

Cuadernos
Técnicos

SEAE

Serie: Agroecología y Ecología Agraria



INTRODUCCIÓN A LA AGROECOLOGÍA

Dr. Manuel González de Molina



Título: INTRODUCCIÓN A LA AGROECOLOGÍA

Cuadernos Técnicos SEAE - Serie: Agroecología y Ecología Agraria

Autor: Dr. Manuel González de Molina

Edita: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

Coordinación: Dra. Juana Labrador

Consejo Editorial: Dr. A Bello, Dr. JM Egea, Dra. C Fabeiro, Dr. M González de Molina, V González, Dra. MC Jaizme, Dra. MC Jordá, Dra. Juana Labrador, F Madaula, Dr. C Mata, Dr. JL Porcuna, Dr. JC Tello, Dr. J Vadell y Dr. XX Neira

Diseño gráfico y maquetación: Florence Maixent

Año: 2011

ISBN: 978-84-615-0214-1

Depósito Legal: V-1841-2011

Impresión: Imag Impressions, s.l.

*“El texto de este Cuaderno Técnico ha sido elaborado con el apoyo económico del MARM
quién sin embargo no asume los contenidos y posición contenidos en el mismo”*



Impreso en papel reciclado

Índice

PREÁMBULO	2	UN NUEVO METABOLISMO AGRARIO SUSTENTABLE	52
UN POCO DE HISTORIA	3		
¿QUÉ ES LA AGROECOLOGÍA?	7	CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE AGROECOSISTEMAS SUSTENTABLES	55
BASES EPISTEMOLÓGICAS DE LA AGROECOLOGÍA	13	LAS ESCALAS DE LA TRANSICIÓN SOCIOECOLÓGICA EN EL CAMPO	61
BASES ECOLÓGICAS DE LA AGROECOLOGÍA: LOS AGROECOSISTEMAS	17	BIBLIOGRAFÍA	65
ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LOS AGROECOSISTEMAS	21		
LA ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS AGROECOSISTEMAS	27		
LOS FLUJOS DE INFORMACIÓN: LA IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO LOCAL	30		
BASES SOCIOECOLÓGICAS DE LA AGROECOLOGÍA	34		
EL LUGAR DE LOS AGROECOSISTEMAS: EL METABOLISMO AGRARIO	39		
LA TRANSICIÓN SOCIOECOLÓGICA EN EL CAMPO: LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL METABOLISMO AGRARIO	40		
UNA NUEVA TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD	49		

Preámbulo

El sistema agroalimentario se encuentra en una crisis severa provocada por el agotamiento de sus posibilidades productivas y por su incapacidad para cumplir las tareas para el que fue diseñado. Mientras que una franja muy importante de la población mundial no alcanza las calorías mínimas para el mantenimiento de su organismo, convirtiendo el hambre y la desnutrición en un fenómeno estructural, la población de los países ricos está sobrealimentada, sufriendo por ello graves problemas de salud y suponiendo un extraordinario gasto a los sistemas sanitarios nacionales. Según un informe que acaba de publicar el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2010), la agricultura es, junto al consumo de combustibles fósiles, la actividad humana que origina problemas ambientales más serios. Este sistema evidencia, sin embargo, síntomas de agotamiento, sobre todo en el ámbito de la producción. En los últimos años venimos asistiendo a la ralentización de su crecimiento, en un contexto de aumento del consumo y de la competencia por la tierra entre los distintos usos del territorio (alimentario, ganadero, energético, etc.).

El reto principal consiste en alimentar a una población creciente sin degradar la base de los recursos naturales. Ello no será posible sin un cambio significativo en el actual modelo agrario. La agricultura sustentable constituye la manera más adecuada de lograrlo. Pero, el fracaso de la agricultura convencional es también el fracaso de la manera en que se ha abordado su estudio desde la ciencia convencional. El necesario giro hacia sistemas agrarios más sustentables requiere también de un cambio de enfoque. La Agroecología proporciona esa alternativa tanto teórica como práctica.



UN POCO DE HISTORIA



L

a Agroecología surgió a finales de los años setenta como respuesta a las primeras manifestaciones de la crisis ecológica en el campo. No obstante, si hemos de ser rigurosos, hemos de hablar con propiedad de “redescubrimiento” de la Agroecología o de formulación letrada de muchos de los conocimientos que atesoraban las culturas campesinas, de transmisión y conservación oral. De hecho, la historia de la Agronomía está salpicada, de manera más intensa en los últimos años, de “descubrimientos” de saberes y técnicas que habían sido ensayadas con éxito por muchas culturas tradicionales. Pero el carácter positivista, parcelario y excluyente del conocimiento científico

moderno marginó las formas en que tales experiencias se habían formulado y codificado para su conservación. Por tanto, el conocimiento de que en el pasado de la humanidad, e incluso en las culturas marginadas por la civilización industrial, podían encontrarse muchas experiencias útiles para hacer frente a los retos del presente, constituyó una de las razones de la emergencia, dentro de la ciencia establecida, de un enfoque más integral de los procesos agrarios que llamamos Agroecología.

El término nació en los años setenta para estudiar fenómenos como la relación de las malezas y las plagas con las plantas cultivadas y, poco a poco, se ha ido ampliando para aludir a una concepción de la actividad agraria más imbricada en el medio ambiente, más equilibrada socialmente. Reflexiones teóricas y avances científicos desde disciplinas diferentes han contribuido a conformar el actual corpus teórico y metodológico de la Agroecología. Aunque ya Klages desde la



Foto 1 La Agroecología considera los sistemas agrarios como una forma particular (humanizada) de ecosistemas.

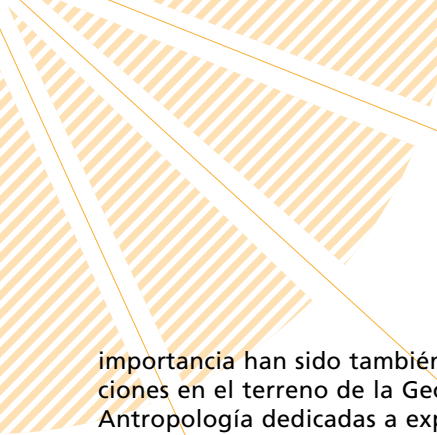
Agronomía planteó en 1928 la necesidad de tomar en cuenta los factores físicos y agronómicos que influían en la adaptación de determinadas especies de cultivos (Hecht, 1991), hasta los años setenta no se planteó una relación estrecha entre Agronomía y Ecología de cultivos¹. Aunque esta tradición tiene más tiempo, bien es verdad que centrada en relaciones muy concretas entre uno o varios factores de carácter climático, edáfico, fitotécnico o entomológico, hasta comienzos de la década de los ochenta no comenzaron a introducirse en el análisis los aspectos sociales como variables explicativas relevantes, especialmente cuando se trataba de analizar y diseñar programas de desarrollo rural (Buttel, 1980; Blaikie, 1984; Hecht, 1985; Richards, 1986).

Paralelamente, los movimientos ambientalistas influyeron en la Agroecología dotándola

de una perspectiva crítica. El desarrollo del pensamiento ecologista y la nueva ética ambiental proporcionaron los fundamentos éticos y filosóficos a la Agroecología que surgió desde el principio con vocación transformadora. Esta dimensión fuertemente aplicada de la Agroecología, pese a su origen puramente científico, ha tenido su materialización en los dos significados posibles del término, a los que nos referiremos más adelante. Así surgieron llamadas de atención sobre los efectos secundarios de los insecticidas sobre el medio ambiente (Carson, 1964) o sobre el carácter ineficiente desde el punto de vista energético de la agricultura más industrializada (Pimentel y Pimentel, 1979); o sobre los efectos no deseados de este modelo de agricultura para los países subdesarrollados (Crouch y De Janvry, 1980; Grahan, 1984; Dewey, 1981), poniendo de manifiesto los impactos negativos de los proyectos de desarrollo y transferencia de tecnologías, propias de las zonas templadas, sobre los ecosistemas de los países pobres.

Pero la influencia decisiva para la conformación de los supuestos teóricos y metodológicos de la Agroecología ha venido de manos de la Ecología. Los estudios realizados sobre el impacto en los ecosistemas tropicales de los monocultivos comerciales (Janzen, 1973; Uhl, 1983; Uhl y Jordan, 1984; Hecht, 1985) y sobre la dinámica ecológica de los sistemas agrícolas tradicionales (Gliessmann, 1982a y 1982b; Altieri y Farrel, 1984; Anderson *et al.*, 1985; Marten, 1986; Richards, 1985 y 1986) constituyeron un magnífico banco de pruebas donde comprobar la utilidad de los conceptos ecológicos aplicados al análisis del funcionamiento de los sistemas agrarios. De gran

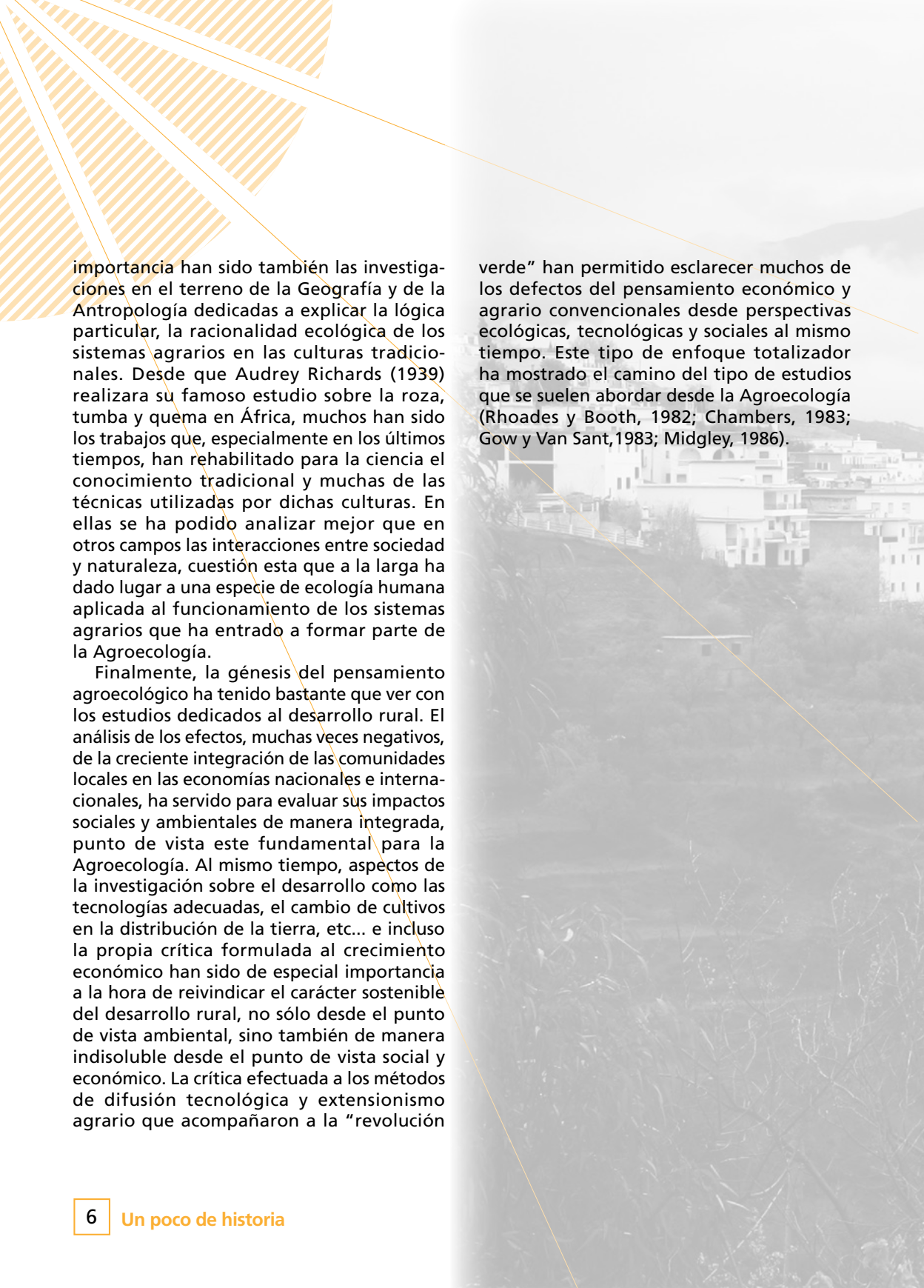
¹Un relato de este proceso con abundantes referencias bibliográficas puede consultarse en Guzmán *et al.* (2000).



importancia han sido también las investigaciones en el terreno de la Geografía y de la Antropología dedicadas a explicar la lógica particular, la racionalidad ecológica de los sistemas agrarios en las culturas tradicionales. Desde que Audrey Richards (1939) realizara su famoso estudio sobre la roza, tumba y quema en África, muchos han sido los trabajos que, especialmente en los últimos tiempos, han rehabilitado para la ciencia el conocimiento tradicional y muchas de las técnicas utilizadas por dichas culturas. En ellas se ha podido analizar mejor que en otros campos las interacciones entre sociedad y naturaleza, cuestión esta que a la larga ha dado lugar a una especie de ecología humana aplicada al funcionamiento de los sistemas agrarios que ha entrado a formar parte de la Agroecología.

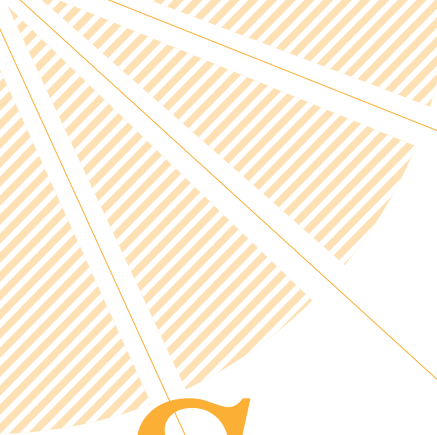
Finalmente, la génesis del pensamiento agroecológico ha tenido bastante que ver con los estudios dedicados al desarrollo rural. El análisis de los efectos, muchas veces negativos, de la creciente integración de las comunidades locales en las economías nacionales e internacionales, ha servido para evaluar sus impactos sociales y ambientales de manera integrada, punto de vista este fundamental para la Agroecología. Al mismo tiempo, aspectos de la investigación sobre el desarrollo como las tecnologías adecuadas, el cambio de cultivos en la distribución de la tierra, etc... e incluso la propia crítica formulada al crecimiento económico han sido de especial importancia a la hora de reivindicar el carácter sostenible del desarrollo rural, no sólo desde el punto de vista ambiental, sino también de manera indisoluble desde el punto de vista social y económico. La crítica efectuada a los métodos de difusión tecnológica y extensionismo agrario que acompañaron a la “revolución

verde” han permitido esclarecer muchos de los defectos del pensamiento económico y agrario convencionales desde perspectivas ecológicas, tecnológicas y sociales al mismo tiempo. Este tipo de enfoque totalizador ha mostrado el camino del tipo de estudios que se suelen abordar desde la Agroecología (Rhoades y Booth, 1982; Chambers, 1983; Gow y Van Sant, 1983; Midgley, 1986).





¿QUÉ ES LA AGROECOLOGÍA?



Son ya muchas las definiciones que se han dado del término Agroecología. Se le ha calificado como una disciplina, como un campo de estudio, como un enfoque, como una ciencia, etc. que pretende estudiar los sistemas agrarios desde una perspectiva ecológica. El debate acerca de cómo denominarla afecta a su estatus científico, a la naturaleza del conocimiento que produce; por ello, la búsqueda de un calificativo que refleje bien este hecho resulta fundamental. No parece haber duda sobre que la utilización de los supuestos teóricos y epistemológicos de la Ecología diferencia a la Agroecología de las demás formas de enfocar la actividad agraria. Incluso el propio término Agroecología da a entender que es una parte de la Ecología que estudia los sistemas agrarios; pero no hay unanimidad en cuanto al alcance de esta afirmación. Tampoco existe unanimidad respecto al objeto de estudio, pese a que aparentemente deben ser los sistemas agrarios.

La Agroecología ha surgido como respuesta a la limitada capacidad de las disciplinas convencionales para entender la cada vez más compleja realidad actual (Toledo, 1999). Se trata de superar la parcelación del conocimiento característico de la ciencia tradicional, donde “ni las ciencias del hombre tienen conciencia del carácter físico y biológico de los fenómenos humanos, ni las ciencias de la naturaleza tienen conciencia de su inscripción en una cultura, una sociedad, una historia, ni de los principios ocultos que orientan sus

elaboraciones” (Morin 1984, 43). Como dice Rolando García (2000), ciertas situaciones donde confluyen múltiples procesos (por ejemplo, del medio físico-biológico, de la producción, de la tecnología, demográficos y de la organización social) constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada, a la cual denomina sistema complejo que sólo es analizable desde un abordaje interdisciplinario. Ello obliga a plantear una estrategia de investigación que no puede quedar limitada a la simple “suma” de los enfoques parciales de los distintos especialistas, sino que debe constituir una verdadera interpretación sistémica que dé lugar a un diagnóstico integrado, a un marco conceptual común.

El ejemplo más ilustrativo de lo anterior lo constituyen los llamados “problemas ambientales”. Con el paso del tiempo se ha ido descubriendo que estos pueden ser cabalmente descritos, interpretados y sobre todo resueltos, solamente a través de un enfoque integrador. Así han surgido una serie de *disciplinas híbridas* (Toledo, 1999), que operan como reacciones particulares al proceso general de parcelación y especialización excesiva y como expresiones de una suerte de “ciencia de salvamento” que busca ofrecer información para detener y remontar la crisis ambiental. En este fenómeno emergente ha tenido un papel decisivo la Ecología, la disciplina que ha logrado una síntesis original de los conocimientos provenientes de las ciencias de la tierra y del mundo vivo, así como de la física y de la química. Como consecuencia de ello han aparecido “casi una veintena de *disciplinas híbridas* (Gráfico 1), es decir, de formas interdisciplinarias de abordar la realidad, en las que el enfoque adoptado resulta de la integración del estudio sintético de la naturaleza (la Ecología) con diferentes enfoques dedicados a estudiar

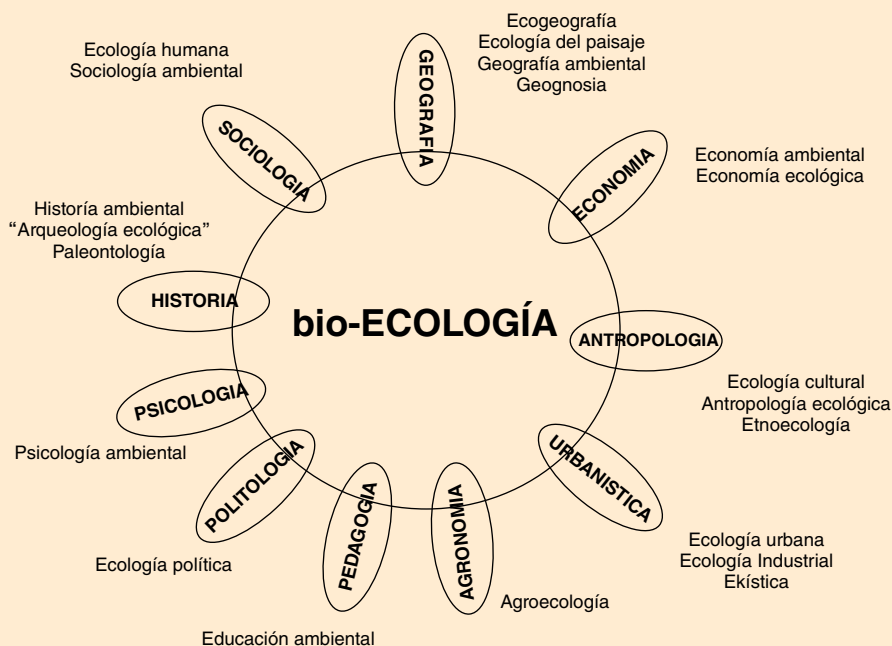


Gráfico 1 El surgimiento de al menos 17 disciplinas híbridas es resultado de la integración de la ecología (biológica) con otras áreas del conocimiento (Toledo, 1999).

el universo social o humano (Toledo, 1999). En suma, la Agroecología, ha surgido en paralelo a otras áreas del conocimiento como la Economía Ecológica, la Ecología Política, la Historia Ambiental, etc. Quiere ello decir, que la Agroecología no puede ser considerada *strictu sensu* una disciplina propia y diferenciada de otras. Más bien constituye una transdisciplina y por tanto *un enfoque o campo de estudio* que tiene su fundamento epistemológico en la Ecología y que, por tanto, utiliza un enfoque holístico y una metodología sistémica.

La Ecología constituye, pues, la base sobre la que reposa la Agroecología. El enfoque ecológico de la actividad agraria permite “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” (Altieri, 2009, 7). Ello implica el estudio de *todos* los componentes del sistema agrario.

Pero no se trata sólo de que, como dice el propio Altieri, “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". Junto con la descripción de todos los componentes que conforman un sistema agrario, lo esencial es el entendimiento de las relaciones que existen entre ellos. 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). 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).

Pese a lo dicho, la práctica agroecológica se ha concentrado más en los aspectos técnico-agronómicos que en los sociales y en las relaciones entre ambos a la hora de explicar la dinámica de los sistemas agrarios. Stephen Gliessman ha advertido de ello: "La discusión sobre la agricultura sostenible debe ir más allá de lo que sucede dentro de los límites de la unidad de producción individual. La producción agrícola es un sistema mucho más vasto, con muchas partes interactuando entre sí, incluyendo componentes ambientales, económicos y sociales, y los que se derivan de ellos, como los culturales, tecnológicos y políticos. Son estas complejas interacciones y el balance entre todas estas partes lo que el enfoque agroecológico nos invita a discutir" (Gliessman *et al.* 2007, 14). Pero lo cierto es que la Agroecología apenas ha avanzado en la hibridación disciplinar en el campo de las ciencias sociales. Algo trataremos de avanzar en este Cuaderno Técnico, dado que daremos bastante importancia a las variables sociales, económicas y políticas en su interacción con las ambientales a la hora de explicar la dinámica de los sistemas agrarios y su transición hacia un estado más sustentable.

En cualquier caso, esta consideración ecológica de la actividad agraria significa un giro copernicano respecto a la ciencia tradicional ya que proporciona una visión integral de la estructura, funcionamiento y dinámica de los sistemas agrarios. Éstos no sólo son el terreno en el que se realiza una actividad económica llamada agricultura con la que se "producen" alimentos, fibras, sustancias medicinales y combustibles y que produce beneficios monetarios. *La Agroecología considera los sistemas agrarios como una forma particular de ecosistemas que desempeñan también funciones ambientales, entre ellas las de suministro.* Volveremos sobre esto más adelante.

Aparentemente, el objeto de la Agroecología parece diáfano: el estudio de la agricultura o de la actividad agraria desde una perspectiva ecológica. Pero la cuestión no es tan sencilla. En los sistemas agrarios tradicionales, que tenían su base en fuentes de energía bióticas, la apropiación de la naturaleza a través de procesos como la agricultura constituía la fuente principal de alimentos, materias primas y energía que sostenían a las sociedades preindustriales. Las limitaciones que ello introducía en el tamaño y amplitud del entramado social hacían que el resto de procesos productivos y consuntivos tuviese una dimensión muy reducida. No ocurre hoy lo mismo. Procesos como la satisfacción del metabolismo endosomático de los ciudadanos, es decir su alimentación, involucra no sólo la producción, sino la elaboración y transformación, el transporte, la distribución, la conservación y preparación de los alimentos, etc. Procesos estos que obligan a adoptar una visión del fenómeno agrícola más amplia que la meramente productiva.

Algunos agroecólogos han adoptado este punto de vista más general. Por ejemplo,

Gliessman *et al* (2007, 13), definen la Agroecología como “la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios sostenibles”. Ello significa por un lado ampliar el objeto de estudio a todos los procesos involucrados en la alimentación, cuestión esta absolutamente necesaria para un correcto enfoque del problema. Ciertamente, la principal vocación de los sistemas agrarios es la producción de alimentos, a lo que se dedican en la actualidad la gran mayoría. La solución integral, desde la producción al consumo, “desde la huerta a la mesa” del problema alimentario es esencial para el diseño y desarrollo de sistemas agrarios sustentables. Pero, por otro lado, esta consideración de los sistemas alimentarios reduce la actividad agraria a la producción de biomasa comestible, directamente o a través de animales y deja fuera otro tipo de tareas. Por ejemplo, tareas de carácter ambiental (prestación de servicios ambientales) y la producción de biomasa destinada a otros usos no alimentarios o exosomáticos como los energéticos o la producción de fibras y maderas, resinas, etc.

Así pues, la cuestión está en considerar que el objeto de la Agroecología es el sistema agroalimentario en su conjunto o la actividad agraria, entendida esta como la producción de toda biomasa útil para el ser humano o para la reproducción de los sistemas agrarios. Ésta última es en realidad una versión ampliada de la definición tradicional: “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 (Altieri, 2009). Una solución aparente de esta disyuntiva entre una concepción más amplia

del fenómeno alimentario o una concepción integral de la actividad agraria consistiría en considerar --como han hecho algunos autores recientemente (León Sicard, 2010, 9-10)-- que la Agroecología “estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus relaciones ecológicas como culturales. Esta definición (...) entiende que el objeto de estudio de la Agroecología es el Agroecosistema”.

Pero considerar únicamente los agroecosistemas (concepto sobre el que volveremos más tarde) no resuelve del todo el problema, puesto que no todos los alimentos provienen de la actividad agrícola directa o indirectamente ni toda la biomasa útil es “producida” en agroecosistemas. Otros espacios no agrícolas requieren ser apropiados por el ser humano, tanto para satisfacer determinadas necesidades endo y exosomáticas como para reproducir de manera sostenible los propios agroecosistemas. En otros términos, la Agroecología debe tener una concepción más amplia de su objeto de estudio que englobe tanto la producción de biomasa útil como todos los procesos envueltos en la satisfacción del metabolismo endosomático y exosomático que tienen relación con las actividades agrarias, por ejemplo la consideración del sistema agroalimentario. Más tarde veremos que esta concepción amplia de la Agroecología no se acaba en los márgenes del concepto de agroecosistema ni este debe reducirse al ámbito de la producción agrícola.

La Agroecología puede definirse, parafraseando a Altieri (1987) como un enfoque teórico y metodológico que, utilizando varias disciplinas científicas, pretende estudiar la actividad agraria y agroalimentaria desde una perspectiva ecológica. Su vocación es el

análisis de todo tipo de procesos agrarios en su sentido amplio, donde los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri, 1995). Frente al enfoque convencional de la actividad agraria, que propicia el aislamiento de la explotación agraria de los demás factores circundantes, la Agroecología reivindica la combinación de ciencias naturales y ciencias sociales para comprender las interacciones existentes entre procesos agronómicos, económicos y sociales; reivindica, en fin, la vinculación esencial que existe entre el suelo, la planta, el animal y el ser humano.

Es muy importante deslindar bien la Agroecología de la Agricultura Ecológica o de cualquier otra forma de manejo más o menos sustentable de los sistemas agrarios. La Agroecología es un enfoque científico de la actividad agraria o agroalimentaria y por tanto no puede usarse más que como sustantivo. No debiera utilizarse, pues, como adjetivo que califique un modelo de agricultura

concreto, incluso aquel que se haya diseñado con criterios agroecológicos. La Agroecología sirve para analizar cualquier sistema agrario en el pasado o en el presente, esté donde esté situado.

Pero hay algo más, la Agroecología no es sólo un enfoque científico que produce más y mejores conocimientos sobre los sistemas agrarios o alimentarios, es también una filosofía de la acción. La Agroecología pertenece, como disciplina híbrida, al ámbito de la "ciencia para la sustentabilidad" (Funtowicz y Ravetz, 2000; Holling, 2001) y como tal tiene una dimensión práctica indisolublemente unida a la analítica. Para algunos autores, esta dimensión aplicada de la Agroecología es en realidad su propia razón de ser. "El concepto clave, que guía el razonamiento metodológico y epistemológico...[de la Agroecología]...es el de sostenibilidad" (Gliessman *et al*, 2007, 14). Eso quiere decir que los conocimientos que produce y la axiología en la que se fundamentan invitan a la acción, al diseño y desarrollo de sistemas agrarios sustentables.

Cuadro 1 ¿Qué es la Agroecología?

La Agroecología puede definirse, parafraseando a Altieri (1987) como un enfoque teórico y metodológico que, utilizando varias disciplinas científicas, *pretende estudiar la actividad agraria y agroalimentaria desde una perspectiva ecológica*. Su vocación es el análisis de todo tipo de procesos agrarios en su sentido amplio, donde los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri, 1995). Frente al enfoque convencional de la actividad agraria, que propicia el aislamiento de la explotación agraria de los demás factores circundantes, la Agroecología reivindica la combinación de ciencias naturales y ciencias sociales para comprender las interacciones existentes entre procesos agronómicos, económicos y sociales; reivindica, en fin, la vinculación esencial que existe entre el suelo, la planta, el animal y el ser humano.



**BASES EPISTEMOLÓGICAS
DE LA AGROECOLOGÍA**



La Agroecología pretende insertarse en un nuevo paradigma emergente, producto de la crisis de los paradigmas tradicionales y de la racionalidad científico-técnica que los ha sustentado (Garrido *et. al*, 2007). Sus raíces son bastante diferentes a las de las ciencias agrarias convencionales, que piensan aún que la agricultura puede ser entendida en forma atomística, es decir en cada una de sus partes de manera independiente del todo. Esta es la razón por la que los sistemas agrarios han sido analizados de manera fragmentaria, estanca, parcelaria. Se estudian separadamente las características físicas del suelo, las biológicas de las plantas y las características de la fauna que mantiene; se actúa como si los procesos sociales —la oscilación de los precios agrarios por ejemplo, o el desigual acceso a la tierra— no influyeran en absoluto en la estabilidad o cambio de las propiedades físico-biológicas de la explotación agraria. De ahí que, normalmente, se desarrollen tecnologías de manera aislada para un fin concreto (control de plagas, aplicación de nutrientes, etc.) sin tomar en cuenta los efectos «externos» que tales tecnologías producen en los distintos componentes que actúan en finca y en el conjunto del sistema agrario. Se piensa, igualmente, que tales tecnologías y los experimentos desarrollados en laboratorios pueden replicarse en cualquier tiempo y lugar, independientemente de las específicas condiciones edafoclimáticas de cada agroecosistema.

Frente a todo ello, la Agroecología está estrechamente vinculada al paradigma ecológico, que ha emergido frente a la visión del mundo que ha sustentado la modernidad. Es resultado de un enorme esfuerzo de crítica y de búsqueda de alternativas. Su construcción se ha ido fraguando con diversos materiales aportados por la crítica pero también por nuevas teorías y disciplinas científicas como la Ecología, la Termodinámica y la Teoría de Sistemas. De la primera de ellas ha tomado la importancia de la interacción entre las partes, entre los componentes del mundo natural y social, el reconocimiento de la complejidad de lo real, la evolución y el cambio, etc. De la Termodinámica una concepción de los procesos físicos y biológicos marcada por la finitud, la irreversibilidad, la entropía (Atkins, 1992) y, al mismo tiempo, la posibilidad de la neguentropía y el orden, es decir de la sustentabilidad. De la Teoría de Sistemas (Bertalanffy, 1976; Luhmann, 1998) el enfoque holístico y sistémico que permite articular conceptos y construcciones teóricas provenientes de la Ecología, de la Termodinámica, de la Teoría de la Evolución, etc...

De todo ello han surgido, a su vez, tres conceptos fundamentales: el primero, el propio concepto de sistema, definido por las propiedades emergentes que se originan en la interrelación de sus componentes, de tal manera que lo esencial no son los componentes sino las relaciones entre ellos; el segundo, el concepto de complejidad, resultado del número y cualidad de las interrelaciones; y el tercero, la importancia del ambiente que le rodea a la hora de comprender el estado y el comportamiento del sistema. La complejidad es, pues, uno de los principios constituyentes del paradigma ecológico. Quizá ninguno como éste muestre el contraste con la epistemología tradicional.

Frente al empeño excluyente de la ciencia mecanicista, reintroduce lo local y lo singular en la explicación de los fenómenos. Frente a la reversibilidad del tiempo que traspasa la ciencia mecanicista, la afirmación del tiempo como un proceso irreversible, dotando al conocimiento de historicidad. Contradice así la visión tan frecuente en las ciencias humanas que despoja las relaciones sociales de su dimensión temporal para singularizar *la estructura* que las rige. "Mientras que el pensamiento simplificante elimina el tiempo, o bien no concibe más que un solo tiempo (el del progreso o el de la corrupción), el pensamiento complejo afronta no solamente el tiempo, sino el problema de la politemporalidad en la que aparecen ligadas repetición, progreso, decadencia" (Morin, [1999] 2007, 61)

Frente a la idea de que lo real puede ser reducido a su dimensión última o unidades elementales que lo constituyen, reafirma los últimos desarrollos de la ciencia que hacen hincapié más en las interacciones que en las partículas mismas; es así como el conjunto resulta más que la suma de las partes. Frente a la idea de que el universo es una entidad ordenada donde no cabe el azar, el caos, la dispersión, el paradigma ecológico reivindica la insuficiencia de las leyes que determinan su estructura y funcionamiento y la necesidad de contar también y de manera complementaria con la aleatoriedad de los procesos, de su improbabilidad. Frente a la idea de que toda consecuencia tiene una causa, la multi-causalidad como reflejo de la complejidad de lo real, donde las consecuencias contribuyen a conformar las causas. Este principio de recursión es el que permite entender, a su vez, que las propiedades emergentes de cualquier organización acaben interactuando sobre sus componentes. Frente a la

disyuntiva típica del pensamiento científico tradicional entre objeto y entorno, entre sujeto y objeto, reintroduce al observador en la observación (Woodgate y Redclift, 1998). Frente a la supuesta capacidad del método científico para producir conocimientos verdaderos a partir de la verificación empírica y la demostración matemática, reivindica la paradoja, donde la contradicción no es sinónimo de error sino reflejo de la existencia de dimensiones profundas o desconocidas de la realidad.

El paradigma ecológico tiene también tras de sí una nueva axiomática y un nuevo modelo de organización social basado en la sostenibilidad; objetivo cuyo logro depende de la orquestación de varias ciencias, entre ellas las sociales, que deben cooperar a la proposición de formas de relacionarnos con la naturaleza que sean sostenibles. Por ello el nuevo paradigma obliga la transdisciplinariedad. Estos y otros elementos constituyentes del paradigma ecológico no suponen una alternativa a la ciencia sino otra forma de concebirla y practicarla igualmente científica. El paradigma ecológico no pretende rivalizar con otros paradigmas existentes, aspira a integrarlos y a cooperar con ellos. Se interroga sobre la utilidad social del conocimiento que produce, de tal modo que su calidad no sería el resultado de mediciones realizadas por los propios científicos en función de la propia lógica científica, sino también de la evaluación del resto de la sociedad en función de criterios éticos (Fantoviz y Ravets, 2000). Esta integración entre ética y epistemología muestra la forma normal de operar del paradigma ecológico que en combinación con los movimientos sociales y, en especial con el ecologista, está cooperando a la búsqueda de soluciones a la actual crisis civilizatoria.

Consciente de la incertidumbre del propio conocimiento científico y de las a veces imprevisibles consecuencias de los propios “descubrimientos” que produce, la ciencia posnormal se cuida de tomar las medidas necesarias para garantizar que las decisiones y el control del propio desarrollo científico y, consecuentemente tecnológico, sean socialmente compartidas. Funtowicz y Ravetz proponen cambios de orden epistemológicos (modificar la relación entre hechos y valores, fomentar el pluralismo axiológico y estratégico, introducción de la incertidumbre y de los procesos caóticos, enfoque sistémico, articulación de métodos cualitativos y cuantitativos, etc.) y en el plano social la introducción de un criterio de calidad para evaluar socialmente la actividad científico-técnica. “La ciencia posnormal es dinámica, sistémica y pragmática y, por ello, exige de una nueva metodología y organización social del trabajo. (...) el principio de calidad nos permite manejar las incertidumbres irreductibles y las complejidades éticas que son centrales a la resolución de los problemas en este nuevo estilo de ciencia” (Funtowicz y Ravetz, 2000, 58).

En ese sentido, el lugar de la ética y su funcionalidad es similar al que ocupan los instintos y el aprendizaje condicionado en especies animales evolutivamente cercanas como los mamíferos superiores. Ética fundada en criterios de valoración propiamente ecológicos y orientados hacia la estimulación y producción de conductas y acciones ecológicas, es decir a aquellas que generan beneficios sociales y ambientales. Ética que requiere, para serlo de manera consecuente, la ampliación de los límites de la comunidad moral. Todos los seres vivos, cuya organización ecosistémica hace posible la vida, deben formar parte también de ella ya que su contribución al mantenimiento de la vida

humana es fundamental. De esa manera, el paradigma ecológico adopta una perspectiva biocéntrica opuesta a la ontología antropocéntrica que subordina la naturaleza en su conjunto al ser humano y es responsable de las conductas causantes de la crisis ecológica. Ésta es precisamente el fundamento esencial de la Agroecología, el reconocimiento de que la agricultura, en su sentido amplio, es producto de la interacción entre la sociedad con su medio ambiente, entre la naturaleza y la sociedad.

El paradigma ecológico reposa, en definitiva, sobre una axiología alternativa, construida sobre una ética consciente tanto de los límites ecológicos de la libertad como de que la equidad es uno de sus principales valores, incluyendo la igualdad intergeneracional e interespecífica. Reposo, finalmente, en el principio de prudencia o precaución. Frente al viejo axioma, especialmente operativo en el campo de la ciencia, de que todo lo que puede ser hecho debe ser hecho, este principio obliga antes de la acción a la reflexión y al cuestionamiento de la utilidad social y ambiental de la misma. Esta simbiosis entre epistemología (ciencia posnormal) y ética (principio de responsabilidad) en la elaboración y el uso del principio de precaución, es otro buen exponente del modo integrador de operar del paradigma ecológico.



**BASES ECOLÓGICAS
DE LA AGROECOLOGÍA:
LOS AGROECOSISTEMAS**

U

n fundamento básico de la Ecología es el concepto de ecosistema, definido como sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, delimitado por fronteras definidas arbitrariamente, en un tiempo y espacio que parece mantener un estado estable de equilibrio, pero a la vez dinámico (Odum, 1992; Gliessman, 2002). Todo ecosistema es, pues, un conjunto en el que los organismos, los flujos energéticos y los flujos biogeoquímicos se hallan en equilibrio inestable, es decir, son entidades capaces de automantenerse, autorregularse y autorrepararse independientemente de los hombres y de las sociedades y bajo principios naturales (Toledo, 1985). Pero los seres humanos, al artificializar dichos ecosistemas para obtener biomasa útil, interfieren en mayor o menor grado en los mecanismos por los que la Naturaleza se renueva continuamente. En ese sentido, podemos distinguir dos formas de intervención humana en los ecosistemas: la propia de las sociedades de cazadores-recolectores (o las actividades de caza, pesca, extracción de productos forestales y ciertos tipos de pastoreo), donde los recursos naturales son obtenidos y transformados sin provocar cambios sustanciales en la estructura, dinámica y arquitectura de los ecosistemas naturales (Guha y Gadgil, 1993); y aquella que se produce cuando los ecosistemas naturales son parcial o totalmente reemplazados por conjuntos de especies animales o vegetales en proceso de domesticación. La agricultura, la ganadería, la silvicultura, etc. serían los ejemplos más claros de esta segunda forma de intervención. Frente a los primeros,



que como ecosistemas conservan aún su capacidad de automantenerse, autorrepararse y autorreproducirse, los sistemas manipulados por los seres humanos son inestables, requieren de energía y también materiales del exterior para su mantenimiento y reproducción (Toledo, 1993).

Pues bien, a estos ambientes transformados o ecosistemas artificiales se les denomina *agroecosistemas*. La Agroecología se sirve de ellos como unidad de análisis o espacio de observación. En otras palabras, un *agroecosistema* es aquel trozo de naturaleza que puede ser reducido a una última unidad con arquitectura, composición y funcionamiento propios y que posee un límite teóricamente reconocible, desde una perspectiva



Foto 2 Los agroecosistemas son ecosistemas artificializados por el ser humano.

agronómica, para su adecuada apropiación por parte de los seres humanos. Con él se quiere aludir a la específica articulación que presentan los seres humanos con los recursos naturales: agua, suelo, energía solar, especies vegetales y el resto de las especies animales. En este sentido, la estructura, dinámica y arquitectura de los agroecosistemas resulta ser una construcción social, producto de la coevolución de los seres humanos con la naturaleza (Redclift y Woodgate, 1993). En otras palabras, es producto de la manipulación socialmente organizada de un ecosistema para la producción de biomasa útil y, como tal, reflejo de relaciones de naturaleza socioecológicas.

El trabajo de Norgaard (1994), a quien se debe la fundamentación de este principio,

hace hincapié en que las actividades de la gente “modifican los ecosistemas y, a su vez, las respuestas de estos proveen de un marco tanto para la acción individual como para la organización social”. Ahora bien, la mutua determinación de ambos mundos, el social y el natural, no implica concebirlos como separados uno del otro, donde cada uno pueda explicarse separadamente por las ciencias sociales o por las naturales. La naturaleza y la sociedad no son dos mundos distintos, con dinámica propia, que interactúan a lo largo del tiempo. En coherencia con esa declaración, la Agroecología considera la sociedad *en* la naturaleza, con quien establece relaciones materiales de intercambio de energía, materiales e información. Para describir esta relación de determinación múltiple se ha



propuesto el concepto de *metabolismo social* del que luego hablaremos. La Agroecología entiende, pues, la relación entre naturaleza y sociedad de manera integrada, esto es, parte de la consideración del sistema social como una parte más de los sistemas naturales (Berkes y Folke, 1998) o a las sociedades como “subsistemas de la biosfera”, negando el excepcionalismo que, según demostraron Catton y Dunlap (1978), fue y en buena medida sigue siendo el paradigma dominante en las ciencias sociales. Barbara Adam lo ha expresado de manera contundente: “Desde una perspectiva temporal, no existe la dualidad naturaleza-cultura: somos naturaleza, constituimos naturaleza y creamos naturaleza a través de nuestras acciones en condiciones que están preestablecidas ampliamente por nosotros, por la evolución y por la historia” (Adam, 1997, 171).



**ESTRUCTURA Y COMPONENTES
DE LOS AGROECOSISTEMAS**



C

on el surgimiento de la agricultura, los seres humanos reemplazaron parcial o totalmente los ecosistemas naturales por conjuntos de especies animales o vegetales en proceso de domesticación (Toledo, 1993). Así surgieron los “agroecosistemas” (Altieri, 1989) o ecosistemas manipulados y artificializados por el hombre para capturar y convertir energía solar en alguna forma particular de biomasa que pudiera ser usada como comida, como medicina, fibra, esto es como materia prima, o como combustible (Margalef, 1979). Estos ecosistemas manipulados son inestables, requieren energía y también materiales del exterior para su continuidad en el tiempo (Pimentel y Pimentel, 1997; Gliessman, 1998).

Esa energía es añadida mediante una serie de labores o manejos que tienen por objeto asegurar la producción de biomasa y su repetición en sucesivos ciclos de cultivo. En los agroecosistemas manejados de manera tradicional ese input de energía adicional viene de fuentes biológicas: trabajo humano y trabajo animal, que a su vez depende directamente de la capacidad del agroecosistema de producir biomasa. Ésta depende de la cantidad de tierra ocupada donde realizar el proceso fotosintético, manteniendo, pues, una dependencia muy estricta de su dotación territorial. En los agroecosistemas manejados de manera industrial, la energía adicional proviene en su gran mayoría del empleo directo e indirecto de combustibles fósiles. En tales sistemas, la mayoría de la energía generada como biomasa se dirige hacia fuera del sistema tanto en forma de alimento o fibra como de residuos

de cosecha. A estos últimos no se les permite además quedarse dentro del sistema para contribuir al funcionamiento de importantes procesos internos. Estos agroecosistemas son meros “transportadores de energía” y difícilmente pueden considerarse sostenibles (Gliessman *et al.*, 2007, 17).

En cualquier caso, las principales labores guardan cierta similitud y han perdurado en su esencia hasta ser sustituidas en muchas zonas del planeta por las prácticas propias de la agricultura industrial. Tienen por objeto alterar los ciclos del carbono, del nitrógeno y del fósforo, del ciclo hidrológico y de los mecanismos de regulación biótica. El suelo, por ejemplo, debe ser cultivado no sólo para la siembra sino también para el control de la flora arvense, para incorporar materia orgánica y permitir el crecimiento de las raíces, para favorecer la infiltración del agua, etc. También deben controlarse los daños potenciales que la labranza puede provocar, especialmente en suelos en pendiente, expuesto a la acción erosiva sobre todo del agua. Una de las soluciones más difundida por todas las culturas ha sido la construcción de terrazas.

En muchos agroecosistemas en el pasado e incluso en la actualidad, el uso del ganado es imprescindible para realizar las labores más duras: arar, trillar, transportar el grano, extraer aceite y sacar agua para regar. Ello permite cultivar una porción de territorio mayor que si se hace con trabajo humano. Los bueyes, las vacas, búfalos acuáticos y caballos y otras razas equinas, con ayuda de aparejos especiales, han hecho tradicionalmente estas labores pesadas. Proporcionan también estiércol, leche, carne y pieles. El estiércol se ha convertido en muchos agroecosistemas en el elemento clave de la reposición de la fertilidad, especialmente

cuando se alcanza cierto nivel de intensidad en los cultivos. No obstante, el ganado invierte gran cantidad de biomasa vegetal en los procesos metabólicos requeridos para su mantenimiento y reproducción. La complementariedad entre el trabajo animal y el trabajo humano resulta ideal mientras que el ganado puede mantenerse de los pastos existentes en suelos que no pueden o no conviene usar para la agricultura o bien de biomasa vegetal que no puede ser consumida directamente por los seres humanos (Gliessman, 2002, 273-274; González de Molina y Guzmán Casado, 2006). En cualquier caso, las sociedades agrarias necesitaron históricamente cuatro veces más biomasa que los cazadores-recolectores (Fischer-Kowalski y Haberl, 1997, 64) debido precisamente al uso de animales domesticados.

Como en el caso de los sistemas naturales, la productividad de los agroecosistemas está limitada por la disponibilidad de agua y nutrientes. Los agricultores aprendieron pronto que el incremento de los rendimientos está asociado a la abundancia relativa de estos factores y desarrollaron prácticas culturales que trataron de maximizar su uso interfiriendo en los ciclos biogeoquímicos (Gliessman, 2002; González de Molina, 2002; Garrabou y González de Molina, 2010). El manejo del carbono se hace mediante la aplicación de materia orgánica, que contiene también cantidades apreciables de nitrógeno, fósforo y potasio. De esa manera la reposición de la fertilidad fue siempre un factor crucial del que dependió el volumen y la estabilidad de la producción agrícola.

Como es sabido, el nutriente más limitante de la productividad de los agroecosistemas es el Nitrógeno (N), no sólo porque es el más demandado por las plantas sino también porque su

disponibilidad en el suelo es escasa, dependiendo de las posibilidades de su captura de la atmósfera. Por su parte el fósforo, cuyas reservas no están en la atmósfera sino en el suelo y suelen ser abundantes, se convierte en factor limitante debido a su baja disponibilidad para las plantas. Una vez depositado en los tejidos de estas y consumido en forma de biomasa por los organismos heterótrofos (animales herbívoros, animales domésticos y el hombre) su vuelta al suelo y el correspondiente cierre del ciclo depende del uso que se haga de las excretas de los dos últimos. Las prácticas agrarias tratan —a falta de la producción sintética de fertilizantes y de reservas de rocas fosfatadas— de movilizar los nutrientes de las distintas partes de los agroecosistemas y de la atmósfera que los envuelve. Con tales prácticas, los agricultores tratan de reponer las pérdidas provocadas por la cosecha y procesos naturales como la lixiviación, volatilización, etc.

Son muchas, muy variadas e incluso algunas sofisticadas, las prácticas de fertilización que se han desarrollado en las agriculturas no industriales, obligadas por la necesidad de no agotar sus fuentes de aprovisionamiento. La mayoría de los nutrientes se reponen devolviendo a la tierra los residuos animales y vegetales, esto es, reciclando los residuos orgánicos (estiércoles, materia orgánica del sotobosque, huesos triturados, aguas fecales, pozos ciegos, quema de biomasa y adición de cenizas, uso de sedimentos, etc.). Quizá el más extendido ha sido la aplicación de las excretas ganaderas, cuyo manejo ha ido perfeccionándose a lo largo del tiempo. La recogida, fermentación y transporte de estos residuos comporta pérdidas muy importantes en el contenido de los nutrientes. Los agricultores deben aplicar enormes cantidades de estiércol para reponer la fertilidad. Su disponibilidad estuvo siempre limitada.

Efectivamente, no en todos los agroecosistemas se puede hacer el mismo acopio de materia orgánica. La escasez ha sido en muchos territorios algo estructural, por ejemplo en climas con pocas precipitaciones y baja producción de biomasa, donde la cabaña ganadera no puede ser (sin auxilio de recursos externos) lo suficientemente grande como para atender las necesidades de fertilización (González de Molina, 2001). En ausencia de fertilización química, la escasez ha obligado en muchas latitudes a la utilización del barbecho y al desarrollo de estrategias de reposición de nutrientes mediante el uso de abonos verdes y la siembra de leguminosas en rotación con otros cultivos, maximizando el aporte de nitrógeno. Por ejemplo, el abono verde fue bastante utilizado en Europa en el pasado y también fue usado en el este asiático. La combinación de leguminosas y abonos verdes, barbechos y cereales ha dado lugar a la práctica de las rotaciones, que constituyeron la manera energéticamente más eficiente de optimizar las posibilidades de la agricultura tradicional. Con ellas no sólo se procura reponer la fertilidad sino que se controla la proliferación de la flora arvense y de las plagas y enfermedades de las plantas. La sucesión de varios cultivos (granos, tubérculos, oleaginosas, fibras, etc.) disminuye además el riesgo de fracaso de la cosecha y permite una mejor adaptación tanto a las condiciones de suelo y clima como a las preferencias dietéticas. Rotaciones y policultivos constituyen en definitiva una manera eficiente de asegurar la autosuficiencia alimentaria e incluso de mantener altas densidades de población con la misma cantidad de tierra.

Dada la importancia capital del agua para la producción de biomasa, los agricultores deben interferir también en el ciclo

hidrológico. En algunas regiones del planeta las precipitaciones son demasiado abundantes y crean serios problemas para el adecuado desarrollo de los cultivos. En este tipo de sociedades se han tenido que desarrollar sistemas de drenaje para crear las condiciones idóneas de humedad. Muchas de estas soluciones han sido imaginativas, sin necesidad de provocar grandes modificaciones en los agroecosistemas. En otras zonas, sin embargo, el problema es el contrario, ya sea porque llueve poco o porque no lo hace en determinadas épocas del año. Las disponibilidades de agua condicionan los tipos de plantas que pueden cultivarse. Algunos cultivos (cítricos, ciertos frutales, hortalizas, forrajes, tabaco, algodón, caña de azúcar, etc.) sólo pueden desarrollarse con un suministro abundante y estable de agua, esto es con riego. La diversificación y especialización de cultivos, y por supuesto el incremento de la productividad primaria neta en zonas áridas y semiáridas ha dependido de las posibilidades tecnológicas del riego.

En las agriculturas preindustriales, los riegos han sido movidos por gravedad, aprovechando la energía cinética proveniente de su desplazamiento por las pendientes. La orografía y los coeficientes de escorrentía condicionan, pues, su amplitud, en tanto que el régimen de los ríos y arroyos condiciona la dotación de agua disponible a lo largo del año. Las posibilidades de riego están determinadas, pues, por la existencia de cursos de agua más o menos caudalosos y de pendientes más o menos pronunciadas que la hagan fluir con la fuerza suficiente. Son riegos basados en pequeñas presas de derivación, sin apenas capacidad de almacenamiento, y en una red de canalizaciones que transportan el agua hasta las parcelas. Una cantidad impresionante de artilugios fueron inventados para almacenar, transportar y elevar el agua,

	Ecosistema natural	Agroecosistema Campesino	Agroecosistema Industrial
Productividad neta	Media	Alta	Muy Alta
Interacciones tróficas	Compleja	Baja complejidad	Simple y lineal
Diversidad de especies	Alta	Media	Baja
Diversidad genética	Alta	Baja	Muy Baja
Ciclo de nutrientes	Cerrado	Semicerrado	Abierto
Estabilidad	Alta	Media	Baja
Control humano	Independiente	Dependiente	Dependiente
Permanencia temporal	Larga	Corta	Corta
Heterogeneidad del hábitat	Alta	Media	Baja

Fuente: adaptado de Gliessman, 2002, 26.

Tabla 1 Diferencias en la estructura y función entre ecosistemas naturales y agroecosistemas

especialmente en oriente medio y en el este de Asia. Quizá la contribución más importante que hizo China a la agricultura de base orgánica haya sido precisamente el diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de irrigación. Gracias a ellos, los sistemas de arroz inundable constituyeron la máxima representación de una agricultura tradicional intensiva y una expresión sofisticada de la adaptación del paisaje a las necesidades humanas, incluyendo la domesticación de especies (el arroz y el búfalo), especialmente diseñadas para esos sistemas (Mc Netting, 1993: 41). Con la aparición de las grandes tecnologías hidráulicas, ya en el siglo XX, en los países con acceso a estas tecnologías se pudieron realizar obras de regulación mediante grandes presas y extraer agua del subsuelo en cantidades significativas.

Pero los agricultores no sólo han alterado los flujos de energía y de materiales de los ecosistemas sino que, al cultivar la tierra y manejar los agroecosistemas, han alterado también las plantas mediante selección y mejora. Con ello alteran también la flora y la fauna que afecta a los propios cultivos. La pretensión de los agricultores ha sido, hasta que penetró la lógica de la agricultura industrial, cultivar una mayor

variedad de plantas, hacerlas más productivas y más resistentes. En otros términos, obtener la máxima cantidad de biomasa útil. Para lograrlo han desarrollado a lo largo del tiempo procedimientos de domesticación, selección y mejora de las plantas cultivables con el fin de mejorar la relación entre la biomasa cosechable y la biomasa total. El proceso de selección se ha orientado hacia las especies y variedades de plantas útiles que destinen la mayor proporción de fotosintato a la parte cosechable, en detrimento de otras partes de su morfología. Ello no quiere decir que, como ocurre con la agricultura industrializada, el proceso de selección y mejora haya tenido como único objetivo el incremento del rendimiento comercial de la planta. En las últimas décadas el proceso de selección de semillas ha buscado unos determinados parámetros de altos rendimientos, apariencia, uniformidad genética, respuesta rápida a fertilizantes y aplicación de agua, facilidad de cosecha y procesamiento, resistencia a daños de transporte y menor caducidad. En las agriculturas preindustriales, los campesinos tienen también otros objetivos, no sólo los comerciales, a la hora de seleccionar variedades, por ejemplo la alimentación animal y la utilización de la paja como material de construcción o combustible en el

caso de los cereales. Ello explica las diferencias significativas que existen en los coeficientes de cosecha entre las variedades tradicionales y las actuales.

La mejora actual de plantas que busca la acumulación de biomasa en la parte cosechable ha reducido la cantidad de energía destinada a aquellas características que les confieren una mayor resistencia ambiental. Debido a ello, las especies y variedades actuales necesitan unas condiciones óptimas de humedad del suelo, disponibilidad de nutrientes, ausencia de plagas y enfermedades, temperatura y luz solar, de las que no se podía disponer en el pasado. No es extraño que las especies y variedades tradicionales tengan menores rendimientos comerciales, pero a cambio están más y mejor adaptadas a las condiciones de su entorno (Odum, 1992, 204), a la sequía, a la carencia estructural de nutrientes o a los ataques de insectos-plaga.

Todo intento de maximizar la cosecha útil implica necesariamente la simplificación de la diversidad biológica mediante el aumento de la densidad de las plantas cultivadas, la eliminación de las competidoras y el control y, en su caso eliminación, de la fauna "perjudicial". Sin embargo, en agriculturas no industrializadas, los campesinos deben mantener la máxima biodiversidad en campo para ganar en estabilidad y seguridad en las cosechas. Por ello, los agroecosistemas campesinos tienen en general mayor diversidad genética dentro de sus poblaciones, diversidad de cultivos, de especies no agrícolas, de plantas silvestres dentro y alrededor de los campos de cultivo, etc. En esas condiciones, la vulnerabilidad a las plagas

y enfermedades es menor². La diversidad constituye, pues, una estrategia de seguridad que abarca más ámbitos que los hasta ahora descritos. Los campesinos están obligados a mantener no sólo una elevada diversidad de flora y fauna, de su correspondiente carga genética, sino también deben mantener cierta diversidad en el arreglo espacial de los componentes de las zonas de cultivo.

Una de las principales características del proceso de domesticación de especies ha sido su extraordinaria variación genética. Dentro de cada especie se pueden distinguir aún cientos e incluso miles de variedades o razas. Cada raza o variedad por lo común constituye un diseño genético que responde a condiciones ecológicas específicas: diversos rangos de humedad, temperatura, ciclos o ritmos naturales, umbrales climáticos o de suelos (factores físicos y químicos) y necesidades del consumo humano (tamaño, color, sabor, aroma, manejabilidad, disponibilidad espacial y temporal, valor nutricional o artesanal, etc.). Estas adaptaciones particulares y específicas han producido toda una gama de variaciones y han sido el producto de un significativo conocimiento ecológico de las condiciones locales (incluyendo micro-climas y variaciones mínimas de suelo y relieve, ritmos y ciclos naturales, interacciones de organismos, eventos regulares y sorpresivos, etc.) de quienes mantienen y manejan estas variedades y razas. El producto final ha sido, tras 10.000 años de diversificación agrícola y pecuaria, de cientos y miles de diseños genéticos originales, que a su vez son la consecuencia de creaciones de innumerables culturas locales a lo largo del espacio y del tiempo (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

²La presencia de arvenses, por ejemplo, cuyo control implica la realización de labores de escarda, puede tener efectos positivos sobre el mantenimiento de insectos benéficos y el control de los insectos-plaga. Del mismo modo, la presencia de policultivos y de rotaciones mantiene a los insectos herbívoros en desventaja, ya que disponen de menor concentración de alimento.



**LA ORGANIZACIÓN
Y FUNCIONAMIENTO
DE LOS AGROECOSISTEMAS**

Fotos 3-4-5 Diversos usos alternativos del territorio: agrícola, pecuario o forestal



Cada una de las formas de organización de los agroecosistemas imprime su *particular huella* sobre el territorio, configurando paisajes específicos. O dicho de otra manera, *cada arreglo del agroecosistema tiene un coste en términos de territorio en función de la procedencia y calidad de los flujos de energía y materiales que hacen posible su funcionamiento y del manejo de la biodiversidad*. El paisaje es la huella visible que el mismo deja sobre el territorio, en tanto puede existir una huella oculta que se materialice en un territorio, a veces distante, del que provengan recursos naturales (“ghost acreage”) o funciones ambientales que resultan imprescindibles para el funcionamiento del metabolismo en cuestión (Guzmán Casado y González de Molina, 2008). En agriculturas preindustriales, el funcionamiento de los agroecosistemas necesita la apropiación de grandes cantidades de territorio para producir biomasa útil; un coste que no paga la agricultura industrializada que se

nutre de fuentes energéticas y de materiales que provienen del subsuelo.

Por ejemplo, en las agriculturas orgánicas tradicionales o agriculturas campesinas, las necesidades de tracción animal, de reposición de la fertilidad, de combustible para las necesidades domésticas o de la industria artesanal, de la mayoría de las actividades económicas, del transporte, etc. al ser satisfechas con la quema o ingesta de biomasa, requerían, junto con la alimentación humana, una cantidad determinada de territorio. La casi imposibilidad de importar cantidades significativas de energía externa a los ecosistemas manejados, obligaba a satisfacer las necesidades propias y las demandas ajenas con el territorio disponible, fragmentándolo para usos alternativos. Por ello, el campesino estaba obligado a establecer una estrategia de complementariedad entre distintos usos del territorio. Las tierras de cultivos iban destinadas a la alimentación humana o la producción de fibras y otras materias primas de interés para el ser humano. Los terrenos de pasto iban destinados a la alimentación animal y, finalmente, los terrenos forestales a la producción de combustible y



materiales de construcción, madera y leña³. Cuando alguno de los usos era insuficiente para satisfacer las demandas, se procuraba que los otros lo compensaran. Por ejemplo, cuando el crecimiento del ganado de labor superaba la capacidad de alimentarlo en las zonas de pasto, las zonas agrícolas debían destinar una parte de la producción a cereales y leguminosas para pienso o de la biomasa sobrante de los cultivos (los “residuos de cosecha”).

Ciertamente, los tres grandes usos alternativos del territorio podían darse conjuntamente en una misma explotación, combinando diversos cultivos y aprovechamientos (sistemas agroforestales, por ejemplo), pero su factibilidad dependía de las condiciones edafoclimáticas de cada ecosistema y de su capacidad productiva. En climas en los que la producción primaria resultaba deprimida por la escasez de precipitaciones o la escasez de nutrientes, los costes territoriales de la producción de

biomasa eran mayores que en las zonas de abundancia de estos factores. En algunas regiones secas, semiáridas y áridas, donde el agua escaseaba, los usos del territorio podían incluso competir entre sí y ser prácticamente excluyentes, obligando a un alto consumo de territorio. La superficie agraria útil quedaba, pues, dividida según sus aprovechamientos, en terrenos agrícolas, pecuarios y forestales, cuyo grado de incompatibilidad dependía de las aptitudes de cada agroecosistema. Incluso en zonas semidesérticas o áridas, en las que la productividad natural era baja y el territorio objeto de apropiación tenía que ser demasiado extenso, la mejor opción era el pastoralismo y el nomadismo (Giampietro, Bukkens, Pimentel, 1997, 155). En definitiva, la distribución en distintos usos del territorio, esto es la heterogeneidad espacial, constituía una forma de imitar la dinámica de los ecosistemas naturales y lograr así la máxima estabilidad.

³Como ha señalado Sieferle (2001b, 20), los distintos usos del suelo estaban vinculados con los diversos tipos de energía. Las tierras cultivadas estaban asociadas con la producción de energía metabólica para proveer la alimentación humana; las tierras de pasto que alimentaba a los animales de labor con la energía mecánica y los bosques con la energía térmica que proporcionaba el combustible necesario para la cocina, calefacción y la manufactura.



LOS FLUJOS DE INFORMACIÓN: LA IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO LOCAL



La Agroecología no sólo se nutre de los conocimientos de diversas disciplinas científicas, también se nutre de los saberes de los propios agricultores. “Se alimenta de ambos para convertirse en un enfoque de investigación que se puede aplicar para convertir agroecosistemas convencionales o no sostenibles, en sostenibles” (Gliessman *et al.*, 2007, 21). Ello es debido a que, a lo largo del tiempo, los campesinos han ido generando un importante arsenal de conocimientos útiles. Se trata de saberes, transmitidos por vía oral de generación en generación, por medio de los cuales han ido perfeccionando sus relaciones con su medio ambiente. Su lógica es distinta de la ciencia actual y por ello se le ha dado el nombre de “saberes” (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Son de conocimientos ecológicos que generalmente tienen una dimensión local, colectiva, diacrónica y holística. El conocimiento campesino está basado en observaciones en una escala geográfica más bien restringida, provee información detallada de todo el espacio apropiado, esto es, conocimientos acerca de la estructura o los elementos de la naturaleza, las relaciones que se establecen entre ellos, los procesos o dinámicas y su potencial utilitario. De esa forma, en el conocimiento local se han acumulado conocimientos de carácter taxonómico sobre constelaciones, plantas, animales, hongos, rocas, nieves, aguas, suelos, paisajes y vegetación, o sobre procesos geo-físicos, biológicos y ecológicos tales como movimientos de tierras,

ciclos climáticos o hidrológicos, ciclos de vida, periodos de floración, fructificación, germinación, celo o nidación, y fenómenos de recuperación de ecosistemas (sucesión ecológica) o de manejo de paisajes. Estos conocimientos han constituido la base del flujo de información que ha hecho funcionar los agroecosistemas.

El conocimiento campesino utiliza normalmente sistemas complejos para clasificar plantas y animales de tal suerte que “el nombre tradicional de una planta o animal revela el status taxonómico de ese organismo” (Altieri, 1991: 16-24). Algunas culturas desarrollaron sistemas de clasificación de suelos en función de su origen, color, textura, olor, consistencia y contenido orgánico, por su potencial agrícola y el tipo de cultivo que resultaba más adecuado. Está demostrado por múltiples trabajos que, en general, hay una alta correlación entre la taxa campesina y la científica (Berlín, Breediove y Raven, 1973: 214-242; Bulmer, 1965: 1564-1566). Ejemplos muy interesantes se puede encontrar entre los aztecas (Willians, 1980), en las culturas andinas del Perú (McCamant, 1986) y otros lugares de Latinoamérica (Chambers, 1983). Algo parecido ocurre con las taxonomías campesinas de animales y plantas que no tienen nada que envidiar a las científicas. Se sabe que los Mayas de Tzeltal y de Yucatán y los Purépechas podían conocer más de 1.200, 900 y 500 especies de plantas respectivamente (Toledo, 1985); o los agricultores de Hanunoo en Filipinas que distinguían más de 1.600 (Conklin, 1979). Estos sistemas de clasificación, de una gran complejidad, explican que el nivel de diversidad biológica en forma de policultivos y sistemas agroforestales de muchas comunidades campesinas no fuera resultado de la casualidad sino de un conocimiento muy aproximado del funcionamiento de los sistemas agrarios. La

diversidad genética de tales sistemas les hacía menos vulnerables a las enfermedades específicas de tipos concretos de cultivos y provocaba usos múltiples de las plantas en el terreno de la medicina, los pesticidas naturales o la alimentación, mejorando la seguridad de las cosechas.

Los campesinos desarrollaron, pues, a lo largo del tiempo una gran cantidad de prácticas agrarias en confrontación con los problemas que debieron superar (véase tabla 2). Las prácticas exitosas son las que interesan especialmente a la Agroecología. Prácticas tendentes al mantenimiento de la diversidad y la continuidad temporal y espacial; a la utilización óptima de los recursos y del territorio; al reciclaje de nutrientes; a la conservación y el manejo del agua, y al control de la sucesión y provisión de protección de cultivo (Altieri, 1991:18). Ese corpus de conocimientos se suele encontrar integrando en la lógica de la producción de los sistemas campesinos, de tal manera que existe una clara conexión entre la gestión de los recursos naturales y su propia cultura (Wilken, 1987: 167-190). Como dice Toledo (Toledo, 1993: 213), "parece claro que en la perspectiva de los problemas concretos y prácticos que han de resolverse durante la gestión de los ecosistemas, los productores campesinos deben poseer conocimiento de los recursos al menos en cuatro escalas: *geográfica* (incluyendo macroestructuras y asuntos como clima, nubes, vientos, montañas, etc.); *física* (topografía, minerales, suelos, microclima, agua, etc.); *vegetacional* (el conjunto de masas de vegetación), y *biológica* (plantas, animales y hongos). En el mismo sentido, basada en la literatura antropológica es posible distinguir cuatro tipos de conocimiento: *estructural* (relativo a los elementos naturales o a sus componentes); *dinámico* (que hace referencia a los procesos o fenómenos); *relacional* (unido a la relación entre o en el seno de elementos

o acontecimientos), y *utilitario* (circunscrito a la utilidad de los recursos naturales)".

Fruto de la aplicación de todo este arsenal de conocimientos y prácticas campesinas, las sociedades agrarias modelaron una gran variedad de paisajes humanizados alrededor del mundo, que incluían bosques, selvas, praderas, desiertos y semidesiertos, humedales y costas. Sobre este enorme cúmulo de conocimientos se han desarrollado en los últimas décadas multitud de estudios (una recopilación puede verse en Toledo y Barrera-Bassols, 2009) que han logrado acabar, al menos en el terreno científico, con la idea preconcebida de que las prácticas y conocimientos campesinos eran primitivos e ineficientes. No pocos han sido incluso adoptados por la agronomía convencional. En definitiva, el conocimiento formal, social y biológico obtenido de los sistemas agrarios tradicionales y el conocimiento y algunos de los inputs desarrollados por las ciencias agrarias convencionales, junto con la experiencia acumulada por las tecnologías e instituciones agrarias pueden combinarse para mejorar tanto los agroecosistemas tradicionales como los modernos y hacerlos ecológicamente sostenibles.

Tabla 2 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-waruu», 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 (de) 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.	Sobresiembr, 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.

Fuente: Altieri, 2009



BASES SOCIOECOLÓGICAS DE LA AGROECOLOGÍA

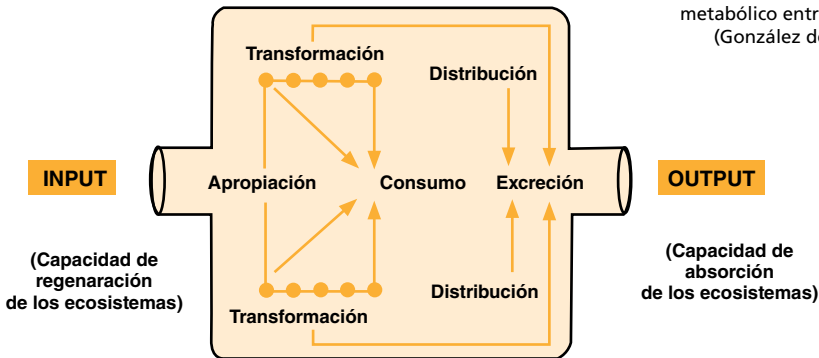
Las sociedades humanas pueden ser consideradas, pues, como un *híbrido* entre cultura, comunicación y el mundo material (Fischer-Kowalski y Haberl, 2007, 8-10). De acuerdo con este supuesto de partida, los agroecosistemas son parte de la naturaleza y, al mismo tiempo, de la sociedad. Son sistemas fuertemente antropizados, en los que su dinámica se explica por la interacción de las sociedades rurales con su medio ambiente. Ello requiere de una teoría que tenga las interacciones entre sociedad y naturaleza como principal objeto de estudio, esto es las *relaciones socioecológicas*. En ese sentido, la Agroecología debe superar el marco teórico restringido en el que se ha movido hasta ahora para ocuparse de todas las relaciones socioecológicas que se establecen en la actividad agraria y, en una concepción más amplia, en el complejo proceso de alimentación humana. Pero no sólo esto, debe tener en cuenta que las actividades agrarias y alimentarias han formado y forman parte del conjunto de relaciones socioecológicas más amplias, que la especie humana ha establecido a lo largo de la historia para subsistir como especie. Esto es, las actividades agrarias han desempeñado un papel cambiante en el devenir de la especie humana, sin cuyo conocimiento es imposible diseñar un futuro sostenible para ellas. Una agricultura sostenible será imposible en un mundo insostenible, donde la actividad agraria siga siendo un mero instrumento de negocio. En consecuencia, la Agroecología

necesita elevar la calidad del conocimiento que produce identificando el lugar de éste en el conjunto de los conocimientos socioecológicos que impulsen la transición hacia una relación con la naturaleza más sostenible.

La adopción de un enfoque metabólico de la actividad agraria puede ayudar a este fin. Este enfoque está teniendo cada vez más éxito, superando su fase inicial en que se propuso como una metodología para el análisis de la sustentabilidad a partir de los flujos de energía y materiales. En los últimos tiempos han surgido propuestas que tienden a considerarlo como algo más que un método de análisis de la sustentabilidad, como una teoría de la evolución y transformación de las relaciones socioecológicas (Toledo y González de Molina, 2007; González de Molina y Toledo, en prensa). En efecto, las relaciones que los seres humanos establecen con la naturaleza son siempre dobles: individuales ó biológicas y colectivas o sociales. A nivel individual los seres humanos extraen de la naturaleza cantidades suficientes de oxígeno, agua y biomasa por unidad de tiempo para sobrevivir como organismos, y excretan calor, agua, dióxido de carbono y sustancias mineralizadas y orgánicas. En el plano social, el conjunto de individuos articulados a través de relaciones sociales se organizan para garantizar su subsistencia y reproducción y extraen también materia y energía de la naturaleza por medio de estructuras meta-individuales o artefactos, y excretan calor y toda una gama de diferentes clases de residuos o desechos. Estos dos niveles corresponden a lo que Lotka y después Margalef (1993) han llamado *energía endosomática* y *energía exosomática*, una distinción con valor axiomático para los fundamentos de la ecología humana. Estos representan además los flujos de energía

El metabolismo social

Gráfico 2 Esquema general del proceso metabólico entre la sociedad y la naturaleza (González de Molina, Toledo, en prensa)



“bio-metabólica” y “socio-metabólica” respectivamente, y juntos constituyen el proceso general de metabolismo entre la naturaleza y la sociedad (Giampietro, 2004). Las relaciones entre sociedad y naturaleza se han denominado de esa forma por analogía a la relación biológica que cada individuo mantiene con su medio ambiente (Schmidt, 1976). Dicho metabolismo comprende, pues, el conjunto de procesos por medio de los cuales los seres humanos organizados en sociedad se *apropian, circulan, transforman, consumen y excretan*, materiales y/o energías provenientes del mundo natural⁴.

Mientras que en los primeros estadios societarios, la energía endosomática fue casi la única clase de energía arrancada a la naturaleza, con una mínima cantidad de energía transformada en instrumentos de uso doméstico, vestimentas y materiales para la vivienda, en las actuales sociedades industriales la energía exosomática sobrepasa en treinta o cuarenta veces la suma de la energía utilizada por los individuos que las conforman. Así, a escala global, la extracción de recursos minerales (combustibles fósiles y minerales

metálicos y no metálicos) medido en tonelaje, triplica la extracción de la biomasa (los productos de la fotosíntesis) obtenida a través de las prácticas agrícolas, pecuarias, forestales, pesqueras y de recolección y extracción (Naredo, 2000).

El metabolismo entre la naturaleza y la sociedad comienza cuando los seres humanos socialmente agrupados se apropian materiales y energías de la naturaleza (input) y finaliza cuando depositan desechos, emanaciones o residuos en los espacios naturales (output). Pero entre estos dos fenómenos ocurren además procesos en las “entrañas” de la sociedad por medio de los cuales las energías y materiales apropiados circulan, se transforman y terminan consumiéndose (Gráfico 2). Por lo anterior, en el proceso general del metabolismo social existen tres tipos de flujos de energía y materiales: los flujos de entrada, los flujos interiores y los flujos de salida. El proceso metabólico se ve entonces representado por cinco fenómenos que son teórica y prácticamente distinguibles: *la apropiación, la transformación, la circulación, el consumo y la excreción*.

⁴La mayor parte de los contenidos de este epígrafe están tomados del manuscrito del libro titulado *Metabolismo, naturaleza, historia. Una teoría de las transformaciones socioecológicas*, que he escrito conjuntamente con Víctor Toledo y que actualmente se encuentra en proceso de edición. En este cuaderno se cita este texto como González de Molina y Toledo (en prensa). Agradezco a Víctor Toledo la amabilidad que ha tenido de dejarme utilizar parte de los materiales incluidos en el libro.

Tabla 3 Perfiles metabólicos (per capita) y año de distintos tipos de sociedad

Sociedades de cazadores-recolectores	Sociedades agrarias	Sociedades industriales
Input de energía (Gj/capita al año)		
10-20	Ca. 65	223
Biomasa (Alimentos, madera...)	Biomasa (3 vegetales 50 forraje 12 madera)	Varios portadores de energía 125 energía fósil 23 energía hidráulica 33 madera 42 biomasa agrícola
Input de materiales (t/capita al año)		
Ca. 1	Ca. 4	21,5
Biomasa (Alimentos, madera...)	Biomasa (0,5 alimentos vegetales 2,7 forraje 0,8 madera)	Varios materiales 3,1 biomasa agrícola 3,3 madera 3,0 portadores de energía fósil 9,0 grava, arena, etc. 3,2 otros
Fuente: (Fischer-Kowalski y Haberl, 1997, 70)		

Los cinco procesos metabólicos se articulan de manera específica, particular y estable a lo largo del tiempo, lo que permite hablar de formas específicas de articulación entre ellos y con la naturaleza. Y son las instituciones, que expresan relaciones estrictamente sociales como la familia, el mercado, las reglas de acceso a los recursos, el poder político, la fiscalidad, el parentesco, el apoyo recíproco, etc., junto con otras dimensiones igualmente intangibles, las que suelen organizar socialmente esa articulación de los procesos metabólicos. Efectivamente, los seres humanos, agrupados en sociedad, no sólo comen, beben, sudan, crecen, fornican, excretan y mueren. Tampoco están dedicados solamente a construir estructuras o a elaborar utensilios, instrumentos, armas, mecanismos o máquinas. También sueñan, imaginan, creen, conocen, inventan signos y lenguajes para comunicarse, establecen relaciones entre ellos, producen reglas, normas y leyes, diseñan tecnologías, hacen transacciones y construyen instituciones con diferentes fines y en distintas escalas. Y es esta parte intangible de la sociedad la que opera como un armazón para los procesos materiales del metabolismo.

Mientras que éstos últimos operan como la “parte dura” o visible de las sociedades humanas, como su blindaje material y energético, las instituciones, y sus consiguientes sistemas simbólicos, reglas jurídicas y/o sociales funcionan como la “parte blanda” invisible e inmaterial. Por lo anterior resulta pertinente afirmar que todo metabolismo social tiene un “hardware” y un “software”, los cuales se determinan recíprocamente a lo largo de la historia en procesos que hoy resultan aún incomprensibles y que es necesario descubrir y analizar (González de Molina y Toledo, en prensa).

En toda sociedad existe, por lo tanto, una articulación específica de los cinco procesos metabólicos, y una constitución específica de las relaciones sociales que configuran cada uno de ellos, que tienden a la reproducción, a la continuidad en el tiempo, al mostrar cierto consenso social a la hora de satisfacer las necesidades básicas. No obstante, se pueden singularizar formas más o menos estables de configuración y articulación de los cinco procesos metabólicos.

Tanto Gadgil y Guha (1992) como Toledo (1994) han coincidido en distinguir al menos tres grandes modos de uso de los recursos o de apropiación de la naturaleza que corresponderían a otros tres grandes tipos de organizar el metabolismo social con la naturaleza: modo de los cazadores-recolectores, en el que la apropiación de los recursos no consigue transformar la estructura y la dinámica de los ecosistemas; de hecho los seres humanos podrían considerarse como una especie más dentro de cada ecosistema. El modo campesino o agrario establece un tipo de metabolismo que produce aún transformaciones ciertamente limitadas sobre la dinámica de los ecosistemas; no obstante se domestican plantas y animales, se manipulan especies y se transforman -aunque de manera muy limitada- determinados materiales en objetos útiles (aperos agrícolas, arados, arneses, herraduras y por supuesto armas). Esta capacidad limitada de intervención en los ecosistemas y en el propio planeta es producto de la base energética sobre la que se asientan este tipo de sociedades: la energía solar. En cualquier caso, este tipo de metabolismo coexistió con una gama muy amplia de sistemas sociales que, pese a tener distintos grados de complejidad, tenían como base de su economía las actividades agrarias, desde la aparición de la agricultura hasta el feudalismo, los sistemas tributarios asiáticos o el propio capitalismo.

El metabolismo propio de las sociedades industriales utiliza como base energética los combustibles fósiles o la energía atómica, lo que le proporciona una alta capacidad de intervención en la dinámica de los ecosistemas, una enorme capacidad expansiva, subordinante y transformadora (a través de máquinas movidas por combustibles fósiles). Ello explica que se haya producido con su introducción un

cambio cualitativo en el grado de artificialización de la arquitectura de los ecosistemas. La investigación, aplicada a los suelos y a la genética, ha dado lugar a nuevas formas de manipulación de los componentes naturales al introducir fertilizantes químicos y nuevas variedades de plantas y animales. Por primera vez, con la promoción de este tipo de metabolismo, la producción de residuos -producto de toda transformación de la energía y la materia- superó la capacidad de reciclaje y la velocidad en la extracción de recursos ha comenzado a ser muy superior al tiempo de producción. El tipo de organización propio de este modo de uso es bien conocido por actual; sólo resaltar que se basa en criterios esencialmente materiales de clasificación social, en la promoción de valores culturales antropocéntricos, en pautas de conducta urbanas y en lógicas o racionalidades maximizadoras, muy alejadas de las propias de los dos modos de uso anteriores.

Con estos tres grandes tipos de metabolismo social no se pretende reconstruir una nueva línea evolutiva más o menos lineal, entre otras cosas porque los tres coexisten en la actualidad. El primero es, no obstante, relicto, en tanto que el segundo sigue siendo -si tomamos en cuenta el conjunto del planeta- la forma más extendida en que se organiza el metabolismo con la naturaleza; aunque su hegemonía está amenazada por la capacidad expansiva del metabolismo industrial, que ha hecho que sea dominante en Occidente y que se encuentre en plena expansión por el Tercer Mundo tanto en número de los que se ven involucrados en él como en superficie controlada (véase un análisis de este proceso para el caso de México en Toledo *et al*, 2001).



**EL LUGAR DE LOS
AGROECOSISTEMAS:
EL METABOLISMO AGRARIO**

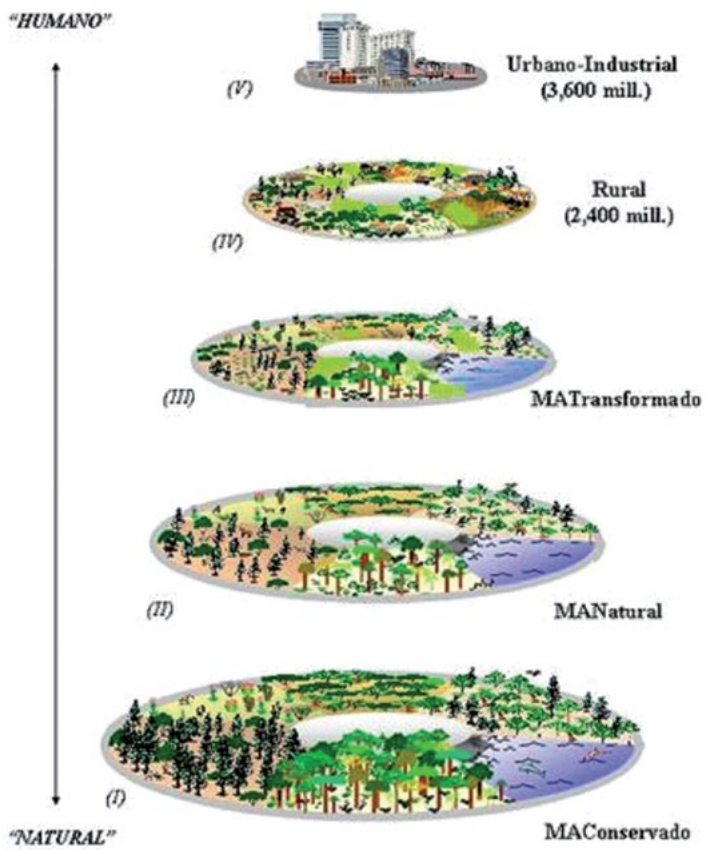


Gráfico 3 Niveles de apropiación y artificialización de los ecosistemas

e

El Metabolismo Social es en realidad una traslación al mundo de las relaciones entre sociedad y naturaleza de un concepto tomado de la biología, tal y como hemos visto. Su carácter metafórico, su dimensión esencialmente analítica (no normativa) que se aplica a las relaciones socioecológicas a partir de una unidad o frontera delimitada por el investigador, nos legitima para trasladarlo al ámbito de la agricultura. Por tanto, el *Metabolismo Agrario* (MA en adelante) alude al intercambio de energía y materiales que el sector agrario de una sociedad establece con su medio ambiente. Consideramos, pues, el MA como aquella parte del Metabolismo Social que se especializa en la apropiación de biomasa⁵. Ciertamente, la apropiación y producción de biomasa debiera incluir también la apropiación y cría de biomasa

fluvial y marina (pesca y acuicultura). Pero en rigor, estas actividades no forman parte del metabolismo agrario ya que tienen lugar en un medio acuático, salvo en el caso de determinados agroecosistemas que incluyen la cría de peces. Por tanto, cuando aludimos al MA, nos referimos sólo a la apropiación y producción de biomasa *terrestre*.

En el centro del MA se encuentra el proceso metabólico de apropiación. Este podría ser definido como “el proceso por medio del cual los miembros de toda sociedad se apropian y transforman ecosistemas para satisfacer sus necesidades y deseos” (Cook, 1973). En sus relaciones con la naturaleza los seres humanos se apropian de recursos de dos tipos: *bienes* (renovables y agotables o no renovables) y *servicios*. En efecto, además de bienes, los seres humanos se apropian servicios (ambientales o ecológicos) que sin ser tangibles o materiales ofrecen “condiciones” para la producción y reproducción de su existencia (por ejemplo el clima, el oxígeno de la

Tabla 4 Servicios Ambientales de los agroecosistemas

De suministro	De regulación	Servicios auxiliares
Productos obtenidos	Beneficios obtenidos	Servicios necesarios para la producción de los demás
Alimentos Agua dulce Leña Fibra Productos bioquímicos Recursos genéticos Etc.	Regulación del clima Secuestro de carbono Regulación de enfermedades Regulación del agua Purificación del agua Polinización Etc.	Formación de suelo Ciclo de nutrientes Producción Primaria Biodiversidad Etc.
FAO: Adaptado de FAO (SOFA, 2007)		

⁵Como instrumento de análisis, cuyas fronteras son definidas por el investigador, es posible considerar también un metabolismo agroalimentario, que comprendería todos los procesos metabólicos (apropiación, transformación, distribución, consumo y excreción) implicados en la alimentación de los seres humanos o de un determinado país, región o localidad.

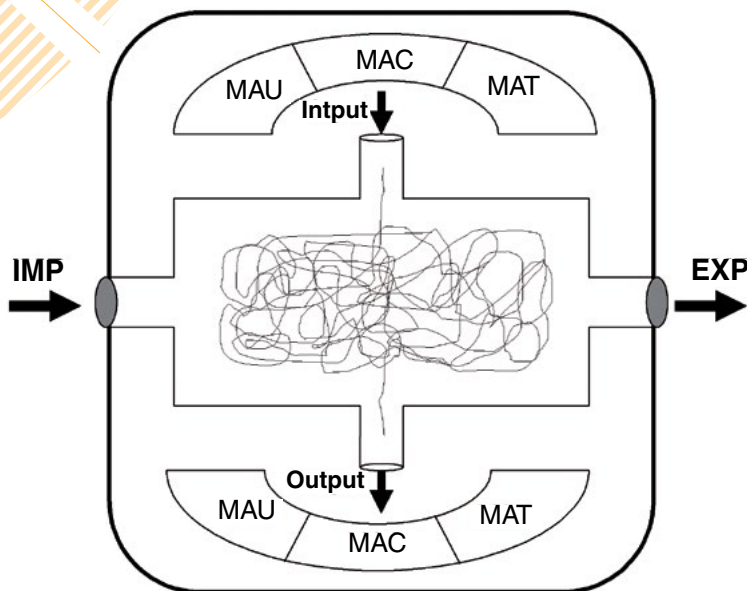


Gráfico 4 Esquema de un metabolismo agrario, en el que se combinan distintos niveles de apropiación de los ecosistemas, tomado de González de Molina y Toledo (en prensa). Leyenda: MAU: medio ambiente utilizado o ecosistemas sobre los que se caza y recolecta; MAC: medioambiente conservado o ecosistemas protegidos; y MAT: medioambiente transformado o agroecosistemas.

atmósfera, los equilibrios ecológicos, el valor estético de los paisajes, etc.).

Durante la apropiación los seres humanos realizan tres tipos básicos de intervención en la naturaleza, cada uno de los cuales afecta de manera diferente. En el primer caso, la apropiación se realiza sin provocar cambios sustanciales en la estructura, arquitectura, dinámica y evolución de los ecosistemas. Aquí se incluyen todas las formas conocidas de caza, pesca, recolección, y pastoreo, así como ciertas formas de extracción y de ganadería por forrajeo en las vegetaciones originales. En el segundo caso se trata de actos de apropiación donde la acción humana desarticula o desorganiza los ecosistemas que se apropia, para introducir conjuntos de especies

domesticadas o en proceso de domesticación, tal y como sucede con todas las formas de agricultura, ganadería, forestería de plantaciones y acuicultura. La principal diferencia entre estas dos modalidades de apropiación de la naturaleza radica en que mientras en el primer caso los ecosistemas se apropian sin afectar su capacidad intrínseca o natural de auto-mantenerse, auto-repararse y auto-reproducirse, en el segundo los ecosistemas apropiados han perdido tales habilidades y requieren *a fortiori* de energía externa (humana, animal o fósil) para mantenerse. En el primer caso se trata de una "naturaleza intervenida" (o medio ambiente utilizado), en el segundo de una "naturaleza domesticada" (o medio ambiente transformado). En las últimas décadas la acción conservacionista

que busca la preservación o protección de áreas naturales intocadas o en proceso de regeneración, ha dado lugar a una tercera forma de apropiación en la que los ecosistemas se conservan con fines de protección de especies, patrones y procesos (o medio ambiente conservado), cuyo mantenimiento resulta de utilidad porque genera servicios tales como el mantenimiento de la diversidad biológica y genética y del clima local, regional o global, la captación de agua, la captura de carbono, el esparcimiento, la educación, la contemplación estética y la investigación científica (González de Molina y Toledo, en prensa).

Así definido el proceso de apropiación, los agroecosistemas forman parte del metabolismo agrario, constituyendo una forma específica de apropiación de los productos de la fotosíntesis. Por tanto, en cualquier metabolismo agrario pueden existir no sólo agroecosistemas, sino otro tipo de espacios naturales que son utilizados en beneficio humano y, por tanto, sometidos a algún tipo de apropiación. Esos territorios pueden desempeñar tareas muy importantes para la reproducción del MA e incluso de los mismos agroecosistemas. Por tanto, la función del MA no es sólo la de proveer biomasa para la alimentación humana, sino también materias primas para la industria, combustibles (en muchos casos), sustancias medicinales, materiales y, no menos importante, servicios ambientales. Identificamos pues el MA con el desempeño de dos tareas básicas, íntimamente relacionadas hasta ahora: a) el manejo de los agroecosistemas y otros espacios naturales para la apropiación y "producción" de biomasa terrestre, generando una cantidad determinada de residuos (Gliessman, 1998; 2002 Altieri, 1989; Guzmán Casado *et al.*,

2000); y b) la prestación de servicios ambientales (De Groot *et al.* 2002). Ello requiere la colonización de determinados ecosistemas y la apropiación de una parte de su productividad primaria neta (o *Apropiación Humana de la Productividad Primaria Neta*, HANPP en sus siglas en inglés).

Es más, un agroecosistema puede albergar también espacios simplemente apropiados donde su nivel de manipulación o intervención sea mínimo pero que formen parte indisoluble de su arreglo territorial. En él pueden convivir distintas unidades de apropiación de la biomasa, unas conseguidas mediante la caza y la recolección y otras mediante la manipulación de las plantas. Esto es más evidente cuando trascendemos el ámbito de la parcela para remontarnos a los arreglos territoriales que necesariamente deben componer, desde el punto de vista de los distintos usos del suelo, un agroecosistema.

La integración de los agroecosistemas en el MA obliga a tener en cuenta las interacciones entre ellos, en el conjunto del MA y de éste con el metabolismo general MS de una sociedad. La transición de un agroecosistema insustentable a otro sustentable o la transición de un metabolismo agrario orgánico a otro industrial no pueden entenderse sin tales interacciones. Por ejemplo, el cambio energético hacia los combustibles fósiles que tuvo lugar durante el siglo XIX en Europa tuvo un impacto decisivo en la transición. Del mismo modo, se debe tener en cuenta, el distinto lugar que ocupa el MA en el MS según sea este un metabolismo orgánico o industrial. Sus funciones cambiaron durante la transición socioecológica TSE y ello tuvo importancia sobre la propia configuración del MA, pasando por ejemplo de suministrador de energía a receptor de ella.



**LA TRANSICIÓN SOCIOECOLÓGICA
EN EL CAMPO:
LA INDUSTRIALIZACIÓN
DEL METABOLISMO AGRARIO**

e

ste enfoque metabólico de los sistemas agrarios resulta de especial utilidad para la Agroecología. Proporciona información sobre su funcionamiento físico y sus diferencias espacio-temporales. Permite mostrar con más claridad las diferencias, desde el punto de vista de su estructura y funcionamiento físico-biológico, entre las agriculturas de base orgánica --ya sean tradicionales o actuales como la agricultura ecológica-- y agriculturas industrializadas. Proporciona también información acerca de cómo se produjo la industrialización de la agricultura y, en consecuencia, cómo ha de producirse una nueva transición hacia un metabolismo agrario más sustentable. De acuerdo con Fischer-Kowalski y Haberl (2007, 3), entendemos la Transición Socio-ecológica (TSE en adelante) como un proceso de cambio de un estado metabólico a otro que resulta ser cualitativamente distinto, proceso que no es lineal ni predecible. "La noción de transición implica --dicen estos autores-- un cambio mayor, no ajustes o mejoras, sino un estado nuevo del sistema cualitativamente diferente".

En efecto, la civilización industrial ha transformado radicalmente el papel de las actividades agrarias en el metabolismo social.

La producción de biomasa ya no proporciona el grueso de la energía que hace funcionar la sociedad. Las extracciones domésticas de biomasa suponían entre el 95 y el 100% del consumo de energía en las sociedades de metabolismo orgánico, en tanto allá donde el metabolismo industrial se ha convertido en la manera dominante de organizar las relaciones con la naturaleza, la biomasa proporciona sólo entre el 10 y el 30%. La tabla 5 recoge datos bastante significativos al respecto. De hecho, la agricultura ha sido excluida del metabolismo energético de la sociedad industrial. No sólo ha sido expulsada, sino que además los balances energéticos muestran que ha pasado de proporcionar un excedente de energía importante a ser demandante de ella. Sin el subsidio de energía externa una parte de la agricultura mundial no podría funcionar (Leach, 1976; Pimentel y Pimentel, 1979; Gliessman, 2002)⁶.

Tabla 5 Peso de la biomasa en el uso total de energía en (%)

	Metabolismo orgánico 1750/1830	Metabolismo industrial 2000
Países en desarrollo	--	92
Países desarrollados	--	50
UE-15	--	23
Austria	99	29
Reino Unido	94	12

Fuente: : Fischer-Kowalski, Haberl y Krausmann (2007, 231)

⁶ El retorno positivo de energía en relación a la energía invertida, que fue de 9:1 en los sistemas tradicionales estudiados por Schandl y Krausmann (2007, 107), cambió a 0,8:1 en la agricultura industrializada de hoy donde la biomasa es producida con un balance energético negativo. Según lo datos obtenidos en el estudio del metabolismo agrario de Santa Fe (Granada, España), la eficiencia neta del sistema agrario pasó de proporcionar 6,25 kJ por cada uno invertido a mediados del siglo XVIII a proporcionar 1,75 en 1997 (González de Molina y Guzmán Casado, 2006, 205). Una relación similar se deduce para el conjunto de la agricultura española. Pasó de 6,1 kJ por cada uno invertido en 1950 a proporcionar 1,27 en el año 2000 (Carpintero y Naredo, 2006, 539)..

Tabla 6 Crecimiento de la productividad en el metabolismo agrario de Austria y de Santa Fe (Granada, España), 1752-1997

	Austria 1830	Santa Fe 1752	Austria 1995	Santa Fe 1997	Austria 1830=1	Santa Fe 1752=1
Productividad de la tierra [GJ/km ²]	500	2125	2400	10484	5	5
Productividad del trabajo [GJ/hab]	126	36	390	589	33	16

Fuente: elaborado a partir de Krausmann *et al.* (2003, 46) y González de Molina y Guzmán Casado (2006, 205-206)

Aparentemente, la multiplicación de los rendimientos por unidad de superficie y los incrementos de la productividad han sido tan importantes que han permitido alimentar una población que se multiplicó por seis desde los inicios del siglo XIX. Según Smil (2001, 256), la extensión de suelo cultivado en el mundo durante el siglo XX ha crecido en una tercera parte, pero como la productividad se ha multiplicado por cuatro, las cosechas recolectadas en ese periodo se han multiplicado por seis. Pero como él mismo reconoce, esta ganancia se ha debido principalmente a que la cantidad de energía empleada en el cultivo se ha multiplicado por ocho. La industrialización del metabolismo agrario ha significado un aumento espectacular de la productividad del trabajo, gracias a la utilización masiva de nuevas tecnologías, pero el incremento de los rendimientos de la tierra por unidad de superficie ha sido mucho menor.

Las actividades agrarias han cambiado su funcionalidad metabólica. Constituyen un insumo más del metabolismo de los materiales y, aunque el mercado no retribuya esta tarea, ofrecen servicios ambientales imprescindibles para la estabilidad del metabolismo

industrial. Con todo, su peso en el metabolismo de los materiales también ha disminuido. Entre 1750 y 1830, el consumo doméstico de materiales en Austria y el Reino Unido oscilaba entre 4 y 5 t/hab/año, de las cuales la biomasa aportaba el 80% para el Reino Unido y el 87% para Austria (Krausmann y Haberl, 2002, 184). En 1991, el consumo austriaco era bastante similar (5,6 t/hab/año), pero representaba sólo el 28,2% del consumo total de materiales de su metabolismo. En Estados Unidos ese porcentaje era del 16%, del 13% en Alemania e incluso del 9% en Japón (Fischer-Kowalski y Hüttler, 1999, 119).

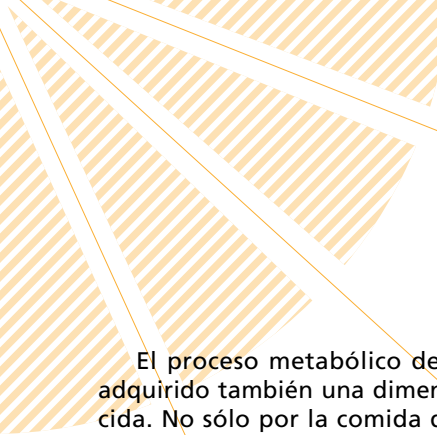
Por otro lado, la agricultura se ha integrado en el conjunto del sistema alimentario mundial, donde tiende a ocupar un lugar subsidiario. Sigue proporcionando el grueso de la energía endosomática que alimenta y reproduce a la especie humana, pero se han producido cambios muy importantes en el desempeño de esa función. En las sociedades agrarias, la alimentación humana involucra básicamente dos procesos metabólicos: el de apropiación y el de consumo, quedando este último casi por completo subordinado al primero. Sin embargo, en el metabolismo

industrial ambos procesos se han distanciado, siendo mediados por los restantes, que ahora tienen un protagonismo inédito. Ciertamente, mediante el proceso de apropiación se sigue proporcionando la materia prima --ya que aún no se ha logrado artificializar la fotosíntesis--, pero el proceso de transformación ha adquirido en las últimas décadas una importancia inusitada, debido a que cada vez más se ingiere comida procesada. Algo semejante se puede decir del proceso de distribución. El mercado alimentario se ha vuelto global, favoreciendo que los productos agrícolas recorran distancias muy largas hasta llegar a la mesa del consumidor, incluso si son consumidas en fresco y requieren el desarrollo de una vasta infraestructura logística.

El proceso metabólico de consumo, que en las sociedades agrarias se abastece en mercados locales, en fresco y en temporada y en menor medida conservados con métodos artesanales ha cambiado completamente. Los mercados, como hemos dicho, son cada vez más globales, la comida procesada ha adquirido un fuerte protagonismo y cada vez se consumen más alimentos fuera del hogar. En la alimentación humana intervienen ahora nuevos y más sofisticados "artefactos" movidos por gas o electricidad que han incrementado el coste energético de la alimentación. Pero quizá el cambio más decisivo, por su impacto sobre la propia especie, haya sido el cambio de la dieta. Los países ricos consumen cada vez más carne y productos ganaderos, de tal manera que el número de cabezas de ganado ha aumentado hasta niveles insospechados. Para su alimentación se han retirado tierras para la alimentación humana o se han dedicado parte de ellas al cultivo de piensos para su engorde. Según Krausmann *et al.* (2008, 471), la apropiación global de biomasa terrestre alcanzó

en el año 2000 los 18.700 millones de toneladas de materia seca por año, un 16% de la producción primaria neta terrestre, de la que 6.600 millones fueron flujos indirectos. De esta cantidad, sólo un 12% de la biomasa vegetal fue a parar directamente a la alimentación humana; un 58% se utilizó para alimentar al ganado, otro 20% sirvió de materia prima para la industria y el 10% restante siguió usándose como combustible. Ello da idea de la importancia que las dietas ricas en carnes y productos ganaderos tienen sobre el metabolismo agrario en general y sobre la alimentación del planeta. De la biomasa terrestre apropiada con fines metabólicos casi las dos terceras partes son destinadas a alimentar el ganado que provee las mesas de los países ricos en detrimento de los pobres.

El resultado de todo ello ha sido, pues, el agravamiento del reparto desigual de los alimentos: mientras que una franja muy importante de la población mundial no alcanza las calorías mínimas para el mantenimiento de su organismo, convirtiendo el hambre y la desnutrición en un fenómeno estructural, la población de los países ricos está sobrealimentada, sufriendo por ello graves problemas de salud y un extraordinario gasto a los sistemas sanitarios nacionales. La *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (www.fao.org) estima que más de mil millones de personas en el mundo sufren de hambre y desnutrición. El principio de que la vida y por tanto la alimentación era sagrada, presente en la economía moral de la mayoría de las sociedades agrarias, se ha quebrado en las sociedades industriales, que deben soportar el escándalo de que diariamente mueran alrededor de 24.000 personas de hambre o de causas relacionadas con ella.



El proceso metabólico de excreción ha adquirido también una dimensión desconocida. No sólo por la comida que se desperdicia en la mesa de los países ricos, sino por los contaminantes que llevan los alimentos procesados y la enorme cantidad de papel, cartón, plástico y demás sustancias involucradas en el hecho mismo de cocinar y comer. A todos estos residuos debe añadirse la contaminación generada por la utilización de abonos sintéticos y pesticidas y por supuesto los gases que la quema masiva de los combustibles fósiles implicados en el largo proceso metabólico de alimentación genera. La creciente participación de otros procesos metabólicos en la alimentación humana ha tenido, además, consecuencias económicas no muy beneficiosas para los agricultores. Un porcentaje cada vez menor del precio final de los productos agrícolas va a parar a manos de los agricultores, que sufren prácticamente en todo el planeta una aguda crisis de rentabilidad. Ello es debido a la creciente concentración empresarial en el sector de la distribución, pero sobre todo a la participación en el producto final de varios procesos: transformación, distribución y preparación, que consumen energía, materiales y producen residuos, lo que según los economistas convencionales generan valor añadido.

Este proceso de industrialización ha seguido tres grandes "oleadas": la primera, empujada por el cambio institucional hacia el capitalismo que tuvo lugar en el siglo XIX, se produjo dentro de los límites del metabolismo agrario y trajo consigo la "optimización" de sus posibilidades de elevar la producción de biomasa. La segunda oleada, comenzada a finales de ese siglo, supuso la primera metamorfosis en la configuración del metabolismo

agrario mediante la inyección de nutrientes de origen artificial, es decir mediante el *subsidio* externo de energía y materiales de fuentes no renovables. La tercera, que comenzó con la llamada "Revolución Verde", significó la penetración total de los combustibles fósiles en el interior del metabolismo agrario y en los agroecosistemas.



**UNA NUEVA TRANSICIÓN
HACIA LA SOSTENIBILIDAD**



C

omo ya dijimos al comienzo de este Cuaderno, el conjunto de actividades que se agrupan en los que genéricamente se denomina agricultura constituyen, junto con el consumo de combustibles fósiles, la principal fuente de insustentabilidad en el planeta (UNEP, 2010). El hambre, la pobreza, las enormes desigualdades sociales y la violencia estructural que todos ellos generan, expresan el tremendo fracaso de este camino desviado que ha emprendido una parte de la humanidad y exigen un cambio de rumbo antes que las mutaciones que han producido sean irreversibles. Una nueva transición hacia un metabolismo agrario sustentable constituye pues una exigencia ineludible y urgente. Dentro de esta nueva TSE es donde tiene su ubicación adecuada aquello que se ha dado en llamar *transición agroecológica*, otorgándole a este concepto, quizá demasiado restringido, una dimensión más amplia e integral del cambio agrario hacia la sustentabilidad.

En efecto, la transición agroecológica se ha desarrollado sobre todo a escala de finca, la llamada *transición predial*, que implica la reconversión del manejo convencional de los agroecosistemas a otro más sostenible. Ello implica la sustitución de las tecnologías contaminantes y altamente dependientes

del mercado por otras que permiten el uso de recursos locales y el mantenimiento de la diversidad biológica y de la capacidad productiva a largo plazo. El manejo durante el proceso de transición se orienta por tres principios básicos; por el principio de diversidad, por el cual se incorporan al agroecosistema determinados componentes que tiene la tarea de frenar la degradación de los recursos y explotar las sinergias que surgen al combinar cultivos, árboles y animales en diferentes arreglos espaciales y temporales (Altieri, 1995: 158-159), por ejemplo, aquellas prácticas que elevan la biodiversidad; el principio de renovabilidad de la energía y reciclaje de los materiales que implica el uso de energías limpias y preferentemente locales y la incorporación al propio proceso productivo de los residuos generados; y el principio de control biológico natural, que en buena medida es consecuencia de los dos anteriores.

Poco es lo que se ha avanzado en la transición agroecológica en ámbitos superiores a la finca, todo lo más a la comunidad. Por ejemplo, cómo transitar hacia un metabolismo agrario más sustentable. Para lograrlo se impone la adopción de un enfoque más global de las actividades agrarias, de cómo se organiza tanto la producción de biomasa como la alimentación de la especie humana. Es indispensable también un conocimiento profundo de las desigualdades en el reparto



Foto 6 Pomarada, con aprovechamiento mixto de pasto con ovejas.
Fuente: Marcos Miñarro

tanto del esfuerzo productivo en las distintas regiones del planeta como del acceso a los alimentos y los niveles de consumo. No son semejantes las tareas que deben afrontarse en zonas rurales azotadas por el hambre y la pobreza rural, que en países ricos en los que la sobrealimentación y el exceso de calorías es causa de severos problemas de salud.

En cualquier caso, la Agroecología debe pronunciarse sobre otros estilos de manejo que no son los propios de la agricultura convencional. En primer lugar, las agriculturas campesinas, muchas de las cuales siguen manejadas de acuerdo a los conocimientos tradicionales y no utilizan agroquímicos, agriculturas que aparentemente están cerca de la sustentabilidad agraria.

Estas formas campesinas han desaparecido prácticamente en Occidente pero pueden encontrarse en mayor o menor medida en países de la periferia, constituyen sin duda la base de una propuesta agroecológica. Pero la Agroecología debe analizar también con criterios agroecológicos nuevas formas de manejo de los agroecosistemas que han parecido y que pueden suponer también un avance hacia la sustentabilidad agraria. Como las agriculturas campesinas, éstas podrían considerarse igualmente como *agriculturas en transición*. Aunque pueden citarse varias, nos referimos sobre todo a la "agricultura orgánica o ecológica" o la "agricultura familiar de base agroecológica".

Cuadro 2 Objetivo del manejo en la transición agroecológica (Altieri y Nicholls, 2004)

- A lo largo de las tres fases se guía el manejo en finca con el objetivo de asegurar los siguientes procesos:
- a) aumento de la biodiversidad tanto sobre como debajo del suelo;
 - b) aumento de la producción de biomasa vegetal y el contenido de materia orgánica del suelo; c) disminución de los niveles de residuos de pesticidas y la pérdida de nutrientes y agua;
 - d) establecimiento de relaciones funcionales y complementarias entre los diversos componentes del agroecosistema;
 - e) planificación de secuencias y combinaciones de cultivos y animales, con el consiguiente aprovechamiento eficiente de recursos locales.



UN NUEVO METABOLISMO AGRARIO SUSTENTABLE



Los dos retos más importantes desde una perspectiva agroecológica son: por un lado, erradicar el hambre, la desnutrición y elevar la renta de los agricultores principalmente en los países pobres, y reducir y, en su caso, eliminar los daños ambientales que a medio plazo disminuirán la capacidad productiva de todos los ecosistemas del planeta. Sólo así se podrán conseguir aumentos de la producción con que alimentar a una población creciente sin degradar la base de los recursos naturales y los servicios ambientales. Nos encontramos, pues, ante retos importantes que difícilmente serán superados sin cambios significativos en el actual modelo de agricultura. La promoción de formas más sustentables de manejo productivo de los agroecosistemas y la elevación de la renta de los agricultores son, pues, dos objetivos ineludibles que deben asumir los agroecólogos.

La agricultura sustentable constituye la manera más adecuada de optimizar la conservación y prestación de los servicios ambientales y al mismo tiempo abrir un espacio considerable para el aumento de la producción de alimentos sin degradar la base de los

recursos naturales. Existe un cierto consenso, entre los agrónomos y entre los organismos internacionales dedicados al tema, en que una agricultura sustentable es la única capaz de incrementar sensiblemente la producción y los rendimientos sobre la base de la combinación entre las nuevas tecnologías y desarrollos de la Agronomía y el conocimiento y los recursos locales, cosas estas últimas de las que precisamente no carecen los campesinos más pobres y marginados del mercado (Altieri y Uphoff, 1999; G. Guzmán *et al.*, 2000). Es tarea de los agroecólogos el diseño y construcción de agroecosistemas sustentables.

En las últimas décadas han emergido nuevas formas de manejo de los agroecosistemas que pueden cooperar al logro de un metabolismo agrario más sustentable: agricultura orgánica o ecológica, regenerativa, permacultura, biodinámica, agricultura familiar de base ecológica⁷, etc. No obstante, el gran desarrollo que ha adquirido la agricultura orgánica o ecológica y su importancia territorial, sobre todo en Occidente y en países como Brasil o Argentina, obliga a tomarla en consideración con criterios agroecológicos. *A priori* la agricultura ecológica es un método de producción que más cerca se encuentra de la sustentabilidad agraria (González de Molina, Alonso y Guzmán, 2007). En los últimos años ha venido experimentando un crecimiento muy importante, hasta convertirse en una alternativa real al modelo de producción convencional. En un número nada despreciable de

⁷ Así es como se denomina en Brasil y en otros lugares de Latino América a la agricultura familiar que utiliza criterios agroecológicos para orientar los manejos y que se encuentra en distintas etapas de su transición hacia la sustentabilidad. Frente a la agricultura orgánica puramente comercial, que supone un nuevo nicho para el agronegocio, la agricultura familiar de base ecológica hace especial hincapié en los aspectos sociales y de desarrollo rural. Una descripción más detallada y con abundantes referencias bibliográficas puede encontrarse en Caporal (2009).

países es la alternativa más practicable hacia una mayor sustentabilidad agraria. Según los datos publicados por IFOAM, había en el mundo más de 30 millones de hectáreas registradas a finales del 2006 (IFOAM, 2007). Por otro lado, el consumo de productos ecológicos está creciendo a un ritmo también firme. En la Unión Europea por ejemplo, la venta de productos ecológicos representaba en 2007 un porcentaje del 1,9% del consumo alimentario de las familias, lo que significa un volumen de ventas de 14.381 millones de euros o casi 36 € *per capita* invertidos en su adquisición (EU-DGARD, 2010, 41).

No obstante, bajo el paraguas de los reglamentos que regulan la agricultura orgánica o ecológica se puede encontrar una gama muy diversa de situaciones. Desde agroecosistemas que son manejados de manera efectivamente sustentable hasta situaciones en las que se practica una mera agricultura de sustitución de insumos. En estos casos, los beneficios ambientales de la producción ecológica tienden a diluirse y la prestación óptima de los servicios ambientales se resiente. Además, una parte cuantitativamente relevante de la agricultura ecológica u orgánica también contribuye a mantener canales de comercialización poco sostenibles, que implican gastos energéticos muy elevados y una pérdida considerable del valor añadido y de la autonomía de los agricultores.

La producción ecológica puede constituir un paso importante para la configuración de un sistema agroalimentario más sustentable. Pero deben corregirse aspectos importantes de su funcionamiento actual que caminan en dirección contraria. Su enfoque sigue siendo, a menudo, el mismo que el de la agricultura convencional, esto es superar el factor

limitante de la producción sólo que utilizando insumos orgánicos. Como dice Altieri (2009, 22), "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". En ese sentido, una agricultura orgánica con criterios agroecológicos debe desarrollar manejos que minimicen el uso de insumos y que maximicen la biodiversidad, de tal manera que "las interacciones ecológicas y los sinergismos entre sus componentes biológicos provean los mecanismos para que los sistemas subsidien la fertilidad de su propio suelo, la productividad y la protección de los cultivos". (Altieri, 2009, 22). En consecuencia, cualquier alternativa a la producción agraria convencional no será eficaz si no va acompañada de un cambio significativo en las pautas de consumo alimentario y en los valores que lo inspiran. Producción sustentable y consumo responsable son los dos pilares fundamentales en los que basar un sistema agroalimentario más sostenible, erradicando el hambre, la desnutrición y la pobreza rural.



**CRITERIOS
PARA EL DISEÑO
DE AGROECOSISTEMAS
SUSTENTABLES**



e

El objeto de la Agroecología no es sólo estudiar los sistemas agrarios con un enfoque distinto, sino también el diseño de una estrategia alternativa y eficaz para dar solución a los enormes problemas sociales y ambientales que estaba generando el actual modelo de agricultura convencional. Esta dimensión aplicada de la Agroecología promueve el manejo sostenible de los recursos naturales y el acceso igualitario a ellos. El concepto de sustentabilidad ocupa, pues, un lugar central en la estructura teórica y metodológica de la Agroecología.

Como mantienen Dixon y Fallon (1989), resulta imposible dar una definición universal de la sostenibilidad sencillamente porque éste es un concepto dinámico que cambia con el tiempo, con el recurso o recursos que se pretenden proteger, con su escala espacial, con las preocupaciones de cada época, con el desarrollo de la ciencia, con el nivel tecnológico y con nuestro nivel de conocimiento actual del funcionamiento de los ecosistemas. Efectivamente, el concepto de sustentabilidad es por naturaleza dinámico, debe cambiar con el tiempo, como dinámico es el "equilibrio" que existe en la naturaleza; por tanto, no puede decirse que un agroecosistema es o no sustentable, sino que es más o menos sustentable que antes o que otro agroecosistema con el que se compara. Es un concepto que debe ser aplicado, operativo y en ese proceso no todos los objetivos de la sustentabilidad pueden alcanzarse al mismo tiempo; en este sentido procesual o tendencial, el concepto

de sustentabilidad prima el logro de objetivos concretos en cada momento: ya sean determinados por la gravedad de los daños ambientales, por la urgencia de su resolución o por la escala de tiempo en que nos situemos. La aplicación de la sustentabilidad debe hacerse sobre ecosistemas específicos, muy diferentes unos de otros, de manera que el contenido concreto del concepto puede variar tanto en el espacio como en el tiempo (Astier y Masera, 1996). Su contenido puede cambiar y complicarse más o menos en función del objeto a que se aplique: a un recurso, a un grupo de recursos, o a un ecosistema particular, a un grupo de ecosistemas o al planeta. Puede variar también si su contenido es puramente biofísico o si se toman en cuenta las variables de carácter económico y social (Dixon y Fallon, 1989). La aplicación que del concepto hace la Agroecología se refiere a cada agroecosistema y al metabolismo agrario en su conjunto, sin perder de vista su interconexión con los demás procesos metabólicos y, por supuesto, contemplando las variables socioeconómicas y culturales en pie de igualdad con las biofísicas. Como afirma Marta Astier y Omar Masera (1996: 5), no se puede responder adecuadamente a los interrogantes que plantea la sustentabilidad sin responder también a tres cuestiones básicas: "¿Sustentabilidad para quién? ¿Quién la llevará a cabo? y ¿Cómo? En otras palabras, quién decide, a través de qué proceso sociopolítico, quién lleva la práctica el concepto y de qué manera".

El término sustentabilidad aplicado a las actividades agrarias también ha sido objeto de controversia. No obstante, suele definirse como la capacidad de un agroecosistema para mantener su producción a través del tiempo superando, por un lado, las tensiones y forzamiento ecológicos y, por otro, las presiones de carácter socioeconómico (Conway, 1985: 31-35).



Foto 8 Un ejemplo de cultivo siguiendo los principios de diversificación y de rotación.

Frente a las interpretaciones convencionales que confunden la sustentabilidad con la perdurabilidad de la producción y del máximo beneficio, David Goodman y Michael Redclift (1991: 230) han señalado acertadamente que cualquier definición de sustentabilidad ha de tener en cuenta necesariamente las dimensiones cultural y estructural. Desde esta perspectiva, para que un agroecosistema sea sostenible es preciso que el manejo que se haga de él sea ecológicamente sano, es decir, que mantenga la calidad y la cantidad de los recursos naturales y la vitalidad del agroecosistema considerado en su conjunto. Indudablemente, la implementación de dicho manejo a través de procesos biológicos aumenta el grado de sostenibilidad y viceversa. Se han señalado varios atributos que pretenden evaluar el grado de sustentabilidad de un agroecosistema. El primero de ellos se refiere a la productividad, que es la habilidad de un agroecosistema para satisfacer las necesidades y servicios ambientales requeridos. Aunque no hay acuerdo sobre la manera de medirlo, se suelen utilizar como indicadores: el rendimiento físico por unidad de superficie, el rendimiento energético en relación a la cantidad de kilocalorías invertidas en su producción (balance energético), etc., incluso hay quien lo ha medido en la relación entre gastos e ingresos, es decir en las ganancias; aunque

la utilización de criterios abstractos como los monetarios resulta bastante complicado e inexacto desde el punto de vista ambiental.

Otro atributo de la sustentabilidad es la estabilidad, que se refiere a la capacidad de un agroecosistema para mantenerse de manera estable en equilibrio dinámico a través del tiempo. Para Conway (1985), la mejor forma de saber si un agroecosistema permanece estable es si es capaz de mantener igualmente estable su capacidad productiva a lo largo del tiempo. Se asocia, pues, con la idea de permanencia de la producción se supone que de los rendimientos; aunque el carácter dinámico del equilibrio de cualquier ecosistema hace sumamente difícil la repetición de los mismos; se asocia, más bien, con la idea de un sistema que es capaz de combatir los rendimientos decrecientes sin necesidad de añadir cantidades crecientes de energía y nutrientes. Como mantiene Altieri (1995), algunas propiedades del agroecosistema tienen ciclos muy prolongados en el tiempo y la capacidad del agricultor de influir en ellas es bastante limitado, como por ejemplo las condiciones agroclimáticas; sin embargo, el agricultor puede tratar de mantener e incluso aumentar la estabilidad biológica de un agroecosistema o de un predio concreto mediante el manejo apropiado de cultivos que aumenten

los rendimientos o mediante la mera elección de los cultivos y del orden de su rotación para elevar tanto la productividad como para garantizar la estabilidad de los cultivos. En este sentido cuanto más diversidad de cultivos exista y cuanto mayor sea su adaptación rotacional a las condiciones edafoclimáticas mayor será la capacidad para mantener estable la productividad del sistema. Un ejemplo de estas prácticas mejorantes puede ser la aplicación sostenible de agua mediante riego, las técnicas de abonados en verde, las rotaciones complejas, la integración entre agricultura y ganadería, etc... No obstante, ha habido (Harwood, 1979) quien ha propuesto entender la estabilidad en términos de rendimiento monetarios y la capacidad de un agroecosistema para producir, mediante cambios en la composición de los cultivos, el volumen de producción adecuado para mantenerlos. Sin embargo, esta manera de medir o entender la estabilidad, que sería mejor expresarla en términos de viabilidad económica según vamos a ver a continuación, no siempre es posible de alcanzar en unas condiciones tan cambiantes como las que ofrecen los mercados regionales y mundiales. La estabilidad económica no tiene por qué coincidir con la estabilidad físico-biológica del agroecosistema. Es más, en demasiadas ocasiones la primera se ha logrado a costa de la segunda.

Pero no sólo basta con que un agroecosistema sea más o menos productivo y que su producción se mantenga en el tiempo para dar una medida de su sustentabilidad. Es preciso que sea capaz también de retornar a su estado normal tras sufrir perturbaciones serias; es decir, que sea capaz de mantener su capacidad productiva después de sufrir perturbaciones graves como por ejemplo un incendio, una inundación, caída en picado de los precios de uno de los cultivos, etc... A ese

atributo de la sustentabilidad de los agroecosistemas llamamos resiliencia. Algunos autores desagregan este atributo en función de la magnitud y duración de la perturbación de que se trate, intentando distinguir la capacidad de resiliencia frente a perturbaciones frecuentes y usuales del medio, pero que actúan aditivamente, como la erosión o salinización de los suelos (con fiabilidad del agroecosistema) y las de carácter más infrecuente y catastrófico.

Como hemos insinuado antes, la sostenibilidad implica que el manejo sea también económicamente viable, que asegure el acceso a los medios de vida a todos los agricultores. Del mismo modo, la sostenibilidad depende de que los resultados del manejo sean socialmente justos; en otras palabras, que tanto el acceso al poder como a los propios recursos naturales esté distribuido de tal forma que las necesidades básicas de todos los miembros de la organización social se hallen cubiertas. Cuanto mayor sea el grado de desigualdad social mayores serán las amenazas para la estabilidad del ecosistema. La pobreza, la falta de acceso a los recursos, ha tenido a lo largo de la historia, y tienen hoy en día, consecuencias negativas para dicha estabilidad. Fenómenos como el sobrepastoreo, la deforestación, las roturaciones abusivas, el cultivo en laderas, etc. se han descrito como actitudes de los más desfavorecidos o de la codicia de los más acaudalados. Todas estas son actitudes y prácticas generadas por esa patología ecosistémica que resulta ser, a los ojos de la Agroecología, la desigualdad social.

A ello deben añadirse dos dimensiones más de la equidad. La primera se refiere a la *equidad intergeneracional*, que implica la procura de una asignación intergeneracional lo más equitativa posible de los recursos y de la calidad del agroecosistema: cualquier

abuso o deterioro de la capacidad productiva, por ejemplo, de un determinado ecosistema, repercutirá sobre las posibilidades de las generaciones futuras. La segunda se refiere a la relación de intercambio entre los sistemas agrarios y el resto de la sociedad y podríamos denominarla *equidad externa*. Como es sabido, la civilización industrial se ha fundamentado en un deterioro sostenido de la relación de intercambio entre los alimentos y materias primas provenientes de la actividad agraria y los insumos productos manufacturados consumidos en la explotación agraria o en las familias de los agricultores; ello ha procurado una transferencia forzada de renta en beneficio de las ciudades, actividades industriales y un deterioro de la igualdad en los estándares de vida entre campo ciudad que ha provocado un sobreesfuerzo productivo de los agroecosistemas y su consiguiente deterioro para el logro de la subsistencia en base a un mayor excedente comercializable.

Otros dos criterios deben tenerse en cuenta como atributos de la sostenibilidad. El primero se refiere a la adaptabilidad, que tiene en cuenta la resiliencia de los agroecosistemas frente a presiones provocadas por los propios cambios en las condiciones naturales o sociales de la producción: un período prolongado de sequía, el crecimiento de la población, las distintas políticas agrarias, la demanda cambiante de los mercados, las innovaciones y nuevos patrones tecnológicos, etc. El segundo se refiere a la autonomía. Ésta tiene que ver con el grado de integración de los agroecosistemas, reflejado en el movimiento de materiales, energía e información entre sus componentes y el sistema en su conjunto, entre éste y el ambiente externo y, sobre todo con el grado de control que se tiene sobre dicho movimiento. En consecuencia, la autonomía de

un sistema de producción está estrechamente relacionada con la capacidad interna para suministrar los flujos necesarios para la producción. Así, la autonomía de un sistema de producción descende en la medida en que se incrementa la necesidad de recursos externos, la necesidad acudir al mercado para conseguirlos.

En este sentido, determinadas prácticas agrarias favorecen más que otras el logro de la sustentabilidad agraria. Por ejemplo, las rotaciones de cultivos suelen disminuir los problemas de malezas, insectos y enfermedades; aumentan los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, reducen la erosión edáfica, etc. El monocultivo anual y sin descanso produce el efecto justamente contrario. La existencia de un adecuado nivel de biodiversidad biológica en animales y plantas facilita el control y la lucha contra plagas. Las prácticas de labores agrícolas conservacionistas constituyen una manera bastante eficaz de retener suelo fértil y evitar la erosión. El mejoramiento genético de cultivos les hace muchas veces resistentes a plagas y enfermedades o logran una mejor absorción de nutrientes. Las prácticas ganaderas que priman el pastoreo rotatorio sobre la estabulación de grandes rebaños suelen tener menores problemas de salud y constituyen un tipo de manejo preventivo de las enfermedades; etc... (Reinjtjes, Haverkort, Walers-Bayer, 1992).

En definitiva, el comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus diversos componentes. Las interacciones potenciadoras son aquellas en las cuales los productos de un componente son utilizados en la producción de otro componente; por ejemplo, cuando las malezas son utilizadas como forraje, el estiércol como fertilizante, o los rastrojos y malezas dejadas para pastoreo animal; o cuando, fomentando

la mayor biodiversidad posible, se consigue subsidiar el funcionamiento del agroecosistema con servicios ecológicos tales como el reciclaje de nutrientes, el control biológico de plagas,

la conservación del agua y del suelo, etc. Y al contrario, cuanto más se van simplificando los agroecosistemas se van perdiendo las sinergias y reduciendo la biodiversidad.

Cuadro 3:

De acuerdo con Stephen R. Gliessman (1990b: 380), podríamos concretar estos principios de la sostenibilidad en una serie de criterios operativos para la aplicación al diseño de agroecosistemas sustentables.

Por ejemplo:

a) El grado mayor o menor de dependencia de inputs externos, ya sea de energía, materiales o información. Cuanto más baja sea la dependencia y más alto el nivel de autosuficiencia mayor será el grado de autonomía y autodependencia del agroecosistema.

b) El grado mayor o menor de utilización de recursos renovables que sean además localmente accesibles. Ello quiere decir, que además de reducir la dependencia externa, la renovabilidad asegura la perdurabilidad de las condiciones favorables que hacen posible la producción.

c) La aceptación y/o tolerancia de las condiciones locales, adaptándose a ellas, facilita la sostenibilidad; en tanto que disminuye debido a la fragilidad del agroecosistema cuando este es producto de una intensa modificación de las condiciones ambientales.

d) La sustentabilidad de un ecosistema depende también de su capacidad productiva; la cual no debe confundirse con su habilidad para obtener la máxima producción y productividad. En este sentido, el óptimo ecológico y el óptimo económico no tienen por qué coincidir.

e) Un agroecosistema será más sostenible cuanto mayor sea la utilización de los impactos benéficos o benignos del medio ambiente; cuestión esta que la heterogeneidad ambiental facilita en mucha mayor medida que ambientes homogeneizados, por tanto, simplificados. Tanto más sostenible será el sistema cuanto más se exploten los sinergismos y las complementariedades que surgen, por ejemplo, de combinar cultivos, árboles, animales en diferentes arreglos espaciales y temporales.

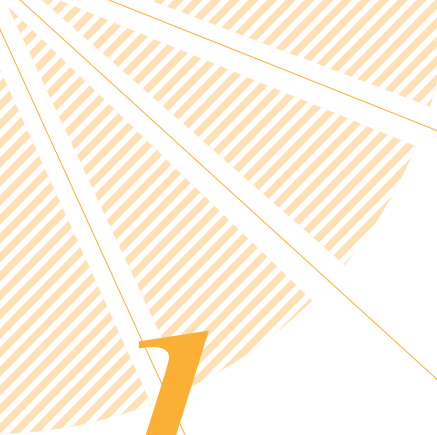
f) Al igual que ocurre con los ecosistemas naturales cuya capacidad de automantenerse y autorreproducirse dependen del grado de biodiversidad que contengan, la capacidad de pervivir en el tiempo de un agroecosistema aumenta conforme mayor sea su diversidad biológica y cultural.

g) Resulta igualmente fundamental que los agricultores que manejan el agroecosistema dispongan de un conocimiento adaptado a sus condiciones específicas y que puedan controlar y desarrollar. En este sentido, la sostenibilidad aumenta como consecuencia de la utilización del conocimiento y de la cultura de la población local.

h) Y finalmente, la disponibilidad de productos suficientes para el abastecimiento interno y aún para la adquisición de otros bienes y servicios necesarios, resulta fundamental para la pervivencia del sistema. Ello está en relación con la productividad natural de agroecosistema, pero también con el carácter de las prácticas agronómicas y del marco social donde se encuadran, así como del tamaño adecuado de la población que soporta.



**LAS ESCALAS DE LA TRANSICIÓN
SOCIOECOLÓGICA EN EL CAMPO**



La transición hacia un metabolismo agrario sustentable no es un proceso que se agote en los agroecosistemas, tiene una dimensión multiescalar. La primera de ellas es la escala del cultivo: en este nivel se deben producir transformaciones muy importantes que afecten sobre todo al material genético. La tarea más urgente consiste en recuperar el patrimonio genético y el conocimiento que está a él asociado. A un segundo nivel se sitúan las transformaciones que deben acometerse a escala de finca. La industrialización de la agricultura ha significado una tendencia acusada hacia la supresión de las asociaciones de cultivos y policultivos, hacia la simplificación de las rotaciones para su posterior supresión y sustitución por alternancias de cultivos regidas por las demandas del mercado. De la heterogeneidad de cultivos y plantas y de arreglos en su disposición se ha pasado al monocultivo, reduciendo de manera significativa la diversidad genética, estructural y funcional. Se trata en buena medida de revertir este proceso de acuerdo con criterios de manejo que tiendan hacia la sustentabilidad. El tercer nivel de la transición corresponde a la organización del agroecosistema. En este ámbito, la industrialización de la agricultura ha producido una segregación creciente de los usos del territorio y la pérdida de las sinergias productivas y funcionales que generaba la integración agrosilvopastoril. La progresiva tendencia hacia la especialización productiva ha sido una exigencia cada día mayor que ha tendido

a imponer sobre el territorio usos del suelo especializados en función de las demandas del mercado y de las aptitudes de los suelos o de la dotación de los recursos naturales. El resultado ha sido la pérdida de geodiversidad y de heterogeneidad espacial. Con ello, los flujos de energía y materiales, que tendían a ser locales y cerrados (renovables) han acabado siendo globales y provenientes de fuentes fósiles.

Este aspecto es uno de los que menos se ha desarrollado en el seno de la Agroecología. La Ecología del Paisaje ha seguido un camino propio, alejado de los desarrollos de la Agroecología, que apenas ha tenido en cuenta sus propuestas teóricas y metodológicas, de tal manera que carecemos de una Agroecología del Paisaje. Es en este nivel en el que se ventilan aspectos decisivos de la transición agroecológica. Por ejemplo, qué arreglos territoriales requerirá una agricultura sustentable. Ya vimos que la diversidad de usos del suelo, la integración agrosilvopastoril, la heterogeneidad espacial, la diversidad de cultivos y aprovechamientos, eran condiciones indispensables para el funcionamiento de las agriculturas tradicionales y que todas ellas exigían la dedicación de una cantidad de tierra útil, un recurso natural de existencias limitadas. No obstante, se han hecho algunos avances en esta dirección. Por ejemplo, la propuesta reciente de evaluar el coste territorial de la sustentabilidad como herramienta que permite analizar el estado real de una finca o de un agroecosistema y vincularlos directamente con la escala de análisis inmediatamente superior. El Land Cost of Agrarian Sustainability (LACAS) constituye un instrumento de análisis transescalar que puede resultar muy útil para calibrar la sustentabilidad de determinadas prácticas de manejo, entre otras cosas por que lo que puede ser sustentable a una escala de finca

o a escala local, puede no serlo a una escala superior (Guzmán *et al.*, en prensa).

El cuarto y último nivel de la transición se refiere a la escala de la "sociedad mayor", esto es: al Estado-Nación y a las distintas fases del proceso de globalización. La industrialización de la agricultura ha favorecido la integración de los agroecosistemas primero en un metabolismo agrario y posteriormente en una "constelación de metabolismos" (González de Molina y Toledo, 2010, en prensa) de ámbito geográfico cada vez mayor. Proceso que ha culminado en la actualidad con la constitución de un mercado agrario global y la constitución de un único sistema agroalimentario mundial, en el que los agroecosistemas se integran de una manera desigual y especializada. A este nivel se ventilan aspectos tan importantes de la sustentabilidad como la viabilidad económica y la equidad social. Son los mercados nacionales e internacionales y las regulaciones estatales o interestatales los que determinan qué será o no rentable y a quién irán a parar los beneficios de la actividad agraria.

A este nivel macro, otro problema relacionado con el coste territorial de la sustentabilidad emerge con fuerza: si el stock de tierra útil con que cuenta el planeta será suficiente para alimentar a la población que se espera habrá a mediados de este siglo, esto es, si la agricultura sustentable podrá alimentar al mundo. La respuesta que han dado los organismos internacionales y los propios agroecólogos es terminante: sólo con una agricultura manejada de acuerdo con criterios agroecológicos será posible aumentar sensiblemente los rendimientos por unidad de superficie sin deteriorar la base de los recursos naturales (FAO. 2007). Ello obligará a cambios en la dieta y a otros cambios en el sistema agroalimentario

mundial que aún no han sido abordados por la Agroecología o lo han sido en escasa medida.

A escala de planta y de finca, el cambio de actitud de los agricultores es suficiente para impulsar la transición hacia sistemas agrarios más sustentables. También son suficientes los cambios de pautas de consumo que a nivel individual se pueden alcanzar cuando se expresan en la concurrencia al mercado u otras instituciones para procurar alimentos. Pero cuando hablamos de la comunidad y sobre todo del Estado y del planeta, el poder político es la propiedad que emerge y con ella la necesidad de implicarse en la política. La necesidad de una Agroecología Política aparece entonces como una necesidad perentoria a la que la Agroecología apenas ha prestado atención.

Esto nos lleva a plantear una última cuestión: ¿quién o quiénes deben protagonizar el cambio hacia un metabolismo agrario que se fundamente en la sustentabilidad? Cada una de las escalas consideradas señala sujetos principales y aconseja alianzas sociales diferentes. En efecto, a escala de finca y a escala local, los protagonistas del cambio son principalmente los agricultores. Bajo esta denominación, meramente descriptiva, englobamos una gama muy amplia de situaciones sociales, desde los campesinos que aún cultivan la tierra de manera tradicional en muchos países de la periferia planetaria hasta los "empresarios familiares" que constituyen el segmento más numeroso de los agricultores europeos. En este sentido, el avance de la agricultura sustentable significará un proceso de "recampesinización", esto es, la recuperación por parte de los agricultores de su condición campesina, una condición adaptada a los tiempos que corren, revirtiendo el proceso de degradación que acompañó a la industrialización de la agricultura.

A escalas superiores, desde la local a la global, los agricultores no serán suficientes y deberán compartir protagonismo con otros grupos sociales. La configuración actual del sistema agroalimentario debe buena parte de su dinámica a las preferencias de los consumidores, sobre todo en los países ricos. Sobre ellos recae la responsabilidad de un cambio en la dieta y, en general, en las maneras de satisfacer el metabolismo endosomático de los

ciudadanos. Un cambio de esta magnitud, en el que también deben involucrarse los distintos eslabones de la cadena alimentaria, requiere sin embargo del compromiso activo de los movimientos sociales, especialmente de aquellos en los que se ha producido una convergencia “natural” entre ecología y lucha por la equidad social, concretamente del movimiento ecologista en sus diversas modalidades y formas de expresión.



Foto 9 El consumidor tiene un papel decisivo en el cambio hacia una agricultura sustentable.

Bibliografía

- Adam, B. 1997. The International Handbook of Environmental Sociology. Time and the Environment. En Redclift, M. y Woodgate, G. (eds). Edward Elgar. Cheltenham. pp. 169-178
- Altieri, M. y Farrel, J. G. 1984. Traditional Farming Systems of South Central Chile, with special emphasis on agroforestry. En Agroforestry Systems. n° 2. pp. 3-18
- Altieri, M. A. 1987. Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Westview Press. Boulder. Colorado.
- Altieri, M. 1989. Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press. Boulder, Colorado
- Altieri, M. A. 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? En Agroecología y Desarrollo. CLADES. n° 1. pp. 16-24
- Altieri, M. A. 1995. Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press. Boulder. CO.
- Altieri, M. A. 1995a. El "estado del arte" de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. En Cadenas Marín, A. (ed.). Agricultura y desarrollo sostenible. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Madrid. pp. 151-203
- Altieri, M. 2009. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En Altieri, M. (compilador). Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. SOCLA. Medellín. Colombia.
- Altieri, M. A. y Nicholls C. I. 2004. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press. Binghamton USA.
- Altieri, M. y Uphoff, N. 1999. Alternativas de la agricultura moderna convencional para enfrentar las necesidades de alimentos en el próximo siglo. Informe de la conferencia sobre agricultura sostenible: evaluación de los nuevos paradigmas y las prácticas antiguas. 26-30 de abril de 1999. Bellagio (Italia).
- Anderson, A. et al. 1985. Un sistema agroforestal na varzea do Estuario Amzonico. En Acta Amazonica. n° 15. pp. 1 y 2.
- Astier, M. y Masera, O. 1996. Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). GIRA. Michoacán.
- Berkes, F. y Folke, C. 1998. Linking social an ecological systems for Resilience and sustainability. Linking social and ecological systems. Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. En Berkes, F. y Folke, C. (eds). Cambridge University Press. Cambridge. pp. 1-26
- Berlin, B.; Breedlove, D. E. y Raven, P. H. 1973. General Principles of Clasification and Nomenclature Folk Biology. En American Antropologist. Vol. 75. pp. 214-242
- Bertalanffy, L. V. 1976. Teoría General de Sistemas. Fondo de Cultura Económica. Madrid
- Blaikie, P. 1984. The Political Economy of Soil Erosion. Mathuen. New York
- Bulmer, R. 1965. Review of Navajo Indian Ethoentomology. En American Antropologist. Vol. 67. pp. 1564-1566
- Buttel, F. 1980. Agriculture, Environment and Social Change: Some Emergent Issues. En Buttel, F. y Newby, H. (eds.). The Rural Sociology of Advanced Societies. Allenheld. Osmun and Co. New Jersey. pp. 453-488
- Caporal, F. R. 2009. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Brasília. pp. 30
- Carpintero, O. y Naredo, J. M. 2006. Sobre la evolución de los balances energéticos de la agricultura española, 1950-2000. En Historia Agraria. 40. pp. 531-554
- Carson, R. 1964. The Silent Spring. Fawcett. New York. Publicado en 1987 por Houghton Mifflin Company. Boston
- Catton, W.R. y Dunlap, R.E. 1978. Environmental sociology: a new paradigm? The American Sociologist. 13. pp. 41-49
- Chambers, R. 1983. Rural Development. Putting the Last First. Longman. Essex
- Conklin, H. 1979. An Ethnological Approach to Shifting Agriculture. En Vayda, A. P. (ed.). Environmental and Cultural Behaviour: Ecological Studies in Cultural Anthropology. The Natural History Press. New York
- Cook, S. 1973. Production, ecology and economic anthropology: notes towards an integrated frame of reference. Soc. Sci. Inform. 12. pp. 25-36
- Crouch, L. y Janvry, A. 1980. The Class Bias of Agricultural Growth. En Food Policy. n° 3
- De Groot, R.S., Wilson, M. A. y Boumans, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics. 41. pp. 393-408

Dewey, K. 1981. Nutritional Consequences of the Transformation from Subsistence to Comercial Agriculture. En *Human Ecology*. nº 9 (2). pp. 151-187

Dixon, J. A. y Fallon, L. A. 1989. The concept of Sustainability: Origins, Extensions, and Usefulness for Policy. *Society and Natural Resources*. nº 2. pp. 73-84

European Commission. Directorate-General for Agriculture And Rural Development (EU-DGARD). 2010. An analysis of the EU organic sector. European Commission. June 2010

FAO. 2007. Organic Agriculture and Food Security. FAO. Roma.

Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. 1997. Tons, Joules, and Money: Modes of Production and Their Sustainability Problems. *Society and Natural Resources*. Vol. 10. pp. 61-85.

Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. (eds). 2007. Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use. Edward Elgar. Cheltenham. UK

Fischer-Kowalski, M. y Hüttler, W. 1999. Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis, part II, 1970-1998. *Journal of Industrial Ecology*. 2. pp. 107-129

Fischer-Kowalski, M.; Haberl, H.; Krausmann, F. 2007. Conclusions: likely and unlikely pasts, possible and impossible futures. En Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. (eds). Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use. Edward Elgar. Cheltenham. UK. pp. 223-255

Funtowicz, S. y Ravetz, J. R. 2000. La ciencia postnormal. Editorial Icaria. Barcelona

Gadgil, M. y Guha, R. 1993. This Fissured Land: an ecological history of India. Oxford University Press. 274 pp

García, R. 2000. El Conocimiento en Construcción. Gedisa Editorial. 252 pp

Garrabou, R. y González de Molina, M. 2010. La reposición de la fertilidad en los sistemas agrarios tradicionales. Icaria. Barcelona

Garrido Peña, F. 1996. La Ecología Política como política del tiempo. Comares. Granada.

Garrido Pena, F.; González de Molina, M.; Serrano, J. L. y Solana, J. L. (eds.). 2007. El paradigma ecológico en las ciencias sociales. Barcelona. Icaria.

Giampietro, M. 2004. Multi-Scale Integrated Analysis of Agroecosystems. CRC Press. 437 pp

Giampietro, M.; Bukkens, S. y Pimentel, D. 1997. Linking Technology, Natural Resources, and the Socioeconomic Structure of Human Society: Examples and Applications. En *Advances in Human Ecology*. Vol. 6. pp. 131-200

Gliessman, S. R. 1982. Allelopathic interactions in crops/wedd mixtures: applications for weed management. Paper presented al North American Symposium on Allelopathy. Nov 14-17, 1982. University of Illionis

Gliessman, S. R. 1982b. The Agroecosystem: an integrative focus for the study of agriculture (manuscrito)

Gliessman, S. R. 1990. Understanding the basis of Sustainability for Agriculture in the Tropics: experiences in Latin America. En Clive, A. y Edwards J. (eds.) Sustainable Agricultural Systems. Soil and Water Conservation Society. Ankey. Iowa

Gliessman, S. R. 1997. Agroecology. ecological processes in Sustainable Agriculture. Ann Arbor Press. Chelsea

Gliessman, S. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en Agricultura Sostenible. CATIE. Turrielba

Gliessman, S. R.; Rosado-May, F; Guadarrama-Zugasti, C.; Jedlicka, J.; Cohn, A.; Méndez, V. E.; Cohen, R.; Trujillo, L.; Bacon, C. y Jaffe, R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*. Vol. 16 (1). pp. 13-28

González de Molina, M. 2001. Condicionamientos medioambientales del crecimiento agrario español (siglos XIX y XX). En J. Pujol et al. El pozo de todos los males. Sobre el atraso de la agricultura española. Editorial Crítica. Barcelona

González de Molina, M. 2002. Environmental constraints on agricultural growth in 19th century Granada (southern Spain). En *Ecological Economics*. 41. pp. 257-270

González de Molina, M.; Alonso, A.; Guzmán, G. 2007. La agricultura ecológica en España desde una perspectiva agroecológica. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*. Vol. 214. pp. 47-73

González de Molina, M. y Guzmán Casado, G. 2006. Tras los pasos de la insustentabilidad. Agricultura y medio ambiente en perspectiva histórica. Icaria. Barcelona

González de Molina, M. y Toledo, V. (en prensa). Metabolismos, naturaleza e historia. Una teoría de las transformaciones socio-ecológicas. Icaria. Madrid.

- Gow, D. y Sant, D. Van. 1983. Beyond the Rethoric of Participation. En *World Development*. n° 11 (5). pp. 427-446
- Goodman, D. y Redclif, M. 1991. *Refashioning Nature, Food, Ecology and Culture*. Routledge. London
- Grahan, D. 1984. *Undermining Rural Development with Cheap Credit*. Westview Press. Boulder
- Guha, R. y Gadgil, M. 1993. Los habitats en la Historia de la Humanidad. En M. González de Molina y Martínez Alier (eds.). *Ecología e Historia*, en Ayer, n° 11. pp. 49-110
- Guzmán, G.; González de Molina, M.; Sevilla, E. (eds.). 2000. *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid
- Guzmán Casado, G. y González de Molina, M. 2008. Transformaciones agrarias y cambios en el paisaje. Un estudio de caso en el sur peninsular. En Garrabou, R. y Naredo, J. M. (eds). *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo*. Monografía de Historia Rural (Sociedad Española de Historia Agraria). Zaragoza. pp. 199-233
- Guzmán Casado, G.; González de Molina, M.; Alonso Mielgo, A. 2011. *The Land Cost of Agrarian Sustainability. An Assessment*. *Land Use Policy* (forthcoming).
- Harwood, R. R. 1979. *Small Farm Development. Understanding and Improvin Farming Systems in the Humid Tropics*. Westview Press. Boulder
- Hecht, S. 1985. Environment, Development, and Politics: Capital Accumulation and Livestock Sector in Easten Amazonia. En *World Development*. n° 13 (6). pp. 663-684.
- Hecht, S. 1991. La evolución del pensamiento agroecológico. En *Agroecología y Desarrollo*. n°1. pp. 3-16.
- Janzen, D. H. 1973. Tropical Agroecosystems. En *Science*. n° 182. pp.1212-1219
- Holling, C. S. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. En *Ecosystems*. 4. pp. 390-405
- IFOAM. 2007. *The World of Organic Agricultura. Statistics and Emerging Trends 2007*. Frick. Suiza. IFOAM
- Krausmann, F. y Haberl, H. 2002. The process of industrialization from the perspective of energetic metabolism: socio-economic energy flows in Austria 1830-1995. *Ecological Economics* 41. pp. 177-201
- Krausmann, F. et al. 2003. Land-use change and socioeconomic metabolism in Austria Part I: driving forces of land-use changes 1950-1995. En *Land Use Policy*. 20 (1). pp. 1-20
- Krausmann, F.; Schandl, H. y Siefert, R. P. 2008. Socioecological regime transition in Austria and United Kingdom. En *Ecological Economic*. Vol. 65. pp. 187-201
- Leach, G. 1976. *Energy and Food Production*. IPC Science and Technology. Londres
- León Sicard, T. E. 2009. *Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción*. *Agroecología*. Vol. 4. pp. 7-17
- Luhmann, N. 1998. *Sistemas sociales: lineamientos para una teoría general*. Anthropos. Barcelona.
- MacCamant, K. A. 1986. *The Organization of Agricultural Production in Coparaque, Perú*. Ph. D. Dissertation: University of California- Berkeley
- Margalef, R. 1979. *Perspectivas de la teoría ecológica*. Blume. Barcelona
- Margalef, R. 1993. *Teoría de los Sistemas Ecológicos*. Universitat de Barcelona
- Marten, G. G. 1986. *Tradicional Agricultura in Southeast Asia: A Human Ecology Perspective*. Westview Press. Boulder
- McNetting, R. 1993. *Smallholders, householders: Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture*. Stanford University Press. Stanford
- Midgley, J. 1986. *Cummunity Participation, Social Development, and State*. Methuen. New York
- Morin, E. 1984. *Ciencia con conciencia*. Anthropos. Barcelona
- Morin, E. [1999] 2007. La epistemología de la complejidad. En Garrido, F.; González de Molina, M.; Serrano, J.L. y Solana J. L. (eds). *El paradigma ecológico en las ciencias sociales*. Icaria. Barcelona. pp. 55-84
- Naredo, J. M. 2000. El metabolismo de la sociedad industrial y su incidencia planetaria. En: Naredo, J. L. y Parra, F. (eds) *Economía, Ecología y Sostenibilidad en la Sociedad Actual*. Siglo XXI Editores. España. pp. 193-229
- Norgaard, R. 1994. *Development Betrayed: The End of Progress and Coevolutionary Revisioning of the Future*. Routledge. London

Odum, E. P. 1992. Ecología: bases científicas para un nuevo paradigma. Barcelona. Ediciones Vedral

Pimentel, C. y Pimentel, M. 1979. Food Energy and Society. Edgard Arnold. London

Pimentel, D. y Pimentel, M. eds. 1997. Food, energy, and the Environment in the Social Sciences. 2nd Ed. University Press of Colorado. Niwot. CO

Redclift, M. y Wodddgate, G. 1993. Concept of the Environment in the Social Sciences. Wye College External Programme. England

Reijntjes, C.; Haverkort, B. y Waters-Bayer, A. 1992. Farming for the future. An Introduction to Low- External- Inputs and Sustainable Agriculture. ETC/ILEIA and the MacMillan Press Ltd. The Netherlands. Hay edición castellana en Montevideo: Nordan-Comunidad. 1995.

Richards, A. 1939. Land Labor and Diet in Northern Rhodesia. Routledge and Kegan Paul. London

Richads, P. 1986. Doping with Hunger: Hazar and Experiment in African Rice Farming. Westview Press. Boulder

Rhoades, R. E. y Booth, R. 1982. Farmer Back to the Farmer: a Model for Generatin Agricultural Technology. En Agricultural Administration. nº 11. pp. 127-137

Schandl, H. y Krausmann, F. 2007. The great transformation: a socio-metabolic reading of the industrialization of United Kingdom. En M. Fisher-Kowalski y H. Haberl (eds), Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use. Edward Elgar. Cheltenham.UK. pp. 83-115

Schmidt, A. 1976. El Concepto de Naturaleza en Marx. Siglo XXI Eds. México

Sieferle, R. P. 2001. The Subterranean Forest. Energy Systems and the Industrial Revolution. The White Horse Press. Cambridge

Smil, V. 2001. Energías. Una guía ilustrada de la biosfera y la civilización. Editorial Crítica. Barcelona

Toledo, V. M. 1985. Ecología y autosuficiencia alimentaria. Ciudad de México. Siglo XXI

Toledo, V. M. 1993. La racionalidad ecológica de la producción campesina. En E. Sevilla y M. González de Molina (eds), Ecología, campesinado e Historia. Ediciones La Piqueta. Madrid. pp. 197-218

Toledo, V. M. 1994. La apropiación campesina de la naturaleza: un análisis etnoecológico. México (Mimeo)

Toledo, V. 1999. Las "disciplinas híbridas": 18 enfoques interdisciplinarios sobre naturaleza y sociedad. En Persona Y Sociedad. V. 13. 1. Santiago de Chile

Toledo, V.M.; Alarcón, P. y Barón, L. 2001. La Modernización Rural de México: un análisis socio-ecológico. Instituto Nacional de Ecología y UNAM. México

Toledo y González de Molina, 2007. El metabolismo social: las relaciones entre sociedad y naturaleza, en Garrido Pena, F.; González de Molina, M.; Serrano, J. L. y Solana, J. L. (eds.). El paradigma ecológico en las ciencias sociales. Barcelona, Icaria, pp. 85-112.

Toledo, V. M. y Barrera-Bassols, N. 2008. La Memoria Biocultural. La importancia agroecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria. Barcelona.

Uhl, B. y Jordan, C. 1984. Vegetation and nutrient dynamics during the first five years of succession following forest cutting and burning in the Río Negro region of Amazonia. En Ecology. nº 65. pp. 1476-1490

Uhl, D. 1983. Nutrient uptake and nutrient related characteristics of common successional species in the upper Río Negro region of the Amazon basi. (manuscrito).

United Nations Environment Programme (UNEP). 2010. Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production. Priority Products and Materials. UNEP. Paris

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

Wilken, G. C. 1987. Good Farmers. University of California Press. Berkeley

Williams, B. 1980. Pictorial Representation of Soils in the Valley of Mexico: Evidence from Codex, Vergara. En Geoscience and Man. nº 21. pp. 51-60.

Woodgate, G. y Redclift, M. (eds). 1998. The International Handbook of Environmental Sociology. Edward Elgar. pp. 478



Dr. Manuel González de Molina

(Montefrío, 9 de febrero de 1956)

Es doctor en Historia por la Universidad de Granada (junio de 1984) y Catedrático de Universidad del Área de Historia Contemporánea en la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla), donde dirige el Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas y donde desarrollan su investigación historiadores, ecólogos, economistas y agrónomos con una orientación transdisciplinar. Ha realizado estancias en el extranjero como profesor invitado (Lisboa, Berkeley, Roma, UNAM-Morelia, México) y ha impartido conferencias en diversas universidades españolas y extranjeras.

Es director del master oficial Agroecología y Desarrollo Rural Sustentable que se imparte en la Universidad Internacional de Andalucía. Es miembro del consejo de redacción de las revistas Agroecología y Ecología Política y del consejo asesor de Études Rurales e Historia Social. Miembro de la European Society for Environmental History (ESEH) y del Comité Asesor de la Sociedad Latinoamericana y Caribeña de Historia Ambiental (SOLCHA). Fue Director General de Agricultura Ecológica de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (2004-2007). Actualmente es vicepresidente de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) y vicepresidente de la Sociedad Española de Historia Agraria (SEHA).

Serie:

Agroecología y Ecología Agraria

INTRODUCCIÓN A LA AGROECOLOGÍA

Autor: Dr. Manuel González de Molina



Serie: Agroecología y Ecología Agraria

- Introducción a la Agroecología
- Bases ecológicas para el manejo del suelo de cultivo
- Bases ecológicas para el manejo de la biodiversidad
- Bases ecológicas para el control de plagas y enfermedades
- Bases ecológicas para el control de arvenses
- Razas de ganado autóctono:
claves para su recuperación y adaptación
- Recursos fitogenéticos:
claves para su recuperación, adaptación y conservación
- Producir semillas en Agricultura Ecológica
- Bases ecológicas para la gestión del agua
- El problema del nitrógeno:
minimizar su impacto desde la agroecología
- Buenas prácticas en producción ecológica:
mitigar / adaptarse al c. climático
- Buenas prácticas de asesoramiento agroecológico
- Metodologías para el asesoramiento en producción agroecológica

Cuadernos Técnicos de SEAE

Los operadores ecológicos (agricultores, ganaderos, elaboradores), los técnicos que los asesoran o que inspeccionan los sistemas productivos y aquellos profesionales que imparten formación, requieren buenos materiales técnicos, rigurosamente contrastados, en los que apoyarse para hacer la conversión y el seguimiento de la producción ecológica.

Estas publicaciones nacen con la finalidad de:

- Crear una línea específica de apoyo a la formación técnica de alto nivel, coordinada y escrita desde la experiencia de reconocidos expertos del sector y con vistas a seguir desarrollándose, actualizándose y ampliándose en el futuro.
- Ofrecer un material técnico de calidad con la doble finalidad de su utilización en la "formación de futuros formadores" en asesoramiento dentro del sector agrario e industrial y para la formación de técnicos de campo – procedentes de la Formación Profesional o la enseñanza universitaria-.
- Producir no sólo un material escrito, sino también una herramienta pedagógica para usar en abierto on line -en la línea educativa, tecnológica y del derecho fácilmente asequible para la comunidad latinoamericana.
- Aportar una publicación específica, muy práctica capaz de recopilar el conocimiento más novedoso e innovador sobre los distintos temas, adelantándose a los problemas que se generen en el sector y ofreciendo soluciones tecnológicas inmediatas.

La colección se estructura en cuatro grandes temáticas:

- Producción Vegetal Ecológica
- Ganadería Ecológica
- Industria Ecológica
- Agroecología y Ecología Agraria

