro cicadélido (sharpshooter) que es el vector de Pierce's disease.
6. Desarrollar maneras mediante las cuales al adicionar plantas no causen problemas con otras prácticas agronómicas, y seleccionar plantas que preferiblemente tengan efectos múltiples tales como: mejorar la regulación de plagas pero al mismo tiempo mejoren la fertilidad del suelo, supriman malezas, etc.
7. Los agricultores deben considerar el costo de la preparación del suelo, la siembra y el mantenimiento (irrigación, deshierbe, etc.) para el establecimiento de una vegetación determinada. Idealmente la estrategia usada debería ser simple y barata para implementar así como también efectiva en el control de las plagas. Los agricultores también deberían poder modificar el sistema de acuerdo a sus necesidades y los resultados observados.

Conclusiones

Un manejo agroecológico del hábitat con la biodiversidad adecuada, conlleva al establecimiento de la infraestructura necesaria que provee los recursos (polen, néctar, presas alternativas, refugio, etc.) para una óptima diversidad y abundancia de enemigos naturales. Estos recursos deben integrarse al paisaje agrícola de una manera espacial y temporal que sea favorable para los enemigos naturales y por supuesto que sea fácil de implementar por los agricultores. El éxito depende de: a) la selección de las especies de plantas más apropiadas, b) la entomofauna asociada a la biodiversidad vegetal, c) la manera como los enemigos naturales responden a la diversificación y d) la escala espacial a la cual operan los efectos reguladores de la manipulación del hábitat.

La experiencia práctica de miles de agricultores tradicionales en el mundo en desarrollo y de algunos agricultores orgánicos en países industrializados, demuestran que es posible estabilizar las comunidades de insectos en sistemas de cultivo diseñando arquitecturas vegetacionales que albergan poblaciones de enemigos naturales, o que tengan efectos deterrentes directos sobre plagas (Altieri 1991). Lo que hace difícil de masificar esta estrategia agroecológica, es que cada situación se debe analizar independientemente dado que en cada zona los complejos herbívoros-enemigos naturales varían de acuerdo a la vegetación presente dentro y fuera del cultivo, la entomofauna, la intensidad del manejo agrícola, etc. Sin embargo, lo que es universal es el principio de que la diversificación vegetal es clave para el control biológico eficiente. Las formas específicas de manejo y diseños de diversificación dependerán

entonces de las condiciones socioeconómicas y biofísicas de cada región y su definición será el resultado de un proceso de investigación participativa.

Bibliografía

- Altieri M. A. y W. H. Whitcomb. 1979.** *The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects.* *HortScience* 14: 12-18.
- Altieri, M. A. y D. L. Letourneau. 1982.** *Vegetation management and biological control in agroecosystems.* *Crop Protection* 1: 405-430.
- Altieri, M. A. y L. L. Schmidt. 1986.** *The dynamics of colonizing arthropod communities at the interface of abandoned organic and commercial apple orchards and adjacent woodland habitats.* *Agriculture, Ecosystems and Environment* 16: 29-43.
- Altieri, M. A. 1991.** *How best can we use biodiversity in agroecosystems.* *Outlook on Agriculture* 20: 15-23.
- Altieri, M. A. 1994.** *Biodiversity and pest management in agroecosystems.* Haworth Press, New York.
- Altieri MA, Nicholls CI. 2004.** *Biodiversity and pest management in agroecosystems: Binghamton USA: Food Products Press.*
- Andow, D. A. 1991.** *Vegetational diversity and arthropod population response.* *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Barbosa, P. 1998.** *Conservation Biological Control.* Academic Press, New York. 396p.
- DeBach 1964.** DeBach, P. 1964. *Biological control of insect pests and weeds.* Chapman & Hall, London. 844 pp.
- Dempster, J. P. y Coaker, T. H. 1974.** *Diversification of crop ecosystems as a means of controlling pests.* In: Jones, D. P. and Solomon, M. E. (eds.). *Biology in Pest and Disease Control.* John Wiley, New York, pp. 106-114.
- Flint, M. L. y Roberts, P. A. 1988.** *Using crop diversity to manage pest problems: some California examples.* *American Journal of Alternative Agriculture* 3: 164-167.
- Fry, G. 1995.** *Landscape ecology of insect movement in arable ecosystems.* In: *Ecology and integrated farming systems.* D. M. Glen et al. (eds.). John Wiley and

Sons, Bristol, UK.

Huffaker, C.B. y P.S. Messenger 1976. *Theory and practice of biological control.* Acad. Press. N.Y.

Kareiva, P. 1986. *Trivial movement and foraging by crop colonizers.* In: Kogan, M. (ed.). *Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice.* J. Wiley & Sons, New York, pp. 59-82.

Landis, D.A., S.D. Wratten and G.A. Gurr. 2000. *Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture.* *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.

Nicholls, C.I.; Parrella, M.P and Altieri, M.A. 2000. *Reducing the abundance of leafhoppers and thrips in a northern California organic vineyard through maintenance of full season floral diversity with summer cover crops.* *Agricultural and forest entomology* 2: 107-113.

Nicholls, C.I; M.P. Parrella and M.A. Altieri. 2001. *Effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern Californian organic vineyard.* *Landscape Ecology* 16:133-146

Pickett C.H. and R. Bugg. 1998. *Enhancing Biological Control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests.* University of California Press. Berkeley. 422p.

Rabb, R. L., Stinner, R. E. and van den Bosch, R. 1976. *Conservation and augmentation of natural enemies.* In: Huffaker, C. B. And Messenger, P. S. (eds.). *Theory and Practice of Biological Control.* Academic Press, New York, pp. 233-253.

Root, R. B. 1973. *Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (Brassicae oleraceae).* *Ecological Monographs* 43: 95-124.

Smith, H.A. and R. McSorely. 2000. *Intercropping and pest management: a review of major concepts.* *American Entomologist* 46:154-161.

Southwood, T. R. E. and Way, M. J. 1970. *Ecological background to pest management.* In: Rabb, R. L. And Guthrie, F. E. (eds.). *Concepts of Pest Management.* North Carolina State University, Raleigh, pp. 6-29.

Thies, C. and T. Tschardtke. 1999. *Landscape structure and biological control in agroecosystems. Science 285: 893-895.*

Van den Bosch, R. And Telford, A. D. 1964. *Environmental modification and biological control. In: DeBach, P. (ed.). Biological Control of Insect Pests and Weeds. Chapman and Hall, London, pp. 459-488.*

Vandermeer, J. 1989. *The ecology of intercropping. Cambridge Univ. Press. Cambridge, UK.*

Vandermeer, J. y I. Perfecto. 1995. *Breakfast of biodiversity: the truth about rain-forest destruction. Food First Books, Oakland.*

Van Emden, H. F. 1965. *The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. Scientific Horticulture 17: 121-126.*

Wratten, S. D. 1988. *The role of field margins as reservoirs of natural enemies. In: Environmental management in agriculture. J. R. (ed.). Belhaven Press, London.*

Clara Ines Nicholls

Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, Berkeley, 137 Mulford Hall-3114, Berkeley, CA 94720-3114, *e-mail: nicholls@berkeley.edu

Agricultores experimentadores en agroecología y transición de la agricultura en Cuba

Luis L. Vázquez Moreno

Introducción

Los centros de investigación, las universidades y los sistemas de extensión agrarias generalmente han considerado a los agricultores como el destino de sus tecnologías o los usuarios de sus servicios, es decir, el objetivo final de sus investigaciones; sin embargo, los agricultores tienen mucho que aportar a los procesos de generación y transferencia de tecnologías, ya que como actores principales de la producción agropecuaria, han desarrollado un pensamiento holístico de la agricultura y una vasta experiencia en procesos tecnológicos bajo sus condiciones particulares, lo que ha sido poco aprovechado por estos centros.

A nivel internacional existe consenso de que los procesos de modernización de la agricultura y la implantación de las técnicas de la "revolución verde" se llevaron a cabo con gran apoyo institucional, materializado en servicios de investigación y de extensión agraria bien dotados de recursos económicos y humanos, conformando un modelo de investigación y transferencia de tecnología vertical y unidireccional, que caracterizó la llamada "modernización" de la agricultura y que ha sido muy criticado a partir de los años setenta del pasado siglo (Chambers y Ghildyal, 1985; Tripp, 1991) por su incapacidad de ofrecer respuestas a la mayoría de los agricultores del mundo y por las deficiencias intrínsecas de un modelo que incorporaba numerosos prejuicios en su seno y era incapaz de reconocer el conocimiento campesino (Chambers, 1983, 1991; Cernea et al., 1985; Pickering, 1985; Chambers y Ghildyal, 1985).

Un estudio realizado por Córdoba *et al.* (2004), permitió concluir que a pesar de la importancia fundamental que tiene la tecnología para lograr el desarrollo de las comunidades rurales y el aumento de la competitividad de su producción agropecuaria, en los países de América Latina, actualmente, no parece existir una política de innovación tecnológica para pequeños productores agropecuarios, menos aún con diferencias de enfoque para tomar en cuenta eventuales especificidades de género. De hecho, los cambios que se registraron en los sistemas de investigación (o de ciencia y tecnología) en los albores de la década de los años noventa alejaron a las instituciones del sistema productivo de los pequeños agricultores.

Ante esta situación, la agroecología viene a resolver la alta dependencia de la globalización tecnológica que generó la “revolución verde”, ya que las tecnologías agroecológicas se generan y validan básicamente en el contexto de su aplicación, precisamente para que sean adoptadas con mayor facilidad por los agricultores, y no constituyen “paquetes tecnológicos” que dependen de transnacionales y de servicios científico-técnicos altamente especializados, lo que significa que son tecnologías contextuales y propias de las regiones o sistemas agrícolas; es decir, se logra una verdadera soberanía tecnológica (Vázquez, 2009).

Por ello se considera que para transitar hacia la producción agropecuaria sostenible, la agroecología aporta las bases científico-técnicas para que los agricultores, de conjunto con los técnicos que trabajan directamente en el sector productivo, y los investigadores que generan nuevas tecnologías, integren verdaderos equipos transdisciplinarios, que conduzcan a un proceso de transformación de los sistemas agrícolas, por lo que resulta importante evidenciar el papel de los agricultores experimentadores en este proceso, aspecto que pretendemos lograr en el presente capítulo, para lo cual nos basamos fundamentalmente en la experiencia cubana.

Vínculos entre investigadores y agricultores

Un breve análisis de los procesos de innovación tecnológica lo ofrecen Aguiar *et al.*, (2005), quienes refieren que tradicionalmente estos se han basado en que una nueva necesidad es identificada en un mercado o sector productivo, y rescatada como un problema a ser resuelto con la ayuda de la tecnología y el conocimiento científico existente; pero, lo paradójico de esta concepción es que para realizar la innovación tradicionalmente se ha asumido como base la tecnología existente y los conocimientos científicos (Dorf, 2001), sin considerar las tradiciones y los conocimientos de los agricultores, lo que ha sido una de las principales causas de los fracasos de las tecnologías introducidas en la práctica agrícola.

Sobre los vínculos entre los investigadores y los agricultores se han realizado di-

versos estudios (Chambers y Conway, 1992; Long 1992; Guzmán y Alonso, 2007), por lo que se considera que es un tema bastante documentado y en el cual existe una amplia aceptación sobre las diversas ventajas para ambos tipos de actores y para el desarrollo agrario (Scoones, 1998; Carney, 1999); sin embargo, a pesar de todo lo bueno que representa, aun no se ha logrado un nivel aceptable de vinculación en la mayoría de las regiones agrarias del mundo, incluyendo América Latina y el Caribe (Armbrecht *et al.*, 2008).

Precisamente, como resultado de un ejercicio que realizamos en un curso de experimentación de agricultores, que es parte de una maestría en extensión agraria (Vázquez *et al.*, 2007), los participantes, bajo su percepción como técnicos o extensionistas en diferentes provincias de Cuba, lograron estudiar y sintetizar información para concluir que después de la investigación agrícola clásica surgió el modelo de investigación-desarrollo, que se caracteriza porque parte de un problema que requiere solución, responde a demandas del mercado dentro de un sistema en que la eficiencia es fundamental, tiene mayor basamento científico y metodológico y tiene aspectos negativos como los siguientes: conduce al monocultivo, tiene enfoque analítico, no se tienen en cuenta los conocimientos tradicionales ni las condiciones locales, se imponen paquetes tecnológicos, se generan tecnologías intensivas, los análisis económicos son reducidos.

Agregan que una etapa superior fue la investigación en sistemas agrícolas, que se enriqueció a partir del modelo de investigación-desarrollo, con las características siguientes: se vinculan un poco más los investigadores y agricultores, mayor acercamiento a las características del entorno agrícola, se expande más a otros sectores de la economía y las ciencias, es más real desde el punto de vista ecológico, se logra el tránsito del laboratorio a la estación experimental y al agricultor, busca representatividad en las fincas de agricultores.

Por esta vía surge la investigación acción participativa, que es considerada como una etapa muy revolucionaria, que se impulsó por los fracasos de los paquetes tecnológicos generados en los centros científicos, por los cambios de políticas en investigación debido a situaciones económicas, que asumió la consideración de los saberes de los agricultores, la adopción de la transdisciplinariedad y el trabajo en redes, que contribuye a que se vayan solucionando problemas ambientales y sociales de los agricultores, así como el desarrollo de mayor diversidad de tecnologías.

Finalmente concluyeron que lo primero que existió fue la experimentación de agricultores y de esta se derivó la investigación agrícola clásica, que la experimentación de agricultores ha perdurado y se ha enriquecido desde que los investigadores comenzaron a trabajar en los escenarios agrícolas, con mayor provechos desde que se

generalizó la investigación participativa (Figura 1).

Es muy importante entender que la experimentación de agricultores y su participación en la innovación tecnológica no se propone sustituir a la investigación formal y volver a los agricultores científicos, sino que según Bentley (2006), se basa en que los agricultores tienen muchas celdas de información pero estas no están conectadas, y por lo tanto el rol de los investigadores es el de llenar los vacíos de información que permitan conectar estas celdas, de manera que se despierte la experimentación en los agricultores.



Figura 1. Síntesis del desarrollo de la investigación agraria y sus vínculos con la experimentación de agricultores (Vázquez et al., 2007).

Sin dudas una contribución de gran importancia para entender estos procesos ha sido el desarrollo de la Investigación Acción Participativa (IAP), que surgió de las ciencias sociales y que se enriqueció a partir de un cuestionamiento de los sistemas de extensión y capacitación utilizados para la modernización de la agricultura, que parte de la base de que cualquier proceso de desarrollo que se emprenda estará sesgado, si no integra las realidades, necesidades, aspiraciones y creencias de los beneficiarios y más aún, si no integra a los beneficiarios de este proceso como protagonistas del mismo, que explica su realidad globalmente (enfoque sistémico), con el fin de iniciar

o consolidar una estrategia de cambio (procesos de transición), paralelamente a un crecimiento del poder político, destinados ambos a alcanzar transformaciones positivas para la comunidad a nivel local y a niveles superiores en cuanto que es capaz de conectarse con experiencias similares (Guzmán y Alonso, 2007).

Por otra parte, uno de los principales conflictos de la investigación agropecuaria es que la mayoría de los centros y universidades que generan tecnologías son nacionales o muy distantes de los sistemas agrícolas, lo que significa que adolecen de criterios biofísicos y socioeconómicos para su adopción por los agricultores (Vázquez, 2009). Ante esta situación muchos centros y organizaciones han adoptado formulas que contribuyen a una mayor contextualidad de las tecnologías, como lo demuestran varios programas desarrollados en la región de América Latina y el Caribe en que la experimentación de agricultores ha sido el eje principal o se ha fortalecido:

(1) Campesino a Campesino (CaC), que surgió en 1987 organizado por la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) en Nicaragua, cuyo elemento clave son los “agricultores promotores”, que son voluntarios que conducen experimentos en sus propios campos y que comparten sus conocimientos y sus experiencias con otros agricultores (Hocdé et al., 2000b).

(2) Escuelas de Campo (ECA), promovidas por la FAO, en que se toma en cuenta el conocimiento que tiene el agricultor, pues ellos proponen y comparten sus experiencias, y a través de la experimentación, la cual dura todo el ciclo del cultivo, y en algunos casos inclusive la comercialización, generan nuevas ideas y los técnicos se retroalimentan (Bentley, 2006; Melara et al., 2003; Córdoba et al., 2004; Pumisacho y Sherwood, 2005).

(3) Programa Regional para el Fortalecimiento de la Investigación Agronómica de Granos Básicos en Centroamérica (PRIAG) creado en 1991 por la Unión Europea y países de Centro América, cuyo mandato era mejorar la eficiencia de los sistemas nacionales de investigación y extensión, y hacer que respondan más a las necesidades de los agricultores, ya que al fortalecer la capacidad de los agricultores para producir, identificar, obtener, modificar, adaptar, compartir y usar la información, se podían desarrollar y difundir tecnologías agrícolas (Hocdé et al., 2000a).

(4) Programa para el Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC), que fue organizado por ONG y OG y comenzó a ejecutarse desde 1994, pero las actividades en Nicaragua comenzaron en 1996 con el objetivo de apoyar acciones en el manejo integrado de plagas (MIP) del sector público y privado de ese país; en 1998, se extendió a El Salvador y hoy día, cuenta con el apoyo de 80 organizaciones. El objetivo de PROMIPAC es fortalecer la capacidad de instituciones en Centro América, para que puedan dar un mejor apoyo a los productores de pequeña escala en la implementación del MIP con miras a contribuir a la seguridad alimentaria sin riesgos a la salud y al medio ambiente (Córdoba et al., 2004).

(5) Comité de Investigación Agrícola Local (CIAL), organizado por el CIAT en Colombia, que consiste en redes locales de investigación agraria, cuya fortaleza está en la evaluación sistemática de alternativas tecnológicas y en su papel, por el cual las comunidades de escasos recursos económicos influyen en las agendas de los sistemas formales de investigación y extensión (Braun et al., 1999).

(6) Fitomejoramiento participativo, conducido por el INCA en Cuba, en que los agricultores evalúan las variedades obtenidas por los centros científicos, aportan su germoplasma a los programas de mejoramiento genético y conservan el germoplasma local, todo lo cual demuestran de manera muy interesante en ferias de biodiversidad (Dueñas et al., 2007; Ortiz et al., 2007).

En la práctica se ha constatado que muchos agricultores han estado reticentes a usar nuevas tecnologías o las han rechazado de plano, a pesar de su validación en condiciones idóneas de experimentación (Hintze *et al.*, 2002); en cambio, la práctica de la investigación e innovación participativas, en general, pero en especial entre los pequeños productores agropecuarios, es un recurso interesante ya que aprovecha el conocimiento empírico que tienen los productores, no sólo de los recursos naturales con que cuentan y su manejo, sino también de las potencialidades y los límites que impone el ambiente cultural, social y político en que sus explotaciones están insertas. Este conocimiento se vuelve útil para la aplicación creativa y no mecánica de las innovaciones generadas en condiciones convencionales de investigación e innovación agropecuarias.

Sobre este particular en Cuba se ha producido una experiencia interesante, impulsada como demanda del propio proceso de transición de la agricultura y en sintonía con la evolución de los sistemas de investigación agraria hacia la transdisciplinariedad, pues los 25 institutos de investigaciones agrarias existentes en el país han desarrollado procesos paralelos de innovación en los sistemas agrícolas, con particularidades diferentes de acuerdo al perfil de dichos centros, pero que en su mayoría han transitado por diferentes etapas, a saber:

(1) Demostrarlo. Áreas demostrativas cercanas a sus instalaciones (demostrar para que se vea). El agricultor no participa, solo observa y pregunta.

(2) La representatividad. Estaciones experimentales o parcelas en áreas representativas de los sistemas agrícolas (genotipo ambiente, condiciones edafoclimáticas). El agricultor no participa y en ocasiones no tiene posibilidades de observar ni de preguntar.

(3) Hacerlo en las fincas. Experimentos en fincas de agricultores. El agricultor facilita que el investigador monte sus experimentos en su finca y le ayuda con las diferentes labores, solo aprende a hacer lo que se le va orientando o escribe y puede ver los resultados finales, incluso compararlo con el testigo.

- (4) Que lo haga el agricultor. Validación de tecnologías por los agricultores. El agricultor recibe una capacitación sobre la tecnología, así como los insumos y equipos, la pone en práctica por sí solo y luego el investigador evalúa los resultados. Aprende y quizás adopta la tecnología, pero no hizo aportes y quizás no perdure.
- (5) Hacerlo junto con el agricultor. En etapas avanzadas de la investigación para generar tecnologías, el agricultor es un participante en los experimentos, junto con los investigadores, diseña, ejecuta, evalúa y analiza los resultados. Aprende, aporta sus experiencias y adopta la tecnología, la cual generalmente perdura porque ha sido contextualizada.
- (6) Facilitar para que lo hagan los agricultores. Los investigadores facilitan procesos de experimentación de agricultores. Proceso invertido a lo clásico, pues el agricultor tiene el protagonismo. La tecnología es contextual, es adoptada, es resiliente y perdura.

Desde luego, no todos los centros de investigación han evolucionado de la misma forma, ni en cada centro los investigadores han entendido y adoptado estos cambios en los procesos de investigación, pero es una muestra de los efectos que tienen la transición de la agricultura sobre el desarrollo de la investigación agraria.

En todo este proceso de desarrollo de las investigaciones transdisciplinarias en los sistemas agrícolas del país, un rol importantísimo lo han jugado los técnicos o profesionales agrónomos que trabajan directamente como asesores o extensionistas, los que han sido la interfase clave entre el agricultor y el investigador, lo cual es favorecido por su nivel cultural, su experiencia técnica y por diversas cualidades y ventajas debido a que son coterráneos con dichos agricultores.

La experiencia ha demostrado que los vínculos entre los centros de investigación, los extensionistas o técnicos y los agricultores constituyen una necesidad para la transformación de los sistemas agrícolas de intensivos o simples a diversificados o complejos, estos últimos más difíciles en el orden tecnológico y por tanto requieren de procesos de investigación y adopción con mayor participación de actores locales, acompañados con procesos de capacitación participativa (Figura 2); es decir, transitar del modelo verticalista al trabajo en equipos o mediante redes locales.

Según Hocdé (1997), un agricultor experimentador es una persona que, partiendo de un problema que afecta a sus cultivos o a sus animales, tiene una idea sobre cuál puede ser o es el factor que causa este problema, es alguien que decide probar algo, que inventa un dispositivo para encontrar elementos de solución, que averigua si su idea funciona o no y si da resultados satisfactorios. Su decisión parte de un acto de voluntariedad; él es quien decide, no es el clima ni cualquier otro evento o circunstancia que decide por él (“yo observé ..., me di cuenta que ..., yo pienso que, por lo tanto

voy a hacer....”).

En el curso de experimentación de agricultores antes mencionado (Vázquez *et al.*, 2007), los alumnos analizaron casos de agricultores experimentadores que ellos conocían y concluyeron que los agricultores experimentan en sus fincas para tres propósitos principales:

- (1) Conocer algo que les inquieta, es decir, buscar una respuesta a una inquietud, que puede ser técnica o de la naturaleza.
- (2) Resolver un problema que se le presenta en su finca o buscar una solución diferente al mismo, acorde a sus necesidades, experiencia e ideas.
- (3) Validar, ajustar y adoptar nuevas tecnologías recomendadas externamente, sea por los centros científicos, las universidades u otras entidades.

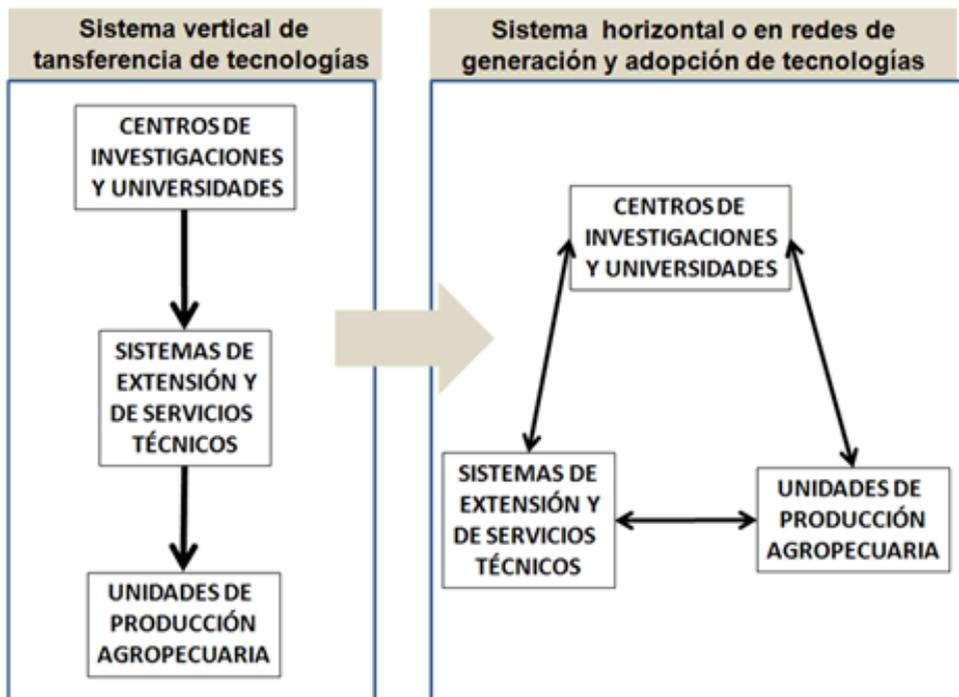


Figura 2. Cambio necesarios en el modelo de integración de actores relevantes en la investigación agropecuaria, para transitar hacia la producción agropecuaria sostenible.

En base a sus experiencias de trabajo con los agricultores, consideraron como características principales de la experimentación de agricultores las siguientes: La experimentación parte de la voluntariedad del agricultor, se crean conocimientos, se logra autogestión del agricultor, hay mayores beneficios, influye en el trabajo

del agricultor y en sus habilidades, es sostenible, la investigación participativa es negociada, van surgiendo muchas ideas, puede estar organizada y en red, el trabajo trasciende, el agricultor experimentador puede ser un facilitador, hay capacidad creativa, incrementa el empoderamiento local, hay más valor colectivo agregado. Por ello los agricultores experimentadores son líderes locales en tecnologías, éxito y otros atributos.

Transición de la agricultura y agricultores experimentadores en agroecología

En la transición de los sistemas agrícolas de intensivos a diversificados, generalmente los centros científicos no disponen de tecnologías apropiadas para estos nuevos sistemas de producción, ya que durante mucho tiempo han estado generando tecnologías para la agricultura intensiva, altamente dependiente de insumos y energía externa; aunque, por supuesto, existen ejemplos de centros que han reorientado o iniciado determinadas líneas con antelación, como sucedió por ejemplo con el control biológico en Cuba, en que el desarrollo de tecnologías artesanales de producción de entomopatógenos y entomófagos comenzó mucho antes del proceso de conversión de la agricultura.

Desde luego, debido a que la transición no siempre es planificada con suficiente antelación para que la investigación científico-técnica se desarrolle con este propósito, sucede que en la práctica estos centros también tienen que transitar en la concepción de los proyectos, en los cambios en los métodos de investigación, en el diseño de los experimentos, en la estadística y, lo más importante, en la percepción de los investigadores, los que han estado acostumbrados al paradigma productivista.

Esto motiva que la opción de trabajar directamente con los agricultores para acelerar el desarrollo de nuevas tecnologías agropecuarias sea un proceso lento, pues generalmente muchos investigadores se demoran en entender la utilidad de incorporar a los técnicos y los agricultores en los procesos de investigación y otros nunca logran entenderlo, cuestión que tiene múltiples implicaciones, ya que la agricultura es cultura y tecnología y esta dicotomía no es posible armonizarla en un laboratorio o estación experimental, sin la participación de los actores que hacen la agricultura.

Bajo este conflicto y debido a la demanda de la propia producción agrícola, se desarrolla aceleradamente el protagonismo de los agricultores en la experimentación, presionados por la necesidad de resolver los problemas que se les presentan en sus fincas, las que generalmente están estresadas debido a que estuvieron sometidas a la utilización prolongada e intensiva de agroquímicos y energía, lo que significa que el agroecosistema está enfermo y que para curarlo deben buscar las mejores alternativas bajo estas nuevas condiciones de producción, en que la reducción de los agroquímicos, la conservación del suelo y el incremento de la biodiversidad es fundamental.

Particularmente en Cuba se ha acelerado el proceso de transformación de la produc-

ción agropecuaria en los sistemas agrícolas, principalmente desde principios de los años noventa del pasado siglo, debido a los efectos de una crisis económica que ha limitado la adquisición de equipos, insumos y energía para las producciones intensivas que se habían generalizado en las grandes empresas estatales especializadas (Vázquez, 2006), lo que ha contribuido al incremento y la diversificación de los tipos de agricultores y de sus organizaciones locales, principalmente en los sistemas cooperativos en que se explotan tierras del estado.

En este contexto resulta evidente que en la generación y adopción de nuevas tecnologías, el propio proceso de transición de la agricultura cubana ha creado las condiciones para que los agricultores con cualidades como experimentadores se desarrollen como tal y tengan una participación activa en la investigación agropecuaria, principalmente en los temas siguientes:

Diversificación de cultivos. Prácticamente estos agricultores han sido protagonistas en el desarrollo de sistemas de producción diversificados, mediante rotaciones de cultivos, mosaicos de cultivos, barreras vivas, asociaciones de cultivos, cercas vivas perimetrales y arboledas o mini-bosques en sus propias fincas. Para estos experimentos no ha existido un diseño propio, sino que han sido ideas y ajustes que se han ido perfeccionando con el tiempo y que han tenido impactos no solo en la diversificación de las producciones, sino en la mejora del microclima en su finca, la reducción de la incidencia de plagas por disminuir la concentración de recursos y el incremento de los enemigos naturales y antagonistas por favorecimiento de condiciones para su desarrollo, entre otras ventajas.

Manejo fitogenético. Los aportes de los agricultores experimentadores han sido diversos, pues no solamente han trabajado con los centros científicos en la evaluación e introducción de nuevas variedades, sino que han realizado bancos de semillas en sus fincas y han tenido un gran protagonismo en la conservación del germoplasma. Es meritorio destacar aquí su participación activa en el fitomejoramiento participativo.

Tecnologías de producción sostenibles. Son disímiles las innovaciones tecnológicas realizadas por los agricultores experimentadores para adaptar nuevas tecnologías de cultivo y crianza de animales a las condiciones de sus fincas, con el mínimo de insumos externos, principalmente para los medianos y pequeños agricultores, lo que ha convertido al país en un mosaico de tecnologías sostenibles.

Fertilización orgánica y conservación del suelo. La producción y utilización de abonos orgánicos en la propia finca es un tema muy trabajado por los agricultores experimentadores, de conjunto con los técnicos e investigadores, incluyendo las prácticas de conservación del suelo. Las diversas tecnologías generalizadas en la práctica agrí-

cola del país tienen grandes aportes de estos agricultores.

Control biológico. Principalmente en la validación y ajuste del uso de bioplaguicidas contra insectos, ácaros, nematodos y hongos fitopatógenos, así como por su contribución a que otros agricultores las adopten. El mayor aporte de los agricultores experimentadores ha sido en los procedimientos para su realización bajo las diferentes condiciones de los sistemas agrícolas del país y en la diversificación de su utilización contra otras plagas, trabajos en que han estado acompañados por los técnicos e investigadores. Es meritorio el desarrollo por los agricultores de nuevos procedimientos para la utilización efectiva de *Trichoderma* contra patógenos y nematodos del suelo.

Plaguicidas bioquímicos. El cultivo de plantas con propiedades como plaguicidas, su preparación y utilización mediante asperjaciones en pequeñas áreas ha sido un tema en que los agricultores experimentadores han trabajado de manera destacada, no solamente contra plagas de cultivos, sino contra parásitos de sus animales de crianza y labor. Los resultados científicos y el nivel de aplicación práctica logrado es muestra de los avances en este tema.

Manejo de plagas. Los aportes no han sido solamente en la sustitución de productos químicos por biológicos, sino también en la adaptación de prácticas agronómicas con criterio fitosanitario y la integración de la conservación y manejo de los enemigos naturales como componente de los programas de manejo de plagas, entre otros en que su participación ha sido decisiva, principalmente en los sistemas de cultivo agroecológicos (Tabla 1).

La contribución de los agricultores experimentadores a la enseñanza y la socialización de las tecnologías agroecológicas en los sistemas agrícolas del país, sean de productos o de procesos, se expresa básicamente en su disposición para intercambiar saberes y demostrar sus experiencias en sus propias fincas, en los talleres y encuentros locales donde son líderes en exponer sus puntos de vista y experimentos, así como en los eventos que se organizan en los diferentes territorios, donde demuestran sus resultados (Figura 3), proceso que permite que las personas que viven en las zonas rurales, sean agricultores o no, entiendan mejor la importancia de la agroecología como ciencia para conducir las transformaciones de los sistemas de producción.

Desde luego, los agricultores cubanos han tenido como ventajas el nivel cultural alcanzado desde la campaña de alfabetización y luego las posibilidades de enseñanza formal y nocturna, que ha conllevado a que no existan agricultores analfabetos y que la nueva generación de agricultores cubanos tenga un nivel de 9-12 grados, y muchos de ellos sean técnicos de nivel medio o profesionales, graduados en carreras agronómicas y otras.

Según refieren Astier y Hollands (2007), en Latinoamérica desde los ochenta ha habido un movimiento agroecológico que promueve agroecosistemas sustentables desde el punto de vista ambiental y sociocultural lo que se debe, entre otras razones, a que un número importante de comunidades y organizaciones campesinas han sido capaces de generar alternativas de manejo de recursos naturales altamente sustentables.

La agroecología se considera una ciencia que aporta las bases para entender y desarrollar la transformación de los sistemas agrícolas hacia la producción agraria sostenible (Altieri, 1999) y entre tantos aportes es de gran importancia la contribución a que los investigadores y otros actores del sector agrario acepten los valores de las prácticas tradicionales de los indígenas y campesinos, así como la manera en que estos hacen sus experimentos bajo sus condiciones particulares; es decir, la aceptación de la experimentación indígena, campesina o de agricultores como un proceso que aporta mayor complejidad a las investigaciones agrarias que los sistemas formales de investigación, por lo que se pueden considerar como complementarias.

Un análisis sobre este particular lo ofreció Hecht (1999), quien expresó que a medida que los investigadores exploran las agriculturas indígenas, las que son reliquias modificadas de formas agronómicas más antiguas, se hace más notorio que muchos sistemas agrícolas desarrollados a nivel local, incorporan rutinariamente mecanismos para acomodar los cultivos a las variables del medio ambiente natural, y para protegerlos de la depredación y la competencia. Estos mecanismos utilizan insumos renovables existentes en las regiones, así como los rasgos ecológicos y estructurales propios de los campos, los barbechos y la vegetación circundante, lo que se considera un conocimiento agronómico descentralizado y desarrollado localmente de importancia fundamental para el desarrollo continuado de estos sistemas de producción.



Figura 3. Muestra de diferentes escenarios en que los agricultores experimentadores contribuyen a la socialización sobre agroecología y agricultura sostenible.

La experiencia ha demostrado que existen muchos agricultores con talento y motivación para la experimentación y para la agroecología, se trata de propiciar las condiciones para que aprendan las bases agroecológicas de la producción agropecuaria y logren entender el enfoque sistémico de muchas de las prácticas que ellos realizan en sus fincas, de forma tal que las desarrollen con mayor efectividad, Los principios de educación de adultos y la participación son métodos esenciales para que se apropien

Tabla 1. Participación relativa de los agricultores experimentadores en las diferentes etapas del proceso de investigación-desarrollo de tecnologías agroecológicas de manejo de plagas en Cuba.

| Prácticas | Participación relativa | | | |
|--|------------------------|------------|----------|-------------------|
| | Generación | Validación | Adopción | Perfeccionamiento |
| Elaboración y aplicación de preparados botánicos | ++ | ++ | +++ | +++ |
| Cría rústica de entomófagos | + | +++ | +++ | +++ |
| Fomento y manejo de reservorios de hormiga leona (<i>Pheidole megacephala</i>) | ++ | +++ | +++ | +++ |
| Fomento y manejo de reservorios de entomófagos | ++ | +++ | +++ | +++ |
| Utilización de entomófagos | + | ++ | +++ | +++ |
| Utilización de entomoneumatodos | ++ | +++ | +++ | +++ |
| Utilización de entomopatógenos | + | ++ | +++ | +++ |
| Utilización de antagonistas de fitopatógenos (<i>Trichoderma</i> spp.) | ++ | ++ | +++ | +++ |
| Utilización de cal | + | ++ | +++ | +++ |
| Manejo de cercas vivas | + | + | ++ | +++ |
| Manejo de barreras vivas | ++ | ++ | +++ | +++ |
| Rotaciones de cultivos | ++ | +++ | +++ | +++ |
| Asociaciones de cultivos | ++ | +++ | +++ | +++ |
| Mosaicos de cultivos | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Manejo de variedades | + | ++ | +++ | +++ |
| Utilización de trampas de captura | ++ | +++ | +++ | +++ |
| Tratamientos de semillas con bioplaguicidas | +++ | +++ | +++ | +++ |

de la agroecología, mediante procesos locales que favorezcan el intercambio, dejando atrás los métodos clásicos de capacitación unidireccional (Vázquez, 2008b).

Agricultores experimentadores en agroecología

Resulta muy interesante y alentador escuchar con mucha frecuencia en los campos cuando un agricultor dice: yo soy agroecólogo, o cualquier persona, sea un agricultor, un técnico u otros cuando expresa fulano es agroecólogo.

Entonces surge la curiosidad o las preguntas: ¿Por qué es agroecólogo?, ¿puede un agricultor ser agroecólogo?, ¿ser agroecólogo es propio de una persona especializada en agroecología, con determinada preparación profesional y científica?.

La respuesta a estas preguntas ya no requieren de explicaciones científicas y argumentos de los sociólogos u otros especialistas, sino que ha ido consolidándose en la misma medida en que la agricultura cubana ha cambiado hacia la diversificación de

los sistemas agrícolas, y las tecnologías agroecológicas han adquirido relevancia, en que el protagonismo de estos agricultores ha sido relevante.

De esta forma se considera que un agricultor que no solamente se preocupa por producir, sino que también es innovador, que tiene inquietudes científicas, las que comparte con los investigadores y técnicos, que se preocupa por la conservación de la naturaleza, del suelo, de la biodiversidad, que dialoga constantemente con otros agricultores y que ha asumido la agroecología como paradigma en sus tecnologías de cultivo y crianza de animales y que maneja la finca como un sistema, es un experto en agroecología y por eso en los sistemas agrarios del país existen cientos de agroecólogos, que son agricultores muy bien reconocidos como tal por la sociedad. Algunos de estos agricultores experimentadores en agroecología se destacan en diferentes temas de investigación, como es el caso de Borrego, quien es muy convincente al explicar las diferencias entre un productor y un agricultor, pues él había sido productor cuando dirigía una gran empresa productora de arroz y solo le preocupaba la producción, los rendimientos y disponer de los productos químicos y la maquinaria para garantizar el cumplimiento de los planes de producción; en cambio, desde que trabaja en una finca de una cooperativa agropecuaria se ha convertido en agricultor, pues además de los intereses productivos realiza experimentos, busca soluciones para reducir costos en la adquisición de productos y otros recursos y ha desarrollado diversidad de experimentos en su finca, en coordinación con especialistas e investigadores, para adoptar la tecnología SICA en el cultivo del arroz, en lo cual es líder en el país y es reconocido como tal por los científicos del Instituto de Investigaciones del Arroz.

Felo es otro ejemplo de agricultor experimentador que pudiera considerarse natural, pues ha tenido la habilidad de ser muy observador de las plantas que cultiva, al ver diferencias que van más allá del tamaño, el peso y otras cualidades productivas comunes, y por ello desarrolla en su finca un sistema de selección continua, ya que de las plantas que cultiva marca y cosecha aparte las que él ha pre-seleccionado durante su crecimiento y fructificación, lo que le ha permitido cierta autosuficiencia en materia de semillas de pimiento y maíz; además, es en la actualidad poseedor de una patente que le fue otorgada por lograr una nueva variedad de maíz. Por eso entre los agricultores e investigadores cubanos se conoce como Felo, el de la variedad de maíz.

Estos dos agricultores de San Antonio de los Baños en la provincia La Habana, uno que se destaca en la transferencia de una nueva tecnología y el otro en la generación de un nuevo producto, constituyen ejemplos entre muchos que demuestran que son verdaderos agroecólogos, pues sus resultados han sido reconocidos por las organizaciones científicas del país.

Otro ejemplo interesante de agricultor agroecólogo es Jorge Luis, de Artemisa, pro-

vincia de La Habana, quien fue profesor de secundaria básica y luego se convirtió en agricultor en una cooperativa. Su finca se especializa en la producción a pequeña escala de semillas de hortalizas certificadas, proceso que realiza sin la utilización de plaguicidas químicos, ya que practica la diversificación de cultivos, la tolerancia de algunas especies de arvenses que son reservorios de entomófagos y la cría-liberación en su finca de cotorritas (*Coccinellidae*) como predadores de pulgones y otras plagas, en lo cual ha adquirido habilidades y experiencias que les han permitido generar un sistema propio para su finca.

Es importante aquí mencionar a Pedro, un caficultor de Fomento, Sancti Spiritus, quien ha creado todo un sistema de reservorios de hormigas, para su utilización en la regulación de poblaciones de diferentes plagas, por lo que sus conocimientos sobre los hábitos y el manejo de hormigas predadores resulta interesante, incluso cuando explica, como un experto en esta materia, sus resultados a otros agricultores.

También es un ejemplo Fernando, de Máximo Gómez, provincia de Matanzas, quien ha introducido con éxitos los Microorganismos Eficientes (EM) en la nutrición y supresión de patógenos foliares en los cultivos de plátano y papaya, incluso ha logrado perfeccionar la tecnología al integrarlo con otros biopreparados que realiza en su propia finca.

Desde luego, estos son ejemplos entre cientos de agricultores que se han convertido en agroecólogos y cuya modestia, sencillez y sabiduría sobre la naturaleza y la agricultura los han llevado a alcanzar altos reconocimientos en las comunidades rurales donde se desempeñan, por sus aportes al desarrollo agrario sostenible, por su ejem-

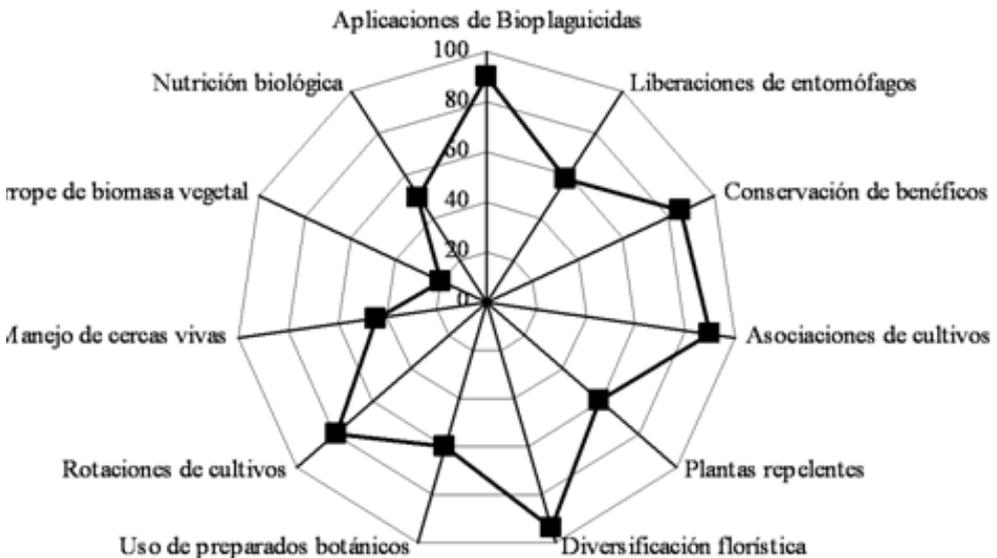


Figura 4. Nivel de adopción de prácticas agroecológicas por los agricultores en Cuba (Vázquez, 2008a).

plo como personas y por contribuir a que más de cien mil campesinos, entre otros agricultores, practiquen la agroecología en sus fincas, como lo demuestra el nivel de adopción de prácticas agroecológicas en la agricultura del país (Figura 4).

Bibliografía

- Aguiar, J., H. Santoyo, J. L. Solleiro, J. Reyes y J. Baca (2005).** *Transferencia e innovación tecnológica en la agricultura.* Fundación PRODUCE, Michoacán, México. 217p. ISBN: 968-02-0 133-3.
- Altieri, M. A. (1999).** *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.* Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo. 338p.
- Armbrecht, Inge; H. Cetrángolo; T. Gonzales; Ivette Perfecto (2007).** *Evaluación internacional del conocimiento, ciencia y tecnología en el desarrollo agrícola.* IAASTD. América Latina y el Caribe. 17p.
- Astier, Marta y Hollands, John (2007).** *Sustentabilidad y Campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica.* MUNDI-PRENSA. México. 262p.
- Bentley, J. W. (2006).** *Folk experiment. Agriculture and Human Values (2006) 23:451-462.*
- Braun, A. R.; G. Thiele, M. Fernández (1999).** *La escuela de campo para el MIP y el comité de investigación agrícola local: plataformas complementarias para fomentar decisiones integrales en agricultura sostenible.* Manejo integrado de Plagas (Costa Rica) No. 53, pp. 1-23.
- Carney, D. (1999).** *Approaches to Sustainable Livelihoods for the Rural Poor.* ODI Poverty Briefing.
- Chambers, Robert, y G. Conway (1992).** *Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century.* IDS Discussion Paper, No 296, Brighton: Institute of Development Studies.
- Chambers, R. (1983).** *Rural Development. Putting the Last First.* Longman Scientific and Technical; Harlow, Gran Bretaña. 235pp.
- Chambers, R. (1991).** *Shortcut and Participatory Methods for Gaining Social Information for Projects.* En *Putting People First Sociological Variables in Rural Development* (M.M. Cernea, ed.) Oxford University Press; Washington, D.C. Pp. 515-537.
- Chambers, R. y Ghildyal, B.P. (1985).** *Agricultural research for resource-poor*

farmers: the farmer first and last. Agricultural Administration 20: 1-30.

Cernea, M.M., Coulter, J.K. y Russell, J.F.A. (1985). *Building the Research-Extension-Farmer Continuum: Some Current Issues. En Research-Extension-Farmer. A Two-Way Continuum for Agricultural Development (M.M. Cernea, J.K. Coulter and J.F.A. Russell, eds.) The World Bank, Washington. Pp. 3-10.*

Córdoba, M., M. V. Gottret, T. López, Á. Montes, L. Ortega y S. Perry (2004). *Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina. Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas. PRGA, CEPAL. ISBN versión electrónica: 1680-8754. 77p.*

Dorf, R. E. (2001). *Technology, humans, and society: toward a sustainable world. University of California, Davis. Academic Press. USA.*

Dueñas, F., C. Moya, M. Álvarez, D. Plana, H. Ríos, I. Amat, L. Arias. (2007). *La investigación científico-campesina en la agricultura cubana. Biodiversidad No 52(abril).*

Guzmán, G.I. y Alonso, A.M. (2007). *La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. Ecosistemas (1). <http://www.revistaecosistemas.net>.*

Hecht, S.B. (1999). *La evolución del pensamiento agroecológico. En: Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. M. A. Altieri. Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo. Pp. 15-30.*

Hintze, H.; R. Mitch y G. Sain (2002). *Variety Characteristics, transactions Costs, and Maize Adoption in Honduras. International Conference on Impacts of Agricultural Research and Development, San José, Costa Rica.*

Hocdé, H. (1997). *No quiero platas; quiero conocimientos. Enseñanzas de una experiencia centro-americana de apoyo al reforzamiento de la capacidad investigativa de los agricultores. EMBRAPA, Programa de Pesquisa "Sistemas de Produção da Agricultura Familiar", Brasilia. 29p.*

Hocdé, H., D. Meneses y B. Miranda (2000a). *Experimentación de agricultores: ¡Un reto para todos!. Innovación desde las bases 16 (2). 9p.*

Hocdé, H., J. I. Vasquez, E. Holt, A. R. Braun (2000b). *Hacia un movimiento de innovación de agricultores: Campesino a Campesino. Innovación desde las*

bases 16 (2).5p.

Long, N. (1992). *Introduction, Battlefields of Knowledge: The Interlocking of Theory and Practice in Social Research and Development*, edited by Ann Long, 3-15. London: Routledge.

Melara, W., Octavio y F. Pilarte (2003). *Informe de Evaluación del Impacto de las Escuelas de Campo en la Implementación del Manejo Integrado de Cultivos en Nicaragua y El Salvador. El Zamorano, Proyecto PROMIPAC: El Zamorano, Honduras.*

Ortiz, R.; H. Ríos, M. Ponce, V. Gil, O. Chaveco, R. J. Valdés (2007). *Impacto del fitomejoramiento participativo cubano. Revista Cultivos Tropicales 29 (2): 79-86.*

Pickering, D.C. (1985). *Sustaining the Continuum. En Research-Extension-Farmer. A Two-Way Continuum for Agricultural Development (M.M. Cernea, J.K. Coulter and J.F.A. Russell, eds.) The World Bank; Washington. Pp. 165-170.*
Sebillotte, M. 1996. *Recherches-système et action. Excursions interdisciplinaires. En Recherches-système en agriculture et développement rural. Conférences et débats. Symposium international, 21-25 nov. Montpellier, France. Ed: CIRAD.*

Pumisacho, M. y S. Sherwood (2005). *Guía metodológica sobre Escuelas de Campo de Agricultores. CIP-INIAP-World Neighbors. Quito, Ecuador. 185 pp. ISBN-9978-44-410-6.*

Scoones, I. (1998). *Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis*, IDS Working Paper No 72, Institute of Development Studies.

Tripp, R. (1991). *The Farming Systems Research Movement and On-Farm Research. En Planned Change in Farming Systems: Progress in On-Farm Research (R. Tripp, ed.) John Wiley & Sons Ltd; Chichester. Pp. 3-16.*

Vázquez, L. L. (2006). *La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. Fitosanidad 10 (3): 221-241.*

Vázquez, L. L. (2007). *Adopción de prácticas agroecológicas para el manejo de plagas por los agricultores cubanos. Agricultura orgánica (La Habana) 13 (2): 37-40.*

Vázquez, L. L. (2008a). *Desarrollo de la experimentación e innovación agroecológicas por los campesinos cubanos. Agricultura Orgánica (Ciudad de La Habana).* 14 (1): 33-36.

Vázquez, L. L. (2008b). *Desarrollo de un proceso de educación e innovación participativa para la adopción del manejo agroecológico de plagas por los agricultores. LEISA revista de agroecología.* pp. 11-13.

Vázquez, L. L. (2009). *Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible. Una contribución a la transformación de los sistemas agrícolas sobre bases agroecológicas.* 21p. Ed. ACTAF.

Vázquez, L. L., M. Socorro, M. I. Pavón, Y. Laffita (2007). *El papel de los agricultores en la experimentación y validación de tecnologías. Memoria del curso de la Maestría en Extensión Agraria. Universidad Agraria de La Habana. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.* 38p. Noviembre 6-12.

Luis L. Vázquez Moreno , Ingeniero agrónomo, doctor en ciencias
Entomología, manejo de plagas, agroecología
Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV)
La Habana. Cuba.
lvazquez@inisav.cu, lvazquezmoreno@yahoo.es

¿Es apropiado el Manejo Integrado de Plagas para los Campesinos de América Latina?

Helda Morales

Introducción

Hace más de cuarenta años, “La Primavera Silenciosa” de Rachel Carson (1962) señaló las amenazas presentadas por los plaguicidas a la salud humana y al medioambiente. Desde entonces, para poder reducir el uso de plaguicidas, planificadores agrícolas comúnmente han recurrido al conocimiento ecológico para desarrollar estrategias de Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Vandermeer y Andow, 1986). Los esfuerzos para introducir las tecnologías del MIP en los trópicos son admirables: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID por sus siglas en inglés) ha invertido millones de dólares para establecer programas del MIP en América Latina (Murray, 2000; IPM-CRSP, 1996); el MIP es la política oficial para la protección de los cultivos en Sudán y en la mayoría de los países asiáticos (Mengech et al. 1995); y algunos programas del MIP han sido excepcionalmente exitosos en reducir el uso de plaguicidas en el Sureste Asiático (Mengech et al. 1995).

Sin embargo, a principios del siglo XXI, la adopción del MIP está lejos de ser la normativa en los trópicos, y los plaguicidas sintéticos son ampliamente utilizados. Mengech et al. (1995) señalan que el uso de plaguicidas creció 200% entre 1985 y 1995 en África, 40% en América Latina, y 25% en Asia, mientras otros reportan que entre 1991 y 1995, los gastos en plaguicidas por tonelada métrica de cultivos producidos disminuyó en África (-2.4%) y en Asia (-8.7%) (Abate, 2000). Esta discrepancia podría reflejar un decremento en la aplicación de plaguicidas por unidad de rendimiento con un incremento simultáneo en el área cultivada. También podría reflejar que los datos sobre el uso de plaguicidas en los países del trópico generalmente no están disponibles (ver por ejemplo la página web de la FAO sobre tales

estadísticas: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>). De cualquier forma, la aplicación de insecticidas obsoletos o prohibidos (Mengech et al. 1995; Abate, 2000), la falta de medidas de seguridad, y los consecuentes problemas de salud humana relacionados con los plaguicidas son extensos (Hoppin, 1991; Crissman et al. 1994; Pingali et al. 1994; Andreatta, 1997; Clarke et al. 1997; Conroy et al. 1997; Ecobichon, 2000).

La falta de implementación de programas del MIP ha generado discusión tanto entre promotores como críticos de MIP (Bentley y Andrews, 1996; National Research Council, 1996; Kogan, 1998). La crítica principal a los programas del MIP radica en lo que han promovido. La mayoría de los programas de MIP en los trópicos no tienen un enfoque “integral” (Brader, 1982; Mengech et al. 1995).

Evaluaciones de varios programas tropicales del MIP subrayan la necesidad de cambiar de un enfoque centrado en los plaguicidas a un manejo ecológico de los sistemas agrícolas (Brader, 1982; Mengech et al. 1995; Bentley y Andrews, 1996). Esto es especialmente importante para los campesinos en los trópicos quienes no pueden pagar los plaguicidas y equipos protectores (Brader, 1982) y cuyas prácticas tradicionales con respecto al manejo de plagas podrían ser ecológicamente sanas (Altieri, 1993; Abate, 2000; Morales y Perfecto, 2000). De esas prácticas tradicionales, podemos aprender que debemos de enfocarnos no en el control sino en la prevención de las plagas. Aquí presento una revisión de la poca literatura sobre el manejo tradicional de plagas en los trópicos, así como algunas descripciones más generales sobre la agricultura tropical. Con base en la teoría agroecológica actual y las prácticas del MIP, explico cuando es posible, como cada método tradicional podría mejorar la regulación natural de poblaciones de plagas potenciales. Esta discusión podría ayudar a entender las limitaciones del paradigma del MIP. Finalmente, subrayo el potencial y las limitaciones principales para la implementación de este enfoque preventivo de manejo de plagas a un nivel más global.

Plagas en agroecosistemas tradicionales

En 1995, cuando comencé a entrevistar a los campesinos cakchiqueles en Guatemala para evaluar sus prácticas tradicionales de manejo de plagas (Morales y Perfecto, 2000), me sorprendió que dijeron que no tienen plagas en sus milpas. No pude creer que la mayoría de los campesinos no se habían dado cuenta de los insectos que comen su maíz. Como el español es el segundo idioma de mis entrevistados, sospeché que el problema era con la palabra “plaga”. Entonces, agregué otra pregunta, “¿hay “insectos” que comen el maíz?”. Noventa y nueve por ciento de los campesinos dijeron que de hecho sí hay. Además, la lista de insectos que mencionaron es parecida a la lista desarrollada por los expertos del MIP para el maíz en Centroamérica (Morales y Perfecto 2000). Además, los campesinos frecuentemente mencionaron “plagas” en los *cultivos no-tradicionales* (brócoli, arvejas, moras, y otras frutas

y verduras orientadas a la exportación. Claramente, su español (y mi cakchiquel inexistente) no fue el problema con la primera pregunta. El problema fue la forma en que utilicé la palabra “plaga” en ese momento: “cada artrópodo herbívoro en un cultivo es una plaga o plaga potencial”. Tal como para los expertos del MIP, para los campesinos cakchiqueles, el concepto es más sofisticado: un herbívoro que no causa daño económico no es una plaga. No clasifican a los insectos de la milpa como plagas porque no causan pérdidas económicas en el cultivo maíz. Su enfoque es muy parecido al enfoque del concepto central del MIP de “umbral económico.” Bajo la filosofía del MIP, la aplicación de un control no es justificable si la “plaga” no llega al “umbral económico.” En otras palabras, si el control de plagas cuesta más que el decremento en el rendimiento que causa el herbívoro, no se recomienda el control (Horn, 1988).

Al entender su concepto de “plaga”, empecé a recuperarme de mis preocupaciones. Me di cuenta que aunque mi preconcepción del resultado de las encuestas era errada, realmente aprendería algo mucho más importante de lo que había imaginado antes de comenzar las entrevistas. Había esperado recopilar una lista de prácticas tradicionales como la aplicación de insecticidas botánicos y la quema de incienso para controlar y/o repeler los insectos. Entendí entonces que tales actividades curativas del control de plagas fueron mayoritariamente innecesarias en el cultivo tradicional de la milpa. La pregunta importante era, ¿Porque los insectos herbívoros no alcanzan el estatus de plaga en ese sistema?

Aunque la literatura sobre los agroecosistemas libres de plagas es, en mi conocimiento, inexistente, algunos autores han señalado que en muchos agroecosistemas tropicales, los campesinos, hasta muy recientemente, han enfrentado pocos problemas de plagas (Abate, 2000). Algunos estudios demuestran que muchos campesinos consideran que todos los insectos son plagas (Bentley, 1989; Palis, 1998). Estos estudios indican que no todos los campesinos son tan conocedores de la ecología como los guatemaltecos cakchiqueles, pero esto también podría ser una indicación de que las plagas de insectos son relativamente nuevas para ellos y pasaron desapercibidas hasta que empezaron a causar daños económicos. Por otro lado hay la evidencia indirecta sobre la ausencia de plagas en muchos agroecosistemas tradicionales es que muchas descripciones de la agricultura tropical (e.g. Valancia-Jusacamea, 1986; Atran, 1993; Lepofsky, 1999) no mencionan ni plagas, ni técnicas del manejo de plagas. Esta aparente falta de preocupación sobre los insectos herbívoros podría ser debida a las prácticas culturales usadas por siglos para evitar problemas de plagas tanto directa como indirectamente. El Cuadro 1 resume la literatura sobre los métodos tradicionales del manejo de plagas alrededor del trópico. En la mayoría de los casos citados (64%), los campesinos tienen la intención de prevenir y no controlar los ataques de plagas. Cuarenta y cinco por ciento son prácticas indirectas de manejo de plagas (prácticas culturales que fueron originalmente desarrolladas para otros fines agrícolas, pero que son también reconocidas por los campesinos por su valor en

la prevención de las plagas). Diecinueve por ciento son prácticas directas de manejo de plagas (prácticas desarrolladas específicamente para evitar las plagas). El énfasis de los campesinos en la prevención merece consideración por planificadores e investigadores del manejo de plagas, particularmente ahora que el fracaso del enfoque de la práctica actual del MIP ha sido reconocido. El entendimiento de los mecanismos ecológicos que sustentan cada práctica podría permitir su aplicación en otros agroecosistemas y en la misma milpa ante los cambios en los estilos. Considerando esto, la sección siguiente y el Cuadro 1 detallan las prácticas preventivas, y, cuando es posible, evalúan estas prácticas desde una perspectiva agroecológica.

Las prácticas tradicionales de prevención de plagas en los trópicos

A pesar del interés cada vez más intenso sobre la agricultura tradicional o indígena, la investigación publicada en el manejo de plagas de insectos es escasa. Además, muchos de los resultados han sido publicados en fuentes de distribución limitada o deben ser buscados en las descripciones más generales de la agricultura tradicional. Por esto, la revisión que sigue no pretende ser exhaustiva (se reportan 34 documentos, y por mi experiencia en la región es sesgada hacia Mesoamérica (29% de los casos descritos).

Prácticas indirectas

Selección del sitio

Los campesinos de los trópicos están consientes que la selección del terreno apropiado para sembrar es esencial dado que las características de la parcela, su manejo previo, y su ubicación en el paisaje podrían afectar las poblaciones de insectos.

Áreas desfavorables para las plagas

Los campesinos tradicionales han observado que ciertos tipos del suelo y altitudes favorecen a ciertas poblaciones de insectos. Para evitar ataques de la gallina ciega (larvas de Melolonthidae) en África y América Latina, no se cultiva el cacahuate (*Arachis hypogaea*), ni el maíz (*Zea mays*), en suelos arenosos o lodosos (Wightman y Wightman, 1994; Morales y Perfecto, 2000). El censo de Wightman y Wightman (1994) confirma que las poblaciones de la gallina ciega son favorecidas por suelos arenosos o limosos. Los campesinos de Kenya han observado que la mosca blanca (*Bemisia* spp.) que transmite virus es más escasa en las zonas altas que en las tierras bajas, y por eso obtienen esquejes de yuca (*Manihot* spp.) libres de virus en las áreas de mayor altitud (Abate et al. 2000).

Rotación de cultivos

A pesar de crítica que ha recibido por sus efectos negativos al ambiente, la roza, tumba y quema es quizás la práctica más común de rotación de cultivos en los trópicos. En Tanzania, las plagas del maní son inexistentes en parcelas bajo ese sistema (John Wightman, comunicación personal). En el sur de África, el maní sufre menos ataques de la gallina ciega y termitas cuando se siembra en campos que recién han salido del barbecho. (Wightman y Wightman, 1994). El uso del barbecho también ha sido reportado para controlar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el gusano cortador (*Agrotis* sp.), y la gallina ciega en campos de maíz en México (Bellón, 1990), y plagas de papa (*Solanum tuberosum*) en la parte central de los Andes (Brush, 1983). Para evitar los ataques de áfidos, campesinos guatemaltecos no siembran haba (*Vicia fava*) en los campos donde recién han cosechado brócoli (*Brassica oleracea* var *italica*) o arvejas (*Pisum sativum*) (Morales y Perfecto, 2000). Los científicos del MIP también recomiendan la rotación de cultivos para evitar los ataques de insectos, particularmente las plagas del suelo (Andrews and Howell, 1989). Sin embargo, la rotación de cultivos podría ser nociva para las poblaciones de enemigos naturales que son monófagos (Andrews y Howell, 1989), tal como parasitoides.

Ubicación de la parcela

La ubicación de la parcela en el paisaje tiene un efecto ampliamente conocido sobre las poblaciones de insectos (Altieri, 1985). Mientras en Nigeria los campesinos intencionalmente concentran sus parcelas para compartir el daño de los insectos con sus vecinos (Atteh, 1984), otros en diferentes regiones y con diferentes sistemas de cultivos dispersan sus parcelas para evitar el contagio de plagas (Brush, 1983; Sillitoe, 1995). Aunque esta última estrategia es frecuentemente recomendada por los científicos del MIP, la concentración de las parcelas podría también ser efectiva en algunos casos no solo para compartir daños, sino para aumentar a las poblaciones de enemigos naturales, como por ejemplo los insectos afidófagos (Häni et al. 1998).

Manejo del Suelo

Los campesinos están consientes que el manejo del suelo (quemadas, drenaje, labranza y fertilización) podría reducir las poblaciones de insectos. En la práctica de roza, tumba y quema, los campesinos queman la vegetación existente antes de sembrar el maíz por múltiples razones, una de las cuales es para reducir las poblaciones de insectos durante el primer año de cultivo (Atteh, 1984; Reyes-Gómez, 2000).

La técnica del arado y otras técnicas de preparación del suelo también tienen impactos bien conocidos sobre las poblaciones de insectos. Aunque el arado intensivo no es recomendable para suelos limosos tropicales, principalmente porque destruye la

estructura del suelo y también porque podría tener un efecto positivo sobre las plagas al reducir sus enemigos naturales (Kromp, 1999), es conocido que el arado intensivo del suelo podría reducir las poblaciones del barrenador del tallo (*Ostrinia nubilalis*), escarabajos y muchos otros insectos herbívoros (Häni et al. 1998). El arado intensivo es usado por campesinos para reducir ataques en el maíz, arroz (*Oryza sativa*), y papas en América Latina y las Filipinas (Brush, 1983; Albuero y Olofson, 1987; Altieri y Trujillo, 1987; Gómez et al. 2000).

El manejo de la fertilidad del suelo es una práctica crítica para la prevención de plagas en agroecosistemas tradicionales. Los campesinos están consientes que una planta sana puede resistir ataques de insectos (Morales y Perfecto, 2000; Reyes-Gómez, 2000), pero los científicos del manejo de plagas apenas están empezando a investigar el papel de la nutrición de las plantas (Phelan et al. 1995). Por ejemplo, campesinos en Mesoamérica y Asia están de acuerdo que la fertilización orgánica evita el daño por insectos en la parcela y en el almacén (Altieri y Trujillo, 1987; Iskandar y Ellen, 1999; Morales y Perfecto, 2000). Como abono orgánico, utilizan cualquier material disponible (desechos de cocina, abono animal o verde, ceniza, y residuos de la cosecha). Promotores de la agricultura orgánica en todo el mundo frecuentemente argumentan que los abonos orgánicos reducen las poblaciones de plagas de insectos, pero la evidencia sobre esto en la literatura es escasa y contradictoria (Culliney y Pimentel, 1986; Eigenbrode y Pimentel, 1988; Costello y Altieri, 1995; Phelan et al. 1995; Letourneau et al. 1996; Canek-Castellanos, 2000; Morales et al. 2001). En los casos donde la fertilización orgánica reduce los ataques de insectos, dos mecanismos ecológicos podrían explicar las diferencias en la respuesta de las plagas a los abonos sintéticos y orgánicos: 1) el estatus nutricional de una planta podría influir hacer a la planta más o menos atractiva para las plagas o podría afectar su producción de defensas contra herbívoros; 2) los abonos orgánicos podrían hospedar enemigos naturales de las plagas (Morales et al. 2001).

Tiempo de siembra y cosecha

La fecha de siembra es una estrategia importante para evitar el daño por insectos tanto en agroecosistemas tradicionales como en los modernos (Horn, 1988). Cuatro mecanismos podrían estar involucrados en la selección de los tiempos de siembra y cosecha de los campesinos: 1) evasión de picos temporales de poblaciones de insectos; 2) saciación de herbívoros; 3) maximización de las poblaciones de enemigos naturales; y 4) hambruna de los insectos herbívoros. A través de la siembra o cosecha temprana, o la siembra tardía, en muchos sistemas agrícolas en los trópicos, se evitan los picos de poblaciones de insectos (Albuero y Olofson, 1987; Fujisaka et al. 1989; Abate et al. 2000; Morales y Perfecto, 2000). Por ejemplo, en los altos de Chiapas, México, una de las razones por las que los campesinos siembran el maíz tan pronto como es posible es para evitar daño de gallina ciega a las plántulas.

Podrían sembrar el maíz de marzo hasta junio, pero entre más temprano se realice la siembra, las serán mayores y resistirán mejor el ataque de gallinas ciegas, cuyas poblaciones se incrementan en julio.

La siembra sincronizada es una estrategia para evitar las plagas comunes entre los campesinos (Richards, 1985; Altieri y Trujillo, 1987; Fujisaka et al. 1989; Aguilar, 1993; Morales y Perfecto, 2000) y los científicos del MIP (Loevinsohn et al. 1993). El efecto de la sincronización de siembra en las plagas está relacionado a la teoría ecológica de la saciación de herbívoros (Heliövaara et al. 1994; Kelly, 1994). La emergencia masiva de las plantas podría crear picos en la disponibilidad del alimento para los herbívoros que puedan consumir solamente una pequeña fracción de estas, manteniendo las poblaciones de herbívoros a niveles bajos debido a la baja disponibilidad de alimento por el tiempo restante. La fase lunar podría ser una señal para la coordinación de las actividades campesinas a nivel del paisaje. La maximización de la saciación de los herbívoros podría ser el mecanismo ecológico tras los populares calendarios agrícolas basados en las fases lunares.

En otros agroecosistemas tradicionales, los campesinos utilizan la siembra asincrónica para evitar las plagas. Los resultados de Settle et al. (1996) en Java sugieren que el cultivo asincrónico de arroz disminuye las poblaciones de salta hojas (*Nilaparvata lugens*) porque los hábitats heterogéneos favorecen a las poblaciones de depredadores de plagas.

En África, se evita al gusano rosado del algodón (*Pectinophora gossypiella*) por medio de una estación de veda del cultivo (Abate et al. 2000). En este periodo cuando no hay algodón (*Gossypium* spp.) disponible en el campo, se interrumpen los ciclos reproductivos de los insectos. Los científicos del MIP también reconocen la importancia de una estación de veda de cultivo, particularmente cuando se trata de insectos herbívoros que no son regulados eficientemente por sus enemigos naturales, que tienen cortos ciclos de vida, y que son monófagos (Horn 1988).

Resistencia

El uso de variedades resistentes, especialmente para el manejo de enfermedades, es posiblemente la práctica preventiva de control de plagas más común, y en muchos casos la única práctica preventiva promovida por los programas actuales del MIP (Mengech et al. 1995; Abate et al. 2000). Los centros internacionales de investigación han invertido fuertemente en el desarrollo de tales variedades (Mengech et al. 1995; Abate et al. 2000), y su importancia en el control de plagas es uno de los argumentos principales a favor del desarrollo de las plantas transgénicas (Altieri y Rosset, 2000; Borlaug y Dowsell, 2002). Los campesinos en muchos países tropicales están firmando contratos para comprar y sembrar cultivos genéticamente modificados, como por ejemplo las variedades de algodón y maíz Bt resistentes a los ataques de orugas.

Mucho antes del establecimiento de los centros internacionales de investigación, los campesinos alrededor del mundo desarrollaron variedades de cultivos resistentes a los ataques de plagas en la parcela y en el almacén. Variedades tradicionales de maní (*Arachis hypogaea*), maíz, arroz, y sorgo (*Sorghum* spp.), localmente adaptadas, libremente comercializadas y resistentes a plagas siguen siendo usadas desde Ecuador a las Filipinas (Litsinger et al. 1980; Evans, 1988; Baier et al. 1992; Bellón, 1995; Sillitoe, 1995; Teshome et al. 1999; Iskandar y Ellen, 1999; Steinberg, 1999; Reyes-Gómez, 2000). La resistencia de los insectos no ha sido completamente explotada por los genetistas porque muchas veces es antagónica a la selección para obtener más altos rendimientos (Dick 1987), y por su dificultad en el manejo, especialmente en el caso de la resistencia inducida (Stout et al. 2002; Dicke y Hilker, 2003).

Además, ni una sola variedad es resistente a todas las plagas de los trópicos y no siempre es fácil predecir los ataques de herbívoros. Enfrentados con la incertidumbre, los campesinos siembran mezclas de variedades de cultivos, como explicaremos en la siguiente sección.

Asociación de cultivos

Los campesinos han identificado combinaciones favorables para muchas especies y variedades de cultivos. Sembrar por lo menos dos especies de cultivos a la vez es la norma en los agroecosistemas tropicales tradicionales. Muchos policultivos o “polivarietades” son conscientemente diseñados para reducir los ataques de plagas (Atteh, 1984; Fujisaka et al. 1989; Moles, 1989; Altieri, 1991; Sillitoe, 1995; Ishii-Eiteman y Power, 1997; Lepofsky, 1999; Abate et al. 2000; Morales y Perfecto, 2000; Reyes-Gómez, 2000).

Conceptualmente, las policultivos reducen las poblaciones de plagas principalmente al incrementar la actividad natural de los enemigos naturales y/o por hacer menos llamativo el cultivo a los herbívoros (Vandermeer, 1989; Andow, 1991). Sin embargo, las policultivos también podrían tener impactos negativos sobre algunos enemigos naturales, particularmente los monófagos (Sheehan, 1986). La efectividad de búsqueda de los enemigos naturales puede disminuir en sistemas diversos (Monteith, 1960).

Algunas de las plantas cultivadas en asociaciones podrían actuar como repelentes. A finales de los 80's, con base en su propia observación, campesinos guatemaltecos comenzaron a sembrar berenjena (*Solanum melongena*) con chile pimiento (*Cap-sicum annuum*) para evitar los ataques del picudo del chile (*Anthonomus eugenii*) en los chiles. Mi investigación sugiere que la berenjena sirve de repelente para el picudo del chile (Morales, 1989).

Algunas otras plantas sirven como cultivos trampa. La idea es sembrar un cultivo más atractivo para los insectos herbívoros que el cultivo principal (Horn, 1988). Los insectos prefieren ir al cultivo trampa, donde pueden permanecer o ser fácilmente

eliminados. Con base a sus observaciones cuidadosas sobre las interacciones insecto-plantas, campesinos en África, Asia, y Mesoamérica han desarrollado asociaciones de cultivos que cumplen esta función (ICRISAT, 1995; Trujillo y Altieri, 1990; Abate et al. 2000). Por ejemplo, en África del Oeste, campesinos cultivan maíz con algodón para evitar ataques del noctuido *Helicoverpa armigera* (Hubner) en el algodón (Abate et al. 2000). En la India, campesinos cultivan girasol con plantas de higuerilla (*Ricinus communis*) alrededor y dentro de los campos de maní como cultivos trampa para el gusano gris del tabaco *Spodoptera litura*, que ataca al maní (ICRISAT, 1995).

Sembrar diferentes variedades de cultivos también reduce la herbivoría (Ishii-Eiteman y Power, 1997; Hāni et al. 1998). Además, las “polivarietades” incrementan la probabilidad de que alguna porción de un cultivo resistirá el ataque (Ishii-Eiteman and Power, 1997). Por ejemplo, en China, Zhu et al. (2000) han controlado el añublo del arroz (*Pyricularia griseae*) a través de combinaciones de diversas variedades de arroz, reduciendo el uso de plaguicidas e incrementando los rendimientos. Como se argumenta en las revistas *Science* y *Nature*, los resultados deben ser aplicados inmediatamente (Normile, 2000; Wolfe, 2000). Lo que ni *Science* ni *Nature* mencionaron es que técnicas similares han sido aplicadas durante siglos alrededor de los trópicos. Los campesinos fácilmente “re-adoptaron” el uso de las polivarietades porque tienen conocimiento del concepto.

Probablemente debido a la larga experiencia con los policultivos, aun los campesinos que siembran cultivos no-tradicionales para los mercados globales prueban nuevas asociaciones de cultivos. En Guatemala por ejemplo, es común ver cultivos no-tradicionales para la exportación, como brócoli y arveja china, cultivados en asociación con el maíz tradicional.

Manejo de malezas

Los Campesinos frecuentemente toleran algunas malezas para evitar los ataques de plagas (Altieri, 1991; Morales y Perfecto, 2000). Los campesinos guatemaltecos, por ejemplo, permiten que crezcan los tomates de cáscara silvestres o miltomate (*Physalis* spp.) en sus campos de maíz para repeler los ataques de herbívoros. La presencia de malezas en la parcela puede actuar como un policultivo al incrementar las poblaciones y actividades de parasitoides y depredadores (Hāni et al. 1998), provocando que el cultivo sea menos llamativo a los herbívoros o puede actuar como repelente de herbívoros.

Por otra parte, la eliminación de ciertas malezas podría reducir los ataques de otros herbívoros. Por ejemplo, los campesinos en Nigeria eliminan sitios potenciales de oviposición de plagas al limpiar sus parcelas en el momento cuando las principales plagas entran en su fase reproductiva (Atteh, 1984).

Manejo de residuos de la cosecha

Los científicos del MIP recomiendan el manejo de residuos de la cosecha para el manejo de plagas (Horn, 1988). Los campesinos también reconocen esta práctica, pero existe una controversia sobre el manejo de estos residuos. Algunos campesinos de Guatemala enfáticamente argumentaron que para evitar los ataques de la gallina ciega, la caña de maíz no se debe de enterrar, sino se debe quemar o quitar de la parcela, mientras otros entierran las cañas para alimentar a los insectos y distraerlos del maíz (Morales y Perfecto, 2000). Estudios recientes en Chiapas demuestran que los daños de la gallina ciega se incrementan cuando hay menos residuos orgánicos en el suelo (Adriana Castro, comunicación personal), sugiriendo que la segunda opción podría ser una práctica efectiva para el control de este insecto.

Manejo pos-cosecha

El manejo pos-cosecha tradicional ha recibido más atención que otras prácticas tradicionales. Antiguas técnicas para preservar maní y maíz han sido ampliamente documentadas para muchas culturas (Chesky, 1985; Dick, 1987; Mbata, 1992, www.fao.org/inpho/EN/informations/storage/index). La prevención de los problemas de plagas con granos almacenados empieza con las prácticas en la parcela, como por ejemplo el uso de las variedades resistentes, una fertilización apropiada, y el tiempo de cosecha favorable. Además, los campesinos están consientes que un manejo apropiado de los granos cosechados, como por ejemplo el secado (Songa y Rono, 1998; Morales y Perfecto, 2000) y almacenado de mazorcas en el doblador o tusa en el caso de maíz (Morales y Perfecto, 2000) evita los ataques de plagas. El mantenimiento del maíz en un almacén seco y fresco es una técnica ampliamente conocida entre los campesinos mesoamericanos para evitar los ataques del gorgojo (*Sitophilus* spp.) (Altieri y Trujillo, 1987; ALTERTEC, 1996; Morales y Perfecto, 2000). Para ese propósito, construyen almacenes de adobe con techos de paja o tejas, o guardan su semilla en ollas de barro. Científicos también reconocen la importancia de la manipulación de la humedad y temperatura para controlar las plagas de los granos almacenados (Birch, 1953; Throne, 1994). De acuerdo a Throne (1994), el gorgojo del maíz (*S. zeamais*) no se desarrolla a niveles de humedad abajo del 43%, ni con temperaturas menores de 15 C ni mayores de 35 C. La humedad relativa no solamente afecta a los gorgojos, pero también a su avispa parasítica *Anisopteromalus calandrae* (Smith, 1995; Throne, 1994).

Otras prácticas culturales

Otra práctica cultural tradicional utilizada para evitar el daño de insectos es sembrar más de lo necesario. Altieri (1994) afirma que la sobre siembra es particularmente

efectiva para las plagas que atacan el cultivo durante las primeras etapas. Esto es perfectamente entendido por los campesinos guatemaltecos, quienes siembran cuatro semillas de maíz por hoyo “para compartir uno con el pájaro, uno con la hormiga, y uno con el vecino” (Morales y Perfecto, 2000). Con la excepción de la tercera, estas plagas podrían ser problemas serios justo después de la siembra y durante la etapa de plántula.

La poda, como por ejemplo la eliminación de mazorcas sobrantes y crecimiento sobrante en la base de las mazorcas es otra práctica para evitar ataques de picudos en las Filipinas (Albuero y Olofson, 1987). En mi conocimiento, no existen datos comprobando la eficacia de ninguna de estas prácticas.

Mientras que las técnicas anteriormente discutidas son utilizadas conscientemente para el manejo de plagas, otras técnicas tradicionales también reducen las poblaciones de insectos herbívoros. La mayoría de esas prácticas podrían evitar ataques de plagas al incrementar la biodiversidad (Altieri, 1994). Ejemplos incluyen el uso de coberturas del suelo y el establecimiento de barreras rompe vientos, árboles en los bordes de las parcelas, y la presencia praderas y bosques cercanos a los cultivos agrícolas. Muchos campesinos en los trópicos utilizan coberturas del suelo, particularmente plantas leguminosas, para incrementar la fertilidad del suelo (Greenfield, 1989). Esta práctica podría prevenir ataques de plagas al incrementar la abundancia de los enemigos naturales de las plagas (Häni et al. 1998). Además, la presencia de árboles cercanos también podría ser atractiva para los insectos herbívoros y reducir los ataques en los cultivos (Häni et al. 1998). La reducción de áreas de bosque maduro podría contribuir a ataques serios de plagas en las áreas tropicales. Los ataques de plagas experimentados por los campesinos guatemaltecos en El Petén en 1998, después de que los incendios destruyeron 548,500 ha del bosque colindante, brindan apoyo circunstancial a esta idea (Ferguson, 2001; Rodríguez, 2001). Plantaciones enteras de maíz fueron destruidas por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), tortuguillas (*Diabrotica* spp.), langostas (*Schistocerca* sp.), y ratones, probablemente debido a la eliminación de sus huéspedes alternativos y de sus enemigos naturales por el fuego y humo.

Prácticas directas

Control biológico

Aunque la mayoría de las prácticas culturales antes mencionadas podrían reducir los ataques de plagas al aumentar el control natural, parece ser que los campesinos no están conscientes de ese mecanismo. De hecho, la falta de conocimiento de los enemigos naturales parece ser común entre campesinos tradicionales (Bentley, 1989). Los pájaros fueron los únicos agentes del control biológico reportados por los campesinos en algunas entrevistas recientes en Chiapas, México (Morales et

al., datos no-publicados). Sin embargo, la manipulación directa de los agentes del control biológico para propósitos preventivos ocurre en algunos sistemas agrícolas tradicionales. Algunos campesinos, por ejemplo, permiten que sus gallinas entren en la parcela antes de la siembra durante dos o tres días para que coman los insectos del suelo y ayuden a disminuir ataques posteriores (Morales y Perfecto, 2000). En la India, campesinos que cultivan frijol caballero (*Cajanus cajan*) y algodón sacuden sus plantas para que caigan las larvas de *Helicoverpa* y las gallinas les siguen para alimentarse de dichas larvas (John Wightman, comunicación personal). En los campos agrícolas de Guatemala, los campesinos dejan que algunos árboles crezcan en sus parcelas para atraer pájaros depredadores de insectos (Morales y Perfecto, 2000). Los campesinos del sur de la India comúnmente colocan ramas en sus parcelas para atraer aves depredadoras (Pereira, 1992; ICRISAT, 1995). En las parcelas de algodón, leguminosas, y cacahuete, aves como *Dicrurus bracteatus* utilizan las ramas como perchas en su búsqueda de grandes orugas de *Helicoverpa* (John Wightman, comunicación personal). El impacto de aves como agentes del control biológico no ha sido ampliamente documentado, aunque la evidencia existente sugiere que pueden jugar un papel clave en mantener los insectos herbívoros bajo control (Kirk et al. 1996).

Control mecánico

El uso profiláctico de polvos inertes es común entre los campesinos tradiciones de Mesoamérica (Aguilar, 1993; Morales y Perfecto, 2000). Antes de la siembra, los campesinos aplican cal o ceniza al suelo para reducir las hormigas (Formicidae), gusano alambre (Elateridae), y gallina ciega. También aplican cal, polvo de los caminos, y ceniza de leña para el manejo de gorgojos en los granos almacenados. Estos y otros polvos inertes obstruyen las tráqueas de los insectos y dañan sus cutículas, y han sido utilizados con éxito por los científicos agrícolas para controlar las plagas (Golob, 1997).

Repelentes

La aplicación de estiércol y plantas para fumigar o aplicar en las parcelas y almacenes fue una práctica común para repeler insectos en Asia (Alburo y Olofson, 1987; Iskandar y Ellen, 1999). En Java, el uso de plantas repelentes permiten a los Baduy almacenar sus variedades sagradas de arroz de 10 hasta 90 años. En Mesoamérica, los campesinos protegen sus granos (maíz y frijol) usando plantas repelentes como *Piper auritum* y *Senecio salignus* (Rodríguez y López, 2001; Morales et al., datos, no-publicados). En la India, todavía se usan hojas y semillas maceradas de nim para proteger granos almacenados de los ataques de insectos. Aunque no siempre está claro si un producto es un repelente o un insecticida, y los dos podrían ser dañinos a

las poblaciones de enemigos naturales y a la salud humana, el uso de ciertas plantas y estiércoles podrían ser una manera económica para evitar las plagas.

Trampas

Además de usar cultivos trampa como anteriormente se explicó, los campesinos en agroecosistemas tradicionales también evitan los ataques de plagas atrayendo insectos herbívoros a animales en descomposición y trampas de luz. Fujisaka et al. (1989) explicaron con detalle como los campesinos filipinos cuelgan gatos, perros, y otros animales muertos para atraer a la chinche del arroz (*Leptocorisa* sp.) y distraerlos de sus parcelas de arroz. Aunque la misma técnica podría no ser aplicable en otros agroecosistemas u otras culturas, el hecho de que los campesinos reconocen que las trampas son útiles para reducir los ataques de plagas podría facilitar la introducción de otros cebos, por ejemplo trampas con feromonas.

Reestructurando el MIP para la prevención de las plagas

Para muchos, MIP significa monitorear las poblaciones de plagas, aplicar plaguicidas microbiológicos o sintéticos de baja residualidad, y/o liberar parasitoides en masa. la tabla 1 resume una búsqueda sobre los métodos de manejo de plagas publicados en los contenidos y resúmenes del *Journal of Economic Entomology* entre 1999 y 2001.

Si este resumen de las publicaciones refleja las prioridades de la investigación entre los científicos del manejo de plagas, la Tabla 1 indica que su enfoque primordial trata de desarrollar métodos del manejo de las plagas que se venden o que se podrían vender. Treinta y dos por ciento de los artículos publicados tratan algún aspecto del control químico, y 16% sobre plaguicidas microbiológicos. Veintidós por ciento tratan de la resistencia de las plantas, y la mitad de estos discuten la resistencia conferida por modificaciones genéticas. En resumen, 70% de los artículos tratan de productos que tienen o podrían tener una patente. Parece que no hay mucho interés en estudiar o publicar sobre técnicas que los campesinos pueden implementar en sus parcelas sin tener que comprarlas.

Mientras que en los años ochentas el MIP frecuentemente fue percibido como una idea radical, algunos ahora lo consideran como cómplice de la industria agroquímica. Citando los fracasos del MIP, aun el convencional Consejo Nacional de la Investigación de los Estados Unidos (1996) ha propuesto que es hora para un “nuevo” paradigma del control de plagas. Hacen un llamado al “Control de Plagas con base en la Ecología”. Sin embargo, su reporte solamente hace eco a lo que los filósofos del MIP han promovido durante por lo menos 30 años (e.g. Smith y van den Bosch, 1967), a la vez, también le dan la bienvenida a la ingeniería genética como una nueva herramienta potente para el control de plagas. No se puede negar la influencia que

las corporaciones de los agroquímicos tienen sobre los programas del MIP (Murray, 1994), ni la sobre-confianza de los científicos agrícolas en los plaguicidas (Brader, 1982). Pero para rechazar el MIP a la luz de este reconocimiento es como tirar las frutas frescas con las pochas. Cambiar el nombre del MIP o sustituir los organismos genéticamente modificados por los plaguicidas sintéticos no necesariamente reducirá los riesgos que el control de plagas presenta al medioambiente y a la salud humana. El problema, entonces, no está en el MIP como originalmente se concibió, sino en la manera en que ha sido cooptado por los intereses industriales. El MIP siempre ha abarcado un gran rango de prácticas, muchas de las cuales tienen una base ecológica.

Por lo general, los proyectos del MIP en los países en desarrollo promueven prácticas de manejo desconocidas por los campesinos (e.g. monitoreo de insectos, bioplaguicidas, liberación de depredadores), en vez de aprovechar los conocimientos de los campesinos con el manejo preventivo de las plagas. Los casos en los cuales los campesinos han modificado sus prácticas preventivas tradicionales sobre el manejo de plagas, y que las han aplicado a nuevos cultivos, sugieren que los programas del MIP basados en conceptos parecidos serán acogidos. Los promotores del MIP deben, por ejemplo, aprovechar las experiencias de los campesinos y su disposición a probar

| Método de Control | % de artículos tratando algunos aspectos del método |
|--------------------------|--|
| Insecticidas sintéticos | 32 |
| Resistencia | 22 |
| Plaguicidas | 16 |
| Microbiológicos | 12 |
| Controles culturales | 12 |
| Control biológico | 9 |
| Trampas | 5 |
| Insecticidas botánicos | 2 |
| Asociación de Cultivos | 1 |
| Otros | 0.5 |

Tabla 1. *Métodos del manejo de insectos reportados en artículos publicados en Journal of Economic Entomology entre 1999 y 2001. (n=403).*

nuevos policultivos y otorgarles una prioridad especial en sus programas. Puesto que algunas técnicas preventivas dependen del conocimiento ecológico sofisticado, y la evidencia teórica y empírica sugiere que algunas de estas técnicas podrían también favorecer a las poblaciones de insectos herbívoros, el MIP podría aprovechar las técnicas exitosas desarrolladas y probadas por campesinos para sistemas de cultivos y plagas específicas al sitio. Por ejemplo, como anteriormente fue señalado, el éxito

del arado reducido o intensivo depende en los sistemas agrícolas y los insectos involucrados, y podría ser específico al sitio. Muchas de estas prácticas tradicionales deben ser consideradas por su amplia aplicabilidad a situaciones novedosas. Por ejemplo, examinando los policultivos específicos al sitio donde fueron desarrollados por los campesinos a la luz de la teoría agrícola podría proveer los fundamentos informativos para desarrollar nuevos sistemas de cultivos (Altieri, 1994).

La falta de conocimiento de los campesinos en el monitoreo de insectos, la manipulación directa de los agentes del control biológico, y prácticas curativas de manejo podrían explicar el fracaso de los programas del MIP basados principalmente en esas técnicas. Por supuesto que esto no quiere decir que las prácticas curativas y el control biológico clásico no son útiles. Sin embargo, debemos de estar consientes que no forman parte de los repertorios tradicionales de los campesinos, y no deben ser el enfoque principal en los programas del manejo de plagas.

En resumen, los campesinos de todo el trópico emplean una amplia gama de métodos que aumentan la regulación natural de las poblaciones herbívoras. Los muchos ejemplos aquí descritos reflejan la importancia de la prevención para la agricultura tradicional. Estas técnicas involucran el manejo del suelo, el manejo de los cultivos y la vegetación asociada, en formas que reducen las poblaciones de las plagas, las desvían de los cultivos, o aumentan la actividad de los enemigos naturales.

Aunque muchas de las técnicas tradicionales del manejo de plagas también se reconocen y a veces se utilizan en el MIP, los científicos no han logrado acoger plenamente el enfoque preventivo que mantiene muchos sistemas tradicionales esencialmente libre de plagas. Debemos de reconocer la prevención de las plagas como un pilar en las políticas apropiadas del manejo agrícola. Debemos de fomentar el uso de las prácticas preventivas en los agroecosistemas tradicionales donde fueron desarrolladas, así como en nuevos sistemas agrícolas. Para ello es necesario que superemos algunas barreras sustanciales para que podamos adoptar este enfoque preventivo en el futuro cercano.

Superando las barreras al establecimiento de un Manejo Integrado de Plagas con un enfoque preventivo

Integración de la teoría ecológica y el manejo de plagas

En 1980, Levins y Wilson resaltaron la necesidad de incorporar la teoría ecológica en los programas del MIP. Desde entonces, se ha avanzado sustancialmente en el estudio de las dinámicas de las poblaciones depredadores-enemigos naturales (e.g. Murdoch y Briggs, 1996; Hassel et al., 1991) y en el entendimiento de las policultivos (Vandermeer, 1989; Andow, 1991), pero todavía existen brechas enormes en nuestro conocimiento (Vandermeer, 1995).

Es importante señalar que los esfuerzos para integrar la teoría ecológica y el control

de las plagas provienen principalmente de los ecólogos, y el cuerpo de literatura que han construido pocas veces es aplicado. Todavía falta la integración en la mayoría de los currículos universitarios: los científicos agrícolas podrían beneficiarse en aprender, por ejemplo, sobre el manejo de paisajes o la teoría de metapoblaciones, y los ecólogos podrían beneficiarse de las experiencias en la agricultura (Power 1996). Aunque aún estamos lejos de alcanzar esta integración, se está preparando el terreno con la proliferación de los programas agroecológicos (e.g. Chapingo y el Colegio de la Frontera Sur en México, CATIE (Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza) en Costa Rica, La Universidad de California en Santa Cruz, La Universidad de Carolina del Norte, y Evergreen College en los Estados Unidos), y con la apertura de una sección agroecológica en la Sociedad Ecológica de América (ESA por sus siglas en inglés).

La integración de campesinos en la investigación y difusión del manejo de plagas

La mayoría de la investigación y difusión de las estrategias del MIP tienen una naturaleza tecnócrata; las tecnologías han sido generadas lejos de los campesinos y sus realidades (Brader, 1982; Kogan, 1998). Desde principios de los años ochentas, el movimiento de la investigación participativa ha argumentado que los agentes de cambio deben de preguntar a sus clientes que es lo que quieren e incluirlos en el proceso de la investigación (Chambers, 1983). Reconociendo esto, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación de la ONU) ha desarrollado Escuelas de Campo participativas para campesinos en Asia. El enfoque modelado por la FAO y algunos otros proyectos pioneros ha sido adoptado por varios proyectos de difusión del MIP en todas las regiones tropicales (FAO, 1996; Bentley, 1997; Abate et al. 2000). Estos programas ofrecen habilidades del MIP a los campesinos a través de demostraciones y otros enfoques innovadores, mientras que fomentan la colaboración entre campesinos y científicos. El éxito de los programas del MIP que incorporan a los campesinos en el proceso de investigación sugiere que la promoción de la tecnología desde arriba es parte de la razón del fracaso de la implementación (Kenmore, 1991; Nelson, 1994; Bentley y Andrews, 1996). Aunque están en su infancia, los programas participativos marcan un giro en el paradigma de la investigación-difusión del MIP.

Un paso inicial necesario en la investigación participativa es entender el conocimiento agrícola de los campesinos. Las principales instituciones de desarrollo, como el Banco Mundial y la **Agencia** de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) ahora incluyen el conocimiento tradicional en su discurso (Warren, 1991). De acuerdo a Abate et al. (2000), en África, los investigadores en los programas nacionales y agencias no gubernamentales tienen interés en los métodos tradicionales para el manejo de las plagas, pero este no es el caso con los centros internacionales

de investigación. En América Latina, las organizaciones no gubernamentales y algunos centros de investigación, como el Centro Internacional de la Papa en Bolivia, tienen interés en la contribución potencial de los campesinos en su investigación (Bentley y Thiele, 1999). En Asia, el Instituto Internacional de Arroz (IRRI) ha realizado entrevistas para evaluar el conocimiento tradicional en el manejo de las plagas. Sin embargo, aun hace falta mucho trabajo que realizar. En general, el conocimiento local no es parte de la investigación agrícola y los programas de extensión convencionales. Cuando se estudia el conocimiento tradicional, a los investigadores frecuentemente les falta difundir los resultados de sus investigaciones más allá de su región.

Para promover los programas del MIP con enfoque en las prácticas preventivas, los políticos deben de promover y apoyar a las organizaciones que reconocen el conocimiento ecológico de los campesinos, así como sus limitaciones. Los programas deben de tomar en cuenta el éxito de las prácticas culturales que usan los campesinos para evitar las plagas en sus cultivos tradicionales, y promover esas prácticas. A la vez, las deficiencias en el conocimiento de los campesinos de los enemigos naturales casi invisibles (parasitoides y entomopatógenos) y las prácticas curativas ambientalmente sanas se deben de remediar. Es difícil confrontar nuevos problemas sin nueva información. Aunque los campesinos experimentan y pueden adaptarse a nuevas situaciones, el proceso es lento. Parece ser que los cambios rápidos inducidos por la globalización y la falta de acceso a la información están rebasando el ritmo de aprendizaje de los campesinos.

Pero evaluar el conocimiento tradicional no siempre es fácil. Las comunidades indígenas no siempre están dispuestas a compartir su información con la gente de fuera (Huntington, 2000), especialmente ahora que los abusos cometidos por los biopiratas y científicos irrespetuosos han causado sospechas. La ONU, así como algunos grupos indígenas organizados, están incorporando los derechos indígenas y de comunidades locales a las políticas y leyes para proteger el conocimiento indígena (UNEP, 1998). Los grupos indígenas están demandando ser incorporados en todo el proceso de la investigación y tener acceso a los datos e información generada con los estudios (Mauro y Hardison, 2000). Los científicos que estudian el conocimiento tradicional deben de intentar seguir este enfoque aunque la ley no lo demande. Sin embargo, los científicos con las mejores intenciones podrían no conocer completamente el pleno potencial de la investigación participativa. Las limitaciones podrían originarse directamente de la organización de la comunidad indígena o de las habilidades de los científicos. Adentro de la comunidad, ¿A quién se debe de contactar? ¿Quién tiene la autoridad moral y política para decidir cuándo compartir el conocimiento? ¿Cómo se puede llegar a un acuerdo con todos los integrantes de la comunidad? Tales preguntas podrían ser aun más difíciles de contestar cuando varias comunidades o países comparten el conocimiento. La solución a muchos de estos problemas probablemente está más allá de la capacidad de los científicos, pero

debemos de estar consientes de los asuntos de la propiedad intelectual y luchar para la abolición de las leyes que permiten patentar la vida, para poder reconocer los derechos de los pueblos indígenas.

Algunas dificultades más fácilmente superables podrían surgir de nuestra capacitación profesional o desde nuestras propias experiencias personales. Podría ser difícil que un biólogo o un agrónomo contacte a las comunidades indígenas, incorporarlas al proceso de la investigación, o hasta formular las preguntas en la manera adecuada (Huntington, 2000). Los antropólogos y sociólogos podrían establecer relaciones tras-culturales y establecer programas de investigación participativa más fácilmente que los biólogos o agrónomos pero sin la capacitación apropiada sobre el MIP o la ecología, podría ser difícil formular las preguntas adecuadas o interpretar las respuestas (Berkes, 2000). Así surge la necesidad ampliamente reconocida de que la capacitación y los equipos de investigación sean multidisciplinarios. La prueba del progreso en esta área es que los proyectos del MIP, como los de Zamorano en Honduras y el USAID IPM-CRSP en varios lugares del mundo, tienen equipos de investigación multidisciplinarios. Las escuelas como ECOSUR en el sur de México, la Escuela de Recursos Naturales y Medioambiente de la Universidad de Michigan y la Universidad de Florida en los Estados Unidos ofrecen capacitación multidisciplinaria a sus alumnos. Las revistas científicas como *Ethnobiology*, *Agriculture and Human Values* y *Ecological Applications* con su número especial sobre el conocimiento ecológico tradicional (Volumen 10, numero 5, 2000) publican artículos de científicos sociales y naturales. Estas iniciativas son alentadoras, pero a la academia todavía le falta re-pensar la manera rígida en que se definen la mayoría de las posiciones, así como la manera en que se evalúa a los investigadores para la promoción, que frecuentemente se basa exclusivamente en nuestros esfuerzos como especialistas. Sin embargo, no es necesario que los investigadores esperen los cambios institucionales para desarrollar sus habilidades de aprender del conocimiento tradicional. El primer paso esencial es aprender a escuchar respetuosamente y hablar con sinceridad. Esto será un cambio bienvenido para muchos campesinos.

Entender las bases ecológicas para las prácticas tradicionales

No es suficiente documentar el conocimiento campesino. Solamente a través de entender los mecanismos ecológicos atrás de las prácticas tradicionales, los investigadores pueden ayudar a aplicar este conocimiento a nuevas situaciones (Gliessman, 1981; Vanek, 1989; De Walt, 1994). Por ejemplo, entender como el pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides*) contribuye a la conservación del suelo y de la humedad en la India permitió que los campesinos por todo el mundo se beneficiaran de esta práctica tradicional (Greenfield, 1989).

El entendimiento científico del conocimiento tradicional también podría fortalecer a los campesinos en el nivel local (Freire, 1968; Patton, 1990; De Walt, 1994; Barz-

man et al. 1996, Sillitoe, 1998). El fortalecimiento o “empoderamiento” a través del entendimiento del conocimiento tradicional ha sido esencial para la organización de proyectos desde las bases en Bolivia, Chile, México, y Nigeria (Altieri, 1984). Particularmente donde los “expertos” de fuera han tratado a los campesinos indígenas como ignorantes y tercios, la validación del conocimiento tradicional es necesaria para el fortalecimiento de los campesinos y la educación de los trabajadores de la investigación y el desarrollo (Barzman et al. 1996, Morales, 1998). Los científicos pueden ayudar a minimizar la brecha en la comunicación entre campesinos tradicionales por un lado, y otros científicos, extensionistas, y los legisladores por el otro (Moles, 1989) (Slikkerveer, 1989; Nelson, 1994).

Cuadro 1 Resumen. Prácticas tradicionales del manejo de insectos en cultivos tradicionales tropicales.

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|--------------------------------------|-----------|--|--------------------|--------------------------------|
| PRÁCTICAS PREVENTIVAS | | | | |
| I. Prácticas Indirectas | | | | |
| 1. Selección del Sitio | | | | |
| A. Áreas desfavorables para la plaga | Yuca | Mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp.) | África | Abate et al. 2000 |
| B. Rotación de Cultivos | Cacahuate | Gallina ciega (Melolonthidae) | Sudáfrica | Wightman y Wightman, 1994 |
| | Maíz | Gallina ciega (Melolonthidae) | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| | Haba | Áfidos | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| | Cacahuate | Gallina ciega (Melolonthidae), termitas | Sudáfrica | Wightman y Wightman, 1994 |
| | Maíz | Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>), cortador (<i>Agrotis</i>), gallina ciega (<i>Phyllophaga</i>) | México | Bellón-Corrales, 1990 |
| | Papa | ? | Los Andes | Brush, 1983 |
| C. Concentración de Parcelas | | | | |
| a. Concentrado | ? | ? | Nigeria | Atteh, 1984 |
| b. Dispersado | Camote | ? | Papua Nueva Guinea | Sillitoe, 1995 |
| | Camote | ? | | |
| | ? | ? | América | Brush, 1983 (en Altieri, 1993) |
| 2. Manejo de Suelo | | | | |

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|---|-----------------|--|-------------------|---|
| A. Quema de vegetación | Maíz | ? | México | Reyes-Gómez, 2000 |
| B. Drenaje | Arroz | Gusanos cortadores | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| C. Labranza | | | | |
| a. Roturación | Maíz | Insectos del suelo | México | Altieri y Trujillo, 1987; Gómez et al. 2000 |
| b. Labranza intensiva | Arroz | Gusano soldado (<i>Mythimna</i> sp. y <i>Spodoptera</i> sp.), salta hojas, chinche del arroz (<i>Leptocorisa</i> sp.), mariposa blanca | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| D. Abono Orgánico | Papa | ? | Perú | Brush, 1983 (en Altieri, 1993) |
| | Maíz | Áfidos | Guatemala | Morales et al. 2001 |
| | Maíz | Plagas del Almacén | México, Guatemala | Altieri y Trujillo, 1987; Canek-Castellanos, 2000 |
| | Arroz | Plagas del Almacén | Java | Iskandar y Ellen, 1999 |
| 3. Tiempo de Siembra y Cosecha | | | | |
| A. Evitar picos poblacionales de herbívoros | | | | |
| a. Siembra temprana | Maíz | ? | Filipinas | Fujisaka et al. 1989 |
| | Sorgo y maíz | Gusanos barrenadores (<i>Busseola fusca</i> , <i>Chilo partellus</i>) | África | Abate et al. 2000 |
| b. Siembra tardía | Camote | Picudo del camote <i>Cylas</i> spp. | Kenya | Abate et al. 2000 |
| c. Cosecha temprana | Camote y frijól | ? | África | Abate et al. 2000 |

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|--|---------------------------|---|---------------------------|---|
| d. Fecha de siembra específica | Frijol | Cucarrón del follaje (<i>Ootheca</i> spp.) | Etiopía, Malawi, Tanzania | Abate et al. 2000 |
| B. Sincronización | Maíz, arroz, frijol mungo | ? | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| | Cereales, arveja | Barrenadores del tallo, áfidos | Uganda | Richards, 1985 |
| | Maíz | ? | Mexico, Guatemala | Altieri y Trujillo, 1987; Aguilar, 1993; Morales y Perfecto, 2000 |
| | Arroz | ? | Filipinas | Fujisaka et al. 1989 |
| D. Veda | Algodón | Gusano rosado (<i>Pectinophora gossypiella</i>) | África | Abate et al. 2000 |
| 4. Resistencia | | | | |
| A. Variedades resistentes o tolerantes | ? | ? | Papua Nueva Guinea | Abate et al. 2000 |
| | ? | ? | Filipinas | Litsinger et al. 1980 |
| | Maní | Termitas | Nigeria | Sillitoe, 1995 |
| | Maíz | Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) | Guatemala | AL-TERTEC, 1992 |
| | Maíz | Larvas de lepidoptera | Ecuador | Evans, 1988 (en Altieri, 1993) |
| | Maíz | Picudo (<i>Sitophilus zeamais</i>) | México, Belice | Bellon, 1995; Steinberg, 1999; Reyes-Gómez, 2000 |
| | Arroz | Plagas de los granos | Java | Iskandar y Ellen, 1999 |
| | Sorgo | Picudo del arroz (<i>Sitophilus oryzae</i>) | Etiopía | Teshome et al. 1999 |
| B. Nutrición de la planta | Maíz | ? | México, Guatemala | Morales y Perfecto, 2000; Reyes-Gómez, 2000 |

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|----------------------------------|--|--|--------------------|-------------------------------|
| 5. Asociación de Cultivos | | | | |
| A. Variedades del cultivo | Plátanos | ? | Tahití | Lepofsky, 1999 |
| | Frijól | ? | Tanzania | Abate et al. 2000 |
| | Maíz | ? | México | Reyes-Gómez, 2000 |
| | Arroz | Chicharrita verde (<i>Nephotettix virescens</i> y <i>N. nigropictus</i>) | Tailandia | Ishii-Eiteman y Power, 1997 |
| B. Especies de cultivo | Frijól -pastos (<i>Elyseusina indica</i> y <i>Leptochloa filiformis</i>) | Saltahojas (<i>Empoasca kraemeri</i>) | Papua New Guinea | Sillitoe, 1995 |
| | Árboles | ? | Colombia | Altieri, 1991 |
| | frutales y cultivos de bajo dosel | ? | Sri Lanka y Tahití | Moles, 1989 Lepofsky, 1999 |
| | Maíz- frijól | Escarabajo de las hojas (<i>Diphaulaca wagneri</i>) | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| | Maíz - yuca - sorgo | Saltamontes (<i>Zonocerus variegatus</i>) | Nigeria | Atteh, 1984 |
| | Maíz-caupi-sorgo | Polilla (<i>Maruca vitrata</i>) | Kenya | Abate et al. 2000 |
| | Maíz -caupi | Trips | Uganda | Abate et al. 2000 |

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|---|--|---|--------------------|---|
| | Maíz- tomatillo/ tomate verde/tomate de cascara (<i>Physalis</i> sp.) Arroz – ejote | ? | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| | Arroz - maní | Chinche del arroz (<i>Leptocoris</i> sp) | Filipinas | Fujisaka et al. 1989 |
| | Arroz - maní | Barrenadores del tallo (<i>Scirophaga</i> sp. y <i>Chilo</i> sp.) | Filipinas | Fujisaka et al. 1989 |
| 6. Manejo de malezas | Maíz | Gallina ciega (Melolonthidae) | México | Gomez et al. 2000 |
| 7. Manejo de residuos de cosecha | Maíz | Gallina ciega (Melolonthidae) | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| 8. Manejo pos-cosecha | | | | |
| A. Secado de semillas | Frijól | Gorgojos (Bruchidae) | Kenya | Songa y Rono, 1998 |
| B. Almacenaje | Maíz | Plagas del almacén | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| | Maíz | Plagas del almacén | Guatemala y México | Altieri y Trujillo, 1987; ALTERTEC, 1996; Morales y Perfecto, 2000 |
| 9. Otras practicas culturales | | | | |
| A. Sembrar más de lo necesario | Maíz | ? | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| B. Entresacar | Maíz | Picudos | Filipinas | Albuero y Olofson, 1987 |
| II. Prácticas directas | | | | |
| 1. Control biológico | | | | |

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|--|---------------------|--|-----------------|---|
| A. Gallinas en las parcelas agrícolas | Maíz | Insectos del suelo | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| B. Atracción de pájaros | Maíz | Insectos del suelo | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| | Arroz | ? | India | Pereira, 1992 (en Berkes et al 2000) |
| 2. Control mecánico | | | | |
| Polvos inertes | Frijol, Maíz, Mijo, | Plagas del almacén | África | Abate et al. 2000 |
| | Maíz | Hormigas, gusano alambre (Tenebrionidae), gallina ciega (Melolonthidae), picudos | Guatemala | Aguilar, 1993; Morales y Perfecto, 2000 |
| 3. Repelentes | | | | |
| A. Fumigantes | | | | |
| a. Estiércol | Frijol | Plagas del almacén | Tanzania, Sahel | Abate et al. 2000 |
| | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa</i>), Chinche negra, lombrices | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| b. Repelentes botánicos | | | | |
| <i>Bridelia monoica</i> . | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa acuta</i>) | Java | Iskandar y Ellen, 1999 |
| <i>Lagerstromia</i> y <i>Zingiberaceae</i> sp. | | | | |
| <i>Annona squamosa</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa</i>), Chinche negra | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| <i>Areca catechu</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa</i>), Chinche negra | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| <i>Derris elliptica</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa</i>), Chinche negra | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|---|-------------------|---|--------------|--------------------------|
| <i>Erythrina variegata</i> var. <i>orientalis</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocoris</i>), Chinche negra | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| <i>Gliricidia sepium</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocoris</i>), Chinche negra | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| <i>Pitosporum littorale</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocoris</i>), Chinche negra | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| <i>Pongamia pinnata</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocoris</i>), Chinche negra | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| <i>Lansium domesticum</i> | Arroz | Plagas del almacén | Java | Iskandar y Ellen, 1999 |
| B. Repelentes | | | | |
| <i>Acorus calamus</i> con agua | Arroz | Plagas del almacén | Java | Iskandar y Ellen, 1999 |
| <i>Moringa oleifera</i> , <i>Xanthophyllum excelsum</i> y <i>Tinospora rumphii</i> | Arroz | Plagas del almacén | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| <i>Sargassum</i> spp. y <i>Zostera</i> spp. | Frijol mungo | Áfidos | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| 4. Trampas | | | | |
| A. Cadáveres en descomposición como atrayente | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocoris</i>) | Filipinas | Fujisaka et al. 1989 |
| B. Trampas de luz | Arroz | ? | Filipinas | Fujisaka et al. 1989 |
| C. Cultivos de trampa | Algodón - maíz | Gusano bollotero (<i>Helicoverpa armigera</i>) | África oeste | Abate et al. 2000 |
| | Maíz-Lupinus | Fraillecillo (<i>Macrodractylus</i> sp.) | México | Trujillo y Altieri, 1990 |

| Método de Control | Cultivo | Plaga | Región | Referencia |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| | Arroz – troncos de árboles | Escarabajos, Termitas | West Africa | Abate et al. 2000 |

**PRACTICAS
CURATIVAS**

1. Control biológico

| | | | | |
|--|----------|--------|---------|---------------------|
| Formiga tejedora <i>Oecophylla smaragdina</i> | Cítricos | Áfidos | Vietnam | Barzman et al. 1996 |
|--|----------|--------|---------|---------------------|

2. Control mecánico

| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|--|----------------------|---|
| A. Limpieza manual | Algodón | Rosquilla negra (<i>Spodoptera littoralis</i>) | Egipto | Abate et al. 2000 |
| | cowpea/mani /mijo/sorgo | Áfidos | Nigeria | Bottenberg, 1995 |
| | Maíz | Fraillecillo (<i>Macrodactylus</i> sp.) | México | Altieri y Trujillo, 1987 |
| | Mijo de perla | ? | Oeste de África | Abate et al. 2000 |
| | Arroz | Gusanos cortadores | Filipinas | Albuo y Olofson, 1987 |
| | Camote | Palomilla del camote (<i>Acraea</i> spp.), oruga (<i>Papilio demodocus</i>), insectos del suelo | Etiopía y Sub-Sahara | Abate et al. 2000 |
| B. Sacudido de ramas | cowpea/mani /mijo/sorgo | Áfidos | Nigeria | Bottenberg, 1995 |
| C. Matar con asadón | Maíz | Gallina ciega (Melolonthidae) | Guatemala y México | Morales y Perfecto, 2000; Gómez et al. 2000 |
| D. Barrer | Arroz | Gusanos | Filipinas | Albuo y Olofson, 1987 |
| E. Excavar trincheras | ? | Gusano soldado y langostas | África | Abate et al. 2000 |
| F. Exposición al sol | ? | Saltahojas (<i>Zonocerus variegatus</i>) | Nigeria | Richards, 1985 |
| F. Attracted to fires or lures | Mijo de perla | Escarabajos nocturnos | África del oeste | Abate et al. 2000 |

| | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|--|
| G. Polvos inertes | cowpea/ cacahuate /mijo/sorgo | Áfidos | Nigeria | Bottenberg, 1995 |
| arena | Maíz | Gusano soldado (<i>Spodoptera</i> spp.) | Guatemala | ALTERTEC, 1996 |
| cal | Maíz | Frailecillo (<i>Macrodactylus</i> sp.) | México | Altieri y Trujillo, 1987 |
| cal | Papa | ? | Guatemala | ALTERTEC, 1996 |
| arena | Coco | ? | Filipinas | Alburo y Olofson, 1987 |
| 3. Insecticidas botánicos | | | | |
| <i>Capsicum annuum</i> | Frijól | Bruchidos (Bruchidae) | Uganda | Abate et al. 2000 |
| <i>Eucalyptus</i> | Frijól | Bruchidos (Bruchidae) | Uganda | Abate et al. 2000 |
| <i>Musa sapientis</i> | Frijól | Bruchidos (Bruchidae) | Uganda | Abate et al. 2000 |
| <i>Tagetes minuta</i> | Frijól | Bruchidos (Bruchidae) | Uganda | Abate et al. 2000 |
| <i>Chenopodium ambrosioides</i> | Frijól Maíz | plagas del almacén | Rwanda | Kayitare y Ntezurubanza, 1991; Morales y Perfecto, 2000 |
| <i>Cyathea</i> spp. | Crucíferas, Amaranto | Palomilla de la col (<i>Pieris</i> sp.) | Guatemala Papua Nueva Guinea | Sillitoe, 1995 |
| <i>Chrysanthemum parthenium</i> | Maíz | ? | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| <i>Coriandrum sativum</i> | Maíz | ? | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| <i>Ruta</i> sp. | Maíz | ? | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| <i>Tagetes erecta</i> | Maíz | ? | Guatemala | Morales y Perfecto, 2000 |
| <i>Tephrosia</i> spp. | Maíz | Barrenador del tallo | Tanzania, Zambia | Abate et al. 2000 |
| <i>Ricinus communis</i> | Maíz | Tenebrionido (Tenebrionidae) | Ecuador | Evans, 1988 (en Altieri, 1993) |

| | | | | |
|--|---------------|--|-----------|-------------------------|
| <i>Azariadachta indica</i> | Mijo de perla | Barrenador del tallo, termitas, plagas del almacén | África | Abate et al. 2000 |
| <i>Balamites aegyptiaca</i> | Mijo de perla | Barrenador del tallo, termitas, plagas del almacén | África | Abate et al. 2000 |
| <i>Euphorbia paganorum</i> | Mijo de perla | Barrenador del tallo, termitas, plagas del almacén | África | Abate et al. 2000 |
| <i>Parkia biglobosa</i> | Mijo de perla | Barrenador del tallo, termitas, plagas del almacén | África | Abate et al. 2000 |
| <i>Vigna unguiculata</i> | Mijo de perla | Barrenador del tallo, termitas, plagas del almacén | África | Abate et al. 2000 |
| Mezcla de frutas <i>Morinda citrifolia</i> , <i>Languas galanga</i> , leche de coco verde (<i>Cocos nucifera</i>), cáscara de naranja (<i>Citrus grandis</i>), jugo de azúcar de palma fermentada (<i>Arenga pinnata</i>) y ceniza de cocina/leña | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa acuta</i>) | Java | Iskandar y Ellen, 1999 |
| <i>Capsicum frutescens</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa sp.</i>) | Filipinas | Albuero y Olofson, 1987 |
| <i>Euphorbia nerifolia</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa sp.</i>) | Filipinas | Albuero y Olofson, 1987 |
| <i>Anamirta cocculus</i> | Arroz | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa sp.</i>) | Filipinas | Albuero y Olofson, 1987 |
| <i>Euphorbia tiracalli</i> | Arroz | Gusanos | Filipinas | Albuero y Olofson, 1987 |
| <i>Gliricidia sepium</i> | Arroz | Gusanos | Filipinas | Albuero y Olofson, 1987 |

| | | | | |
|-----------------------------|--------------|--|-----------|-----------------------|
| <i>Derris elliptica</i> | Arroz, mango | Chinche del arroz (<i>Leptocorisa</i> sp.), saltamontes | Filipinas | Albuo y Olofson, 1987 |
| Ichintal de montaña | Semillas | ? | Guatemala | ALTERTEC, 1996 |
| 4. Veneno de pescado | Cítricos | Termitas | Sudan | Abate et al. 2000 |
| 5. Veneno de sapo | Maíz | ? | Guatemala | ALTERTEC, 1996 |
| 6. Manejo del agua | Arroz | Gusanos cortadores y gusano soldado | Malasia | Altieri, 1993 |

Bibliografía

- Abate, T., van Huis, A., Ampofo, J. K. O., 2000.** *Pest management strategies in traditional agriculture: an African perspective, Annual Review of Entomology* 45:631-659.
- Aguilar, E., 1993.** *Sistematización del Conocimiento Agrícola Campesino en Comunidades Seleccionadas del Departamento de El Quiché, a Base de Tecnologías Campesinas. Bachelor Degree Thesis. Centro Universitario de Occidente. Universidad de San Carlos de Guatemala.*
- Alburo, R. Olofson, H., 1987.** *Agricultural history and the use of botanical insecticides in Argao, Cebu, Philippine Quarterly of Culture & Society* 15:151-172.
- ALTERTEC, 1996.** *Rescate del conocimiento campesino: Salamá, Purulha, Baja Verapaz, Boletín Permacultural: Alternativa* 1:2.
- Altieri, M., 1984.** *Towards a grassroots approach to rural development in the Third World, Agriculture and Human Values* 1:45-48.
- Altieri, M., 1985.** *Developing pest management strategies for small farmers based on traditional knowledge, Development Anthropology Network* 3:13-18.
- Altieri, M., 1991.** *Traditional farming in Latin America, The Ecologist* 21:93-96.
- Altieri, M., 1993.** *Ethnoscience and biodiversity: key elements in the design of sustainable pest management systems for small farmers in developing countries, Agriculture, Ecosystems & Environment* 46:257-272.
- Altieri, M., 1994.** *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. New York: Food Products Press.*
- Altieri, M. Trujillo, J., 1987.** *The agroecology of corn production in Tlaxcala, México, Human Ecology* 15:189-220.
- Altieri, M. and Rosset, P., 2000.** *¿Por qué la ingeniería genética no garantizará la seguridad alimentaria, ni protegerá el ambiente ni reducirá la pobreza en el Tercer Mundo? Revista Manejo Integrado de Plagas* 58:4-20.
- Andow, D. 1991.** *Vegetational diversity and arthropod population response, Annual Review of Entomology* 36:561-586.

- Andreatta, S. L., 1997.** *Bananas, are they the quintessential health food? A global/local perspective, Human Organization* 56:437-449.
- Andrews, K. L., Howell, H. N., 1989.** *Utilización de controles culturales, in Andrews, K. L. and Quezada, J. R. eds. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.*
- Atran, S., 1993.** *Itza Maya tropical agroforestry, Current Anthropology* 34(5):633-700.
- Atteh, O. D., 1984.** *Nigerian farmers' perception of pests and pesticides, Insect Science and its Application* 5:213-220.
- Baier, A., Bourque, M., Castillo, H. Xet, A. M., 1992.** *Introducción a los Principios del Manejo Integrado de Plagas Insectiles. ALTERTEC, Guatemala.*
- Barzman, M., Mills, N. Nguyen Thi Thu Cuc, 1996.** *Traditional knowledge and rationale for weaver ant husbandry in the Mekong Delta of Vietnam, Agriculture and Human Values* 13:2-9.
- Bellón, M., 1990.** *The Ethnoecology of Maize Production under Technological Change. Doctoral Dissertation, University of California, Davis.*
- Bellón, M., 1995.** *Farmers' knowledge and sustainable agroecosystem management: and operational definition and an example from Chiapas, Mexico, Human Organization* 54:263-272.
- Bentley, J., 1989.** *What farmers don't know can't help them: the strengths and weakness of indigenous technical knowledge in Honduras, Agriculture and Human Values* 25-31.
- Bentley, J. Andrews, K., 1996.** *Through the Roadblocks: IPM and Central American Smallholders. International Institute for Environment and Development, Gatekeeper Series 56, London.*
- Bentley, J., 1997.** *Colaboración entre agricultores y científicos en la investigación, in Manejo Integrado del Tizón Tardío en la Papa en la Ecorregión Andina, 7-9 April 1997, Quito, Ecuador, Centro Internacional de la Papa.*
- Bentley, J. Thiele, G., 1999.** *Bibliography: farmer knowledge and management of crop disease, Agriculture and Human Values* 16:75-81.

- Berkes, F., Colding, J. Folke, C. 2000.** *Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management, Ecological Applications 10:1252-1262.*
- Birch, L.1953.** *Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects. I. The influence of temperature, moisture and food on the innate capacity for increase of three grain beetles, Ecology 34:698-711.*
- Borlaug, N. Dowswell, C. 2002.** *Perspectivas de la agricultura mundial para el siglo XXI, Revista Manejo Integrado de Plagas 65:*
- Bottenberg, H. 1995.** *Farmers' perception of crop pests and pest control practices in rainfed cowpea cropping systems in Kano, Nigeria. International Journal of Pest Management 41(4):195-200.*
- Brader, L., 1982.** *Recent trends of insect control in the tropics, Entomologia Experimentalis et Applicata 31:111-120.*
- Brush, S., 1983.** *Traditional agricultural strategies in the hill lands of tropical America, Culture and Agriculture 18:9-16.*
- Carson, R., 1962.** *Silent Spring. Houghton Mifflin Company, New York.*
- Canek-Castellanos, A., 2000.** *Evaluación del efecto del fertilizante orgánico y químico, aplicado en el cultivo del maíz (Zea mays), sobre las plagas del almacenamiento, en tres localidades del municipio de La Libertad, Petén. Bachelor Degree Thesis. Centro Universitario del Petén (CUDEP), Universidad de San Carlos de Guatemala, Santa Elena, Petén.*
- CATIE, Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, 1990.** *Guía Para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo del Maíz. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.*
- Chambers, R., 1983.** *Rural Development: Putting the Last First. Longman Inc., New York.*
- Chesky, J., 1985.** *New and old grain storing techniques. International Pest Control 27:73-74.*
- Clarke, E. E. K., Levy L. S., Spurgeon A., 1997.** *The problems associated with pesticide use by irrigation workers in Ghana, Occupational Medicine 47:301-308.*

- Conroy, M., Murray, D. Rosset, P., 1997.** *A Cautionary Tale: Failed US Development Policy in Central America.* Lynne Rienner Publishers, Boulder.
- Costello, M. Altieri, M., 1995.** *Abundance, growth rate and parasitism of Brevicoryne brassicae and Myzus persicae (Homoptera: Aphidae) on broccoli grown in living mulches.* *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 52:187-196.
- Crissman, C.C., Cole, D. C. Carpio, F., 1994.** *Pesticide use and farm worker health in Ecuatorian potato production,* *American Journal of Agricultural Economics* 76:593-597.
- Culliney, T. Pimentel, D., 1986.** *Ecological effects of organic agricultural practices on insect populations,* *Agriculture, Ecosystems and Environment* 15:253-266.
- De Walt, B., 1994.** *Using indigenous knowledge and natural resource management to improve agriculture and natural resource management,* *Human Organization* 53:123-131.
- Dick, K.M. , 1987.** *Pest management in stored groundnuts.* *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Information Bulletin* 22, Andhra Pradesh, India.
- Dicke, M., Hilker, M., 2003.** *Induced plant defenses: from molecular biology to evolutionary ecology.* *Basic and Applied Ecology* 4 (1): 3-14
- Ecobichon, D. J., 2000.** *Our changing perspectives on benefits and risks of pesticides: A historical overview,* *Neurotoxicology* 21:211-218.
- Eigenbrode, S. Pimentel, D., 1988.** *Effects of manure and chemical fertilizers on insect pest populations on collards.* *Agriculture, Ecosystems and Environment* 20:109-125.
- Evans, D. A., 1988.** *Insect Pest Problems and Control Strategies Appropriate to Small-Scale Corn Farmers in Ecuador.* *Doctoral Dissertation.* University of California, Davis.
- Ferguson, B. G., 2001.** *Post-agricultural Tropical Forest Succession: Patterns, Processes and Implication for Conservation and Restoration.* *Doctoral Dissertation.* University of Michigan, Ann Arbor.
- Food Agriculture Organization, 1996.** *Global IPM Facility Partners' Meeting:*

- Program Document for Discussion. Food Agriculture Organization, Rome.*
- Food Agriculture Organization, 1998.** *Inventory of Obsolete, Unwanted and/or Banned Pesticides.* Food Agriculture Organization, Rome.
- Freire, P., 1968.** *Pedagogy of the Oppressed.* The Seabury Press, New York.
- Fujisaka, S., Dapusala, A. Jayson, E., 1989.** *Hail Mary, kill the cat: a case of traditional upland crop pest control in the Philippines, Philippine Quarterly of Culture & Society* 17:202-211.
- Gliessman, S., 1981.** *The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems. Agro-Ecosystems* 7:173-185.
- Gómez, B., Castro, A., Junghans, C., Ruíz-Montoya, L. Villalobos, F. J., 2000.** *Ethnoecology of white grubs (Coleoptera: Melolonthidae) among the Tzeltal Maya of Chiapas, Journal of Ethnobiology* 20:43-59.
- Golob, P., 1997.** *Current status on future perspectives for inert dust for control of stored product insects, Journal of Stored Products Research* 33:69-79.
- Greenfield, J., 1989.** *Vetiver grass (Vetiveria spp.): the ideal plant for vegetative soil and moisture conservation. The World Bank. Washington, D.C.*
- Häni, F., Boller, E. F. Keller, S., 1998.** *Natural regulation at the farm level, in Picket, C. and Bugg, R. eds. Enhancing Biological Control: Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests. University of California Press, Berkeley.*
- Hassell, M.P., Comins, H.N., May, R.M., 1991.** *Spatial structure and chaos in insect population dynamics, Nature* 353 (6341):255-258.
- Heliövaara, K., Väisänen, R. Simon, C., 1994.** *Evolutionary ecology of periodical insects, Trends in Ecology and Evolution* 9:45-480.
- Hoppin, P., 1991.** *Pesticide Use on Four Non-Traditional Crops in Guatemala: Policy and Program Implications. Doctoral Dissertation. School of Hygiene and Public Health, John Hopkins University, Baltimore, Maryland.*
- Horn, D., 1988.** *Ecological approach to pest management. The Guilford Press, New York.*

- Huntington, H, 2000.** *Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications, Ecological Applications 10:1270-1274.*
- ICRISAT, 1995.** *Integrated management of a groundnut pest on India's eastern coast, Food from Thought 1.*
- IPM-CRSP, 1996.** *Integrated pest management in non-traditional export crops, in II Seminario de Manejo Integrado de Plagas en Cultivos No-Tradicionales de Exportación, Guatemala.*
- Ishii-Eiteman, M. J. Power, A. 1997.** *Response of green rice leafhoppers to rice-planting practices in northern Thailand, Ecological applications 7:194-208.*
- Iskandar, J. Ellen, R., 1999.** *In situ conservation of rice landraces among the Baduy of West Java, Journal of Ethnobiology 19: 97-126.*
- Kayitare, J. Ntezurubanza, L., 1991.** *Evaluation of toxicity and repellent effect of certain plants in Rwanda against bruchids *Acanthoscelides obtectus* Say and *Zabrotes subfasciatus* Boheman, Insect Science and its Application 12(5-6):695-697.*
- Kelly, D., 1994.** *The evolutionary ecology of mast seeding, Trends in Ecology and Evolution 9:465-470.*
- Kenmore, P., 1991.** *How Rice Farmers Clean up the Environment, Conserve Biodiversity, Raise more Food, Make Higher Profits: Indonesia's IPM-a Model for Asia. FAO Inter-country program for Integrated Pest Control in Rice in South and Southeast Asia, Jakarta, Indonesia.*
- Kirk, D., Evenden, M. Mineau, P., 1996.** *Past and current attempts to evaluate the role of birds as predators of insect pests in temperate agriculture, Current Ornithology 13:175-269.*
- Kogan, M., 1998.** *Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments, Annual Review of Entomology 43:243-270.*
- Kromp, B., 1999.** *Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficiency, cultivation impacts and enhancement, Agriculture, Ecosystems and Environment 74:187-228.*
- Lepofsky, D., 1999.** *Gardens of Eden? An ethnohistoric reconstruction of Maohi (Tahitian) cultivation, Ethnohistory 46:1-29.*

Letourneau, D. K., Drinkwater, L. Shennan, C., 1996. *Effects of soil management on crop nitrogen and insect damage in organic vs. conventional tomato fields. Agriculture, Ecosystems and Environment, 57: 179-187.*

Levins, R., Wilson, M., 1980. *Ecological theory and pest management, Annual Review of Entomology 25:287-308.*

Litsinger, J. A., Price, E. C. Herrera, R. T., 1980. *Small farmers' pest control practices for rainfed rice, corn and grain legumes in three Philippine provinces, Philippine Entomology 4:65-86.*

Loevinsohn, M. E., Bandong, J. B., Alviola, A. A., 1993. *Asynchrony in cultivation among Philippine rice farmers-causes and prospects for change, Agricultural Systems 41:419-439.*

Mauro, F., Hardison, P. D., 2000. *Traditional knowledge of indigenous and local communities: International debate and policy initiatives, Ecological Applications 10:1263-1269.*

Mbata, G., 1992. *The use of resistant crop varieties in the control of storage insects on the tropics and subtropics. Ambio 21:475-478.*

Mengech A. N., Saxena, K. N. Gopalan, H. N. B., 1995. *Integrated Pest Management in the Tropics: Current Status and Future Prospects. John Wiley and Sons, Chichester.*

Moles, J., 1989. *Agricultural sustainability and traditional agriculture: learning from the past and its relevance to Sri Lanka, Human Organization 48:70-78.*

Monteith, L.G., 1960. *Influence of plants other than food plants of their host on host-finding by tachinid parasites, Canadian Entomologist 42:641-652.*

Morales, H., 1989. *Atracción y Colonización de Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae) a Diferentes Solanaceas Hospederas: Posibilidades de Control Cultural en Chile Dulce. Master Thesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica.*

Morales, H., 1998. *Pest control and soil management in the Guatemalan Highlands: Understanding traditional agricultural practices. Doctoral Dissertation. School of Natural Resources and Environment, The University of Michigan, Ann Arbor.*

- Morales, H. Perfecto, I., 2000.** *Traditional knowledge and pest management in the Guatemalan highlands, Agriculture and Human Values* 17:49-63.
- Morales, H., Perfecto, I. Ferguson, B., 2001,** *Traditional Cakchiquel soil fertilization and its impact on insect pest populations in corn. Agriculture, Ecosystems and Environment* 84:145-155.
- Murdoch, W.W., Briggs, C.J., 1996.** *Theory for biological control: recent developments. Ecology* 77(7):2001-2013.
- Murray, D.L., 1994.** *Cultivating Crisis: The Human Cost of Pesticides in Latin America.* University Press, Austin.
- Murray, D.L., 2000.** *Claim no easy victories: Evaluating the pesticide industry's global safe use campaign, World Development* 28(10):1735-1749.
- National Research Council, 1996.** *Ecologically Based Pest Management: New Solutions for a New Century.* National Academy, Washington, DC.
- Nelson, K., 1994.** *Participation and Empowerment: A Comparative Study of IPM Technology Generation in Nicaragua. Doctoral Dissertation. School of Natural Resources and Environment, The University of Michigan, Ann Arbor.*
- Normile, D., 2000.** *Variety spices up Chinese rice yields, Science* 289:1122-1123.
- Palis, F. G., 1998.** *Changing farmers' perceptions and practices: the case of insect pest control in central Luzon, Philippines, Crop Protection* 17:599-607.
- Patton, M., 1990.** *Qualitative Evaluation and Research Methods.* Sage Publications, London.
- Pereira, W., 1992.** *The sustainable lifestyle of the Warlis, in Sen, G. ed. Indigenous Vision: Peoples of India Attitudes to the Environment.* Sage Publications, New Dehli.
- Phelan, P., Mason, J. Stinner, B. 1995.** *Soil-fertility management and host preference by European corn borer, Ostrinia nubilalis (Hubner), on Zea mays L.: a comparison of organic and conventional chemical farming Agriculture, Ecosystems and Environment* 56:1-8.
- Pingali, P. L., Marquez, C.B., Palis, F. G., 1994.** *Pesticides and Philippine rice*

farmer health: a medical and economic analysis, American Journal of Agricultural Economics 76: 587-592.

Power, A., 1996. *Arthropod diversity in forest patches and agroecosystems of tropical landscapes in Forest Patches in Tropical Landscapes.* Schelhas, J. and R. Greenberg, eds. Island Press, Washington, D.C.

Reyes-Gómez, H. G., 2000. *Conocimiento Campesino Sobre Insectos-Plaga en Maíz-Mucuna deeringiana en la Sierra de Santa Marta, Veracruz.* Master Thesis. Dirección de Centros Regionales Universitarios, Universidad Autónoma Chapingo, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Richards, P., 1985. *Indigenous Agricultural Revolution.* Westview Press, Boulder.

Rodríguez, C. López, E. 2001. *Actividad insecticida e insectistática de la chilca (Senecio salignus) sobre Zabrotes subfasciatus.* *Revista Manejo Integrado de Plagas* 59.

Rodriguez, M., 2001. *Los incendios forestales en el departamento del Peten, Guatemala.* *Revista Forestal Centroamericana* 35:35-37.

Settle, W.H., Ariawan, E.T. Astuti, W. Cahyana, A.L. Hakim, D. Hindayana, A.S. Lestari & Pajarningsih. 1996. *Managing tropical rice pest through conservation of generalist natural enemies and alternative prey.* *Ecology* 77:1975-1988.

Sillitoe, P., 1995. *Ethnoscience observations on entomology and mycology in the Southern Highlands of Papua New Guinea,* *Science in New Guinea* 21:3-26.

Slikkerveer, L.1989. *Changing values and attitudes of social and natural scientists towards indigenous peoples and their knowledge system in Indigenous knowledge systems for agriculture and international development.* Warren, D., L. Slikkerveer and Titilola S., eds. *Studies in Technology and Social Change* No. 11. *Technology and Social Change Program, Iowa State University, Ames.*

Smith, L. 1995. *Effect of humidity on life history characteristics of Anisopteromalus calandrae (Hymenoptera:Pteromalidae) parasitizing maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) larvae in shelled corn* *Environmental Entomology* 22:618-624.

Smith, R. F. van den Bosch, R., 1967. *Integrated control,* in Kilgore, W. W., Doult, R. L., eds. *Pest Control: Biological, Physical, and Selected Chemical Methods.*

Academic, New York.

- Sheehan, W., 1986.** *Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystems diversification: a selective review, Environmental Entomology 15:456-461.*
- Schwartz, N., 1995.** *Colonization, development, and deforestation in Petén, northern Guatemala, in Painter, M. and Durham, W. The Social Causes of Environmental Destruction in Latin America. Linking levels of analysis series, The University of Michigan Press, Ann Arbor.*
- Songa, J. M. Rono, W., 1998.** *Indigenous methods for bruchid beetle (Coleoptera: bruchidae) control in stored beans (Phaseolus vulgaris L.), International Journal of Pest Management 44:1-4.*
- Steinberg, M., 1999.** *Maize diversity and cultural change in a Maya agroecological landscape, Journal of Ethnobiology 19:127-139.*
- Stout, M.J., Zehnder G. W. Baur M. E., 2002.** *Potential for the use of elicitors of plant resistance in arthropod management programs, Archives of Insect Biochemistry and Physiology 51 (4): 222-235.*
- Teshome, A., Torrance, K., Baum, B., Fahrig, L., Lambert, J. Arnason, T., 1999.** *Traditional farmers' knowledge of sorghum (Sorghum bicolor [Poaceae]) landrace storability in Ethiopia, Economic Botany 53:69-78.*
- Throne, J., 1994.** *Life history of immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on corn stored at constant temperature and percentage of humidity, Environmental Entomology 23:1457-1471.*
- Trujillo, J. Altieri, M., 1990.** *A comparison of aphidophagous arthropods on maize polycultures and monocultures in central Mexico, Agriculture, Ecosystems and Environment, 31:337-349.*
- UNEP. 1998.** *Convention on biological diversity. Report of the workshop on traditional knowledge and biological diversity. UNEP/CBD/TKBD/1/3. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.*
- Valencia-Jusacamea, A., 1985.** *Agricultura Tradicional Yaqui. Cuadernos de Trabajo No. 4. México.*
- Vanek, E., 1989.** *Enhancing resource management in developing nations though*

improved attitudes towards indigenous knowledge systems: the case of the World Bank in Indigenous knowledge systems for agriculture and international development. Warren, D., L. Slikkervear and Titilola, S. eds. Studies in Technology and Social Change No. 11. Technology and Social Change Program, Iowa State University, Ames.

Vandermeer, J., 1995. *The ecological basis of alternative agriculture, Annual Review of Ecology and Systematics 26:201-224.*

Vandermeer, J., 1989. *The Ecology on Intercropping. Cambridge University Press, Cambridge.*

Vandermeer, J. Andow, D., 1986. *Prophylactic and responsive components of an integrated pest management program, Journal of Economic Entomology 79:299-302.*

Warren, D., 1991. *Using indigenous knowledge in agricultural development. World Bank Discussion Paper No. 127. The World Bank, Washington, DC.*

Wightman, J. Wightman, A., 1994. *An insect, agronomic and sociological survey of groundnut fields in Southern Africa, Agriculture, Ecosystems & Environment 51:311-331.*

Wolfe, M., 2000. *Crop strength through diversity, Nature 406 (17):681-682.*

Zhu, Y., Chen, H., Fan, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., Fan, J., Yang, S., Hu, L., Leung, H., Mew, T., Teng, P., Wang, Z. Mundt, C. 2000. *Genetic diversity and disease control in rice, Nature 406 (17):718-722.*

Helda Morales

Departamento de Agroecología, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, C.P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, MÉXICO (Tel. +52 967-6794000 ext. 1413, hmorales@ecosur.mx)

Agradecimientos A John Vandermeer por motivarme a escribir, a Bruce Ferguson por sus criticas y trabajo de edición, a John Wightman por compartir sus ideas y sugerencias al manuscrito, a Anne Greenberg por su excelente trabajo de edición y traducción, y a los muchos agricultores de Guatemala y Chiapas que han compartido su conocimientos conmigo. Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) al proyecto 35072-B "Manejo de plagas y conocimiento tradicional en los Altos de Chiapas y Guatemala"

Efectos del biol (Abono orgánico líquido) en la producción de hortalizas

Siura S., F. Barrios, J. Delgado, S. Dávila y M. Chilet

1. Introducción

En el Perú la producción de hortalizas para consumo local proviene de la pequeña agricultura que abastece la demanda de una población urbana en constante crecimiento. Estos sistemas de producción se caracterizan por el alto uso de insumos, principalmente fertilizantes y pesticidas de síntesis química, debido al corto periodo de cultivo y exigencias de calidad “cosmética” del mercado de productos frescos. A pesar de ello, la agricultura orgánica local está en crecimiento, ya que representa para los pequeños productores una alternativa con menores costos, mayor diversificación de su producción y mejores precios en mercados especializados.

Por otro lado, el crecimiento de la horticultura ha traído consigo una mayor demanda de abonos orgánicos tanto para producción agroindustrial (alcachofa, espárrago, páprika) como para la pequeña agricultura; entre éstos el uso de abonos orgánicos líquidos como el biol se ha incrementado, debido a su bajo costo, facilidad de producción, bajo costo y porque contribuye al reciclaje de residuos provenientes de la actividad agrícola.

Los abonos orgánicos se definen como todo material que se obtiene directa o indirectamente durante el proceso de descomposición de materia orgánica de origen animal o vegetal y se caracterizan por presentar menos del 5% de nutrientes primarios en su composición (Guerrero, 1993). A diferencia de los fertilizantes sintéticos, los abonos orgánicos contienen, además de macro y micronutrientes, sustancias húmicas, enzimas, aminoácidos y bioestimulantes en proporciones variables, que complementan la nutrición de los cultivos y estimulan procesos como crecimiento, enraizamiento, floración, etc., dando como resultado mejores rendimientos y mejor calidad del producto. Por esta razón los abonos orgánicos son reconocidos como una fuente de

abonamiento integral que mejora la fertilidad del suelo y contribuye a mejorar la producción (Labrador 1996, Ferruzzi 1994, Guerrero 1993 y Gros 1986).

Los abonos orgánicos pueden encontrarse en forma líquida o sólida y ser utilizados en su forma natural (estiércoles, purines, guano de islas, tierra de bosque, etc.) o procesados (compost, humus de lombriz, bokashi, bioles, ácidos húmicos comerciales, fermentados de melaza de caña o ajinofer, residuos de la producción de harina de pescado, residuos fermentados de hortalizas, extractos de algas, etc.). La demanda por abonos orgánicos está en aumento debido a sus efectos sobre la fertilidad del suelo y porque contribuyen a subsanar deficiencias nutricionales inmediatas, difíciles de obtener por un abonamiento al suelo.

El biol también llamado biofertilizante o biopreparado, es un abono orgánico líquido de fabricación artesanal que se obtiene como subproducto de la fermentación anaeróbica de materia orgánica (estiércol, rumen, plantas, frutos, etc.) en recipientes cerrados llamados biodigestores (Figura N° 1).

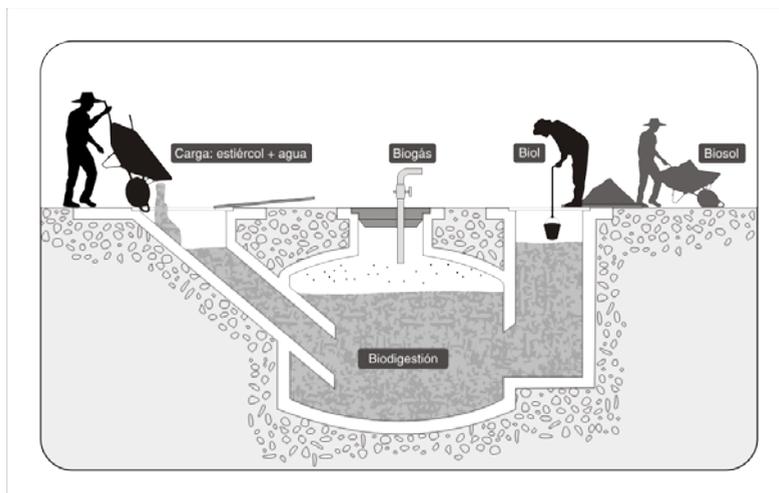


Figura N° 1: Biodigestor tipo 'Chino' Fuente: Suquilanda 1995

El propósito principal de los biodigestores es la obtención de metano (biogás), para lo cual se requieren instalaciones de grandes dimensiones (6 – 10 m³ o más) que son abastecidas continuamente de materia orgánica (precompostada) mezclada con agua, para obtener una producción constante de gas.

Con un biodigestor de 10 m³ se puede obtener una producción de 12,000 a 18,000 litros.año-1 de biol y en instalaciones industriales (ganado lechero, avicultura) hasta 2,500 litros /día (Foto N° 1) los cuales se obtienen de las descargas periódicas del biodigestor cuando se produce metano.



Figura N° 2. Biodigestor industrial de una granja avícola. Chíncha, 2007 Fuente: Restrepo 1996

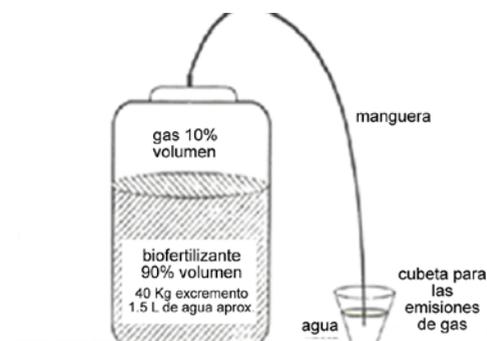


Figura N° 3. Producción artesanal de biol en cilindros

Los biodigestores para producción de biol son una adaptación de menor tamaño, requieren una menor carga de materia orgánica y producen una cantidad mínima de metano, insuficiente como fuente de energía, pero efectivo para la producción de un abono orgánico de fácil obtención; para ello se utilizan contenedores como cilindros, baldes o mangas de plástico, siempre y cuando se mantengan las condiciones anaeróbicas de descomposición (Figura N° 3). Estos biodigestores se cargan una sola vez y sólo son abiertos para extraer el abono elaborado, el cual se filtra, se airea (oxigenación) por algunos días y luego puede ser almacenado.

Los materiales utilizados en la carga de un biodigestor, independientemente de la producción de biogas o biol, presentan una relación C/N de 25 a 30, relación agua/materia seca igual a 10, temperatura óptima entre 25 – 35° C y pH alrededor de 7.0 (Suquilanda, 1995). Para el cargado inicial es importante la utilización de un inóculo, siendo los de mayor uso el líquido ruminal (protozoos y levaduras) o el lodo fermentado (Escalante y Kohashi-Shibata, 1993).

En el Cuadro N° 1 se presenta la composición bioquímica de un biol obtenido a partir

de estiércol de ganado lechero estabulado, que recibe en promedio una ración diaria de 60% de alfalfa, 30% de maíz ensilado y 10% de alimentos concentrados donde se encontró, además de macro y micro nutrientes, auxinas (AIA y precursores) y giberelinas.

| Componente | Unidad | Cantidad |
|-------------------|---------------|-----------------|
| Total sólidos | % | 5.6 |
| M.O. | % | 38.0 |
| Fibra | % | 20.0 |
| N | % | 1.6 |
| P | % | 0.2 |
| K | % | 1.5 |
| Ca | % | 0.2 |
| S | % | 0.2 |
| AIA | Ng/g | 12.0 |
| Giberelinas | Ng/g | 9.7 |
| Purinas | Ng/g | 9.3 |
| Tiamina (B1) | Ng/g | 187.5 |
| Riboflavina (B2) | Ng/g | 83.3 |
| Pyridoxina (B6) | Ng/g | 33.1 |
| Ac. Nicotínico | Ng/g | 10.8 |
| Ac. Fólico | Ng/g | 14.2 |
| Cisteína | Ng/g | 9.2 |
| Triptofano | Ng/g | 56.6 |

*Cuadro N° 1: Composición bioquímica del biol, procedente de ganado vacuno. Fuente: Suquilanda (1995). *ng/g: nanogramo/gramo*

Las aplicaciones de biol al follaje varían entre 10 a 100% con un promedio de 3-6 aplicaciones, especialmente en las etapas críticas del cultivo; al suelo se realizan por lo general durante el riego en concentraciones variables hasta el 100 % (Suquilanda, 1995).

Cóndor (1997) evaluó el efecto del biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var.italica), logrando los mejores rendimientos (11.85 t/ha) al realizar aplicaciones cada 15 días.

En trabajos realizados por la empresa lechera Gloria S.A. (1987) se utilizó biol en diluciones al 50% en aplicación foliar a los 30 y 60 días de la siembra, obteniendo incrementos en la producción de cebolla de 17.4%, pepinillo 22%, lechuga 8% y tomate 18%.

El presente trabajo resume 4 ensayos con biol, ejecutados en el Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) para evaluar su efecto

sobre la producción de hortalizas en sistemas de producción convencional (vainita, pepinillo para encurtido) y producción orgánica (espinaca y cebollita china), como una estrategia de incorporar alternativas de manejo ecológico, de bajo costo y fácil adopción entre los horticultores peruanos.

2. Biol en la Producción de Diferentes Hortalizas

2.1 Sistema de Producción Convencional: Vainita (*Phaseolus Vulgaris L.*)

Diferentes concentraciones de biol foliar (0, 20, 40, 80 y 100%), utilizadas comúnmente por horticultores periurbanos de Pachacamac y Manchay (zona rural de Lima), fueron probadas en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris L.*), incluyendo una aplicación al suelo de biol 100%, utilizada en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*).

Las diferentes concentraciones aplicadas (Cuadro N° 2), mostraron una tendencia a incrementar el rendimiento a medida que se incrementó la concentración de biol, siendo mayor con la concentración al 100% aunque sin diferencias estadísticas significativas. El peso promedio, longitud y diámetro de los frutos fue menor (mejor calidad) cuando se aplicó biol, pero a la vez alcanzó un mayor rendimiento, lo que demostraría que una mayor producción se obtuvo por un mayor número de frutos y floración, una mayor capacidad de carga por planta y menores valores unitarios de tamaño y peso de fruto.

| Biol (%) | Rdto. t/ha | Longitud cm | Diámetro cm | Peso g |
|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-----------|
| 0 | 16.0 | 13.36 | 0.86 | 6.3 |
| 10 | 16.4 | 12.86 | 0.83 | 6.0 |
| 20 | 15.4 | 12.92 | 0.83 | 5.9 |
| 40 | 16.0 | 13.12 | 0.83 | 6.1 |
| 80 | 17.1 | 12.71 | 0.85 | 5.8 |
| 100 | 17.8 | 13.04 | 0.84 | 6.0 |
| 100* | 17.9 | 12.81 | 0.84 | 5.7 |
| Promedio | 16.7 | 12.97 | 0.84 | 6.0 |
| C.V. (%) | 13.66 | 2.87 | 3.55 | 6.3 |
| Significación estadística | n.s | n.s | n.s | n.s |

Cuadro N° 2: Rendimiento y calidad de vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) utilizando biol. La Molina 2000. * Aplicado al suelo

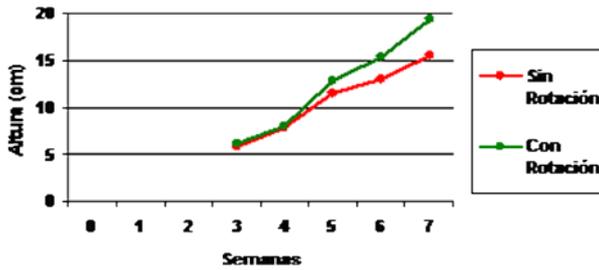


GRÁFICO N°1: Crecimiento promedio de espinaca (*Spinacea oleracea*) con y sin rotación de abono verde (*Crotalaria juncea*)

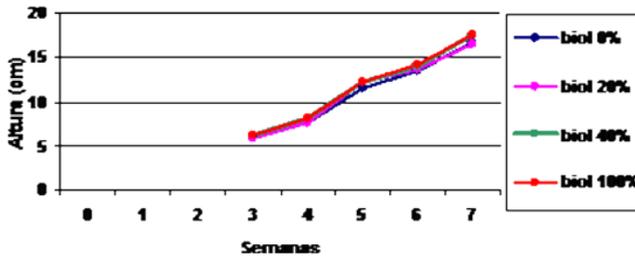


GRÁFICO N° 2: Crecimiento promedio de espinaca (*Spinacea oleracea*) con cuatro concentraciones de biol

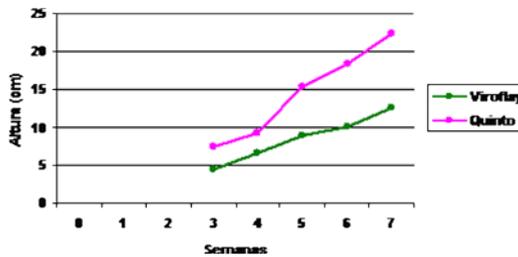


GRÁFICO N° 3: Crecimiento promedio de espinaca (*Spinacea oleracea*)

Cuando se analizó el suelo y raíces al final del cultivo (Cuadro N°3), se verificó que la vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo muy susceptible al daño por el nemátodo del nudo *Meloidogyne incognita* (Ugás et al. 2000), ya que se encontró un gran incremento de la población de nemátodos en el suelo, comparada con la población inicial (de 20 a 4000 individuos./100 cc de suelo), así como el grado más alto de nodulación en raíces (hasta 1375 individuos/ g de raíz). Sin embargo, el

rendimiento no fue afectado siendo más alto cuando se utilizó biol foliar o al suelo. Este efecto ha sido identificado como un efecto “no visible” del biol que genera una mayor resistencia o tolerancia del cultivo hacia los nemátodos, ya que aún cuando la infestación fue alta el rendimiento no se vió afectado, como señalan algunos autores como consecuencia del uso de fuentes de materia orgánica (Primavesi 1984).

| Muestra | N° ind. /g de raíz | N° ind. / 100 cc de suelo | Grado de Nodulación |
|-----------------|--------------------|---------------------------|---------------------|
| Biol 0 % | 861 | -- | 5 |
| Biol 10% | 8 | -- | - |
| Biol 20% | 740 | -- | 5 |
| Biol 40% | 1375 | -- | 5 |
| Biol 80% | 459 | --- | 5 |
| Biol 100% | 708 | -- | 5 |
| Biol -suelo | 385 | -- | 5 |
| Suelo (inicial) | -- | 20 | -- |
| Suelo (final) | -- | 4000 | 5 |

Cuadro N°3: Infestación por *Meloidogyne incognita* en suelo y raíces de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.). La Molina, 2000

2.2 Producción para procesamiento: pepinillo para encurtido (*Cucumis sativus* L)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cultivo de vainita, se determinaron dos concentraciones de biol promedio de biol foliar (30 y 50 %) comparados con fertilizantes foliares comerciales, seleccionados de acuerdo a la fuente de macronutrientes (NPK) y sus diferentes combinaciones (NP, NK, PK y NPK), a los que se agregó un tratamiento sin aplicación (testigo o control) en una época de siembra fuera de estación (otoño).

Aunque en el rendimiento (Cuadro N° 4) no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas las aplicaciones con biol obtuvieron los rendimientos más altos (25.68 t.ha-1 y 25.42 t.ha-1). Whitaker y Davis (1992) mencionan que aunque la temperatura es la variable de mayor importancia sobre la floración en pepinillo, otros factores podrían afectarla negativamente como un exceso de fertilización, mientras que los reguladores de crecimiento pueden estimularla; lo cual podría explicar que la mayoría de los tratamientos en base a NPK, hayan obtenido menores rendimientos frente

al biol; es muy probable que el efecto hormonal haya sido el factor determinante sobre el rendimiento en una siembra fuera de estación. Cuando se utilizó N foliar se provocó una disminución del rendimiento, incluso menor que cuando no se aplicó ningún fertilizante foliar.

Por lo que estos resultados sugieren que el efecto de bajas temperaturas en el rendimiento del cultivo de pepinillo puede ser compensado por la aplicación foliar de biol

| Tratamiento | Rendimiento t.ha⁻¹ | Peso Promedio de fruto g |
|----------------------|--|---|
| Testigo | 20.57 | 5.49 |
| N | 21.73 | 5.59 |
| P | 23.55 | 5.65 |
| K | 20.53 | 5.57 |
| N-P | 22.78 | 5.63 |
| N-K | 22.93 | 5.82 |
| P-K | 21.01 | 5.68 |
| N-P-K | 25.30 | 6.01 |
| Biol 30% | 25.42 | 5.86 |
| Biol 50% | 25.68 | 5.83 |
| Promedio | 22.95 | 5.71 |
| Significación | ns | ns |
| C.V. (%) | 17.29 | 3.85 |

Cuadro N° 4: Rendimiento de pepinillo (Cucumis sativus L.). La Molina 2003

El peso de los frutos no se modificó por la aplicación de biol o los fertilizantes foliares (Cuadro N°4), aunque fue mayor que cuando no se hizo ninguna aplicación. Un menor calibre se obtuvo en esta siembra fuera de estación, pero el alto rendimiento alcanzado sugiere una mayor producción de flores y frutos por planta, de manera similar a los resultados obtenidos por Barrios (2001) en el cultivo de vainita.

Por lo que se determinó el efecto positivo del biol en cultivos de fruto como pepinillo, que incrementa el rendimiento, estimulando una mayor floración y fructificación que cuando no se aplican abonos foliares, especialmente corrigiendo las deficiencias causadas por factores limitantes como temperatura y nutrición mineral, superando a las aplicaciones foliares con sólo N, P y K o cualquiera de sus combinaciones.

2.3 Agricultura Organica: Espinaca (*Spinacia oleracea L.*)

La espinaca es un cultivo de hoja, de alto valor nutricional, que en sistemas de cul-

tivo convencional utiliza grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados, especialmente úrea (46% de N), para obtener un mayor tamaño de planta, hojas más grandes y mayor intensidad de color. Por su rápido crecimiento, sólo se utiliza N al suelo y foliar como fuente de fertilización, aunque su uso indiscriminado origina altos costos y menor calidad nutricional. Por lo que consideró evaluar alternativas, que permitan mejorar el rendimiento y la productividad sin afectar la calidad ni los costos de producción, probados en un sistema de producción orgánica.

Por lo que se incluyeron varios factores, característicos de la producción orgánica, como la aplicación foliar de biol (0,20, 40 y 100%), la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea* L.) y la respuesta de dos cultivares de espinaca (Viroflay OP y el híbrido Quinto), así como sus interacciones.

Un mayor tamaño de planta se obtuvo cuando se cultivó espinaca en rotación con abono verde (*Crotalaria juncea* L.), se usaron mayores concentraciones de biol y el cultivar híbrido (Gráficos N° 1, 2 y 3).

El rendimiento fue mayor cuando se hizo la rotación con abono verde, se utilizó un cultivar híbrido y biol foliar 100 % (Cuadro N°4) pero fue altamente significativo para el biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea* L.), factores de mayor importancia en el rendimiento de este cultivo en producción orgánica.

| Tratamiento | Rendimiento (t/ha) |
|-----------------|--------------------|
| Rotación | |
| Sin abono verde | 17.97 b |
| Con abono verde | 24.29 a ** |
| Cultivar | n.s |
| Biol (%) | |
| 0 | 15.47 b |
| 20 | 20.26 ab |
| 40 | 22.99 a |
| 100 | 25.80 a** |
| C.V. (%) | 29.35 |

Cuadro N° 5: Efecto del biol, rotación con abono verde (*Crotalaria juncea* L.) y dos cultivares sobre el rendimiento de espinaca (*Spinacea oleracea* L.). La Molina, 2005

La rotación con abono verde (*Crotalaria juncea* L.) estimuló la acumulación de nitrógeno en el suelo, debido a la relación simbiótica de las raíces con bacterias del género *Rhizobium*; estos resultados concuerdan con Kolmans y Vásquez (1996) que mencionan un incremento de la producción de centeno hasta en 80% cuando se cultivó en rotación con abono verde. En Bolivia al utilizar tarwi (*Lupinus mutabilis* L.), una leguminosa andina, como abono verde, los rendimientos del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*.) se incrementaron hasta en 345% comparado con el tratamiento donde no hubo rotación (Bengolea, 1996).

Por otro lado el efecto del biol fue directamente proporcional a su concentración con diferencias estadísticas altamente significativas, concordando con Delgado (2003) y Barrios (2001) que obtuvieron mayores rendimientos a mayores concentraciones de biol foliar en los cultivos de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) y vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), lo que demuestra su efecto positivo sobre el rendimiento.

El efecto del biol se mostró como una variable independiente de la rotación con abono verde y del cultivar (híbrido o OP); las interacciones altamente significativas ocurrieron entre la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea* L.) y los cultivares de espinaca, mejorando incluso el rendimiento del cultivar Viroflay OP (25.2 t/ha), que superó al híbrido Quinto (23.3 t/ha). En ausencia de rotación con abono verde, el rendimiento de espinaca se incrementó sólo por el efecto del cultivar (Cuadro N°6).

| Tratamiento | Rendimiento (t/ha) |
|----------------------------|---------------------------|
| Rotación X Cultivar | |
| Sin abono verde x Viroflay | 13.65 b |
| Sin abono verde x Quinto | 22.29 a |
| Con abono verde x Viroflay | 25.24 a |
| Con abono verde x Quinto | 23.34 a |
| | ** |
| Promedio general | 21.13 |
| C.V. (%) | 29.35 |

Cuadro N° 6: *Interacciones entre biol, rotación con abono verde y cultivar sobre el rendimiento de espinaca orgánica (Spinacea oleracea L.). La Molina, 2005*

Especialmente en sistemas de producción orgánica, los cultivares OP pueden tener un mejor desempeño que los híbridos debido a su mayor adaptación, ya que no requieren de condiciones especiales de ambiente o alto uso de insumos. En Argelia, en condiciones desérticas, se encontró que la producción de cebolla (*Allium cepa* L), betarraga (*Beta vulgaris* L), rabanito (*Raphanus sativus* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L), col (*Brassica oleracea* var, capitata) y zapallito (*Cucurbita pepo* L.) fue mayor con cultivares de polinización abierta (OP) que con los híbridos (Gutiérrez y Tapia, 2006). Por lo tanto los cultivares OP representan una mejor alternativa en sistemas de producción orgánica, porque responden mejor con sistemas simples de abonamiento, como la rotación con un abono verde y aplicaciones de biol.

Por lo tanto el rendimiento de espinaca en sistemas de producción orgánica se explica por los efectos simples de rotación con abono verde, cultivar y biol en forma independiente, y por la interacción de rotación con abono verde con el cultivar.

La calidad externa del producto (tamaño de planta, largo y ancho de hoja) sólo se vio afectada por el efecto del cultivar; lo que significa que ni el biol ni la rotación con abono verde alteran o modifican estas características, propias del genotipo de cada

cultivar (Cuadro N° 7).

Cuadro N° 7: Efecto de la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y biol sobre la calidad externa de espinaca (*Spinacea oleracea* L). La Molina, 2005.

| FACTOR | Altura de planta cm | LÁMINA FOLIAR | |
|-----------------|---------------------|---------------|---------------|
| | | Largo cm | Ancho cm |
| Rotación | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cultivar | | | |
| Viroflay | 23.50 | 11.66 b | 8.89 b |
| Quinto | 32.96 ** | 14.28 a * | 10.52 a ** |
| Biol (%) | n.s. | n.s. | n.s. |
| C.V. (%) | 17.14 | 15.51 | 12.18 |

De acuerdo a estos resultados, es posible afirmar que en sistemas de producción orgánica el biol contribuye a incrementar la productividad del cultivo, alcanzando rendimientos superiores al de sistemas de producción convencional.

2.4 Produccion Organica Para Agroindustria: Cebollita China (*Allium cepa* L. var. *aggregatum*)

Se atribuye al biol un incremento del vigor en el brotamiento de estructuras vegetativas (bulbo, rizoma, cormo) usadas como semilla en muchos cultivos como cebollita china. Por esta razón se evaluó la inmersión de bulbos-semilla antes de la siembra, en una solución de biol diluida al 50 % que luego fueron cultivados con aplicaciones foliares de biol a diferentes concentraciones. Esta prueba se hizo para evaluar el efecto de biol sobre el crecimiento y producción de este cultivo, que depende en gran medida de aplicaciones de úrea agrícola, cuyo uso de ha vuelto indiscriminado y ha originado la aparición de enfermedades foliares y de suelo, la disminución del rendimiento y un mayor costo de producción.

Se realizaron cuatro siembras en el campo orgánico del Programa de Hortalizas de la UNALM y se utilizó un análisis combinado de ambos factores (inmersión de bulbo y biol) con cuatro épocas de siembra de cebollita china.

El producto cosechado en este cultivo es la planta entera, que se cosecha en verde. El rendimiento y el peso promedio de la planta entera (Cuadro N° 8) fue afectado por las diferentes concentraciones de biol foliar, la inmersión de bulbos y la época de siembra así como las interacciones de la época de siembra con biol e inmersión. La interacción época de siembra / biol y época de siembra / inmersión fue altamente

significativa, pero no lo fue para la interacción biol x inmersión, lo que demuestra que el efecto del biol es independiente de la inmersión y que la época de siembra es el factor de productividad más importante en este cultivo. De acuerdo a estos resultados, la aplicación de biol incrementó el rendimiento de cebollita china en forma proporcional a su concentración.

Cuadro N° 8: Rendimiento de Cebollita China (*Allium cepa* var. *aggregatum* L.). 2006

| FACTORES | PESO / PLANTA (g) | RENDIMIENTO (t/ha) |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
| INMERSION (I) | | |
| Con Inmersión | 123.52a | 23.58a |
| Sin Inmersión | 112.97b | 22.16b |
| Nivel de Significación | ** | ** |
| BIOL (B) | | |
| 0 % | 108.16b | 20.64b |
| 40 % | 119.49a | 23.85a |
| 100% | 124.19a | 24.13a |
| Nivel de Significación | ** | ** |
| EPOCA DE SIEMBRA (S) | | |
| Invierno | 111.28c | 21.42c |
| Primavera | 120.68b | 26.08a |
| Verano | 106.26c | 19.81d |
| Otoño | 130.75a | 24.18b |
| Nivel de Significación | ** | ** |
| INTERACCIONES | | |
| I x S | ** | ** |
| B x S | ** | ** |
| I x B | n.s. | n.s. |
| I X B x S | n.s. | n.s. |
| C.V. (%) | 6.97 | 6.85 |

Cuando no se hizo la inmersión de bulbos, el número de bulbos por planta fue menor, pero las aplicaciones foliares de biol influyeron sobre la altura de planta y el diámetro de bulbos (Cuadro N°9), por lo tanto el rendimiento estuvo influenciado por la altura de planta (hojas y bulbo) y el diámetro de los bulbos, siendo directamente proporcional; todas las interacciones fueron altamente significativas, contribuyendo a incrementar el rendimiento.

| FACTORES | Altura de Planta (cm) | Bulbos/planta | Diámetro de Bulbo (cm) |
|------------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| INMERSION (I) | | | |
| Con Immersion | 50.77a | 7.83b | 2.07a |
| Sin Immersion | 50.46a | 8.33a | 2.04a |
| Nivel de Significación | n.s. | ** | n.s. |
| BIOL (B) | | | |
| 0 % | 48.68b | 8.14a | 2.02b |
| 40 % | 51.87a | 8.00a | 2.13a |
| 100% | 51.29a | 8.10a | 2.01b |
| Nivel de Significación | ** | n.s. | ** |
| EPOCA DE SIEM-BRA (S) | | | |
| Invierno | 52.79b | 5.76c | 2.62a |
| Primavera | 47.55c | 5.17d | 2.66a |
| Verano | 44.74d | 11.09 | 1.46b |
| Otoño | 57.37a | 10.31b | 1.47b |
| Nivel de Significación | ** | ** | ** |
| INTERACCIONES | | | |
| I x S | ** | ** | ** |
| B x S | ** | ** | ** |
| I X B X S | ** | ** | ** |
| Nivel de Significación | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 2.82 | 5.27 | 4.37 |

Cuadro N°9: Parámetros de Calidad en Cebollita China (*Allium cepa* var. *aggregatum* L.). 2006

3. Conclusiones

A través de estos ensayos se ha verificado que las hortalizas son cultivos que responden bien a la aplicación de abonos foliares, especialmente cuando provienen de fuentes de materia orgánica como en el caso del biol, mejorando el rendimiento y la calidad, especialmente en condiciones desfavorables, cuando la aplicación foliar de fertilizantes es insuficiente.

En cuanto al biol, los ensayos sugieren que a mayor dosis de aplicación, se obtiene una mayor producción, lo que estaría asociado a un mayor vigor y resistencia a problemas sanitarios expresado en un mayor rendimiento. Las variables de peso unitario,

tamaño de planta, longitud de tallos no fueron afectadas por las aplicaciones de biol, pero en condiciones desfavorables de cultivo el efecto del biol fue superior. En ningún caso, el biol alteró las características de calidad del producto cosechado

A pesar de que las aplicaciones de biol foliar no obtuvieron diferencias estadísticas significativas con otros abonos foliares, los resultados de una mayor producción lo identifican como una alternativa de elaboración sencilla, bajo costo y fácil adopción por el agricultor, contribuyendo a menores costos de producción y mayores ingresos para el productor.

En sistemas de producción orgánica el biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) contribuyen a elevar la productividad de los cultivos.

El biol es una alternativa frente a la crisis de la agricultura ya que es un insumo de bajo costo, facilidad de elaboración y que contribuye al reciclaje de residuos de la finca. Su adopción extendida, principalmente entre pequeños agricultores, está demostrando la viabilidad de su uso.

BIBLIOGRAFIA

- Barrios, F. 2001.** *Efecto de Diferentes Concentraciones de Biol al Suelo y Foliarmente en el Cultivo de Vainita (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina, Lima-Perú.*
- Bengolea, J. 1996.** *Utilización de Tarwi como Abono Verde en el Programa de Chiroqasa del Norte de Potosí, Bolivia. Revista Agroecología y Desarrollo del Centro Latinoamericano de Desarrollo Sustentable (CLADES) Vol. N° 10. Ed. CLADES. Bolivia.*
- Chilet, M. 2009.** *Efecto del biol y la época de siembra en cebollita china (Allium cepa L. var. aggregatum) en un sistema de producción orgánico. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina, Lima-Perú.*
- Cóndor, P. 1997.** *Evaluación del efecto del abono líquido foliar orgánico enriquecido con microelementos en el cultivo de Brócoli (Brassica oleracea L.) asociado a culantro (Coriandrum sativum L.). Ed. RAAA. Lima, Perú.*
- Dávila S. 2007.** *Efecto del biol y la rotación de cultivo con abono verde (Crotalaria juncea L) sobre dos cultivares de espinaca (Spinacia oleracea L.) en un sistema de producción orgánico. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina, Lima-Perú.*
- Delgado, J. 2003.** *Efecto de la fertilización foliar en el cultivo de pepinillo para encurtido (Cucumis sativus L.) cv. Blitz. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.*
- Escalante, A. y J. Kohashi- Shibata. 1993.** *El rendimiento y crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Manual para la toma de datos. Centro de Botánica, Colegio de postgraduados Montecillo, Mpio. De Texcoco, México.*
- Ferruzzi, C. 1994.** *Manual de lombricultura. Edic. Mundi-Prensa. España.*
- GLORIA S.A. 1987.** *El bioabono y sus propiedades. Arequipa – Perú.*
- Guerrero, J. 1993.** *Abonos Orgánicos: Tecnología Para el Manejo Ecológico de Suelos. Ed. RAAA, Lima, Perú.*
- Gutiérrez, J. y J. Tapia. 2006.** *Evaluación de los cultivos en el huerto de DAJLA “campañas 2002 – 2006”. Ed. Agralia. Extremadura, España.*

Gros, A. 1986. *Abonos, Guía práctica de fertilización. Versión española de Alonso Domínguez. Editorial Mundi Prensa. Madrid – España.*

Kolmans E. y D. Vásquez. 1996. *Manual de Agricultura Ecológica. Ed. SIMAS -CICUTEC. Managua, Nicaragua.*

Labrador, J. 1996. *La Materia orgánica en los agroecosistemas. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. Madrid, España.*

Primavesi, A. 1984. *Manejo Ecológico del Suelo. Edit. El Ateneo. Argentina.*

Quiñones, L. 1993. *Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de tres cultivares de pepinillo para encurtido (Cucumis sativus L.). Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima - Perú.*

Restrepo, J. 1996. *Abonos orgánicos fermentados. CEDECO. Costa Rica.*

Restrepo, J. 1998. *La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. SIMAS. Nicaragua.*

Suquilanda, M. 1995. *El biol, fitoestimulante orgánico. Ed. FUNDAGRO. Ecuador.*

Ugás, R.; S. Siura; F. Delgado de la Flor; A. Casas y J. Toledo. 2000. *Hortalizas. Datos básicos. UNALM. Lima – Perú. 202 p.*

Whitaker, T.W. y G.N. Davis. 1992. *Cucurbits. Botany Cultivation and Utilization. Lonsov –Leonary Hills Books. Limited Lonsov Interscience Publishers Inc. New York. 242 p.*

Saray Siura S, Felipe Barrios, Jaime Delgado, Susana Dávila, Marco Chilet.
Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
saray@lamolina.edu.pe

Evaluación de Sostenibilidad de 40 Agroecosistemas bajo Manejo Orgánico en las Regiones del Maule y del Bío-bío (Chile)

Carlos Alberto Pino Torres, Bernarda Jiménez Guridi, Álvaro Carevic Rivera

Introducción

Entendiendo que la agricultura orgánica debe manejarse en base principios agroecológicos que tiendan a la sostenibilidad de los agroecosistemas, se evaluó la sostenibilidad de 40 predios con sistemas bajo manejo orgánico ubicados entre la Provincia de Curicó, Región del Maule, por el norte, y la Provincia de Ñuble, Región del Bío-bío, por el sur.

La estructura de este estudio corresponde a una estructura longitudinal, por lo cual no se comparan los sistemas productivos de referencia con sistemas alternativos, sino que se comparan sistemas y subsistemas frutícolas y hortícolas orgánicos, y en transición orgánica durante la temporada 2007-2008.

Para conocer el nivel de sostenibilidad se utilizó como metodología el MESMIS, Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad, descrito por Masera *et al* (2000). Realizándose algunas modificaciones al MESMIS, incluyendo a la evaluación una metodología abierta propuesta por Carevic (2008), donde el mismo equipo de trabajo dispuso, complementariamente, métodos de análisis propios.

Según Carevic (2008), este tipo de estudios requiere de una combinación de diseños que permitan obtener un buen plan que pueda guiar adecuadamente el proceso de recoger, analizar e interpretar las observaciones de datos de una investigación. A su vez Carevic cita a Alvira, (2002:99) quien define un diseño de investigación como un plan global que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto, técnicas

de recogida de datos a utilizar, análisis y objetivos.

2. Métodos

Masera *et al* (2000), plantea la metodología para la obtención y análisis de indicadores de sostenibilidad, MESMIS o Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad. Es una herramienta que permite calificar opciones, siendo punto de apoyo para hacer operativo el concepto de sustentabilidad en la búsqueda de un desarrollo social más equitativo y ambientalmente sano de las comunidades rurales.

El MESMIS tiene una orientación técnica y se basa en un enfoque participativo basado en la discusión y retroalimentación de evaluados y evaluadores.

La metodología contempla realizar una evaluación de la sustentabilidad comparativa entre sistemas, realizando juicios de comparación, ya que aseverar que un sistema es sustentable o no sin compararlo con otro, es imposible.

2.1. Definición del objeto de evaluación



Figura 1. Mapa de Sudamérica y Chile, destacando posición de la Región del Maule y del Biobío

2.1.1. Descripción la Región del Maule

La Región del Maule se encuentra ubicada entre el paralelo 34°41' y 36°33' de latitud sur y desde los 70°20' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. Su superficie territorial es de 30.296,1Km², lo que en relación a Chile corresponde al 1,51%. Limita al Norte con la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins, al Sur con la VIII Región del BíoBío, al Este con la República Argentina y al Oeste con el Océano Pacífico. La capital regional es Talca, y la región está dividida en 4 provincias y 30 comunas (www.mapasdechile.cl).

2.1.2. Ubicación de los Agroecosistemas evaluados en la Región del Maule

Los 24 predios evaluados en la Región se distribuyen entre las comunas de Teno, Romeral, Rauco, Hualañe, Curicó, Sagrada Familia, Río Claro, San Rafael, Talca, San Clemente, Parral y Longaví. En la figura 2 se muestra un mapa con la georreferenciación de los predios evaluados en la región, las banderas verdes marcan la ubicación de los predios.

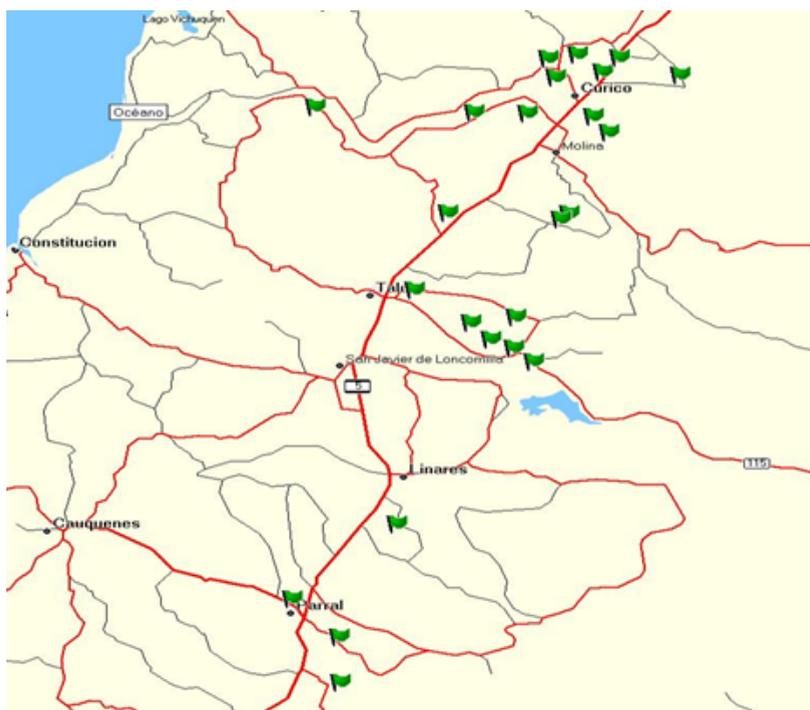


Figura 2. Mapa Región del Maule. Las banderas indican los 24 agroecosistemas evaluados en la región.

2.1.3. Descripción Región del BíoBío

La Región del BíoBío se extiende entre los 36°0' y los 38°30' de latitud sur, y desde los 71°00' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. Su superficie territorial es de 37.062,6 Km²., lo que en relación a Chile corresponde al 1,8% del total de superficie. Limita al norte con VII Región del Maule, al sur con IX Región de La Araucanía, al este con la República de Argentina y al oeste con el Océano Pacífico. La capital regional es la ciudad de Concepción, y la Región se encuentra dividida en 4 provincias con un total de 52 comunas (www.mapasdechile.cl).

2.1.4. Ubicación de los Agroecosistemas evaluados en la Región del BíoBío

Los 16 predios evaluados en la Región se distribuyen en las comunas de San Carlos, San Nicolás, Coihueco, Chillán, Pinto y Bulnes. En la figura 3 se muestra un mapa con la georreferenciación de los predios evaluados en la región, las banderas verdes marcan la ubicación de los predios.

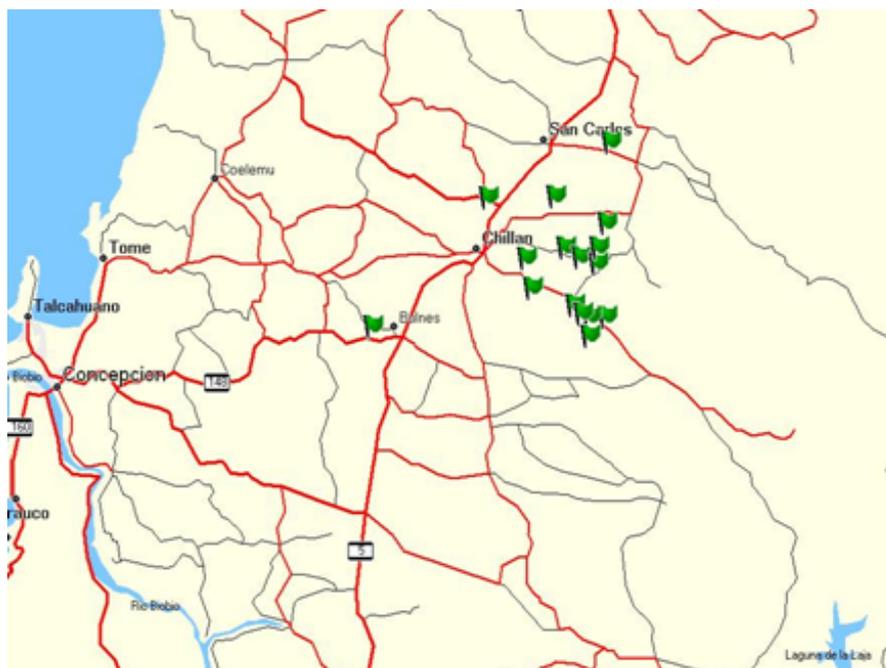


Figura 3. Mapa Región del BíoBío. Las banderas indican los 16 agroecosistemas evaluados en la región.

2.2. Caracterización general de los Agroecosistemas evaluados

Los predios evaluados corresponden a sistemas y subsistemas frutícolas y/u hortícolas ubicados principalmente en el valle central-sur de Chile, así como también en la precordillera andina y zona costera, entre las Provincias de Curicó y Ñuble.

Corresponden principalmente a frutales mayores como manzanos, cerezos y kiwis, frutales menores como frambuesas, moras y arándanos y hortalizas, como zapallo, pimentón y tomate, todos bajo programas de manejo orgánico y programa de certificación.

2.3. Identificación de los puntos críticos del sistema

Después de definidos los sistemas de manejo bajo estudio se priorizó los puntos críticos, aspectos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo, que dificultan o facilitan la productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, equidad, adaptabilidad y autogestión del sistema.

Es en esta etapa se hizo la primera modificación metodológica ya que los puntos críticos no fueron obtenidos a través de metodología participativa junto con los agricultores, sino que se obtuvieron a través de un trabajo conjunto entre el equipo técnico y asesores del estudio.

2.4. Selección de los Criterios de Diagnóstico e Indicadores

Una vez determinados los puntos críticos se establecieron los subindicadores estratégicos los que se agruparon para formar los Indicadores. A su vez los Indicadores fueron agrupados según la dimensión de evaluación a la que pertenecen y se construyó un cuadro resumen (cuadro 1), reuniendo subindicadores, indicadores y dimensiones.

A las dimensiones de sostenibilidad utilizadas por el MESMIS, Ambiental, Económica y Sociocultural se le sumó la dimensión Tecnológica, la cual incluye los Indicadores Riego y Manejo del predio. Lo anterior pues como señala Carevic (2008) la manera de generar conocimientos y evaluar agroecológicamente las actuales estrategias de uso diferenciado de los recursos naturales, deben enfrentarse con pluralismo metodológico, lo cual corresponde a un enfoque bien claro de la Agroecología.

| Dimensión | Indicador de sostenibilidad | Nº | Subindicador |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Ambiental | Suelo | 1 | Materia orgánica (%) |
| | | 2 | Biomasa microbiana (ug/gr suelo) |
| | | 3 | FDA (ml de fluorescina/gr de suelo/hr) |
| | | 4 | Agregación estable % |
| | | 5 | Disponibilidad N (ppm) |
| | | 6 | Disponibilidad P (ppm) |
| | | 7 | Disponibilidad K (ppm) |
| | Biodiversidad | 8 | Diversidad fauna edáfica (Dominancia) |
| | | 9 | Diversidad fauna edáfica (Equidad) |
| | | 10 | Riqueza de individuos (n) |
| | | 11 | Diversidad de especies cultivadas |
| | | 12 | Riqueza de especies vegetales no cultivadas |
| | | 13 | Especies vegetales no cultivadas/hectárea |
| | | 14 | Especies vegetales nativas (%) |
| | | 15 | Representatividad (%) |
| Cobertura Vegetal | 16 | Suelo cubierto (%) | |
| Áreas Ecológicas | 17 | Áreas ecológicas (%) | |
| Reciclaje de Residuos Orgánicos | 18 | Reciclaje de residuos orgánicos (%) | |
| Tecnológica | Riego | 19 | Eficiencia de riego |
| | Manejo Del Predio | 20 | Incidencia de pestes |
| | | 21 | Mecanización del sistema (%) |
| | | 22 | Insumos autoelaborados (%) |
| | | 23 | Métodos de control de malezas |
| | | 24 | Incerteza productiva |
| Económica | Productividad | 25 | Incerteza económica |
| | | 26 | Margen bruto |
| | | 27 | Beneficio/costo |
| | | 28 | Comercialización de productos |
| | | 29 | Procedencia de la mano de obra |
| | Mano de Obra | 30 | Demanda de trabajo |
| Sociocultural | Tenencia De Recursos | 31 | Tenencia de la tierra |
| | | 32 | Recursos productivos |
| | Organización | 33 | Asociatividad de agricultores orgánicos |
| | Cultura Productiva | 34 | Cultura productiva |
| | Innovación Al Sistema Productivo | 35 | Asimilación de las innovaciones |
| | Apoyo Al Sistema Productivo | 36 | Asistencia técnica en producción orgánica |
| | | 37 | Capacitación en producción orgánica |
| | | 38 | Uso de instrumentos públicos en la producción orgánica |

Cuadro 1. Descripción de subindicadores, indicadores y dimensiones de sostenibilidad.

2.5 Medición y monitoreo de Indicadores y Subindicadores de Sostenibilidad

La obtención de información primaria se obtuvo a partir de una encuesta realizada al agricultor administrador o propietario del predio. La información secundaria, se obtuvo a través de análisis de laboratorios, terreno, descripción y recolección (para análisis de diversidad vegetal). Los Análisis de suelo fueron desarrollados en el Laboratorio de suelos de INIA Quilamapu y los análisis de fauna edáfica fueron realizados en el Laboratorio de Agronomía de la Universidad Católica del Maule y Laboratorio de Agroecología Ltda

3. Integración de Resultados

En la Figura 4 se muestra la gráfica de Ameba para los 24 agroecosistemas evaluados en la Región del Maule, y la figura 5 muestra la gráfica de Ameba para los 16

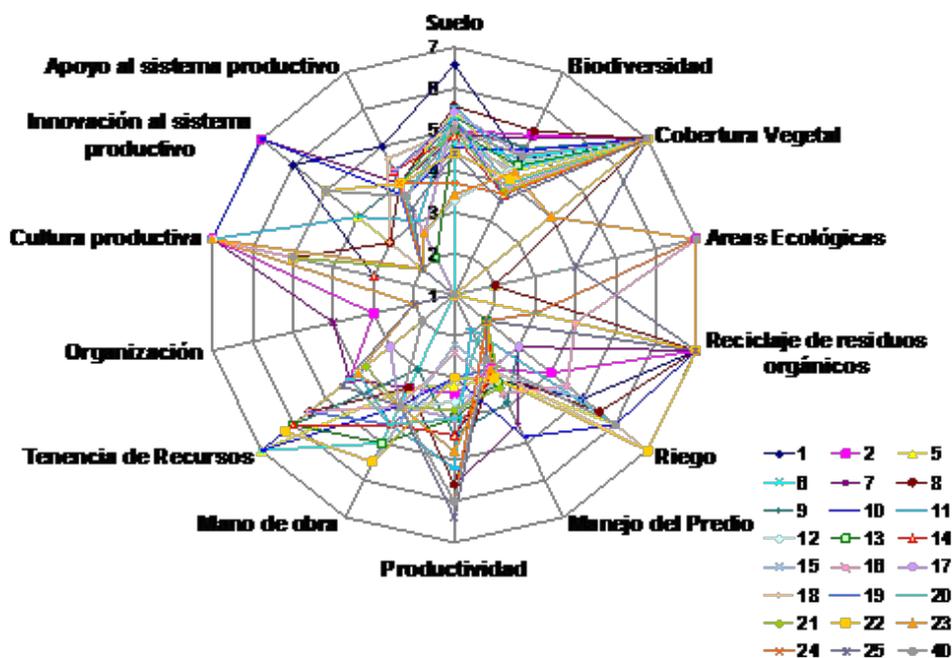


Figura 4. Gráfica de Ameba para los 24 agroecosistemas evaluados de la Región del Maule. * El número de cada agroecosistema evaluado no está en orden correlativo pues se les otorgo éste de acuerdo a la fecha de visita (Ej. Entre el predio 2 y 5 se visito los predios 3 y 4 que corresponde a la Región del Biobío, así como luego del predio 25 se visitaron en orden correlativo predios de la Región del Biobío, hasta el predio 39, luego el predio 40 corresponde a la Región del Maule). A la vez el número corresponde a un nombre ficticio otorgado por el equipo de trabajo al no poder entregar la información nominativa.

periferia de la gráfica implicará que será mayor el nivel de sostenibilidad del sistema productivo evaluado.

Estos gráficos de Ameba permiten visualizar cuales son los Indicadores en que el sistema posee baja sostenibilidad y por lo tanto en aquellos que se puede trabajar con la idea de poder mejorar estos aspectos y aumentar su condición de sostenibilidad y por tanto la habilidad de mantenerse en el tiempo en las dimensiones económicas, ambientales, socioculturales y tecnológicas, a diferencia del gráfico de barras que muestra el promedio global de los Indicadores por predio, figuras 5 y 6 dando una visión generalizada del sistema completo, no individualizada por Indicador.

En la figura 6 se entrega un gráfico con el consolidado del promedio global de sostenibilidad por agroecosistema evaluado en la Región del Maule. Se puede señalar que son **Muy Sostenibles** aquellos predios que presentan un valor promedio mayor o igual a 6 (no hay predios que hayan alcanzado ese valor); son **Sostenibles** aquellos predios que presentan un valor promedio mayor o igual a 5, éstos corresponden a los predios 1, 2, 7 y 10. Los predios que presentan un valor promedio mayor o igual a 4 y menor a 5 son predios Medianamente Sostenibles, tales como predios 8, 9, 11, 16, 22, 23 y 40. Los predios Poco Sostenibles corresponden a aquellos donde el valor

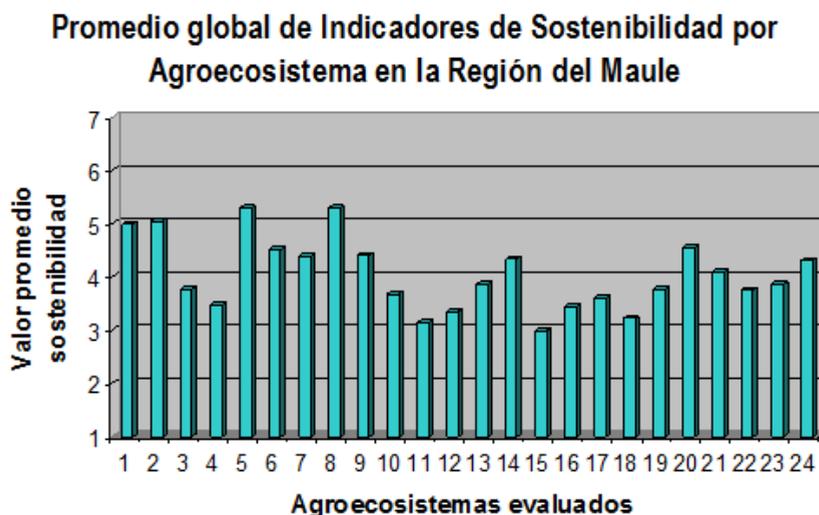


Figura 6. Promedio Global de Indicadores por agroecosistema en la Región del Maule.

promedio de los indicadores es mayor o igual a 3 y menor a 4, predios 5, 6, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 24 y 25. Los niveles Medianamente Insostenible (valor promedio mayor o igual a 2 y menor a 3) e Insostenibles (valor promedio menor a 2) no fueron alcanzados por ningún predio.

Luego en la figura 7 se aprecia fácilmente la sostenibilidad de los sistema agrícola evaluados en la Región del Biobío.

Se puede señalar que son Muy Sostenibles aquellos predios que presentan un valor promedio mayor o igual a 6 (ningún predio alcanzó ese valor); son Sostenibles aquellos predios que presentan un valor promedio mayor o igual a 5, éstos corresponden a los predios 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37 y 39. Los predios que presentan un valor promedio mayor o igual a 4 y menor a 5 son predios Medianamente Sostenibles, tales como los predios 4, 27, 34, 35, y 48. El nivel Poco Sostenible corresponde cuando el valor promedio de los indicadores es mayor o igual a 3 y menor a 4, predio 3. Los niveles Medianamente Insostenible (valor promedio mayor o igual a 2 y menor a 3) e Insostenibles (valor promedio menor a 2) no fueron alcanzados por ningún predio.

En la figura 8 se presenta la valoración porcentual de acuerdo al nivel de sostenibilidad alcanzado por los 40 agroecosistemas evaluados. El 35% correspondiente a 14 predios presentan un nivel Sostenible; el 30%, correspondiente a 12 predios presentan un nivel Medianamente Sostenible; 35% restante, correspondiente a 14 predios

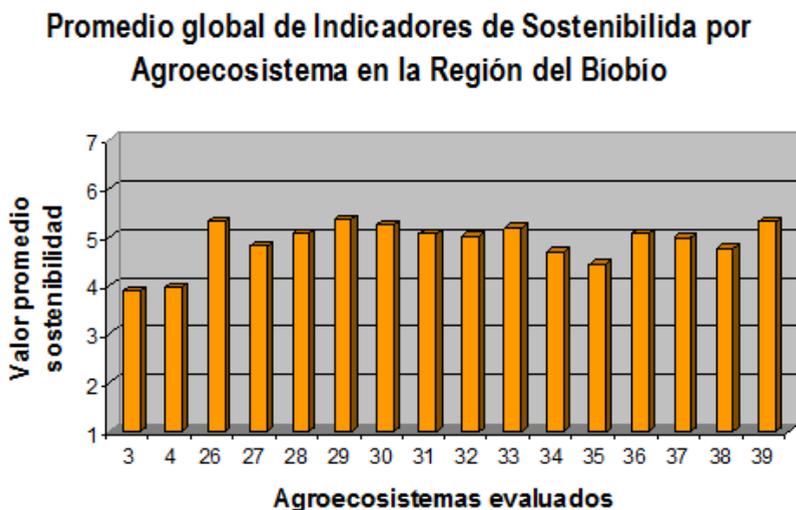


Figura 7. Promedio Global de Indicadores de sostenibilidad por agroecosistema en la Región del Biobío.

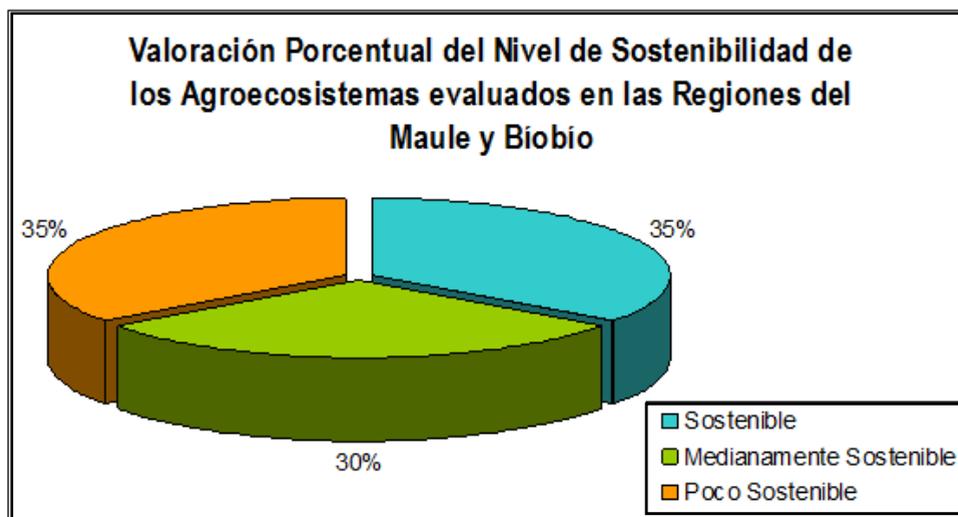


Figura 8. Valoración Porcentual del Promedio Global de Indicadores de los 40 agroecosistemas evaluados en las Regiones del Maule y Biobío

presentan un nivel Poco Sostenible.

Finalmente, si estas cifras se desglosan por Región, tenemos que en la Región del Maule, de un universo de 24 predios, el 54%, correspondiente a 13 predios, presentan un nivel Poco Sostenible; el 29%, correspondiente a 7 predios, presentan un nivel Medianamente Sostenible; y el 17%, correspondiente a 4 predios, presentan un nivel Sostenible.

En la región del Biobío, de un universo de 16 predios, el 6%, correspondiente a 1 predio, presentan un nivel Poco Sostenible; el 31%, correspondiente a 5 predios, presentan un nivel Medianamente Sostenible; y el 63%, correspondiente a 10 predios, presentan un nivel Sostenible.

4. Conclusiones y recomendaciones

Los niveles de sostenibilidad alcanzados en la Región del Biobío, en gran parte se explican por el tipo de suelo presente en esta área geográfica. Con elevados niveles de materia orgánica y la conservación de ésta mediante técnicas propias de gestión acorde a los principios de agricultura orgánica hacen que las zonas en las cuales se practica agricultura orgánica en esta región posean un nivel de sostenibilidad claramente mayor. Por otro lado el grado de compromiso de los agricultores frente a la producción sana y sustentable de alimentos, junto con los años de experiencia en

manejo orgánico, considerando que la mayor parte de los predios evaluados tiene al menos 5 años de producción orgánica, hacen sin duda que esta región posea un elevado nivel de sostenibilidad en comparación con la Región del Maule.

Al considerar las condiciones edáficas, suelos con menor contenido de materia orgánica, y considerando el costo humano y económico del manejo de suelos para que el sistema orgánico se mantenga en estas condiciones, junto con el menor conocimiento en las prácticas de manejo orgánico y una motivación más bien económica y sistemas que propenden al monocultivo, intervenidos en base a la sustitución de insumos donde se cambian insumos no permitidos por insumos permitidos, con utilización de principios de la agricultura integrada y baja asociatividad, hacen que los predios de la Región del Maule se encuentren en un nivel de sostenibilidad más bajo que la Región del Bío-bío.

El paso desde una agricultura convencional hacia una agricultura sostenible con base en principios ecológicos debe ser mediado por un proceso de transición, en el cual la primera etapa sería de sustitución de insumos sintéticos por orgánicos, para luego llegar a un etapa de rediseño y mantención en el tiempo de prácticas sostenibles, entendiéndose por sostenible como aquel que se apoya en el mínimo de insumos artificiales externos a la producción, maneja las plagas y enfermedades mediante mecanismos internos de regulación y es capaz de recuperarse de las perturbaciones ocasionadas por las prácticas de cultivo y cosecha, por tanto, en general, la Región del Maule posee sistemas prediales con menos experiencia y con una fuerte motivación económica, los cuales comienzan su transición agroecológica, por lo cual es fundamental el apoyo de esas unidades en los indicadores que se muestran como poco sostenibles, ello pues de otra forma corren el riesgo de fracasar y abandonar la agricultura orgánica.

En determinadas áreas con condiciones edafoclimáticas más favorables para la agricultura orgánica serán más sostenibles aquellos predios con mayor contenido de materia orgánica en el suelo, mayor agregación de las partículas y mayor actividad biológica, con lo cual se logra una mayor fertilidad de suelos, mejor condición nutricional de las plantas, mayor producción y margen bruto. Si se interviene el sistema, rediseñándolo a escala predial y no como subunidades independientes y menos en paralelismo, se pueden obtener ciclos minerales, biológicos y energéticos más cerrados y eficientes, incorporando el componente animal al subsistema, usando el guano compostado de animales propios, autoelaborando abonos y dejando la sustitución de insumos, permitirán generar sistemas con una sostenibilidad real, pues al intervenir el agroecosistema en base a la sustitución de insumos, los sistemas se hacen menos sostenibles. Por lo tanto es recomendable el manejo en base a principios agroecológicos, alejándose del monocultivo en el paisaje agrícola, diversificando cultivos

y variedades, generando reciclaje, reuso, autoelaboración de insumos y cosechas escalonadas permitiendo tener una continuidad en el uso de la mano de obra y en la oferta de productos al mercado.

Los principales desafíos que enfrentan las regiones en cuestión están en el ámbito sociocultural, siendo muy necesaria la organización, asociatividad, la superación de incertezas técnico/económicas y la participación de los agricultores. La necesidad de educación, capacitación, desarrollo del mercado local, adecuación de la normativa nacional y autoridad competente en sintonía con los agricultores, son los principales aspectos a considerar y resolver en el futuro.

5. Bibliografía

Altieri, M. A. (1999). *Agroecología Bases Científicas para una Agricultura Sustentable.* Editorial Nordan. 10-56.

Altieri, M. y Nicholls C. (2000) *Agroecología, Teoría y práctica para una agricultura sustentable.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México. 1-10.

Altieri, M. y Nicholls, C. (2002) *Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café.* Universidad de California, Berkeley. *Apuntes VII Maestría en Agroecología y desarrollo rural sostenible.* Universidad Internacional de Andalucía. España.

Carevic, A. (2008). *Degradación o Sustentabilidad de los Campesinos en el Desierto Chileno.* Universidad Arturo Prat, Departamento de Agricultura del Desierto, Dirección General de Planificación. 307 p.

Gliessman, S. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible.* CATIE. Costa Rica.

Guzmán Casado, G.; González de Molina, M. y Sevilla Guzmán, E. (2000). *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible.* Ediciones Mundi-Prensa. España.

Masera, O., Astier M. y López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS.* GIRA- México.

Petersen, P. (2003). *Evaluando la sustentabilidad: estudios de caso sobre impactos de innovaciones agroecológicas en la agricultura familiar de diferentes países Latinoamericanos AS-PTA, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, Río de Janeiro, Brasil.* Revista LEISA. España. Reflexiones finales.

Pino, C. (2006). *Estudio de sostenibilidad de sistemas vitícolas en transición agroecológica en la provincia de Cauquenes, Chile.* Universidad de Andalucía, España. 6-70.

Carlos Alberto Pino Torres.

Universidad Católica del Maule - Chile

cpino@agroecologia.cl

Indicadores de sostenibilidad con enfoque agroecológico en agroecosistemas tropicales

**Marina Sánchez de Prager, Martín Prager Mosquera,
Diego Iván Ángel Sánchez, Patricia Sarria**

Introducción

La investigación de los agroecosistemas está atravesada por nuestras áreas de formación profesional. Desde cada perspectiva del conocimiento contamos con variables que fácilmente pueden utilizarse como indicadores de cambio. Algunas de ellas, reflejan la situación de un agroecosistema en forma compleja y en otros casos, son más puntuales.

Desde lo agrícola y/o pecuario algunas de las variables que consideramos nos acercan a esa “realidad”, se centran en la productividad del sistema, en la sanidad, en los cambios en los recursos naturales como el suelo y el agua. Otras, se orientan hacia lo que pasa con la comunidad beneficiaria y/o integrante del proceso, en indicativos de bienestar económico como capacidad adquisitiva, condiciones de vida, acceso a servicios básicos como salud, educación, vivienda rural, servicios de agua, energía eléctrica, alcantarillado, entre otros.

Normalmente, los grupos de investigación debido a limitaciones presupuestales, de tiempo, espacio, por la conformación de los equipos – mas disciplinares que interdisciplinares – ven limitados sus esfuerzos a enfocarse en temas específicos. Como resultados quedan documentos y acciones que muestran diagnósticos parciales de lo que sucede en el agroecosistema y en la comunidad pero, no siempre, sus principales problemas y en cómo avanzar en los ajustes y cambios que se requieren.

La Agroecología desde su perspectiva de visión sistémica y por lo tanto, procesal, nos coloca en esa paradoja: cómo hacer que realmente nuestro trabajo trascienda, tal vez, en el fin último, dentro de una visión cosmocéntrica: bienestar general.

En este escrito, los autores se han trazado como objetivos, presentar resultados de algunos indicadores de cambio en los cuales han recabado durante sus trabajos de investigación y hacer una reflexión desde allí, de lo que consideran avances y retos para acercarse al enfoque agroecológico.

Estudio de Indicadores desde la perspectiva de propiedades físico-químicas y biológicas de los suelos

En alguna ocasión trascendió en nuestro quehacer, una frase atribuida a la sabiduría veda: “cuando los insectos invaden el campo es señal de que el suelo está enfermo¹”. Esta profunda oración muestra la interrelación a través de redes, a veces insospechadas, que conforman tramas vitales inseparables y que llevan a que cuando ocurre un desequilibrio bajo el suelo, se manifiesta arriba y viceversa, aunque, la mayoría de las veces tratamos de generar una respuesta puntual a la situación.

En la Figura 1 se presenta la visión del suelo como sistema vivo, donde el tamaño de los compartimentos no está definido en términos porcentuales, sino simplemente de composición, valorando la presencia de la materia orgánica y de los organismos, dado que sin ellos, por más que esté presente la fracción mineral – arena, arcillas, limos – el suelo no se formaría. Dentro del enfoque sistémico todos estos componentes

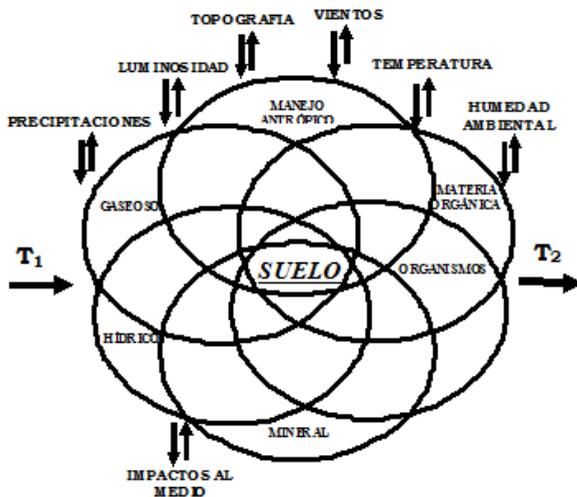


Figura 1. El suelo como sistema vivo y sus componentes a través del tiempo (T).

1 N.N. Desconocemos el (los) autores y referencias bibliográficas de esta frase, pero damos un inmenso valor a su significado desde el punto de vista del suelo como sistema vivo y su contribución al enfoque agroecológico. Por ello, la hemos transcrito tal como llegó a nuestro conocimiento.

interactúan y dan origen a propiedades emergentes como la Fertilidad, Estabilidad, Resiliencia, Sostenibilidad, Salud y Calidad del suelo (Primavesi, 1982; Burbano, 1989; Lavelle, 1997; Magdoff, 1997; Sánchez de P & Gómez, 2000; Sánchez de P, 2003; Sánchez de P, 2007).

Dentro de esta perspectiva, los diferentes componentes que interactúan pueden brindar información, con diferente grado de complejidad, con respecto a los procesos que están teniendo lugar en los agroecosistemas en un momento y tiempo determinados.

La materia orgánica del suelo como indicadora

La materia orgánica del suelo (MOS) está integrada por: a) materiales orgánicos recién depositados de origen animal, vegetal y microbiano, que van a ser objeto de descomposición biológica y posterior fuente de nutrientes para las plantas, de una forma rápida o lenta, dependiendo de su tasa de descomposición y de las condiciones presentes, b) materiales recalcitrantes, que han perdido su morfología y estructura inicial, se han estabilizado y quedan como remanente de nutrientes en el suelo, a más largo plazo. Los hemos denominado las reservas o almacenes del suelo, es el humus con sus diferentes componentes y lo indicamos como materia orgánica “estable”²(Primavesi, 1982; Siqueira *et al.*, 1994; Magdoff, 1997; Labrador, 2001; Prager *et al.*, 2002; Gómez, 2000)

La presencia de uno y otro material son fundamentales en los suelos. Mientras que los materiales orgánicos depositados “*in situ*” o adicionados como compost y abonos verdes, entre otros, pueden alcanzar valores de t/ha, en el segundo caso, los métodos tradicionales de los laboratorios analíticos, evalúan la materia orgánica estable, en términos porcentuales y sus valores varían dependiendo de la edad del suelo, ubicación topográfica, las condiciones meteorológicas, su origen y el manejo agronómico del mismo. Por ejemplo, para la zona plana del Valle del Cauca (Colombia) un contenido de materia orgánica estable entre 3 a 4%, se considera adecuado a normal para estos suelos.

Diferentes investigadores a través de los siglos, con mirada visionaria, han enfatizado en la importancia de la materia orgánica y la necesidad de conservarla. El surgimiento de la revolución verde como estrategia política, económica, social y ambiental, dejó de lado la conservación de los recursos naturales y se concentró en un desarrollo extractivista de corto plazo altamente contaminante.

² En términos relativos, porque los agroecosistemas se caracterizan por su dinámica y equilibrio fluyente.

A esta tendencia no escaparon los sectores académicos que vieron influenciada su labor investigativa por respuestas “exitosas, rentables, rápidas”, generalistas³, sin que se tuvieran en cuenta los costos sociales, políticos y ambientales a corto y largo plazo. Aunque algunos investigadores valerosos contribuyeron y conservaron el enfoque agroecológico a través del tiempo, sólo en las últimas décadas han logrado contribuir al resurgimiento de la Agroecología en los planteles universitarios y en el fortalecimiento de los estudios bajo su enfoque.

Estudiar actualmente la materia orgánica y sus beneficios a nivel local, implica acudir a referentes nacionales y de otras latitudes y recabar en resultados ampliamente demostrados y otros, que, gracias a los avances tecnológicos, hoy se pueden estimar con mayor precisión.

La materia orgánica, ha sido muestreada en varias investigaciones donde ha participado nuestro grupo y otros profesionales e instituciones regionales. Ha sido posible monitorear y corroborar las afirmaciones efectuadas por diferentes investigadores acerca de su interacción con diferentes características de los suelos. Esta variable permite en muchos casos inferir información acerca de las tendencias a esperar en otras variables del suelo, altamente relacionadas con la fertilidad del suelo como propiedad emergente (Tabla 1).

En cuanto a materiales orgánicos depositados directamente por los ecosistemas o incorporados a través de prácticas agronómicas como el uso de abonos verdes, se ha encontrado que esta cobertura significa biomasa potencial para aporte de nutrientes y cambio en condiciones de temperatura y almacenamiento de agua en el suelo, entre otros beneficios.

Por ejemplo, en Sevilla (Valle del Cauca) en cultivos de café bajo sombrío y con manejo agroecológico, en estimaciones puntuales, se han contabilizado promedios de residuos vegetales húmedos sobre el suelo equivalentes a 38 -55 t/ha y disminuciones de temperatura entre 2-3 °C comparados con suelos aledaños en la misma finca, a libre exposición (Sánchez de P *et al.*, Grupo Biología del Suelo, 2008-II). Al convertirlos a materia seca, se ha encontrado que alrededor del 20% de este valor corresponde a aportes de agua.

En cuanto al uso de abonos verdes (*Mucuna pruriens*, *Canavalia ensiformis*, Caja-

3 La respuesta de tipo generalista, es decir, a aplicar sin especificar las condiciones bajo las cuales era confiable un resultado, lo cual llevó al establecimiento de los llamados “paquetes tecnológicos” a adoptar, independiente de las condiciones presentes en cada lugar.

Tabla 1. Resumen de algunos estudios donde los contenidos y presencia de materia orgánica se relacionan con variables físico-químicas y biológicas en algunos suelos de los departamentos de Valle, Quindío, Cauca y Magdalena (Colombia).

| LOCALIDAD | SUELO MONITOREADO | PROPIEDADES RELACIONADAS | VARIABLES EVALUADAS | FUENTE BIBLIOGRÁFICA |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| Roldanillo-R (Valle) | Udic argiustoll | Físicas Químicas Biológicas | Agua disponible en los suelos estudiados P Incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>passiflora</i> e. Fosfatasas ácidas y alcalinas. Respiración y biomasa microbiana, diversidad biológica, micorrizas. | (Suárez, Sánchez de P, Madero & Tafur, 2001; González, Sánchez de P & Miranda, 2002; Rojas, Zúñiga & Sánchez de P, 2007; Arango, Sánchez de P & Miranda, 2003; Sánchez de P, 2003) |
| La Unión-LU (Valle) | Typic Calciaquert Udic argiustoll | Productiva Idem a R | Idem | (Idem) |
| Toro - T (Valle) | Typic Endoaquoll | Idem a R | Idem | (Idem) |
| Pivijay (Magdalena) (Magdalena) | Cambic arenosol (FAO) | Químicas Productiva Biológicas | pH, P, Ca, Mg, K, N-NH ₄ , N-NO ₃ , T/ha de yuca Respirometría (C-CO ₂), actividad enzimática y colonización por HMA | (Cadavid <i>et al.</i> , 1998; Gómez <i>et al.</i> , 2007) |

Tabla 1.
Continuación

| | | | | |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------|--|---|
| Palmira (Valle) | Typic Haplustoll | Físicas | Densidad aparente Porosidad % de humedad Índice de estabilidad de agregados | (Prager , 2009) |
| Sevilla (Valle) | Sin información | Físicas | Temperatura del suelo Humedad del suelo | (Sánchez de P, <i>et al.</i> Grupo Biología del Suelo, 2008-II) |
| Santander de Quilichao (Cauca) | Paleohumult ortoxico | Físicas Biológicas | Humedad del suelo Nematodos Micelio externo (HMA) Fósforo disponible | (Navia, Barrios, & Sánchez de P, 2006) |
| Meseta de Popayán (Cauca) | Andisoles | Químicas Biológicas | Fósforo y potasio, Nitrógeno. Biomasa microbiana, longitud de micelio externo, actividad biológica CCO_2 , $q(CO_2)$, $q(C)$. | (Paz, Sánchez de P & Sadeghian, 2006) |
| Caldoso (Cauca) | Oxic dystropepts | Físicas | Densidad aparente, porosidad, distribución de agregados, humedad de suelos. | |
| | | Biológicas Productivas | Micelio externo de HMA. Rendimientos. | (Molina, Barrios, Rao & Sánchez de P, 2005) |

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| Florida (Valle) Ingenio Manuelita (Valle) | Typic argiudoll con intrusiones de entic Fluventic Haplustoll | Biológicas Químicas Físicas | Fosfatasas ácidas y alcalinas, deshidrogenasas, % colonización por hongos que forman micorriza arbuscular (HMA). N, P, K, Ca, Mg, fraccionamiento de fósforo. Densidad aparente, estabilidad de agregados, textura. | (Narváez, Sánchez de P. & Menjivar, J. 2008; Ángel & Menjivar, 2008) |
| Tabla 1. Continuación | | | | |
| Quimbaya (Quindío) | Andisol | Biológicas | Biomasa microbiana, actividad microbiana, fosfatasas ácidas y alcalinas, ureasas, arilsulfatasas, q(CO ₂), q(C). | (Bolaños, Sánchez de P & Rao, 2006) |
| Quimbaya (Quindío) | Andisol | Biológicas Químicas Biológicas Químicas | Fosfatasas ácidas y alcalinas, biomasa microbiana, respiración microbiana, q(CO ₂), q(C). P disponible. | (Yoshioka, Sánchez de P & Bolaños, 2005) |
| Pescador (Cauca) | Oxic Dystropept | Químicas Biológicas Químicas | Micelio externo de HMA. P disponible | (Torres, Barrios & Sánchez de P, 2000; 2007) |
| Piendamó (Cauca) | Andisol | Químicas | NPK, Ca, Mg, MOS | (Prager, 2003) |

Tabla 2. Efecto en las propiedades químicas de sistemas de cobertura y labranza en un Andisol del Departamento del Cauca

Fuente: Prager M, 2003

| Tratamiento | pH | MOS % | P ppm | Meq/100gs Ca | Mg | K | CIC | % PSB |
|---|-----|-------|-------|--------------|-----|------|------|-------|
| Inicial | 5.3 | 7.2 | 4.2 | 1.1 | 0.3 | 0.08 | 2.6 | 58 |
| Labranza convencional + barrera+cobertura | 6.1 | 11.4 | 3.3 | 8.5 | 2.9 | 0.44 | 16.4 | 72 |
| Labranza mínima + cobertura | 5.9 | 12.6 | 5.6 | 8.6 | 3.1 | 0.9 | 18.8 | 67 |

nus cajan) incorporados a suelos setenta días después de sembrados, se ha observado disminución en la densidad aparente, incrementos en porosidad y 2.2% más de humedad almacenada en dicho suelo (Prager, 2009). El establecimiento de sistemas de cobertura vegetal y labranza en un andisol del Departamento del Cauca, después de cinco años de cultivos, significaron incrementos en la disponibilidad de nutrientes y en los contenidos de materia orgánica en el suelo (Tabla 2) (Prager, 2003).

En suelos del Valle del Cauca, se ha podido corroborar que mayores contenidos de materia orgánica “estable” en el suelo (fracción húmica) están relacionados con mayor agua disponible para los cultivos (Suárez, Sánchez de P, Madero & Tafur, 2001). Diferentes autores han enfatizado la función del suelo como bioacumulador de agua y regulador de efectos climáticos (Odum, 1995; Díaz, 2005).

4

Con respecto a propiedades químicas, en investigaciones adelantadas por Cadavid *et al.*, (1998) en suelos de Pivijay (Magdalena) encontraron que la sola práctica agronómica de no quemar los residuos de cosecha y dejarla como cobertura vegetal por un período de ocho años de siembras consecutivas con yuca (*Manihot esculenta*

4 “en los suelos se almacena el 40% de toda el agua dulce del planeta” (Díaz, 2005).

Krantz), significaba incrementos en los contenidos de materia orgánica estable en dichos suelos, mejoramiento en los tenores de P, K, Ca, Mg, entre otros y aumentos en la productividad de la yuca, en el octavo ciclo de cosecha, en más de 300%, con mayores beneficios cuando se manejaba con cero labranza.

Indicadores de actividad biológica en los suelos.

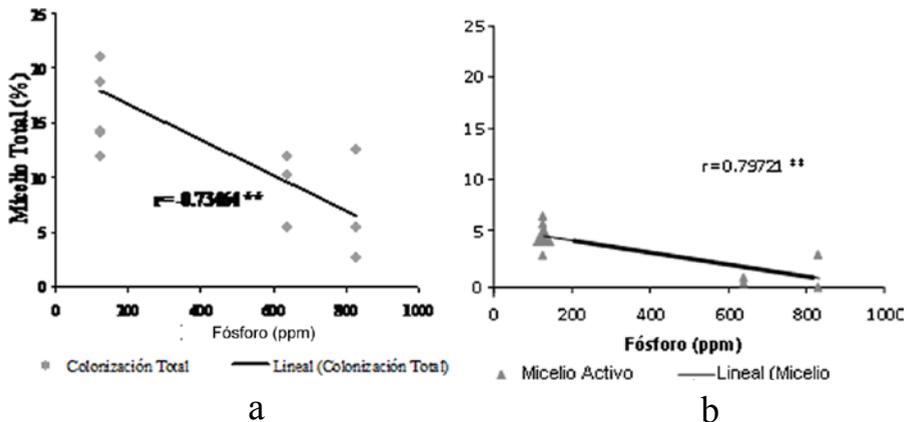
Dado que la materia orgánica, en sus diferentes manifestaciones constituye la principal fuente de nutrientes para la biota del suelo, con certeza se supone que estas variables están directamente relacionadas. No siempre se logra demostrarlo. Los estudios con enzimas del suelo brindan información valiosa al respecto. Algunas de ellas como fosfatasa ácida y alcalina, esterasa, trehalasa, ureasa, deshidrogenasa, arilsulfatasa, constituyen herramientas que no sólo se pueden relacionar con la materia orgánica, si no también con disponibilidad de nutrientes y con propiedades físicas fundamentales como estado de aireación y por lo tanto, movimiento de agua en el suelo.

En trabajos realizados por Narváez & Sánchez de P (2008), se encontró que cuando se aplican residuos orgánicos de subproductos industriales como vinazas, estos afectan negativamente la actividad de la enzima deshidrogenasa, cuando los suelos son pesados y presentan problemas de drenaje. Así la estimación de su actividad puede brindar información indirecta sobre algunas condiciones físicas de los suelos estrechamente relacionadas con productividad.

En cuanto a los hongos que forman micorriza arbuscular (HMA), se ha afirmado que cuando se incrementa el P disponible dependiendo del tipo de suelo y/o prácticas de aplicación con fertilizantes de síntesis, la presencia de la simbiosis MA y su efectividad disminuye. Estos resultados se han comprobado en diferentes cultivos como café, hortalizas como cebolla cabezona, pimentón, en frutales y en gramíneas (Sánchez de P, 1999).

En maracuyá – *Pasiflora edulis* Sims var. Flavicarpa se comprobó que cuando el cultivo está sujeto a intensa fertilización fosforada, se redujeron significativamente los porcentajes de colonización por HMA, tanto el micelio total como aquel involucrado activamente en la absorción de P con destino a la planta (Figura 2), lo cual señala este indicador como útil para monitorear aplicaciones de P soluble y hacer conciencia de lo antieconómica de la fertilización de síntesis, que inhibe la acción benéfica de recursos microbiológicos, cuya actividad puede ayudar a suplir entre el 50 y 75% de las necesidades de P un cultivo, sólo a través del estímulo de su acción mediante prácticas agronómicas, entre ellas, el manejo de la materia orgánica (Sán-

Figura 2. Correlación entre porcentajes de colonización por HMA y P disponible en el suelo, a) muestra el porcentaje de micelio total de HMA (teñido con tripano azul) independiente que participe o no en la absorción de P para la planta de maracuyá, b) cuantifica el micelio que está participando en la absorción de P por las plantas (tinción con succinato - deshidrogenasa).



chez de P, 2003).

Algunas de las variables más estudiadas desde lo biológico, son aquellas que brindan información acerca de las tasas de descomposición de la materia orgánica a través de la actividad respiratoria ($C-CO_2$). Cuando se estudia respirometría, el análisis parcial de los resultados puede llevar a que se interpreten erróneamente, relacionando incremento en la actividad respiratoria con equilibrio en el agroecosistema. Nada más alejado de la realidad.

Por ejemplo, cuando se aplican agroquímicos en el suelo como fungicidas, insecticidas, herbicidas, en la medida que se reduce la diversidad de las poblaciones, especialmente las microbianas, hay incremento en las que resisten los productos, las cuales, ante la ausencia de antagonistas hacen explosión poblacional, que se expresa no sólo en actividad respiratoria, si no que puede atentar contra la sanidad de los cultivos, al dar lugar a que algunas de ellas expresen su potencial patagénico.

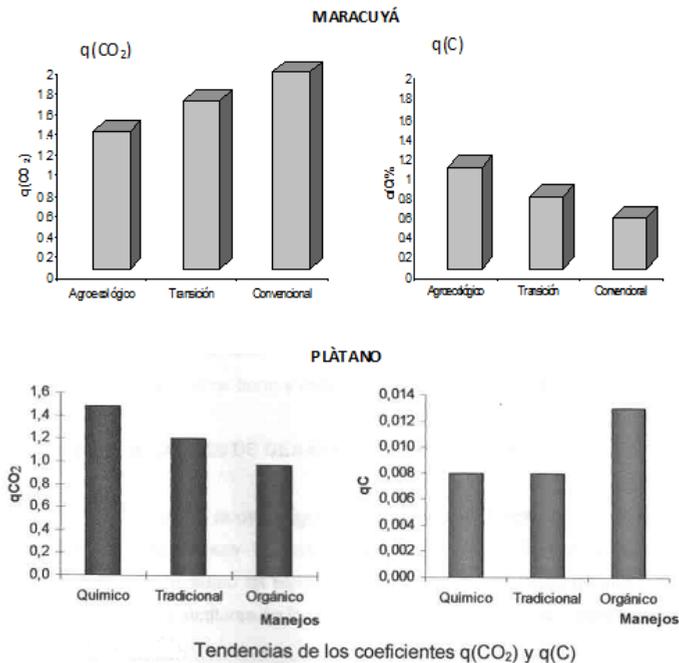
De allí la necesidad que los estudios de respirometría en el suelo, vayan acompañados de indagación acerca de algunas variables como diversidad poblacional, grupos funcionales⁵ y estimación de biomasa microbiana – que brinda información acerca de cuánto de ese carbono respirado, está quedando almacenado como reserva del

5 Por ejemplo, se ha encontrado que cuando los contenidos de materia orgánica estable se incrementan en los agroecosistemas los nematodos fitoparásitos, disminuyen drásticamente en el suelo y las especies de HMA y de microorganismos se aumentan (Papamija et al., 2002; Sánchez de P, 2003).

suelo a través de biomasa. Es decir, está capturado dentro del sistema –. Aún son más interesantes los índices de gasto $q(\text{CO}_2)$ y de reserva de carbono en el suelo $q(\text{C})$, que generan valores acerca de cuánto del C que se gasta retorna al suelo para ser constituyente del humus (materia orgánica estable) o fuente de nutrientes a mediano plazo (Anderson & Domsch, 1986, citados por Visser & Parkinson, 1992).

En la Figura 3 se muestran dos análisis de índices de reserva y gasto de carbono, realizados en cultivos de maracuyá (Valle del Cauca) y plátano (Quindío) sujetos a diferentes manejos agronómicos. En dichos suelos se efectuaron estudios de respirometría ($\text{C}-\text{CO}_2$), biomasa microbiana y posteriormente se hicieron cálculos de índices de gastos y reserva energética de C (Zúñiga, Rojas & Sánchez de P, 2003; Sánchez de P, 2003; Yoshioka, Sánchez de P & Bolaños, 2005). La combinación de las variables a través de los índices mostró que, en los dos cultivos, los suelos con distinto manejo agronómico diferían significativamente y aquellos bajo manejo agroecológico tenían una mayor reserva energética de C, que aquellos que estaban en transición o bajo manejo con insumos de síntesis. En estos últimos, ocurría el

Figura 3. Índices de gasto ($q(\text{CO}_2)$) y de reserva $q(\text{C})$ de carbono en los agroecosistemas maracuyá (Valle del Cauca) y plátano (Quindío). (Rojas & Sánchez de P, 2002; Yoshioka, et. al. 2005)



mayor gasto de C y una menor reserva, con sus consecuencias no sólo sobre el suelo, si no sobre el ambiente, dada la participación del C-CO₂ en el fenómeno de calentamiento climático global (SEAE, 2007).

Indicadores desde la biodiversidad y sanidad de los agroecosistemas

Quizás uno de los indicadores que mayor información arroja acerca de los sistemas agroecológicos es la diversidad, pues relaciona pasado con presente y la historia de manejo de la finca adquiere gran valor. En estudio llevado a cabo en Rozo (Valle del Cauca) en el cultivo del plátano *Musa AAB*, se seleccionaron cuatro lotes con edades de 12 y 2 años bajo este cultivo y con manejos convencional, con alto uso de agroquímicos y, agroecológico. Se encontró que las poblaciones más grandes de bacterias, hongos, actinomicetos y actividad metabólica se encontraban en los cultivos de mayor edad y con manejo agroecológico. La mayor diversidad de flora fungosa ocurría también en ellos. El número de esporas de hongos que forman micorriza arbuscular (HMA) disminuían drásticamente en los suelos bajo manejo convencional (Benjumea, *et al.*, 2007). Estos incrementos en diversidad vegetal y microbiológica, en varios agroecosistemas, inciden positivamente en la sanidad de ellos, calidad y nutrición de los productos (Sánchez de P, 2007; CVC, 2009)

Índices de diversidad de Shannon y de Bongger, generados en estudios con nemátodos en el suelo señalan que hay más estabilidad en los agroecosistemas agroecológicos y que las arvenses juegan papel importante en dicha estabilidad estructural (Papamija, *et al.*, 2002; Vanegas, *et al.*, 2003)

En estudios preliminares de diversidad florística en la granja ecológica Pura Vida en Andalucía (Valle del Cauca) se encontraron especies destinadas al consumo humano, animal, usos en medicina humana y animal, jardín y bienestar de los habitantes del espacio (García & Ángel, 2008). Esta diversidad asegura a los agricultores propietarios soberanía y seguridad alimentarias además de excedentes para mercados locales.

Estudio de Indicadores del componente animal dentro de los sistemas agroecológicos

La historia del hombre está ligada a los animales, inmersos en la producción de alimentos, dado su doble papel de generar proteína para la dieta humana y abonos para la fertilización del suelo dedicado a la parte agrícola. La integración de plantas y animales en la producción de alimentos y energía es prioritaria para diseñar sistemas productivos conservadores del recurso natural, culturalmente sensibles, socialmente

Tabla 3. Potencial de biomasa y nutrientes de residuos fecales provenientes de la producción animal. Fuente: (1) CVC-GTZ, 1987; (2) Figueroa, 1994.

| | Peso vivo promedio, kg | Cantidad diaria de (1) | | T o t a l heces + orina por animal, kg | Nutrientes (%) (2) | | |
|---------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------|-----|-----|
| | | Heces en % del peso vivo | Orina en % del peso vivo | | N | P | K |
| Aves | 1.5 | 4.5 | 4.5 | 0.135 | 0.8 | 0.4 | 0.5 |
| Bovinos | 300 | 5 | 4 | 27 | 0.6 | 0.2 | 0.2 |
| Cerdos | 70 | 2 | 3 | 3.5 | 0.7 | 0.5 | 0.2 |

justos y económicamente viables (Altieri & Nicholls, 2007). A través de ellos se genera mayor diversidad de vegetales y animales, con disminución de los costos de insumos, aseguran autonomía alimentaria en las familias y se insertan de forma complementaria en los mercados campesinos y ecológicos.

En la Tabla 3 se observan los aportes al suelo de las excretas de aves, bovinos y cerdos, registrados en algunas investigaciones (CVC-GTZ, 1987; Figueroa, 1994). Estas excretas constituyen fuentes de C y aportes de macronutrientes como Nitrógeno, Fósforo y Potasio al igual que elementos menores. La orina constituye además de recurso de nitrógeno, junto con las heces fecales, fuente y reservorio temporal de agua.

En el Instituto Mayor Campesino de Buga (Valle del Cauca, Colombia) en un sistema de granja ecológica IMCA, ubicado a 950 msnm, con intervalos de temperatura entre 18 y 39 °C y precipitaciones de 850 mm/año, se conjuga la producción agrícola (pasto para corte y pastoreo, huerta, caña de azúcar, cercas vivas, zonas verdes y plantas acuáticas, principalmente), con la producción pecuaria (bovinos, cerdos, ovejas, cuyes, peces, aves, búfalos), complementada con prácticas de manejo y con el uso “*in situ*” de la materia orgánica (biomasa) generada por el sistema y su utilización en producción de biogas y compost (Arredondo & Cruz, 2007).

Morales y Sarria, 2008, dentro del grupo de estudio en Agroecología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, realizaron una evaluación del subsistema de producción de pollo orgánico en la granja Pura Vida (Andalucía, Valle)⁶. En esta granja, los animales tienen zona de refugio y de pastoreo y el total de área destinada al subsistema, es cuatro veces mayor a aquella usada en la crianza convencional. Los alimentos se preparan en la misma granja, cuidando el adecuado balance de nutrientes y la calidad de las materias primas utilizadas, todas ellas de origen ecológico,

⁶ Sus propietarios Alfredo Añasco y Gladys Gutiérrez son agricultores y profesionales que se han formado en la escuela agroecológica y han convertido su pequeña finca en opción de vida.

obtenidas por los mismos agricultores y/o por campesinos de la región. La sanidad de los animales es buena y no se presenta mortalidad.

Estudio de Indicadores desde la productividad y el mercadeo en los sistemas agroecológicos

Una idea sobre la que hemos trabajado como realidad es que cuando un sistema agrícola hace transición hacia lo orgánico, los rendimientos y condiciones del sistema se ven afectados negativamente. Esta afirmación es necesario, quizás, relativizarla desde diferentes perspectivas.

Una primera perspectiva es, en términos de los agroecosistemas y las condiciones de suelos y manejo agronómicos previos, los cuales pueden llevar a que la reducción no se presente e inclusive, con el manejo agroecológico se obtengan mayores rendimientos. En la Tabla 4, se presentan dos estudios de caso. En tomate – *Lycopersicon esculentum* Mill, los resultados del sistema analizado, respondieron al tratamiento biológico aplicado, en este caso micorrizas y bacterias fijadoras de N_2 , pero en todos los casos estuvieron por debajo del rendimiento promedio regional del material biológico en la zona y época que se hizo el ensayo (Tofiño, *et al.*, 2007). En el segundo caso, correspondiente a maracuyá, los resultados del sistema en transición y del agroecológico, superaron, en algunas fincas, al testigo con manejo con productos de síntesis. Además del manejo agronómico, la historia de la parcela, juega papel importante en la interpretación de estos resultados (Alban & Prager, 2004).

*Tabla 4. Estudio de dos agroecosistemas: Tomate *Lycopersicon esculentum* L. y Maracuyá *Pasiflora edulis* var *Flavicarpa* en el Valle del Cauca, desde la perspectiva de productividad. Fuente: (1) Tofiño, Sánchez de P & Muñoz, 2007; (2) Alban & Prager M., 2004*

| Tomate (1) tratamientos | Rendimientos t/ha | Maracuyá (2) Agroecosistemas | Rendimientos t/ha/año |
|------------------------------------|------------------------------|---|----------------------------------|
| Fertilización media | 22.4 | Agroecológicos | |
| F. completa | 35.2 | Finca El Recuerdo | 43.6 |
| Bacteria 1 + F/2 | 36.9 | F. El Manantial | 41.3 |
| Bacteria 2 + F/2 | 30.3 | F. Hawai | 35.6 |
| Micorriza + F/2 | 40.7 | Transición | |
| B.1 + M + F/2 | 32.4 | Finca Porvenir | 37.1 |
| B.2 + M + F/2 | 37.1 | Convencional | |
| | | F. Sanjuanito | |
| | | Parcela 1 | 37.7 |
| | | Parcela 2 | 41.5 |
| | | F. Villa Sandra | 38.2 |

Una segunda perspectiva, se relaciona con los gastos que ocasiona el establecimiento de los agroecosistemas y la relación beneficio/ costo. Esto se refiere a que no siempre altos rendimientos significan ganancia, pues si en ellos, el gasto en insumos es grande, las ganancias se disminuyen y viceversa. En el caso del maracuyá, el estudio de costos arrojó que en el sistema con manejo de síntesis, alrededor del 40% de los costos totales correspondían a agroquímicos (Alban & Prager, 2004). Es decir, que al no aplicarlos, el agricultor podía disminuir rendimientos y aún el cultivo le era económicamente rentable.

Una tercera perspectiva a considerar es en términos de bienes y servicios ambientales que prestan los sistemas de cultivo, en ese caso, el sistema agroecológico sobre los recursos naturales no renovables como el suelo, agua, biosfera, clima en general, disponibilidad de oxígeno, captura de carbono, entre otros. Esta perspectiva sólo en este momento está siendo considerada a raíz de los evidentes fenómenos que demuestran que el calentamiento climático global es un hecho, que el agua dulce se está agotando y que estamos seriamente amenazados (SEAE, 2007).

Los pollos producidos en la granja Pura Vida (Andalucía, Valle) dentro de la experiencia presentada en el acápite anterior, en el mercado campesino tienen como factores de competitividad su sabor, poca grasa y el precio, similar a un pollo convencional a pesar de su mejor calidad. El margen de ganancia es cuatro veces la del productor convencional, además de la pollinaza obtenida. Esta última es tratada con microorganismos de montaña para acelerar su descomposición y utilizada en los cultivos agrícolas de la granja. La producción de pollos es la base de la economía familiar aunque semanalmente se llevan al mercado huevos, diversidad de frutas, frijoles, tubérculos y verduras y cuatro veces al año se venden cerdos cebados (Morales & Sarria, 2008).

En el departamento del Valle del Cauca se vienen desarrollando mercados campesinos que comercializan productos que han tenido manejo orgánico. Uno de ellos el mercado ecológico Surcando Sueños que se realiza en el municipio de PALMIRA (Valle del Cauca). Los agricultores se identifican como "... un grupo de pobladores campesinos de diferentes municipios organizados en asociaciones o ECAS, (escuelas campesinas de agroecológica), que se unen para plantear una alternativa acerca de la recuperación de la cultura rural campesina y de los bienes de la naturaleza, para así rescatar una antigua forma de relación de mercado (sin agrotóxicos) que genere nuevos lazos de fraternidad entre los grupos sociales rurales y urbanos" (CVC, 2009).

En este sentido, un número importante de entidades como CVC, ONG, la Univer-

sidad Nacional de Colombia y otras instituciones, participan en la tarea de apoyar estrategias de formación conceptual, práctica, organización y mercadeo de productos agroecológicos en diferentes municipios del Valle del Cauca⁷. Sin embargo, es escasa la información consolidada mensual y anual, acerca de volúmenes y precios alcanzados por los mercados ecológicos en nuestro Departamento (CVC, 2009; EL TIEMPO, 2009).

Algunas reflexiones acerca de los avances y retos al enfoque agroecológico.

Los resultados y discusión adelantadas en páginas anteriores, acompañados de una mirada retrospectiva, señalan que se avanza en la generación de información que valida la importancia de los sistemas de producción agroecológicos, se cuenta con tecnología e indicadores confiables y con el análisis conceptual requerido de lo que significa la Agroecología no solo a corto, si no a mediano y largo plazo, desde lo económico, social y, dentro de la perspectiva de los servicios ambientales que presta, coherentes con requerimientos para mitigar el cambio climático global.

A pesar de ello, de las grandes preocupaciones que subsisten es cómo lograr la apropiación de este conocimiento por parte de las comunidades, en forma tal que cuando los proyectos de investigación finalizan (uno ó máximo tres años de duración)⁸ y cesa la actividad de la Universidad en una localidad determinada continúe el proceso de transformación y consolidación del conocimiento a nivel local.

Se observa una debilidad grande en la conexión espacios de investigación, espacios políticos, sociales, económicos permanentes, locales, regionales y nacionales. Hay aislamiento entre las instituciones que trabajan con los agricultores desde diferentes perspectivas como: implementación de tecnologías agroecológicas, cambios sociales y culturales que se esperan y logros económicos a alcanzar con el posicionamiento de estos productos en los mercados y, los beneficios sociales, económicos y ambientales a obtener. Carecemos de un enfoque de trabajo en red que permita realizar esfuerzos conjuntos y generar información compartida.

La validación de los sistemas agroecológicos que se adoptan dentro de las particularidades de las comunidades, aportan en términos de reproducibilidad y confiabilidad

7 En nuestro estudio no se incluye el caso del café orgánico, como tampoco azúcar orgánica y su mercadeo, pues constituyen nichos muy organizados en forma empresarial y ampliamente documentados.

8 En el caso nuestro, una de las debilidades que enfrentamos en términos de financiación de investigación, es que normalmente las entidades públicas y privadas que aportan recursos, aprueban proyectos enfocados a presentar resultados finales en doce, dieciocho y máximo treinta y seis meses.

de los desarrollos logrados. La validación de los sistemas es factor importante si realmente se quiere una transformación socio-cultural y una adopción adecuada de las prácticas, al tiempo que se aporta al desarrollo de la investigación del país en un esquema Comunidad - Universidad – instituciones de diferente índole – Estado.

El llamado es a que las “conexiones ocultas”⁹ que existen dentro del enfoque agroecológico permitan que se den, en la práctica, las interrelaciones entre las diferentes instituciones encargadas o interesadas en hacer de la Agroecología una opción de futuro y, las propiedades emergentes ligadas al pensamiento agroecológico como solidaridad, respeto, simbiosis, cooperación, sinergismos, organización, sostenibilidad, redes, sean parte de la construcción ya no individual, si no colectiva.

9 Capra, F. 2003 b. Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medio-ambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo. Traduc. del inglés David Sempau. Anagrama. 389p.

Bibliografía

- Alban LS & M Prager (2004)** *Sistemas agrícolas asociados al cultivo de maracuyá *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*, en el norte del departamento del Valle del Cauca en los municipios de Roldanillo, La Unión y Toro. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. 60 p. (Inédito)*
- Altieri M & C Nicholls (2007)** *Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie textos básicos para la formación ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente PNUMA. México. 250 p.*
- Ángel DI, JC Menjivar (2008)** *Determinación de fracciones de fósforo y sus posibles cambios después de la aplicación de residuos de la industria del alcohol carburante (vinazas) en dos suelos del Valle del Cauca. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Suelos. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 119 p.*
- Arango MA, M Sánchez de P & JC Miranda (2003)** *Actividad de la trehalasa en la rizosfera del cultivo de Maracuyá *Passiflora* var. *flavicarpa* degener en condiciones de invernadero y campo bajo diferentes sistemas de manejo, condiciones sanitarias y edad del cultivo en el distrito RUT (Valle del Cauca.). Trabajo de grado- Ing. Agronómica. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 91 p.*
- Arredondo J & C Cruz (2007)** *Análisis de los subsistemas: porcinos, ovinos y peces en la granja agroecológica del Instituto Mayor Campesino, IMCA. Trabajo de práctica profesional de la carrera de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 49 p.*
- Benjumea C, JC Miranda, N Bravo, JE Muñoz, M Sánchez de P (2007)** *Evaluación de actividad microbiana en plátano (*Musa AAB*) con manejo ecológico y convencional en Rozo, Valle del Cauca. En: Las Endomicorrizas: Expresión Bioedáfica de Importancia en el Trópico. Sánchez de P. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Editorial Feriva, Cali.pp.223- 233.*
- Bolaños MM, M Sánchez de P & I Rao (2006)** *Actividad Enzimática (Deshidrogenasas, Proteasa, Celulasa, Fosfatasas y Arilsulfatasa) en suelo rizosférico de plátano (*Musa AAB*): Relación con Propiedades de un Andisol. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrarias Énfasis en Manejo de Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 225p.*

- Burbano O (1989)** *El suelo: Una visión sobre sus componentes bioorgánicos.* Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. 447p.
- Cadavid LF, MA El Sharkawy, A Acosta & T Sánchez (1998)** *long Term effects of Munch, fertilizanteion and tillage on Cassava Brown in sady soils in northen Colombia. Field Crops Research. 57 (1):45-56.*
- Capra F (2003 a)** *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos.* Quinta edición, Anagrama, Colección Argumentos, Barcelona, 359 p.
- Capra F (2003 b)** *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medio-ambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo. Traduc. Del inglés David Sempau. Anagrama. 389 p.*
- CVC GTZ (1987)** *Difusión de la tecnología del biogás en Colombia. Cali Colombia. 139 p.*
- CVC Suroriente Sede Palmira (2007)** *Consumamos productos orgánicos: Mercado ecológico, surcando sueños. Palmira, Valle.*
- CVC (2009)** *Guía práctica para el consumidor ecológico responsable. Programa mercados verdes y biocomercio del Valle del Cauca. Cali, Colombia. 20 p.*
- Díaz D (2005)** *Sistema agua. Corporación Semillas de Agua. Cali. 7 p.*
- EL TIEMPO (2009)** *Cosecha millonaria en zonas en conflicto. Periódico El Tiempo. Jueves, 12 de marzo de 2009.pp.1-17*
- Figuerola (1994)** *Producción Porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Fundación CIPAV, Cali Colombia. 155 p.*
- García W, DI Ángel (2008)** *Reconocimiento de los componentes de un sistema de producción agroecológico, experiencia Granja Pura Vida, Andalucía Valle. 11 p.*
- González O, M Sánchez de P & JC Miranda (2002)** *Actividad de esterases y fosfatasas en la rizósfera del maracuyá (Passiflora edulis var. flavicarpa) en diferentes sistemas de manejo, estados de desarrollo y condiciones fitosanitarias. Trabajo de grado- Ing. Agronómica. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 96 p.*

Gómez J (2000) *La materia orgánica en los agroecosistemas. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 70 p.*

Gómez ED, M Sánchez de P, M El-Sharwaki & LF Cadavid (2007) *Algunos indicadores de actividad biológica en el suelo y su relación con el manejo agronómico de la yuca (Manihot esculenta Crantz) en la costa norte de Colombia. En: Las Endomicorrizas: Expresión Bioedáfica de Importancia en el Trópico. Sánchez de P. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Editorial Feriva, Cali. pp.179-193.*

Labrador J (2001) *La materia orgánica en los agroecosistemas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mundi-Prensa. Madrid, España. 174 p.*

Lavelle P (1997) *Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. Advances in Ecological Research 27:93-132.*

Magdoff F (1997) *Calidad y manejo del suelo. Agroecología base científica para una agricultura sustentable. CLADES, ACAO. Tercera Ed. La Habana. Cuba. pp.211- 221.*

Molina OI, E Barrios, I Rao & M Sánchez de P (2005) *Efecto de la residualidad del fósforo sobre la micorriza arbuscular (MA) en la rotación frijol común-maíz, en suelos con influencia volcánica de caldono. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Suelos. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira 139p.*

Morales J & P Sarria (2008) *Caracterización de los procesos productivos pecuarios en una granja productora de pollo y huevo orgánico, en el municipio de Andalucía (Valle). Trabajo de práctica profesional de la carrera de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 49 p.*

Narvaéz MC, M Sánchez de P (2008) *Evaluación de actividad de fosfatasa y deshidrogenasa por efecto de la aplicación de vinazas en el cultivo de Zea mays L. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Suelos. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 110 p.*

Navia J, E Barrios & M Sánchez de P (2006) *Impacto de aportes superficiales de biomasa vegetal de diferente calidad sobre poblaciones nativas de hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA), rizobios y nemátodos, en un suelo agrícola de Santander de Quilichao (Departamento del Cauca). Tesis de Doctorado en Ciencias Agrarias Énfasis en Manejo de Suelos y Aguas.*

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 136 p.

Odum E (1995) *Ecología: Peligra la vida. Segunda edición. Interamericana. McGraw – Hill, México. 268 p.*

Papamija R, ED Gómez, M Sánchez de P & A Varón de A (2002) *Poblaciones de nemátodos en suelos cultivados con maracuyá Passiflora edulis var. flavicarpa, en los municipios de Roldanillo, La Unión y Toro. Ponencia presentada en el XXIII Congreso ASCOLFI. Nuevas tendencias en Fitopatología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Julio 3-6 de 2002. 84 p.*

Paz E, M Sánchez de P & S Sadeghian (2006) *Relación entre las propiedades del Suelo, el sistema de sombrero en Café tecnificado, la calidad del grano y bebida en la Meseta de Popayán. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Suelos. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 86 p.*

Prager M (2003) *Caracterización de alternativas para el manejo Sostenible de andisoles en laderas colombianas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid. 298 p.*

Prager M (2009) *Importancia de los abonos verdes en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Ponencia a presentar en el V Simposio Nacional de Agroecología. Florencia (Cauquetá, Colombia). Marzo 19-21 de 09.*

Prager M, JA Victoria, M Sánchez de P, ED Gómez & A Zamorano (2002). *El suelo y los abonos verdes: una alternativa de manejo ecológico. Cuadernos ambientales No 7. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural y Pronatta. 18 p.*

Primavesi A (1982) *Manejo ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales. Librería El ateneo. Buenos Aires. 499 p.*

Rojas A & M Sánchez de P (2002) *Evaluación de la conductividad térmica del suelo y su relación con la materia orgánica, actividad y biomasa microbianas en cultivos agroecológico y convencional de maracuyá (Passiflora edulis var. flavicarpa) en el municipio de Toro (Valle del Cauca). Trabajo de grado - Ing. Agrícola. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.*

Sánchez de P M (1999) *Endomicorrizas en agroecosistemas Colombianos. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 237 p.*

Sánchez de P M (2003) *Actividad biológica en la rizosfera del maracuyá – Passiflora edulis var. Flavicarpa – en diferentes sistemas de manejo, estados de desarrollo y condiciones fitosanitarias. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid. 261 p*

Sánchez de P M (2005) *Calidad de suelo: Una propiedad holística. Ponencia presentada en el III Seminario Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Universidad El Bosque, Bogotá. Octubre 26-28 de 2005.*

Sánchez de P M (2007) *Las Endomicorrizas: Expresión bioedáfica de importancia en el trópico. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Editorial Feriva, Cali. 351 p.*

Sánchez de P M (2007) *Control Biológico de enfermedades: Visión Holística. Ponencia presentada en el XXVIII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines. CIAT. Palmira. Octubre 3-5 de 07*

Sánchez de P M & ED Gómez (2000) *El suelo: un sistema vivo. Cuaderno Ambiental No. 1. Universidad Nacional de Colombia – Palmira. Instituto de Estudios Ambientales. 14 p.*

Sánchez de P M & DC Velásquez (2008) *El suelo. Las micorrizas: El micelio externo de los hongos que forman micorriza arbuscular (HMA). Cuadernos ambientales No. 12. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 15p.*

Sánchez de P M, MF Arroyave, Y Chagüeza, J Gutiérrez, RE Naranjo, DI Ospina & C Patiño (2008) *Grupo Curso Rizosfera, Estimaciones de materia orgánica en campo. Sevilla, Valle. 2008-II. (Inédito)*

Siqueira JO, FM Moreira, BM Grisi, M Hungria & RS Araujo (1994) *Microorganismos e processos biológicos do solo. Perspectiva ambiental. Embrapa, Brasilia. 142 p.*

Sociedad Española de Agricultura Ecológica SEAE (2007) *Contribución de la agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático, en comparación con la agricultura convencional. Ministerio de Medio Ambiente, Valencia, España. 56p.*

Suárez G, M Sánchez de P, E Madero & H Tafur (2001) *Caracterización físico química de suelos cultivados con maracuyá (Passiflora edulis sims) en el*

norte del departamento del Valle del Cauca. Trabajo de grado - Ing. Agrícola. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 68p.

Tofiño R, M Sánchez de P & JE Muñoz (2007) Interacción micorriza arbuscular – rizobacterias diazotróficas en pimentón (*Capsicum annum L.*). En: *Las Endomicorrizas: Expresión Bioedáfica de Importancia en el Trópico*. Sánchez de P. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Editorial Feriva, Cali.pp.94-200.

Torres R, E Barrios & M Sánchez de P (2000) El papel del micelio externo de hongos que forman micorriza arbuscular asociado a barbechos mejorados en suelos degradados de ladera de pescador (Cauca). Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Suelos. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 89p.

Torres R, E Barrios & M Sánchez de P (2007) El papel del micelio externo de hongos que forman micorriza arbuscular asociado a barbechos mejorados en suelos degradados de ladera de pescador (Cauca). En: *Las Endomicorrizas: Expresión Bioedáfica de Importancia en el Trópico*. Sánchez de P. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Editorial Feriva, Cali.pp.251-261.

Vanegas AD, ED Gómez & M Sánchez de P (2003) Nemátodos parásitos asociados a arvenses en suelos cultivados con maracuyá *Passiflora edulis Sims. var. flavicarpa* en el norte del Valle del Cauca. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Suelos. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Visser S & D Parkinson (1992) Soil biological criteria as indicators of soil quality: Soil microorganisms. In: *American Journal of alternative agriculture*. 7 (1y2):33-37.

Yoshioka IC, M Sánchez de P & MM Bolaños (2005) Actividad de fosfatasa ácida y alcalina en suelo cultivado con plátano (*Musa AAB*) en tres sistemas de manejo. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Suelos. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 99 p.

Zúñiga O, A Rojas & M Sánchez de P (2003) Técnica electrotérmica para estimar actividad microbiana en cultivos convencionales y agroecológicos de maracuyá. *Agricultura Orgánica en Colombia*. ISBN: 958-670-178-4.pp.167-172.

Rojas A, O Zúñiga & M Sánchez de P (2007) *Conductividad térmica del suelo y su relación con la materia orgánica, actividad y biomasa microbianas en cultivos agroecológico y convencional de maracuyá (Passiflora edulis var. flavicarpa) en el municipio de Toro (Valle del Cauca). Acta Agronómica. 56 (1):17-21.*

Marina Sánchez de Prager, Profesora Titular. Doctora Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional de Colombia - Palmira msanchezdp@palmira.unal.edu.co

Martín Prager Mosquera, Profesor Asociado. Doctor Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia - Palmira, pragersa@hotmail.com

Diego Iván Àngel Sánchez, Profesor Asistente. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Universidad Nacional de Colombia - Palmira, diangels@palmira.unal.edu.co

Patricia Sarria, Profesora Asociado. Zootecnista M.Sc. Universidad Nacional de Colombia - Palmira
pisarria@palmira.unal.edu.co

Agradecimientos

A agricultores de diferentes localidades que nos han permitido trabajar en sus fincas, en especial a los agricultores de los municipios de Roldanillo, La Unión, Toro (Valle del Cauca) que colaboraron con la Universidad en un proyecto que se desarrolló durante tres años, a la entidad financiadora PRONATTA programa adjunto al Ministerio de Agricultura, a los agricultores y profesionales dueños de la finca de Andalucía, Gladys y Alfredo, a la Dirección de Investigación de la Sede (DIPAL), a los estudiantes que se suman a trabajos de campo, de grado, maestría y doctorado en esta área de Agroecología y a nuestra Universidad. A la Ingeniera Ambiental Jillian Higueta por su ayuda en el texto definitivo, al igual que a las fuentes secundarias de información consultada y a las instituciones que nos permiten construir mancomunadamente.

El papel de la matriz rural como conector entre reservas

Inge Armbrecht

La influencia humana sobre los ecosistemas terrestres es extensa y profunda. Se ha calculado que 95% de los ecosistemas terrestres son manejados directamente por el ser humano (Paoletti *et al.* 1992) y entre 60-77% está ya actualmente transformado en campos agrícolas extensos o en mosaicos de pasturas, agricultura y fragmentos de bosque (McNeely & Scheer 2003). Cuando los bosques o praderas se transforman en campos agrícolas, la mayoría de las plantas nativas se pierden. Por ejemplo, en Norteamérica se han extinguido 217 especies de plantas y 71 especies y subespecies de vertebrados desde la llegada de los europeos (Lacher *et al.* 1999). Es posible que la pérdida de biodiversidad debida a la acción humana esté causando una significativa extinción en masa en la historia del planeta (Pimm 1998, Saunders *et al.* 1991, Terborgh 1992).

El empobrecimiento genético se está extendiendo además a las plantas domesticadas para cultivos. Según la Fundación Internacional para el Avance Rural, el banco de semillas en Estados Unidos perdió 98% de las variedades de espárragos, 95% de las variedades de tomate y 93% de lechuga (Kimbrell 2002). Por otro lado, se estima que solo 15 especies de plantas y 8 de animales conforman 90% de la dieta humana actual (Wilson 1988), cifras que contrastan con la agricultura diversificada que desarrollaron los incas en los Andes americanos, a partir de una variedad de flora que llegaba a las 50.000 especies (Paoletti 1995). Esto no sólo es el caso de una civilización sino posiblemente una situación muy generalizada, pues se estima que las comunidades humanas han usado 3.000 especies de plantas como alimento (McNeely & Scheer 2003).

Uno de los factores que están causando la disminución de la biodiversidad global

es el manejo que se le da a los agroecosistemas, que se hace con mentalidad industrial e implica la simplificación extrema de estos sistemas biológicos, además de la incorporación de alta cantidad de insumos químicos y energéticos al ambiente. Así, en Europa se observó una reducción significativamente mayor de las aves de agroecosistemas en países con agricultura más intensa que en países con agricultura de más baja intensidad (Donald & Heath 2000). Una matriz agrícola homogénea e industrializada constituye un hábitat adverso para los organismos silvestres, pero además es muy susceptible a la acción de los fuegos y a los efectos deletéreos de especies invasoras (Suárez *et al.* 1998).

La estrategia más importante para preservar la biodiversidad que ha sido implementada por las agencias de conservación y gobiernos, apunta hacia la protección de reservas y parques (Perfecto 2003) y se calcula que 10% del área terrestre está protegida oficialmente (McNeely & Scheer 2003). Sin embargo, generalmente estas acciones de protección no han tenido en cuenta las áreas de producción agrícola – entendidas como matriz antropogénica – y los factores externos ligados con la política económica para la conservación, lo cual es tema de creciente interés en la literatura conservacionista (McNeely & Scheer 2003, Paoletti *et al.* 1992, Pimentel *et al.* 1992, Pretty 2002, Vandermeer & Perfecto 1997, Dietsch *et al.* 2004). Por largo tiempo se ha planteado una aparente contradicción entre la agricultura y la conservación biológica, pues la primera se visualiza como inevitable destructora de biodiversidad y la segunda como irreal y soñadora (Banks 2004). La verdad podría situarse en una combinación de estrategias para los dos ámbitos, es decir, en el desarrollo de prácticas productivas más amigables para la biodiversidad silvestre y la protección de zonas silvestres de cualquier manejo productivo humano.

Los campos agrícolas y ganaderos son de crucial importancia como conectores entre reservas porque: (1) los movimientos de individuos y las migraciones poblacionales de fauna silvestre tienen necesariamente que darse a través de ellas, (2) los cultivos, los sistemas agroforestales y los potreros constituyen por sí mismos hábitat para muchos organismos silvestres, y (3) la matriz antropogénica se transforma a través del tiempo, con dinámicas diferentes a las de los hábitats naturales, y estas transformaciones obedecen a las leyes sociales más que a leyes naturales (Perfecto 2003). La voluntad humana, traducida en poblaciones o culturas, interactúa inevitablemente tanto con las reservas como con los diferentes componentes del paisaje incluyendo cuerpos de agua, bosques de galería y guaduales, entre otros.

Los agroecosistemas como matriz paisajística

En general los paisajes tropicales, como por ejemplo los de la zona andina colombiana, se observan altamente fragmentados, con bosques naturales inmersos dentro

de la amplia matriz agrícola y ganadera donde operan diferentes mecanismos de pérdida de biodiversidad (Kattan 2002;). Esta matriz, dedicada a la producción de alimentos y otros productos, puede ser muy heterogénea en algunas regiones (e.g., zona cafetera de Risaralda) o muy homogénea (planicie del valle del Cauca) (obs. pers.).

Aunque las zonas de cultivos tradicionales mixtos que incorporan especies forestales pueden contener una alta diversidad biológica (Vandermeer & Perfecto 1997), el movimiento de organismos silvestres de una reserva a otra a través de la matriz es un asunto de gran preocupación, pues puede verse impedido, lo que aísla las reservas. La teoría de metapoblaciones en su inspiración inicial (Levins 1969) no incluía suposiciones acerca de calidad de la matriz, en este caso los agroecosistemas. Vandermeer & Carvajal (2001) exploraron a través de modelos matemáticos, las consecuencias de cambiar la calidad de la matriz en términos de su aptitud para permitir el movimiento de organismos. Estos autores concluyeron que no se puede suponer automáticamente que una mejora de la calidad de la matriz reducirá la probabilidad de extinción global de una población. Aunque una matriz de mayor calidad amortigua la extinción de poblaciones en los fragmentos (por ejemplo, Renjifo 2001), en algunas situaciones, como por ejemplo cuando los fragmentos de bosque están demasiado separados, se pueden generar dinámicas caóticas en las subpoblaciones y se podría provocar la extinción simultánea de todas las subpoblaciones con el aumento de la calidad (Vandermeer & Carvajal 2001).

Sin embargo esta situación (incremento de la sincronía de la metapoblación) podría cambiar si se considera que las poblaciones se dan en contexto de comunidades mayores, y si se amplía el marco del modelo de metapoblaciones a metacomunidades. Bajo esta perspectiva Koelle y Vandermeer (2005) modelaron metacomunidades en una red alimenticia tritrófica para explorar el efecto de las interacciones intra-parches sobre la sincronía de las poblaciones inter-parches (y por tanto sus implicaciones en la persistencia). Estos autores discutieron que cuando disminuyen las distancias efectivas entre parches por el mejoramiento de la matriz, esto resulta ya sea en un aumento en las tasas de migración o en un aumento de las tasas de supervivencia para los individuos que se mueven entre parches. Estos autores encontraron que dichos cambios en la distancia efectiva no necesariamente resultan en la sincronización de las poblaciones (y por tanto la posibilidad de extinción) debido a la complejidad de las interacciones directas e indirectas.

En general, los estudios empíricos en zonas tropicales proponen que algunas prácticas amigables como la agroforestería ayudan a la conservación (Schroth *et al.* 2004), porque reducen la presión de deforestación de los bosques remanentes, proveen hábitat para especies silvestres y facilitan los movimientos de organismos entre parches

de hábitat naturales. Por ejemplo, Renjifo (2001) encontró que una matriz de plantaciones forestales exóticas (coníferas) en paisajes subandinos colombianos aumentó la conectividad para aves entre remanentes de bosques naturales con respecto a una matriz de pasto. En este estudio, 66% de las especies de aves mostraron diferencias significativas en la variación de su abundancia cuando se compararon fragmentos de bosque embebidos en matrices forestales con respecto a los fragmentos embebidos en matrices de pastizales. De lo anterior se desprende que en los programas de conservación biológica es necesario incluir la naturaleza y manejo de la matriz como un factor prioritario.

Biodiversidad planeada y asociada

Los agroecosistemas, a diferencia de los ecosistemas naturales, se caracterizan porque en ellos se realiza un control o manejo de la biodiversidad a escala del lote, y este manejo influye en la biodiversidad a escala regional y biogeográfica (Swift *et al.* 1996). Por esto se puede categorizar la biodiversidad en dos tipos: planeada y asociada. La biodiversidad planeada es aquella que el agricultor decide voluntariamente introducir, o estimular en su cultivo. La biodiversidad asociada es toda aquella que está presente independientemente (a veces en contra) de los planes del agricultor (plagas, enfermedades, depredadores, microorganismos del suelo, macrofauna del suelo, malezas o arvenses, entre otros).

La diversidad planeada y la manera en que ésta se maneje determinan cuál y cuánta biodiversidad asociada existe en el agroecosistema, cuáles son las partes no cosechables de la biodiversidad y las importantes funciones que éstas puedan llevar a cabo (por ejemplo, depredación, parasitismo, polinización, descomposición) (Vandermeer *et al.* 1998). De cualquier manera que se conciba, a medida que aumenta la intensificación del manejo agrícola, la diversidad planeada es menor, es decir, el agricultor que usa este modelo desea eliminar toda biodiversidad que no sea la del monocultivo. Como resultado de esta simplificación del sistema, se propone la hipótesis de que la biodiversidad asociada es una función decreciente, mas no lineal, de la intensificación y esta disminución puede tomar diferentes formas dependiendo del taxón o de los sistemas de cultivo (figura 1).

Los partidarios de la intensificación agrícola sostienen que ésta ayuda a reducir la presión social sobre los bosques remanentes (Shriar 2000). Sin embargo, algunos ecólogos argumentan que la intensificación puede realmente provocar el resultado opuesto, es decir, mayor presión de tala sobre los bosques (Vandermeer 2003), porque parte de las ganancias obtenidas de un sistema muy productivo se destinan a adquirir más tecnología y explotar más tierra. De hecho, la mayor disminución global del área boscosa ha ocurrido en las últimas décadas y coincide precisamente

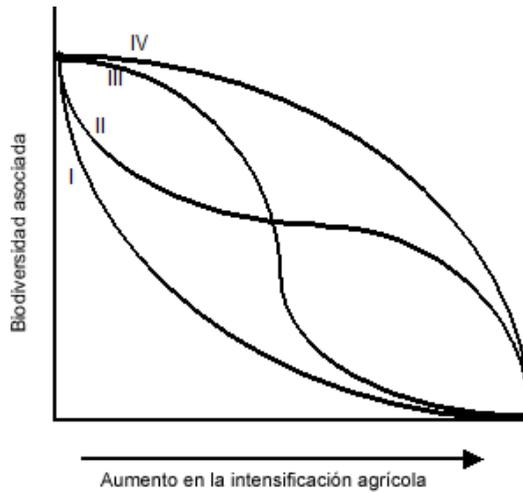


Figura 1. Cuatro posibles formas en que la biodiversidad asociada disminuye con la intensificación agrícola (modificado de Swift et al. 1996). En las curvas II y IV, la biodiversidad asociada se mantiene en niveles parecidos al bosque durante los primeros etapas de la intensificación, pero baja abruptamente si se sigue intensificando. En otros escenarios o tipos de cultivos (o taxa), la biodiversidad asociada se reduce fuertemente desde los primeros cambios asociados con la intensificación agrícola (curvas I y III).

con la mayor industrialización de la agricultura de toda la historia humana. También se predice que la degradación de la tierra causada por la intensificación va a estimular todavía más la expansión de la frontera agrícola (Fischer & Vasseur 2000), ya que los agricultores pueden abandonar las tierras improductivas (erosionadas y degradadas) en busca de mejores sitios para cultivar, de modo que los fragmentos de bosque primario remanentes serán cada vez más aislados, vulnerables y pequeños (Siebert 2002). Sin embargo, en situaciones particulares podría ocurrir el fenómeno contrario, como en Puerto Rico y República Dominicana, donde se recuperaron ecológicamente grandes extensiones de tierra degradadas por la agricultura debido al abandono por la migración a las ciudades (Aide & Grau 2004).

Por lo tanto, de la discusión anterior se deduce que en las regiones tropicales la matriz agrícola puede contribuir a los objetivos de conservación, pero ésta nunca puede reemplazar los bosques o hábitat naturales. Se concluye por tanto que tanto la agroecología como la biología de la conservación son esenciales y están indisolublemente ligadas para un futuro sustentable y diverso.

El cafetal tradicional como hábitat hospitalario y conector en el paisaje

Las regiones en donde se cultiva café a nivel mundial y específicamente en Latinoamérica, coinciden con puntos de alta diversidad biológica y endemismos (Donald

2004, Moguel & Toledo 1999). Existe una gama muy amplia de maneras de cultivar el café (Perfecto *et al.* 1996). En el extremo más diverso están los cafetales rústicos, que se cultivaban tradicionalmente, en donde solo se retiran las plantas del sotobosque para sembrar los cafetos en su lugar, dejando los árboles nativos del bosque intactos (figura 2). En las plantaciones de café tradicional no se conserva necesariamente el bosque nativo, pero se usan más de un centenar de especies de árboles de sombra para proteger las variedades tradicionales de café de las temperaturas extremas (Perfecto *et al.* 1997). En el extremo más tecnificado e intensificado está el cafetal a libre exposición, es decir sin árboles de sombra, que recibe más insumos químicos (fertilizantes, herbicidas y plaguicidas) y utiliza variedades productivas que resisten el sol. Entre los cafetales de sombra existe también toda una gama de manejos que van desde el uso de sombra muy diversa taxonómica y estructuralmente (poligenérico), hasta el uso muy tecnificado de árboles de sombra con sólo una

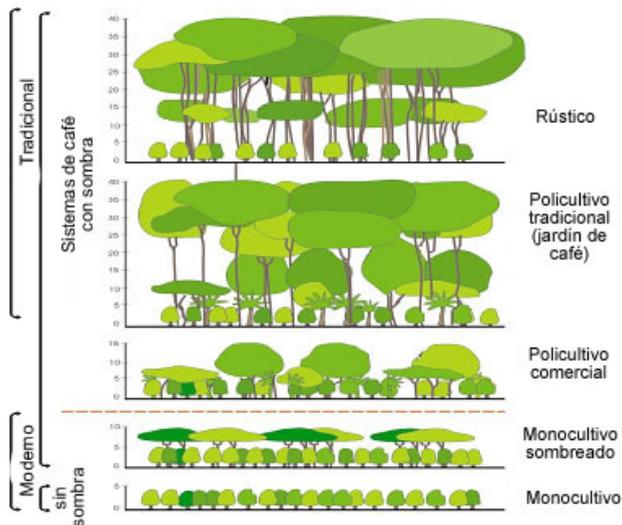


Figura 2. Perfil de la vegetación a medida que se intensifica el cultivo de café, de mayor (arriba) a menor complejidad (cafetal de sol abajo) (Modificado de Moguel & Toledo 1999 por L. Rivera).

especie con podas muy drásticas y frecuentes (monogenérico). El grado de intensificación agrícola se puede medir mediante un índice estandarizado que se vale de muchas variables (Mas & Dietsch 2003).

El índice de intensificación se aplicó para 12 fincas de Risaralda, Colombia (Armbrrecht 2003) usando ocho variables tales como porcentaje de cobertura vegetal, heterogeneidad vertical de la vegetación, riqueza de especies vegetales, cantidad de hojarasca en el suelo, entre otras. El índice es la sumatoria del valor de cada variable, cada una de las cuales aporta un valor entre cero y uno (de menor a mayor intensifi-

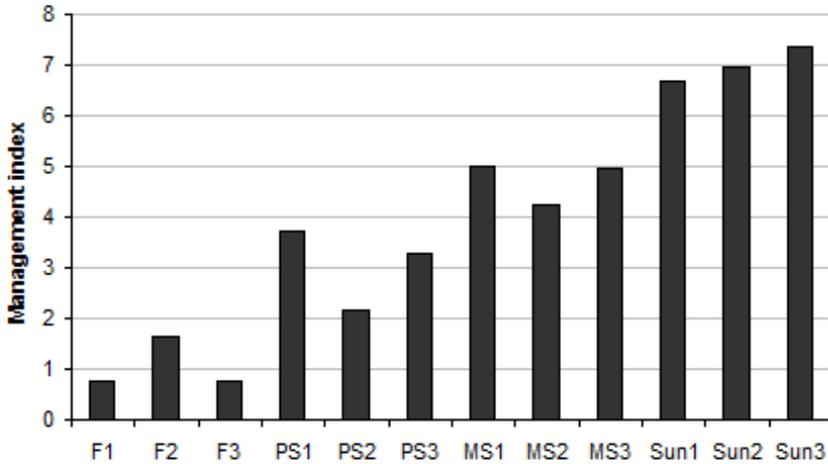


Figura 3. Índice de manejo para 12 fincas cafeteras de Risaralda, Colombia. El índice puede variar desde 0, cero, para el sitio con manejo menos intenso, hasta ocho (el más intenso) (tomado de Armbrrecht 2003).

cación agrícola). En las 12 fincas mencionadas se encontró que el valor del índice en cafetales de sombra poligenérica era menor que en los de monogenérica y menor que en cafetales de sol (Armbrrecht 2003) (figura 3.). Si hay una correlación entre biodiversidad e intensificación, el índice podría ser una herramienta útil para cuantificar y promocionar los cafetales amigables a la biodiversidad.

Los cafetales de sombra como refugio de biodiversidad

Los sistemas agroforestales tropicales más estudiados desde el punto de vista de su posible papel como refugios de biodiversidad son el cacao (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae) y el café (*Coffea* spp., Rubiaceae) que a su vez se basa en dos especies, *C. arabica* con 66% y *C. canephora* (34%) (Somarriba *et al.* 2004). En Latinoamérica, el proceso de tala de árboles de sombra e implementación de la caficultura a libre exposición (cafetales de sol), no fue similar en todos los países de la zona centro y norte. En 1996 se calculaba que la conversión variaba entre 15% (México) hasta un máximo en Colombia, donde el 60% de todos los cafetales eran de sol (Perfecto *et al.* 1996). El proceso de intensificación del cultivo de café se implementó desde las décadas de 1960 y 1970, pero solamente desde los años ochentas se comenzó a referenciar las consecuencias negativas sobre la diversidad silvestre para la cual estos cafetales tradicionales servían como refugio (Borrero 1986, Perfecto & Vandermeer 1994, Perfecto *et al.* 1996).

En la actualidad existe una inmensa cantidad de estudios donde se demuestra el alto valor biológico de los cafetales de sombra diversificada y que han sido recopilados en algunas revisiones (por ejemplo, Donald 2004, Perfecto & Armbrecht 2003, Sommarriba *et al.* 2004). El sistema cafetero ha mostrado, en la mayoría de los casos, que la intensificación del cultivo de café y la eliminación de la sombra arbórea ha ocasionado pérdida de biodiversidad asociada. Lo primero que se pierde con la intensificación es la biodiversidad vegetal de estructura arbórea, que puede llegar a cientos de especies de árboles, algunos de ellos considerados en peligro (como en El Salvador; Monro *et al.* 2002). Con la simplificación del sistema se ha documentado la pérdida de biodiversidad asociada tanto de vertebrados como invertebrados. Greenberg *et al.* (1997) encontraron que la diversidad de aves en plantaciones de café sin sombra constituían cerca de la mitad que las de cafetales tradicionales en Guatemala. Dietsch (2003) y Wunderle & Latta (1996) también encontraron similares efectos con aves en República Dominicana y México respectivamente. También se encontró la misma tendencia con mamíferos voladores (Valle & Calvo 2002) y no voladores, en este último caso cerca de la mitad de las especies se redujeron debido a la conversión de cafetales (Gallina *et al.* 1996). En Nicaragua se encontraron importantes poblaciones de monos aulladores (*Alouatta palliata*) lo que ha motivado estudios de la fenología de los árboles de cafetales en el volcán Mombacho (Williams-Guillén & McCann 2002).

En cuanto a invertebrados, la mayoría de los estudios también han encontrado pérdida de especies de artrópodos con la intensificación del cultivo del café. Perfecto y colegas (1997) muestrearon los artrópodos del dosel de cafetales en Costa Rica y demostraron que las plantaciones sombreadas podrían sostener una diversidad de especies del mismo orden de magnitud que los bosques. También se mostró que la modernización de plantaciones de café trae un aumento de insumos agroquímicos, lo cual afecta adversamente el ciclo de nutrientes (Babbar & Zak 1995). Otros estudios con invertebrados en cafetales han documentado alta diversidad de artrópodos en cafetales de sombra (Ibarra-Núñez 1990), abejas (con resultados mixtos: Klein *et al.* 2002), mariposas y hormigas (Mas 1999, Perfecto *et al.* 2003), lepidópteros (Ricketts *et al.* 2001) y homópteros (Rojas *et al.* 2001).

Parte de la investigación en cafetales tiende a dirigirse hacia la importancia funcional de la biodiversidad en los cafetales y el funcionamiento de las redes tróficas. Se ha encontrado que algunos controladores biológicos importantes se ven afectados negativamente con la intensificación (Gallego & Armbrecht 2005, Ibarra-Núñez & García-Ballinas 1998, Vandermeer *et al.* 2003) y que en los hábitats sombreados se forman complejas redes tróficas (Perfecto *et al.* 2004, Philpott *et al.* 2004). La intensificación del manejo de los cafetales y la época seca afectaron negativamente a las hormigas depredadoras (forrajeras) en México (Philpott *et al.* 2006) y en Colombia

(Armbrecht & Gallego 2007).

Siendo Colombia un país megadiverso y de tradición cafetera, es notorio que se hayan realizado relativamente pocos estudios sobre la diversidad biológica asociada en relación con la intensificación o tecnificación del cultivo, posiblemente porque es difícil encontrar cafetales rústicos en la zona cafetera (obs. pers.). En general, se ha encontrado que la reducción o eliminación de la sombra trae efectos negativos sobre la biodiversidad asociada y sus relaciones como fue documentado por Borrero (1986) para aves y posteriormente por Botero y Baker (2002). Para invertebrados en Colombia también se ha encontrado que los cafetales de sombra aportan al mantenimiento de la biodiversidad de los coleópteros coprófagos y otros mesoorganismos del suelo (Sadeghian 2000), hormigas (Armbrecht *et al.* 2004, 2005, García & Botero 2005, Molina 2000, Sossa & Fernández 2000) y homópteros (Franco *et al.* 2003).

Importancia de la proximidad del bosque

Uno de los mayores riesgos cuando los cafetales de sombra diversa se simplifican a cafetales de sol (o peor aún, a potreros malos) es que los fragmentos o remanentes de bosques quedan cada vez más aislados (Siebert 2002). En Costa Rica se observó que la diversidad de polillas (Lepidoptera) aumentaba con la cercanía al bosque más no se afectaba con la calidad de la matriz agrícola.

Algunos estudios realizados en cafetales de sombra en México han revelado que la sola presencia de los árboles de sombra no es suficiente para garantizar una mejor conservación de la biodiversidad asociada. También pueden influir otros factores como la diversidad de árboles, una mayor complejidad estructural de la vegetación (Dietsch 2003) y ciertas prácticas de manejo del suelo. En estudios separados en México, Armbrecht & Perfecto (2003) y Perfecto & Vandermeer (2002) encontraron que la cercanía del bosque al cafetal influyó positivamente sobre la riqueza de hormigas del suelo y hojarasca del cafetal. El cafetal poligenérico tradicional, que era de manejo orgánico y tenía cientos de especies de árboles de sombra, mostró una riqueza de hormigas similar al bosque. En cambio esta riqueza se redujo significativamente en un cafetal de sombra monogénica (solo árboles de *Inga*) de intenso manejo cuando se alejaba 300 m del borde del bosque. Por otra parte, un estudio en Costa Rica que comparó cafetales clasificados en seis sistemas a lo largo de un gradiente desde totalmente orgánico hasta convencional, mostró que el sistema de cafetal totalmente orgánico alcanzó la mayor riqueza de hormigas; sin embargo esto se debió más a la mayor complejidad estructural y edad de estos cafetales que al manejo *per se* (Barbera *et al.* 2005).

Otro aspecto a tener en cuenta es que los diferentes taxones pueden responder de for-

ma diferente a la intensificación del manejo de cafetales. Perfecto y colegas (2003) encontraron que las mariposas diurnas (Lepidoptera) y aves y hormigas generalistas (atraídas a cebos) respondieron diferencialmente a la intensificación del cultivo de café. Mientras que las mariposas disminuyeron drásticamente con el solo cambio de bosque a cafetal, las hormigas mantuvieron una alta diversidad en el cafetal diverso y las aves no mostraron un patrón direccional a la escala de este estudio. Pineda *et al.* (2005) también encontraron diferencias en la respuesta de ranas, coleópteros coprófagos y murciélagos. La riqueza de ranas disminuyó fuertemente en cafetales de sombra con respecto al bosque, mientras que lo contrario sucedió con los coprófagos, y los murciélagos no mostraron diferencias, lo que condujo a Pineda *et al.* (2005) a concluir que la matriz de cafetales poligenéricos es complemento mas no sustituto de los bosques. Esto es consistente con estudios en la reserva de la Biósfera de Chiapas, donde Ramos-Suárez *et al.* (2002) no encontraron diferencias en la riqueza de hormigas de hojarasca en bosque mesófilo y cafetales de sombra mono y poligenérica, lo que sugiere que la diversidad paisajística es un elemento valioso para la preservación biológica y que los cafetales de sombra pueden soportar alta diversidad semejante a la de estos bosques.

El debate y comentarios finales

De la anterior sección se destaca que la mayoría de estudios reportan evidencia que apoya la importancia de un manejo ambientalmente sano en los agroecosistemas como modelo para apoyar los programas de conservación *in situ* y asegurar una sustentabilidad a largo plazo. En parte esto explica que la comunidad académica y conservacionista haya enfocado su atención hacia los cafetales de sombra como refugio de la biodiversidad y su valor para mantener la biodiversidad entre parches de vegetación natural.

La preocupación por la pérdida de biodiversidad en cafetales ha motivado discusiones y eventos como el Foro Internacional sobre Café y Biodiversidad por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Chinchiná (agosto 10-11, 2000), el Simposio de Café y Biodiversidad en San Salvador en 2002 (durante el V Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología de la Conservación, 16-17 octubre) y el Taller de Café durante el 88 Encuentro de la Sociedad Ecológica de América en Savannah, Georgia, agosto 2-9, 2003. Existe un consenso sobre el alto valor de los cafetales de sombra para la conservación, pero también existe controversia, principalmente porque se ha planteado la posibilidad de que los premios que se pagan internacionalmente a los caficultores por mantener cafetales de sombra podrían estimular la tumba del sotobosque para la siembra de café de sombra en fragmentos de bosque (Rappole *et al.* 2003). Sin embargo, los bosques remanentes están protegidos por razones como la presencia de nacimientos de agua y probablemente se han salvado

de su destrucción por el difícil acceso o topografía donde se encuentran. Los cafetales tradicionales de sombra tienen un inmenso valor biológico (Philpott & Dietsch 2003) y es de vital importancia estimular al caficultor con premios (Dietsch *et al.* 2004), pero también deben aplicarse penalidades para desestimular la perturbación de los bosques (O'Brien & Kinnaird 2004).

Para un programa de conservación es de vital importancia establecer estímulos destinados a los agricultores que preserven bosques o aumenten las áreas boscosas en sus fincas, además de promover la siembra de cafetales de sombra usando árboles nativos y diversos (e.g. nogal, *Cordia alliodora* o guayacán *Tabebuia rosea*), que además sirvan como fuente adicional de ingresos a los caficultores (Hernández *et al.* 2004). Algunas características que deben cumplir los cafetales de sombra para ser certificados como amigables para las aves son mantener al menos 10 especies de árboles preferiblemente nativas, cobertura de dosel de al menos 40% constantemente, vegetación con varios estratos verticales al menos con 12 m de altura, permitir poblaciones de epífitas y parásitas en los árboles, mantener biomasa vegetal muerta (ramas, estacones, troncos para anidamiento), y asegurarse que existen cercas vivas, o bordes arbustivos alrededor del cafetal y vegetación secundaria cercana (Somarriba *et al.* 2004)

Importancia socioeconómica de los cafetales

Se calcula que unos 120 millones de personas de América Latina, África y Asia viven de la actividad cafetera (II Conferencia Mundial del Café, de la Organización Internacional del Café OIC, septiembre 25, 2005). De 115 millones de sacos de 60 kilos que son comercializados por año en el mundo, 75% proviene de pequeños productores, por lo cual es fundamental que se les tenga en cuenta.¹ Según el presidente brasileño, Ignacio Lula da Silva, hace diez años los países productores se quedaban con un tercio de los 30.000 millones de dólares del mercado mundial del café, pero esa participación cayó a menos de 9.000 millones de dólares, de un total de 90.000 millones de dólares que mueve ahora el mercado. Algunos organismos han propuesto que la certificación con premios en el mercado internacional puede ayudar a conservar la biodiversidad y mejorar las condiciones de vida de los caficultores latinoamericanos (Philpott & Dietsch 2003), pero desafortunadamente la tendencia parece ser que está aumentando la acumulación de la tierra en pocas manos. La interconexión entre los factores socioeconómicos y la conservación en el contexto cafetero ha sido discutida por Dietsch *et al.* (2004), quienes sostienen que no se debe desarticular la conservación y la producción agrícola y que es erróneo sugerir que la intensificación agrícola permite liberar más tierra para la conservación. Los argumentos que presen-

1 http://actualidad.terra.es/nacional/articulo/lula_uribe_ii_conferencia_mundial_507204.htm (consultado sept. 25, 2005).

tan son por ejemplo que el uso de agroquímicos trae consecuencias negativas en las áreas naturales cercanas, que los cafetales pueden ser en sí mismos hábitats silvestres y que se ignoran los servicios ecológicos que proveen los árboles como prevención de la erosión, fijación de nitrógeno e ingresos alternativos para los agricultores (que pueden alcanzar 25% del total de ingresos).

En general se considera que cualquier fenómeno socioeconómico que reduzca el nivel de vida del campesino cafetero va a perjudicar asimismo el panorama de conservación de la biodiversidad a escala del paisaje. Los premios por cultivar café en sistemas amigables con la biodiversidad se han implementado por razones conservacionistas y la adopción de éstos va a depender de las ventajas que ofrezca al agricultor, del interés del consumidor por pagar un excedente (Perfecto & Armbrecht 2003) y además del acceso a la información, transferencia y asesoría sobre estas técnicas. Es posible mantener un porcentaje alto de la producción cafetera (80%) y al mismo tiempo una proporción importante de la biodiversidad (Soto-Pinto et al. 2000) pero es además fundamental llevar a cabo investigaciones en cada región que permitan estimar los beneficios que el cafetal de sombra diversa provee para la biodiversidad, para el agricultor y para el ambiente.

Bibliografía

Aaron, G., J.D. Majer, & V. Rico-Gray. 2005. *Methods for conservation outside of formal reserve systems, the case of ants in the seasonally dry tropics of Veracruz, Mexico. Biological Conservation: 126:328-228.*

Aide, M. & R. Grau 2004. *Globalization, migration and Latin American Ecosystems. Science 305:1915-1916.*

Armbrecht, I. 2003. *Habitat changes in Colombian coffee farms under increasing management intensification. Endangered Species Update 20(4-5): 163-178. ISSN 1081-3705.*

Armbrecht, I., J. Vandermeer & I. Perfecto. 2004. *Enigmatic biodiversity correlations: leaf litter ant biodiversity respond to biodiverse resources. Science 304:284-286.*

Armbrecht, I., L. Rivera & I. Perfecto 2005. *Reduced diversity and complexity in the leaf litter ant assemblage of Colombian coffee plantations. Conservation Biology 19(3):897-907.*

Armbrecht, I & I. Perfecto. 2003. *Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment 97:107-115.*

Babbar, L.I. & D.R. ZaK. 1995. *Nitrogen loss from coffee agroecosystems in Costa Rica: Leaching and denitrification in the presence and absence of shade trees. Journal of Environmental Quality 24:227-233.*

Banks, J.E. 2004. *Divided culture: integrating agriculture and conservation biology. Frontiers in Ecology and the Environment. 10(2):537-545.*

Barbera, N, L. Hilje, P. Hanson, J.T. Longino, M. Carballo, E. de Melo. 2005. *Diversidad de especies de hormigas en un gradiente de cafetales orgánicos y convencionales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 72:60-71.*

Borrero, J.I. 1986. *La substitución de cafetales de sombrío por caturrales y su efecto negativo sobre la fauna de vertebrados. Caldasia 15:725-732.*

Botero, J.E. and P.S. Baker. 2002. *Coffee and biodiversity: a producer-country perspective. Coffee Futures, Colombia.*

Dietsch, T.V. 2003. *Conservation and ecology of birds in coffee agroecosystems of Chiapas, Mexico. Dissertation. University of Michigan, Natural Resources and Environment. Ann Arbor, Michigan. U.S.A. 264 p.*

Dietsch, T.V., S.M. Philpott, R.A. Rice, R. Greenberg, P. Bichier. 2004. *Conservation policy in coffee landscape. Science 303:625.*

Donald, P.F., R.E. b & M.F. Heath. 2000. *Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. Proceedings: Biological Science 268:25-29.*

Donald, P.F. 2004. *Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. Conservation Biology 18: 17-37.*

Fischer, A. & L. Vasseur. 2000. *The crisis in shifting cultivation practices and the promise of agroforestry a review of the Panamian experience. Biodiversity and Conservation 9:739-756.*

Franco, A., R. Cárdenas, E.C. Montoya and I. Zenner de Polanía. 2003. *Hormigas asociadas con insectos chupadores en la parte aérea del café. Revista Colombiana de Entomología 29:95-105.*

Gallego, M.C. & I. Armbrrecht (en imprenta). *Depredación por hormigas sobre la broca del café en cafetales cultivados bajo dos niveles de sombra en Colombia. Revista Manejo Integrado de Plagas, Costa Rica.*

Gallina, S., S. Mandujano & A. González-Romero. 1996. *Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. Agroforestry Systems 33:13-27.*

García, R. & J. Botero. 2005. *Hormigas cazadoras (Formicidae: Ponerinae) en paisajes cafeteros de Colombia. Simposio Insectos Sociales en Paisajes rurales y agroecosistemas. En Libro de Resúmenes V Coloquio de la Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Universidad del Valle, Cali, Septiembre 7-9, 2005.*

Greenberg, R., P. Bichier, A. Cruz Angon, & R. Reitsma. 1997. *Bird populations in shade and sun coffee plantations in central Guatemala. Conservation Biology*

11:448-459.

Hernández, R.J, C.M. Ospina, D.E. Gómez, J.A. Godoy, F.A. Aristizábal, J.N. Patiño, J.A. Medina. 2004. *El nogal cafetero (Cordia alliodora (Ruiz y Pavón) Oken. Guías Silviculturales. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Cenicafé. Editorial Blanecolor Ltda. Manizález, Colombia.*

Ibarra-Núñez, G. & J.A. García-Ballinas. 1998. *Diversidad de tres familias de arañas tejedoras (Araneae:Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, México. Folia Entomologica Mexicana 102:11-20.*

Ibarra-Núñez, G. 1990. *Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Soconusco, Chiapas, México, Variedad y abundancia. Folia Entomológica Mexicana 79:207-231.*

Kattan, G. H., 2002. *Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies, pág 561 -590. En Guariguata, M.R. & G.H. Kattan (Editores). Ecología y conservación de bosques. Libro Universitario Regional. Editorial Tecnológica de Costa Rica.*

Kimbrell, A. (Editor) 2002. *Fatal harvest, the tragedy of industrial agriculture. Foundation for Deep Ecology. Island Press. Sausalito California (EU) 384pp.*

Klein, A.M., I. Steffan-Dewenter, D. Buchori & T. Tschardtke. 2002. *Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. Conservation Biology 16:1003-1014.*

Koelle, K. & J. Vandermeer. 2005. *Dispersal-induced desynchronization: from metapopulations to metacommunities. Ecology Letters: 8:167-175.*

Lacher, T.E. Jr., R.D. Slack, L.M. Coburn & M.I. Gostein. 1999. *The role of agroecosystems in wildlife biodiversity, pág 147-165. En Collins, W.W. & C.O. Qualset, (Editores). Biodiversity in Agroecosystems. CRC Press LLC. Boca Raton, Florida.*

Levins, R. 1969. *Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. Bulletin of the Entomological Society of America 15:237-240.*

Mas, A.H. 1999. *Butterflies as biodiversity indicators and shade coffee certification in Chiapas, Mexico. M.Sc. Thesis University of Michigan, School of Natural*

Resources and Environment, Ann Arbor, Michigan, U.S.

Mas, A.H. & T.V. Dietsch. 2003. *An index of management intensity for coffee agroecosystems to evaluate butterfly species richness. Ecological Applications* 13 (5): 1491-1501.

McNeely, J.A. & S. J. Scheer. 2003. *Ecoagriculture, Strategies to feed the world and save biodiversity.* Island Press Washington. 323pp.

Moguel, P. & V.M. Toledo. 1999. *Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology* 13:11-21.

Molina, J. 2000. *Diversidad de escarabajos coprofagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en matrices de la zona cafetera (Quindío-Colombia). Page 29 In Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Editors). Memorias Foro Internacional Café y Biodiversidad. Agosto 10-12, Chinchiná, Colombia.*

Monro, A., D. Alexander, J. Reyes, M. Renderos & N. Ventura. 2002. *Arboles de los cafetales de El Salvador. London: The Natural History Museum.*

O'Brien, T.G. & M.F. Kinnaird. 2004. *Response Dietsch et al. Science* 303:625-626.

Paoletti, M.G. 1995. *Biodiversity, traditional landscapes and agroecosystem management. Landscape and Urban Planning* 31:117:128.

Paoletti, M.G., D. Pimentel, B.R. Stinner & D. Stinner. 1992. *Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. Agriculture, Ecosystems and Environment* 40:3-23.

Perfecto, I. 2003. *Conservation biology and agroecology: de un pájaro las dos alas. Endangered Species Update* 20(4-5):133-145.

Perfecto, I., & J. Vandermeer. 1994. *Understanding biodiversity loss in agroecosystems: reduction of ant diversity resulting from transformation of the coffee ecosystems in Costa Rica. Entomology Trends in Agricultural Science* 2:7-13.

Perfecto, I. & Vandermeer, J., 2002. *The quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. Conservation Biology* 16:174-182.

Perfecto, I. and I. Armbrecht. 2003. *The coffee agroecosystem in the Neotropics: combining ecological and economic goals pp. 159-194 (Chapter 6) En Vandermeer, J. (Editor) Tropical agroecosystems. CRC Press, Boca Raton, Florida. ISBN 0849315816. CAT. # 1581. pub. 12/03/02. Series Advances in Agroecology, 268 pp.*

Perfecto, I., R.A. Rice, R. Greenberg & M.E. Van der Voort. 1996. *Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. Bioscience 46:598-608.*

Perfecto, I., J. Vandermeer, P. Hanson, & V. Cartin. 1997. *Arthropod diversity loss and the transformation of a tropical agroecosystem. Biodiversity and Conservation 6:935-945.*

Perfecto, I., A. Mas, T. Dietsch & J. Vandermeer. 2003. *Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. Biodiversity and Conservation 12:1239-1252.*

Perfecto, I., J. H. Vandermeer, G. Lopez-Bautista, G. Ibarra-Núñez, R. Greenberg, P. Bichier & S. Langridge. 2004. *Greater predation in shaded coffee farms: the role of resident neotropical birds. Ecology 85:2677-2681.*

Philpott, S. M. and Dietsch, T. 2003. *Coffee and conservation: a global context and the value of farmer involvement. Conservation Biology 17, 1844-1846.*

Philpott, S. M., R. Greenberg, P. Bichier & I. Perfecto. 2004. *Impacts of major predators on tropical agroforest arthropods: comparison within and across taxa. Oecologia 140:140-149.*

Philpott, S. M., I. Perfecto, J. Vandemeer. (en imprenta). *Effects of management intensity and season on arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. Biodiversity and Conservation 17.*

Pimentel, D., U. Stachow, D.A. Takacs, H.W. Brubaker, A.R. Dumas, J.J. Meaney, J.A.S. O'Neil, D.E. Onsi, & D.B. Corzilius. 1992. *Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. BioScience 42:354-362.*

Pimm, S.L. 1998. *Extinction. Pages 20-38 In W.J. Sutherland (Editor). Conservation: Science and Action. Blackwell Science Ltd. Oxford.*

Pineda, E., C. Moreno, F. Escobar & G. Halfpter. 2005. *Frog, bat and dung*

beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19: 400-410.

Pretty, J. 2002. *Agri-culture, Reconnecting People, land and nature.* Earthscan Publications Limited, London. 261p.

Ramos-Suárez, M.P., H. Morales, L. Ruiz-Montoya, L. Soto-Pinto & P. Rojas-Fernández. 2002. ¿Se mantiene la diversidad de hormigas con el cambio de bosque mesófilo a cafetales? Pages 16-30 In Monro, A. & M.C. Pena. *Actas del Simposio café y Biodiversidad.* Revista Protección Vegetal, Año 12 (2) Edición Especial. San Salvador. ISBN 0565091816.

Rappole, J.H., D. I. King and J. H. Vega Rivera. 2003. *Coffee and conservation.* *Conservation Biology* 17:334-336.

Renjifo, L.M. 2001. *Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species.* *Ecological Applications* 11:14-31.

Ricketts, T.H., G.C. Daily, P.R. Ehrlich & J.P. Fay. 2001. *Countryside biogeography of moths in a fragmented landscape: biodiversity in native and agricultural habitats.* *Conservation Biology* 15:378-388.

Rojas, L., C. Godoy, P. Hanson, C. Kleinn & L. Hilje. 2001. *A survey of homopteran species (Auchenorrhyncha) from coffee shrubs and poro and laurel trees in shaded coffee plantations, in Turrialba, Costa Rica.* *Revista de Biología Tropical* 49:1057-1065.

Sadeghian, S., 2000. *Diversidad de mesoorganismos del suelo en la zona cafetera.* Pag. 20 En *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, (Editores). Memorias Foro Internacional Café y Biodiversidad.* Agosto 10-12, Chinchiná, Colombia.

Saunders, D., R. Hobbs, & C. Magules. 1991. *Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review.* *Conservation Biology* 5:18-32.

Schroth, G., G. da Fonseca, C. A. Harvey, C. Gascon, H. L. Vasconcelos, A. N. Izac, A. Angelsen, B. Finegan, D. Kaimowitz, U. Krauss, S. G. Laurance, W. F. Laurance, R. Nasi, L. Naughton-Treves, E. Niesten, D. M. Richardson, E. Somarriba, N. Tucker, G. Vincent & D. S. Wilkie. 2004. *Agroforestry and biodiversity conservation in Tropical Landscapes – a synthesis.* Pg. 1-14 In *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes.* Island Press.

Shriar, A.J. 2000. *Agricultural intensity and its measurement in frontier regions. Agroforestry Systems* 49:301-318.

Siebert, S.F. 2002. *From shade- to sun-grown perennial crops in Silawesi, Indonesia: implications for biodiversity conservation and soil fertility. Biodiversity and Conservation* 11:1889-1902.

Somarriba, E., C. A. Harvey, M. Samper, F. Anthony, J. González, C. Staver, R. A. Rice. 2004. *Biodiversity conservation in Neotropical coffee (Coffea arabica) plantations. Pg. 198-226 In Schroth, G., G.A. da Fonseca, C. Harvey, C. Gascon, H.L. Vasoncelos & A.M.N. Izac. Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. Island Press, Washington, D.C.*

Sossa, J. & F. Fernández. 2000. *Himenópteros de la franja cafetera del departamento del Quindío. Paginas. 168-180 En. Numa. C. & L. P. Romero, editoras. Biodiversidad y sistemas de producción cafetera en el departamento del Quindío. Instituto Alexander von Humboldt. Dic. 2000. Bogota, Colombia.*

Soto-Pinto, L., I. Perfecto, J. Castillo-Hernandez and J. Caballero-Nieto. 2000. *Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment* 80:61-69.

Suárez, A.V., D.T. Bolger & T.J. Case. 1998. *Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal Southern California. Ecology* 79:2041-2056.

Swift, M.J., J. Vandermeer, P.S. Ramakrishnan, J.M. Anderson, C.K. Ong & B.A. Hawkins. 1996. *Biodiversity and agroecosystem function. pages 261-298 In Mooney, H.A., J.H. Cushman, E. Medina, O.E. sala & E.D. Schulze (Editors). Functional Roles of Biodiversity: a global perspective. John Wiley and Sons Ltd.*

Terborgh, J. 1992. *Maintenance of diversity in tropical forests. Biotropica* 24:283-292.

Valle, L. & L. Calvo. 2002. *Diversidad y abundancia de Quirópteros en plantaciones de café bajo sombra en Palajunoy, Quetzaltenango, Guatemala. Pag. 51 En Monro, A. and M.C. Peña. Actas del Simposio café y Biodiversidad. Revista Protección Vegetal, año 12(2) Edición Especial. San Salvador. ISBN 0565091816.*

Vandermeer, J. (Editor). 2003. *Tropical agroecosystems. Series Advances in Agroecology. CRC Press, Boca Raton, Florida. 268 pp.*

Vandermeer, J. & I. Perfecto. 1997. *The Agroecosystem: a need for the conservation biologist's lens. Conservation Biology 11:591-592.*

Vandermeer, J. and R. Carvajal. 2001. *Metapopulation dynamics and the quality of the matrix American Naturalist 159:211-220.*

Vandermeer, J., M. Van Noordwijk, J. Anderson, C. Ong, & I. Perfecto. 1998. *Global change and multi-species agroecosystems" concepts and issues. Agriculture, Ecosystems and Environment 67:1-22.*

Vandermeer, J., I. Perfecto, G. Ibarra-Núñez, S. Philpott & A. García Ballinas. 2003. *Ants (Azteca sp.) as potential biological control agents in shade coffee production in Chiapas, Mexico. Agroforestry Systems 56:271-276.*

Williams-Guillen, & K. C. McCann. 2002 *Composición y fenología de la comunidad de árboles en el cafetal con sombra de la hacienda La Luz, volcán Mombacho, Nicaragua. En Monro, A. and M.C. Peña. Actas del Simposio café y Biodiversidad. Revista Protección Vegetal, año 12(2) Edición Especial. San Salvador. ISBN 0565091816.*

Wilson, W.O. 1988. *Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C.*

Wunderle, J. and S.C. Latta. 1996 *Avian abundance in sun and shade coffee plantations and remnant pine forest in the cordillera Central, Dominican Republic. Ornitología Neotropical 7:19-34.*

Inge Armbrecht

Universidad del Valle, Cali, Colombia
ingeparallel@gmail.com