

AGROECOLOGÍA: ÚNICA ESPERANZA PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA Y LA RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA

Miguel Angel Altieri, Clara Ines Nicholls

Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, Berkeley, 215 Mulford Hall-3114, Berkeley, CA 94720-3114. E-mail: agroeco3@nature.berkeley.edu

Resumen

La revolución verde no solo falló en proveer alimentos para la población mundial, sino que fue creada bajo premisas no válidas: agua y energía abundante y barata, y un clima no cambiante. En algunas de las regiones cerealistas, la tasa de incremento de rendimientos está declinando a pesar del mayor uso de agroquímicos, en la medida que los cultivos alcanzan el punto de los rendimientos decrecientes. Dada la ausencia de mecanismos de regulación ecológica, los monocultivos que cubren 80% de la tierra arable mundial son altamente dependientes de pesticidas y fertilizantes y dada su homogeneidad genética son muy vulnerables a plagas y al cambio climático. Hoy hay más de mil millones de personas hambrientas en el mundo, pero el hambre se debe a la pobreza y la inequidad y no a la escasez o falta de producción. El mundo ya produce suficiente alimento para alimentar a 9 mil millones de personas que se esperan para el año 2050. No hay duda que la humanidad necesita un nuevo paradigma de desarrollo agrícola, uno que promueva formas de agricultura más biodiversas, resilientes y socialmente justas. La base de estos nuevos sistemas agrarios son los estilos de agricultura indígena-campesina desarrollados por la mayoría de los 1.5 billones de pequeños agricultores que manejan unas 350 millones de pequeñas fincas y que producen en 30 % de la tierra arable, no menos del 50% de los alimentos para consumo doméstico en el mundo.

Como una ciencia aplicada, la agroecología usa principios ecológicos para optimizar los sistemas campesinos y para desarrollar agroecosistemas sustentables nuevos, donde los insumos externos son reemplazados por procesos naturales como la fertilidad del suelo y el control biológico. El sur global tiene el potencial para producir suficiente alimento per cápita para sustentar a la población actual y potencialmente una población más grande, pero sobre la misma base de tierra arable, con menos petróleo y en medio de un clima cambiante.

Palabras clave: Agroecología, agricultura orgánica, soberanía alimentaria, agricultura industrial, agricultura campesina.

Summary

The scaling up of agroecology: spreading the hope for food sovereignty and resilience

The Green Revolution not only failed to ensure safe and abundant food production for all people, but it was launched under the assumptions that abundant water and cheap energy to fuel modern agriculture would always be available and that climate would be stable and not change. In some of the major grain production areas the rate of increase in cereal yields is declining as actual crop yields approach a ceiling for maximal yield potential. Due to lack of ecological regulation mechanisms, monocultures are heavily dependent on pesticides. In the past 50 years the use of pesticides has increased dramatically worldwide and now amounts to some 2.6 million tons of pesticides per year with an annual value in the global market of more than US\$ 25 billion. Today there are about one billion hungry people in the planet, but hunger is caused by poverty and inequality, not scarcity due to lack of production. The world already produces enough food to feed nine to ten billion people, the population peak expected by 2050. There is no doubt that humanity needs an alternative agricultural development paradigm, one that encourages more ecologically, biodiverse, resilient, sustainable and socially just forms of agriculture. The basis for such new systems are the myriad of ecologically based agricultural styles developed by at least 75% of the 1.5 billion smallholders, family farmers and indigenous people on 350 million small

farms which occupy less than 30% of the arable land but account for no less than 50% of the global agricultural output for domestic consumption.

As an applied science, agroecology uses ecological concepts and principles for the design and management of sustainable agroecosystems where external inputs are replaced by natural processes such as natural soil fertility and biological control. The global south has the agroecological potential to produce enough food on a global per capita basis to sustain the current human population, and potentially an even larger population, without increasing the agricultural land base, and using less energy and in a resilient manner in view of climate change.

Key words: Agroecology, organic farming, food security, industrial agriculture, world hunger, peasant agriculture

¿PORQUE LA AGRICULTURA INDUSTRIAL ES HOY UN MODELO AGOTADO?

La revolución verde, el símbolo de la intensificación agrícola no solo falló en asegurar una producción de alimentos abundante y segura para todas las personas, sino que fue instaurada bajo la suposición de que siempre habría abundante agua y energía barata y que el clima no cambiaría. Los agroquímicos, la mecanización y las operaciones de irrigación que son el centro de la agricultura industrial, son altamente dependientes de combustibles fósiles cada vez más caros y escasos. Las condiciones climáticas extremas se están haciendo más comunes y más violentas, amenazando los cultivos, especialmente los monocultivos modernos genéticamente homogéneos que cubren el 80% de las 1.500 millones de hectáreas de tierra cultivable. Además la agricultura industrial contribuye con cerca del 25-30% de las emisiones de gases efecto invernadero, modificando tendencias climáticas y comprometiendo así la capacidad del mundo para producir alimento en el futuro.

1. La huella ecológica de la producción industrial

En algunas de las principales regiones productoras de cereales del mundo, la tasa de incremento de los rendimientos de cereales está alcanzando el punto de los rendimientos decrecientes, a pesar del uso incrementado de fertilizantes (Fig. 1). Cuando se tiene en cuenta la dependencia de petróleo y la huella ecológica de la agricultura industrial, surgen graves preguntas sobre la sostenibilidad medioambiental, económica, y social de las estrategias agrícolas modernas. La intensificación de la agricultura con variedades de cultivos de alto rendimiento, fertilización, irrigación y pesticidas tienen un fuerte impacto sobre los recursos naturales con graves implicaciones en el medio ambiente y en la salud. Se ha estimado que el costo de las externalidades de la agricultura industrial en el Reino Unido es por lo menos 1.5 a 2 mil millones de libras cada año. Utilizando el mismo marco de análisis, el costo de las externalidades de la agricultura moderna en los Estados Unidos asciende a casi 13 mil millones de libras al año, cuando se internalizan los costos por daños a recursos hídricos, suelos, aire,

fauna silvestre, biodiversidad, y salud humana. Costos anuales adicionales de USD 3.7 mil millones surgen del costo invertido en programas para solucionar estos problemas o para fomentar una transición hacia sistemas más sostenibles. El orgullo estadounidense de tener comida barata es solo una ilusión; los consumidores pagan mucho más allá del precio estipulado en las tiendas de comestibles (<http://www.agron.iastate.edu/courses/agron515/eatearth.pdf>).

Debido a la falta de mecanismos de regulación ecológica, los monocultivos son altamente dependientes de pesticidas. En los últimos 50 años, el uso de pesticidas se ha incrementado dramáticamente en todo el mundo y ahora asciende 2,6 millones de toneladas de pesticidas por año, con un valor anual en el mercado global que supera 25 mil millones de dólares. Nada más en los Estados Unidos, se usan anualmente 324 millones de kilogramos de 600 diferentes tipos de pesticidas, con enormes costos indirectos en el medioambiente (impactos sobre la fauna silvestre, los polinizadores, los enemigos naturales, la pesca, la calidad de agua, etc.) y costos sociales (envenenamiento de trabajadores y enfermedades humanas); estos costos ascienden a cerca de 8 mil millones de dólares cada año. Además, 540 especies de artrópodos han desarrollado resistencia a más de 1.000 diferentes tipos de pesticidas, que ahora son incapaces de controlar químicamente a esas plagas (Fig. 2) (<http://ipm.ncsu.edu/safety/factsheets/resistan.pdf>)

Aunque hay muchas preguntas sin respuesta sobre el impacto de la liberación de plantas transgénicas en el medio ambiente, y que ya ocupan más de 180 millones de hectáreas en todo el mundo, se espera que los cultivos transgénicos van a exacerbar los problemas de la agricultura convencional. Mediante la promoción de monocultivos transgénicos, se socavarán los métodos de agricultura ecológica. Los cultivos transgénicos desarrollados para el control de plagas subrayan el uso de un mecanismo unilateral de control, que ha fallado una y otra vez con insectos, patógenos y malezas. Por lo tanto, los cultivos transgénicos apuntan a un aumento del uso de pesticidas como consecuencia de la evolución acelerada de "súper malezas" y especies de insectos plaga resistentes. Los cultivos transgénicos también afectan a

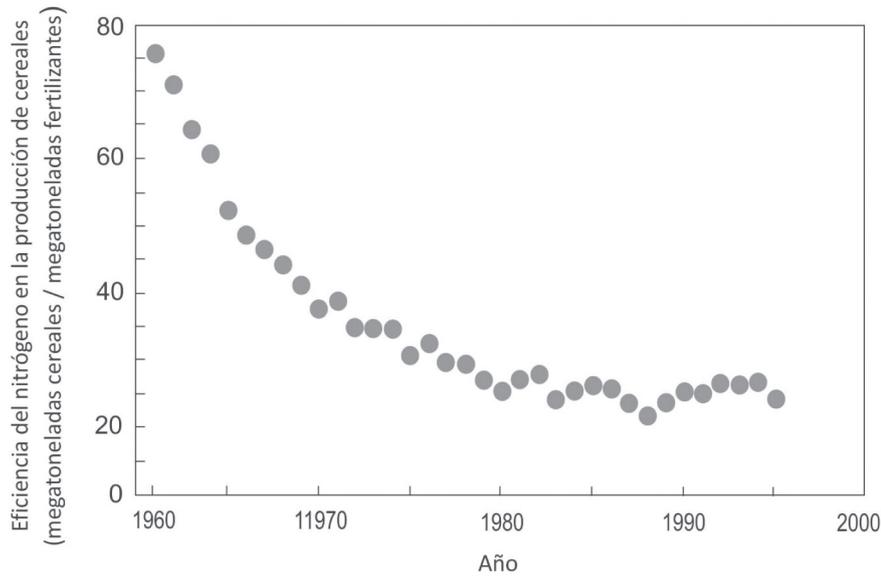


Figura 1. La ley de los rendimientos decrecientes: más insumos, menos rendimientos.



Figura 2. Rápido desarrollo de resistencia a los pesticidas por insectos, patógenos y malezas.

la fauna del suelo y potencialmente perturban los procesos claves en el suelo como el reciclaje de nutrientes. El flujo genético no deseado de los cultivos transgénicos puede comprometer, a través de la contaminación genética, la diversidad de cultivos, como es el caso del maíz en centros de origen y domesticación y afectar además los sistemas de conocimiento y prácticas agrícolas tradicionales, minando así los procesos milenarios evolutivos (<http://www.colby.edu/biology/BI402B/Altieri%202000.pdf>).

2. El negocio agrícola y el hambre

Hoy en día, hay cerca de mil millones de personas hambrientas en el planeta, pero el hambre es causado por la pobreza (1/3 de la población del planeta gana menos de 2 dólares al día) y la inequidad (falta de acceso a tierra, semillas, etc.), no por la escasez debida a

la falta de producción. El mundo ya produce suficiente alimento para nutrir de 9 a 10 mil millones de personas, la población esperada para el año 2050. La mayor parte de los cultivos de cereales de producción industrial se destina a biocombustibles y alimento para animales confinados. Por lo tanto, la exigencia de duplicar la producción alimentaria para el año 2050 sólo es necesaria, si seguimos dando prioridad a la creciente población de ganado y automóviles, en lugar de alimentar a personas que padecen hambre. Un análisis demasiado simplista en apoyo a la agricultura industrializada, cita los altos rendimientos y los cálculos del suministro total de alimentos para ilustrar el potencial de ésta para aliviar el hambre. Sin embargo, se entiende desde hace tiempo que los rendimientos son una condición necesaria, pero no suficiente para satisfacer las necesidades alimenticias de la gente (Lappé *et al*, 1998). Setenta y ocho por ciento

de todos los niños malnutridos menores de cinco años que viven en el Tercer Mundo, se encuentran en países con excedentes de alimentos. Ya existe un abundante suministro de alimentos, mientras que el hambre crece en todo el mundo. No es el suministro el factor crucial, pero sí la distribución y el derecho y acceso de las personas a tierra, ingreso, o redes de apoyo para lograr una dieta saludable. En lugar de ayudar, la sobreproducción de alimento, en realidad puede aumentar el hambre por la subvaloración de los precios y la destrucción de la viabilidad económica de los sistemas agrícolas locales. Los campesinos locales no son capaces de vender sus productos de manera que les permita cubrir costos de producción, dejando que los alimentos se pudran en los campos mientras que las personas pasan hambre (Holt Giménez y Patel 2009).

Aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se desperdician a nivel mundial, alrededor de 1,3 millones de toneladas por año, suficiente para alimentar a todo el continente de África. La mayor parte de esta comida se desperdicia por los consumidores en Europa y América del Norte (95-115 kg/año/per cápita) mientras que esta cifra en el África subsahariana y Asia del Sur/Sureste es sólo 6.11 kg/año (http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/GFL_web.pdf).

3. Concentración de la producción global de alimentos

Soluciones contra el hambre y el suministro de alimentos, tienen que tomar en cuenta la distribución de los alimentos y el acceso de la población a ingresos, tierra, semillas y otros recursos. La agricultura industrial ha acelerado la concentración de tierras y recursos en las manos de unos pocos que socavan la posibilidad de abordar las raíces del hambre. La concentración de la producción mundial de alimentos bajo el control de unas pocas corporaciones transnacionales, impulsada por acuerdos de libre comercio, políticas de ajuste estructural, y subsidios para la sobreproducción de materias primas agrícolas, ha creado desequilibrios en el comercio de alimentos y la exacerbada dependencia de importación de alimentos desde el Norte al Sur, lo que explica el aumento de la inseguridad alimentaria en muchos países. La producción de cultivos de exportación y la expansión de los biocombustibles a cambio de las importaciones de alimentos ya socavan la autosuficiencia alimentaria y ponen en peligro los ecosistemas locales. Esta situación se ve agravada por los gobiernos con inseguridad alimentaria, entre ellos China, Arabia Saudita y Corea del Sur que dependen de las importaciones para alimentar a sus pueblos, y que rápidamente se están adueñando (acaparando) de tierras agrícolas (más de 80 millones de hectáreas ya negociadas) en el extranjero para su propia producción de alimentos. Varias corporaciones e inversionistas privados, ávidos de

ganancias en medio de la profundización de la crisis financiera, ven la inversión en tierras agrícolas extranjeras para la producción de biomasa, como una importante fuente nueva de ingresos (http://www.grain.org/bulletin_board/tags/221-land-grabbing).

AGRICULTURA CAMPESINA: LA BASE DE LA AGRICULTURA DEL SIGLO XXI

No hay duda de que la humanidad necesita un paradigma alternativo de desarrollo agrícola, uno que fomente una agricultura biodiversa, resiliente, sostenible y socialmente justa. La base de estos nuevos sistemas son la gran variedad de estilos agrícolas ecológicos desarrollados por al menos el 75% de los 1,5 millones de pequeños propietarios, agricultores familiares e indígenas en 350 millones de pequeñas explotaciones que ocupan menos del 30% de la tierra arable, pero contribuyen con al menos el 50% de la producción agrícola para el consumo interno global (ETC Group 2009). La mayoría de los alimentos que se consumen hoy en el mundo, se derivan de 5.000 especies de cultivos y 1,9 millones de variedades vegetales domesticadas, conservadas y manejadas por campesinos, la mayoría cultivados sin agroquímicos (ETC Group 2009).

La agricultura industrial amenaza la diversidad de estos cultivos, a través de la sustitución de variedades nativas por variedades híbridas, y por la contaminación de cultivos tradicionales y especies silvestres por la introducción de organismos genéticamente modificados. A medida que el suministro mundial de alimentos depende de un puñado de variedades de cultivos, la agricultura se torna vulnerable a los brotes de plagas, y a alteraciones climáticas. En Brasil, hay alrededor de 4,8 millones de agricultores familiares tradicionales (alrededor del 85 % del número total de agricultores) que ocupan el 30 % de toda la tierra agrícola del país. Estas explotaciones familiares producen alrededor del 33 % de la tierra sembrada con maíz, 61 % de los frijoles y el 64 % de la yuca, produciendo no menos del 60% de los alimentos básicos del país. Los pequeños agricultores en la India, que poseen en promedio 2 hectáreas de tierra, representan alrededor del 78 % de los agricultores del país, mientras que sólo poseen el 33 % de la tierra, y son responsables de 41 % de la producción nacional de granos. Es claro que la contribución de los pequeños agricultores a la seguridad alimentaria es a nivel mundial desproporcionadamente alta (Vía Campesina 2010).

La mayoría de los campesinos del mundo mantienen pequeños sistemas agrícolas diversificados, que ofrecen modelos prometedores para incrementar la biodiversidad, conservar los recursos naturales, estabilizar los rendimientos sin agroquímicos, prestar servicios ecológicos y entregar lecciones notables de resiliencia frente al continuo cambio ambiental y económico. Por estas

razones, la mayoría de los agroecólogos reconocen que los agroecosistemas tradicionales tienen el potencial para aportar soluciones a muchas incertidumbres que enfrenta la humanidad en la era del cenit del petróleo, del cambio climático global y de la crisis financiera (Altieri 2004, Toledo y Barrera Bassols 2009). Sin lugar a dudas, el conjunto de prácticas tradicionales de manejo de cultivos utilizados por muchos agricultores de escasos recursos, que se adaptan bien a las condiciones locales y que pueden conducir a la conservación y regeneración de la base de recursos naturales, constituyen una riqueza para los investigadores modernos que buscan crear nuevos agroecosistemas bien adaptados a las circunstancias agroecológicas y socioeconómicas locales de pequeños agricultores.

Prácticas y técnicas campesinas tienden a ser intensivas en conocimiento y no intensivas en insumos, pero es evidente que no todas son eficaces o aplicables, por lo tanto, pueden ser necesarias algunas modificaciones y adaptaciones. Es aquí, donde la agroecología ha jugado un papel clave en la revitalización de la productividad de los pequeños sistemas agrícolas. Desde la década de los ochenta, miles de proyectos iniciados por organizaciones no gubernamentales (ONGs), organizaciones de agricultores y algunos centros universitarios y de investigación y que han llegado a cientos de miles de agricultores, han aplicado principios agroecológicos para adaptar las tecnologías agrícolas a las necesidades y circunstancias locales, mejorando los rendimientos y a la vez conservando los recursos naturales y la biodiversidad (Altieri 1999). El modelo convencional de transferencia de tecnología, no sirve en las regiones campesinas, ya que es de arriba hacia abajo y se basa en la transferencia de una tecnología (bala mágica), que es incapaz de comprender que los nuevos sistemas agroecológicos requieren de la participación de la gente y que deben adaptarse de una manera específica a las condiciones variables y diversas de las fincas (Uphoff 2002).

¿CÓMO ESTÁ REACCIONANDO LA COMUNIDAD INTERNACIONAL?

Las soluciones para la agricultura de pequeña escala promovida por grandes donantes bilaterales, los gobiernos y las iniciativas de las fundaciones privadas han tendido a centrarse en la promoción de variedades mejoradas, fertilizantes y plaguicidas sintéticos, que son costosos para los agricultores y, a menudo impactan negativamente los recursos naturales. Esta nueva "revolución verde" como se ejemplifica por la Alianza para una Revolución Verde en África (Alliance for a Green Revolution in Africa-AGRA) ha tendido a marginar enfoques agrícolas más sostenibles. Los informes recientes de CGIAR (2012) y de la FAO sobre intensifica-

ción sostenible (<http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/spi/scpi-home/framework/sustainable-intensification-in-fao/en/>), el último informe del Grupo de expertos de Montpellier (<https://workspace.imperial.ac.uk/africanagriculturaldevelopment/Public/Montpellier%20Panel%20Report%202012.pdf>) han tratado de cooptar a la agroecología, al afirmar que es una opción que puede ser practicada junto con otros enfoques, tales como los cultivos transgénicos, la agricultura de conservación, la micro-dosificación de fertilizantes y herbicidas, y el manejo integrado de plagas. Por supuesto que de esta manera el término agroecología quedaría vacío de contenido, como sucedió con agricultura sostenible, que es un concepto carente de significado, y divorciado de la realidad de los agricultores, la política de los alimentos y del medio ambiente. Sin embargo, como ciencia la agroecología constituye la base productiva de los movimientos rurales que promueven la soberanía alimentaria y que se enfrentan a las causas que perpetúan el hambre, por lo tanto esta agroecología militante no puede ser apropiada por las instituciones convencionales. La agroecología no tiene que ser combinada con otros enfoques. Sin la necesidad de los híbridos y los insumos externos de agroquímicos, se ha demostrado que la agroecología es capaz de producir alimentos de una manera sostenible y por tanto, tener un potencial mucho mayor para la lucha contra el hambre, especialmente durante tiempos económicos y climáticos inciertos, que en muchas regiones se están convirtiendo en la norma (Altieri *et al.* 2012).

La contribución de la agricultura campesina a la seguridad alimentaria en medio de escenarios de cambio climático, crisis económica y energética, conllevó en las últimas dos décadas, a un renovado interés por parte de la comunidad científica sobre los conceptos de soberanía alimentaria y agroecología. Dos recientes informes internacionales muy importantes (IAASTD 2009, de Schutter 2010) afirman que para alimentar a 9 mil millones de personas en el 2050, es urgente la necesidad de adoptar sistemas de producción más eficientes y recomiendan un cambio fundamental hacia la agroecología como una manera de aumentar la producción de alimentos y mejorar la situación de los más pobres. Ambos informes, basados en amplias consultas con científicos y extensas revisiones de literatura, sostienen que los pequeños agricultores pueden duplicar la producción de alimentos dentro de 10 años en regiones críticas, mediante el uso de métodos agroecológicos ya disponibles. El reto de producir alimentos en el futuro se debe cumplir usando tecnologías respetuosas del medio ambiente y con métodos socialmente equitativos, en un mundo donde las tierras cultivables están disminuyendo (muchas están siendo desviadas para producir biocombustibles), con menos petróleo y más caro, suministros cada vez más limitados de agua y nitrógeno, y dentro de un escenario de rápido cambio climático,

malestar social e incertidumbre económica (Godgfray *et al.* 2010). Los sistemas agroecológicos que exhiben altos niveles de diversidad, integración, eficiencia, flexibilidad y productividad, son los únicos sistemas agrícolas capaces de afrontar los retos del futuro (Holt Giménez y Patel 2009).

¿QUÉ SE ENTIENDE POR SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS?

Como una ciencia aplicada, la agroecología utiliza conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, donde los insumos externos se sustituyen por procesos naturales como la fertilidad natural del suelo y el control biológico (Altieri 1995). La agroecología saca el mayor provecho de los procesos naturales y de las interacciones positivas en las explotaciones agrícolas con el fin de reducir el uso de insumos externos y crear sistemas agrícolas más eficientes. Los principios agroecológicos usados en el diseño y el manejo de los agroecosistemas (Tabla 1) mejoran la biodiversidad funcional de los sistemas agrícolas que es esencial para el mantenimiento de procesos inmunes, metabólicos y reguladores, claves para la función del agroecosistema (Gliessman 1998). Los principios agroecológicos toman diferentes formas tecnológicas dependiendo de las circunstancias biofísicas y socioeconómicas de cada agricultor o de la región. Un principio clave de la agroecología es la diversificación de los sistemas agrícolas, promoviendo mezclas de variedades de cultivos, sistemas de cultivos intercalados, sistemas agroforestales, la integración animal, etc. que potencian los efectos positivos de la biodiversidad en la productividad, derivados de los crecientes efectos de la complementariedad entre las especies de plantas y animales, resultando así en un mejor aprovechamiento de la luz solar, el agua, los recursos del suelo y la regulación natural de las poblaciones de plagas. Los esquemas

de diversificación agroecológica, son multifuncionales (Cuadro 1), y su adopción generalmente implica cambios favorables al mismo tiempo en diversos componentes de los sistemas de producción (Gliessman 1998). En otras palabras, funcionan como una "plataforma ecológica giratoria" mediante la activación de procesos claves, tales como el reciclaje, el control biológico, el antagonismo, la alelopatía, etc., esenciales para la sostenibilidad y la productividad de los agroecosistemas. Los sistemas agroecológicos no son intensivos en el uso de capital, trabajo, o los insumos químicos, sino más bien intensifican la eficiencia de los procesos biológicos como la fotosíntesis, la fijación de nitrógeno, y la solubilización del fósforo del suelo, y el mejoramiento de la actividad biológica arriba y abajo del suelo. Los mismos procesos naturales son las "entradas" del sistema, es por eso que a la agroecología se le conoce como una "agricultura de procesos". Cuando los sistemas de cultivo están diseñados y manejados con principios agroecológicos, estos sistemas exhiben atributos de diversidad, productividad, flexibilidad y eficiencia. Las iniciativas agroecológicas tienen por objeto la transformación de la agricultura industrial, mediante la transición de los sistemas agrícolas basados en combustibles fósiles y destinados a la exportación y/o biocombustibles, hacia un paradigma agrícola alternativo, que fomenta la producción local y nacional de alimentos por los pequeños agricultores en explotaciones familiares, basados en la innovación campesina, los recursos locales y la energía solar. Para lograr esto, se requiere que los campesinos tengan acceso a tierra, semillas, agua, crédito y mercados locales, en parte, a través de la creación de políticas económicas de apoyo, incentivos financieros, oportunidades de mercado y tecnologías agroecológicas (Vía Campesina 2010). Los sistemas agroecológicos están profundamente arraigados en la racionalidad ecológica de la agricultura tradicional, la cual esta representada en miles de ejemplos exitosos de sistemas agrícolas de una gran diversidad de cultivos y animales domesticados,

Tabla 1. Principios agroecológicos para el diseño de sistemas agrícolas biodiversos, flexibles, eficientes en el uso de la energía y conservadores de recursos.

Aumentar el reciclaje de biomasa, con miras a optimizar la descomposición de materia orgánica y el ciclo de nutrientes a través del tiempo.
Proveer las condiciones de suelo más favorables para el crecimiento vegetal, en particular mediante el manejo de la materia orgánica y el mejoramiento de la actividad biológica del suelo.
Fortalecer el "sistema inmunológico" de los sistemas agrícolas, mejorando la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, etc.)
Minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos mejorando la conservación y regeneración de suelos, recursos hídricos y la diversidad biológica agrícola .
Diversificar las especies y los recursos genéticos en el agroecosistema en el tiempo y el espacio a nivel de campo y del paisaje.
Aumentar las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la biodiversidad agrícola, promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Cuadro 1. Diseños temporales y espaciales de los sistemas de producción diversificados y sus principales efectos agroecológicos (Altieri 1995, Gliessman 1998)

Rotaciones de cultivos: diversidad temporal en forma de secuencias de cereales y leguminosas. Los nutrientes se conservan de una estación a otra, y los ciclos vitales de las plagas de insectos, enfermedades y malezas se interrumpen.

Policultivos: sistemas de cultivo en el que dos o más especies de cultivos se plantan dentro de cierta proximidad espacial, resultando en complementariedades biológicas que mejoran la eficiencia en el uso de nutrientes y la regulación de plagas mejorando la estabilidad de rendimiento de los cultivos.

Sistemas agroforestales: los árboles que crecen junto con cultivos anuales, además de modificar el microclima, mantienen y mejoran la fertilidad del suelo; algunos árboles contribuyen a la fijación de nitrógeno y la absorción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo, mientras que su hojarasca ayuda a reponer los nutrientes del suelo, manteniendo la materia orgánica, y sosteniendo cadenas tróficas complejas del suelo.

Cultivos de cobertura y mulch: el uso de cultivos puros o mixtos de gramíneas-leguminosas, bajo los árboles frutales puede reducir la erosión y proporcionar nutrientes al suelo y mejorar el control biológico de plagas. Aplanar mezclas de cultivos de cobertura sobre la superficie del suelo en agricultura de conservación, es una estrategia para reducir la erosión del suelo y reducir las fluctuaciones en la humedad y la temperatura del suelo, mejorando la calidad del suelo, y mejorando la supresión de malezas por alelopatía, resultando en más rendimientos.

Mezclas de cultivos y ganadería: altos rendimientos de producción de biomasa y un óptimo reciclaje de nutrientes se puede lograr mediante la integración de cultivos y animales. La producción animal que integra arbustos forrajeros plantados en alta densidad, intercalados con pastos altamente productivos y con árboles maderables todos combinados en un sistema que puede ser directamente pastoreado por el ganado, aumenta la productividad total sin necesidad de insumos externos.

mantenidos y mejorados por sistemas ingeniosos de manejo de suelos, biodiversidad y agua y nutridos por complejos sistemas de conocimiento tradicional milenarios (Koohafkan y Altieri 2010).

¿EN QUÉ DIFIERE LA AGROECOLOGÍA DE OTROS ENFOQUES ALTERNATIVOS DE AGRICULTURA?

La agricultura orgánica se practica en casi todos los países del mundo, y su área agrícola está creciendo, alcanzando una superficie certificada de más de 37 millones de hectáreas a nivel mundial. La agricultura orgánica es un sistema de producción, que mantiene la productividad agrícola evitando o excluyendo en gran parte fertilizantes y plaguicidas sintéticos. Científicos del FIBL en Europa Central llevaron a cabo un estudio de 21 años evaluando el comportamiento agronómico y ecológico de los sistemas de agricultura orgánica y convencional. Encontraron que los rendimientos de los cultivos orgánicos eran en promedio 20% menores, aunque se redujo el uso de fertilizantes y de energía entre un 31 a 53 % y el uso de pesticidas en un 98%. Los investigadores concluyeron que la mayor fertilidad de los suelos y la mayor biodiversidad en las parcelas orgánicas hicieron que estos sistemas fueran menos dependientes de insumos externos. Cuando se practica la agricultura orgánica basada en principios agroecológicos, las prácticas orgánicas acumulan materia orgánica

en el suelo e incrementan la biota del suelo, minimizan el daño por plagas, enfermedades y malezas, conservan suelo, agua, biodiversidad y recursos, y promueven a largo plazo la productividad agrícola con productos de calidad y un valor nutricional óptimo (<http://www.fibl.org/en.html>).

Los sistemas de agricultura orgánica manejados con monocultivos dependientes de insumos externos biológicos y/o botánicos no están basados en los principios agroecológicos. Este enfoque de "sustitución de insumos" en esencia sigue el mismo paradigma de la agricultura convencional, que es, superar el factor limitante, pero esta vez con insumos biológicos u orgánicos. Muchos de estos "insumos alternativos" se han convertido en una mercancía, por lo tanto, los agricultores siguen siendo dependientes de los proveedores de insumos, por corporaciones o por cooperativas (Rosset y Altieri 1997). Muchos agroecólogos argumentan que los sistemas de agricultura orgánica que no cuestionan a los sistemas de monocultivo, dependientes de insumos externos, así como los costosos sellos de certificación extranjera, o del comercio justo, como sistemas destinados sólo para la agroexportación, ofrecen poco para los pequeños agricultores, que a su vez se convierten en dependientes de insumos externos y de mercados extranjeros volátiles. Al mantener a los agricultores dependientes de un enfoque de sustitución de insumos, la agricultura orgánica no contribuye hacia un rediseño productivo de los ecosistemas agrícolas que permita

una independencia de insumos externos para los agricultores. Mercados de nicho (de alimentos orgánicos y/o de comercio justo) destinados para los ricos del Norte, presentan los mismos problemas que cualquier régimen de agroexportación que no da prioridad a la soberanía alimentaria (que se define aquí como “el derecho del pueblo para producir, distribuir y consumir alimentos saludables y cerca de su territorio, de manera ecológicamente sostenible”), perpetuando a menudo la dependencia durante tiempos de hambre (Altieri 2002).

EVALUANDO EL COMPORTAMIENTO DE LOS PROYECTOS AGROECOLÓGICOS

Hay muchos enfoques que compiten en su visión de cómo lograr nuevos modelos de una agricultura eficiente, biodiversa, productiva y resiliente que la humanidad necesita desesperadamente en el futuro inmediato. La agricultura de conservación (labranza cero o mínima), la intensificación de la producción sostenible, los cultivos transgénicos, la agricultura orgánica de sustitución de insumos y los sistemas agroecológicos son algunos de los enfoques propuestos, cada uno reclamando ser el fundamento para una estrategia de producción sostenible de alimentos. Aunque los objetivos de todos los enfoques pueden ser similares, las tecnologías propuestas (altos o bajos insumos), las metodologías (top-down

o campesino a campesino) y las escalas (monocultivos a gran escala frente a pequeñas explotaciones biodiversas) son muy diferentes y a menudo antagónicas. Sin embargo, cuando uno examina los atributos básicos que un sistema de producción sostenible debe mostrar (Cuadro 2), los enfoques agroecológicos, sin duda cumplen con la mayoría de estos atributos y requisitos (Altieri 2002, Gliessman 1998, UK Food Group 2010, Parrott y Marsden 2002, Uphoff 2002). Del mismo modo, aplicando el conjunto de preguntas que se presentan en la Tabla 2 para evaluar el potencial de las intervenciones agrícolas para responder a las apremiantes cuestiones sociales, económicas y ecológicas, es claro que la mayoría de los proyectos agroecológicos existentes, confirman que las prácticas de manejo propuestas contribuyen a los medios de vida sostenibles mediante el mejoramiento de los recursos naturales, el capital humano, social, físico y financiero de las comunidades rurales (Koothafkan *et al.* 2012).

Para que una estrategia agrícola pueda cumplir con los criterios de sostenibilidad, debe contener los requisitos básicos de un sistema agrícola viable y duradero capaz de enfrentar los desafíos del siglo XXI, cumpliendo al mismo tiempo con sus metas productivas dentro de ciertos límites en términos de impacto ambiental, niveles de degradación de suelo, uso de insumos y energía, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), etc. Como se muestra en la Figura 3, se pueden

Cuadro 2. Requisitos básicos de los sistemas agrícolas basados en principios agroecológicos (Koothafkan *et al.* 2011)

1. Uso de variedades locales y mejoradas de cultivos y animales para aumentar diversidad genética y mejorar la adaptación a los cambios en las condiciones bióticas y del medio ambiente.
2. Evitar el uso innecesario de productos agroquímicos y otras tecnologías que impactan adversamente el medio ambiente y la salud humana
3. Uso eficiente de los recursos (nutrientes, agua, energía, etc.), uso reducido de energías no renovables y disminución de la dependencia de los insumos externos por los agricultores
4. Fomentar los procesos agroecológicos tales como el ciclaje de nutrientes, la fijación biológica de nitrógeno, la alelopatía, el control biológico mediante el fomento de sistemas agrícolas diversificados, y el aprovechamiento de la biodiversidad funcional
5. Uso productivo del capital humano combinando formas de conocimiento científico y tradicional para innovar. Fomentar capital social a través del reconocimiento de la identidad cultural, los métodos participativos y las redes de agricultores para aumentar la solidaridad y el intercambio de innovaciones y tecnologías para resolver problemas
6. Reducir la huella ecológica de las prácticas de producción, distribución y consumo, reduciendo así al mínimo las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del agua
7. Promover las prácticas que mejoran la disponibilidad de agua limpia, el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad, suelo y agua, etc.
8. Aumentar la capacidad adaptativa basada en la premisa de que la clave para hacer frente a cambios rápidos e imprevisibles, es fortalecer la habilidad de responder adecuadamente a los cambios, cosa de mantener un equilibrio entre la capacidad de adaptación a largo plazo y la eficiencia a corto plazo
9. Fortalecer la capacidad de adaptación y resiliencia de los sistemas de producción mediante el mantenimiento de la diversidad del agroecosistema, lo cual no sólo permite diversas respuestas al cambio, sino que también asegura las funciones claves de la finca
10. Reconocimiento y conservación dinámica de los sistemas de patrimonio agrícola que permiten una cohesión social, promoviendo un sentido de orgullo y de pertenencia y reduciendo la migración.

Tabla 2. Conjunto de preguntas orientadoras para evaluar si los sistemas agrícolas propuestos contribuyen a medios de vida rural sostenibles (Koohafkan *et al.* 2011)

1.	¿Están reduciendo de la pobreza?
2.	¿Se basan en los derechos y la equidad social?
3.	¿Reducen la exclusión social, especialmente de mujeres, minorías y pueblos indígenas?
4.	¿Protegen el acceso y los derechos a la tierra, el agua, semillas y otros recursos naturales?
5.	¿Favorecen la redistribución en lugar de la concentración de los recursos productivos?
6.	¿Incrementan sustancialmente la producción de alimentos y contribuyen a la seguridad alimentaria de los hogares y una mejor nutrición?
7.	¿Mejoran el acceso y la disponibilidad de agua para las familias?
8.	¿Regeneran y conservan el suelo, aumentando (manteniendo) la fertilidad del suelo?
9.	¿Reducen la pérdida y/o degradación del suelo y mejoran la regeneración y conservación de suelos?
10.	¿Las prácticas mantienen o aumentan la materia orgánica y la vida biológica del suelo?
11.	¿Previenen los brotes de plagas y enfermedades?
12.	¿Conservan y fomentan la biodiversidad agrícola?
13.	¿Reducen las emisiones de gases de efecto invernadero?
14.	¿Aumentan las oportunidades de ingreso y empleo?
15.	¿Reducen la variación en la producción agrícola bajo condiciones de estrés climático?
16.	¿Incrementan la diversificación agrícola y la resiliencia?
17.	¿Reducen los costos de inversión y la dependencia de los agricultores de insumos externos?
18.	¿Aumentan el grado y la eficacia de las organizaciones de agricultores?
19.	¿Aumentan la formación de capital humano?
20.	¿Contribuyen a la soberanía alimentaria local/ regional?

definir umbrales específicos para un sitio o región, y sus valores cambian de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-económicas. En la misma región, los rangos de valores de cada umbral puede ser el mismo para una finca intensiva grande y un sistema de pequeña escala de bajos insumos, ya que los rendimientos se miden por unidad de GEI emitidos, por unidad

de energía o agua utilizada, por unidad de nitrógeno lixiviado, etc. Sin lugar a dudas, la mayoría de los sistemas basados en monocultivos superará los umbrales establecidos y por lo tanto no será considerada sostenible y por lo tanto no apta para el suministro de alimentos de una manera ecológica y socialmente sana (Koohafkan *et al.* 2012).



Figura 3. Requisitos básicos de un sistema agrícola viable y duradero capaz de enfrentar los desafíos del siglo XXI, mientras que cumple sus metas de producción dentro de ciertos umbrales establecidos a nivel local o regional (Koohafkan *et al.*, 2011)

LA DIFUSIÓN Y EL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS SISTEMAS AGROECOLÓGICOS PARA ALCANZAR LA SOBERANÍA ALIMENTARIA

La primera evaluación global de proyectos agrícolas basados en principios agroecológicos en el mundo en desarrollo fue realizado por Pretty *et al.* (2003) que documentó claramente aumentos en la producción de alimentos en unas 29 millones de hectáreas, involucrando casi 9 millones de familias que se beneficiaron de un incremento en la diversidad y la seguridad alimentaria. Las prácticas de agricultura sostenible produjeron incrementos de 50-100% por hectárea en la producción de cereales (cerca de 1,71 toneladas/ha al año por hogar), un aumento del 73% en zonas de secano, típicas de pequeños agricultores que viven en ambientes marginales, es decir un área de cerca de 3,58 millones de hectáreas, cultivadas por cerca de 4,42 millones de agricultores. En 14 proyectos en que los cultivos de tubérculos fueron los principales alimentos básicos (papa, batata y yuca), 146.000 fincas en 542.000 hectáreas aumentaron la producción en un 150%. Estas mejoras de rendimiento son un verdadero avance en el logro de la seguridad alimentaria de campesinos aislados de las principales instituciones agrícolas. Un nuevo análisis de los datos en 2010, demostró el efecto que tuvieron 286 intervenciones en 57 "países pobres", que cubren 37 millones de hectáreas (3 % de la superficie cultivada en los países en desarrollo), las cuales incrementaron la productividad de 12,6 millones de fincas, a la vez que se mejoraron los servicios ecosistémicos. El aumento promedio de rendimiento de cultivos fue de 79 % (<http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf>).

ÁFRICA

Hay un creciente número de evidencias que están emergiendo de África, demostrando que los enfoques agroecológicos pueden ser muy eficaces en el incremento de la producción, los ingresos, la seguridad alimentaria, la resiliencia al cambio climático y el empoderamiento de las comunidades (Christian Aid 2011). Por ejemplo, the UK Government Foresight Global Food and Farming Project, realizó un análisis de 40 proyectos y programas en 20 países africanos, donde se promovió la intensificación agrícola sostenible durante la década de 1990-2000. Los casos incluyen mejoramiento de cultivos, agroforestería y conservación del suelo, agricultura de conservación, manejo integrado de plagas, horticultura, ganadería y forrajes, acuicultura y nuevas políticas y alianzas institucionales. A principios del 2010, estos proyectos han documentado beneficios a 10,39 millones de agricultores y sus familias y mejoras en unas 12,75 millones de hectáreas. Las cosechas de productos alimenticios por la intensificación sostenible a través de la utilización de variedades nuevas y mejoradas fue

significativa, ya que los rendimientos de los cultivos aumentaron en un promedio de 2,13 veces (Pretty *et al.* 2011). La mayoría de los hogares mejoraron sustancialmente la producción de alimentos y así la seguridad alimentaria. En el 95% de los proyectos, los rendimientos de cereales aumentaron de 50 a 100%. La producción total de alimentos agrícolas, se incrementó en todos los hogares. Los impactos positivos adicionales sobre el capital natural, social y humano, también han ayudado a construir la base de activos con el fin de mantener estos avances en el futuro.

Aunque muchos de los aumentos de rendimiento reportados en el estudio dependían de que los agricultores tuvieran acceso a semillas mejoradas, fertilizantes y otros insumos (que a menudo no es el caso), el incremento de alimentos se generó principalmente por la diversificación con nuevos cultivos y la integración de ganado o peces, que fueron introducidos además de los alimentos básicos existentes. Estos nuevos sistemas o componentes incluyen: la acuicultura para la cría de peces, pequeñas parcelas con camas elevadas para el cultivo de hortalizas, rehabilitación de suelos degradados, pastos y arbustos forrajeros que sirven de alimento para el ganado (y aumentar la productividad de leche), crianza de pollos, pastoreo de ovejas y cabras; nuevos cultivos o árboles en rotación con maíz o sorgo y adopción de variedades de maduración corta de batata dulce y mandioca que permitían el cultivo de dos cosechas al año en lugar de una (Pretty *et al.* 2011).

Otro meta-análisis realizado por el UNCTAD/UNEP (2008) que evaluó 114 casos en África, reveló que la conversión de fincas a métodos orgánicos aumentó la productividad agrícola en un 116 %. En Kenya, los rendimientos de maíz aumentaron en un 71% y los rendimientos de frijol en un 158%. Por otra parte, el aumento de la diversidad en los cultivos alimenticios disponibles para los agricultores dieron lugar a dietas más variadas y por lo tanto a una mejora en la nutrición familiar. Asimismo, el capital natural de las explotaciones agrícolas (fertilidad del suelo, niveles de biodiversidad agrícola, etc.) se incrementó con el tiempo después de la conversión.

Una de las estrategias de diversificación de mayor éxito ha sido la promoción de árboles dentro de campos agrícolas. Sistemas agroforestales de maíz asociado con arbustos de crecimiento rápido y fijación de nitrógeno (por ejemplo, *Calliandra* y *Tephrosia*) se ha extendido entre decenas de miles de agricultores de Camerún, Malawi, Tanzania, Mozambique, Zambia y Níger dando como resultado una producción de maíz de 8 toneladas en comparación con las 5 toneladas obtenidas en monocultivo (Garrity 2010).

Otro de los sistemas agroforestales en África es uno dominado por árboles de *Faidherbia* que mejoran los rendimientos de los cultivos, protegen a los cultivos de los vientos secos y al suelo de la erosión por agua. En

las regiones de Zinder de Níger, en la actualidad hay alrededor de 4,8 millones de hectáreas de agroecosistemas con *Faidherbia*. El follaje y las vainas de los árboles también proporcionan forraje necesario para el ganado vacuno y caprino, durante las largas estaciones secas del Sahel. Animado por la experiencia de Níger, cerca de 500.000 agricultores en Malawi y el sur de las tierras altas de Tanzania, han incorporado los árboles de *Faidherbia* en sus campos de maíz (Reij et al 2005).

En el sur de África, la agricultura de conservación (AC) es una importante innovación sobre la base de tres prácticas agroecológicas: perturbación mínima del suelo, cobertura permanente del suelo y rotación de cultivos. Estos sistemas se han extendido en Madagascar, Zimbabwe, Tanzania y otros países hasta alcanzar no menos de 50.000 agricultores que han aumentado drásticamente sus rendimientos de maíz a 4.3 toneladas/ha, mientras que los convencionales alcanzaron en promedio entre 0,5 y 0,7 toneladas/ha. Estos sistemas, no solo mejoran los rendimientos de maíz e incrementan la cantidad de alimentos disponibles a nivel del hogar, sino que también aumentan los niveles de ingresos (Owenza et al 2011).

ASIA

Pretty y Hine (2009) evaluaron 16 proyectos o iniciativas agroecológicas repartidas en ocho países asiáticos y encontraron que unos 2,86 millones de hogares han mejorado sustancialmente la producción total de alimentos en 4,93 millones de hectáreas, incrementando en gran medida la seguridad alimentaria de los hogares. Aumentos proporcionales de los rendimientos fueron mayores en los sistemas de secano, pero en los sistemas de riego también se ha visto un pequeño aumento de los rendimientos de cereales, y de otros componentes del sistema de producción como peces en el arroz, hortalizas en los diques, etc.

El Sistema de Intensificación del Arroz (SRI) es una técnica agroecológica para aumentar la productividad

de arroz de riego que cambia el manejo de las plantas, suelo, agua y nutrientes (Stoop et al. 2002). Este sistema se ha propagado por toda China, Indonesia, Camboya y Vietnam cubriendo más de un millón de hectáreas, con aumentos en el rendimiento promedio de 20-30%. Los beneficios del SRI, que han sido demostrados en más de 40 países son: mayor rendimiento, a veces > 50%, hasta el 90% de reducción de la semilla requerida, ahorrando hasta un 50% en agua. Principios y prácticas socialmente responsables del SRI también han sido adaptados para el arroz de secano, así como para otros cultivos como el trigo, la caña de azúcar y el teff, entre otros, resultando en el incremento del rendimiento y los beneficios económicos asociados (<http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/cambodia/camcedacimpact03.pdf>).

En lo que probablemente puede ser considerado el mayor estudio realizado sobre la agricultura sostenible en Asia, se analiza el trabajo de MASIPAG, una red de pequeños agricultores, organizaciones campesinas, científicos y organizaciones no gubernamentales (ONGs). Comparando los resultados de 280 agricultores orgánicos, 280 en conversión a la agricultura orgánica y 280 agricultores convencionales, los investigadores encontraron que la seguridad alimentaria fue significativamente mayor entre los agricultores orgánicos (Bachmann et al. 2009). Los resultados del estudio se resumen en la Tabla 3, mostrando los buenos resultados sobre todo para los más pobres en las zonas rurales. Los agricultores orgánicos tuvieron una alimentación más diversa, una dieta nutritiva y segura. Los resultados de salud, fueron también sustancialmente mejores para el grupo orgánico. El estudio revela que los agricultores tenían considerablemente mayor diversidad en las fincas, cultivando en promedio 50% más especies que los agricultores convencionales, una mejor fertilidad del suelo, menos erosión del suelo, un aumento de la tolerancia de los cultivos a plagas y enfermedades, así como mejor capacidad de manejo de las fincas. El grupo también exhibió, en promedio, mayores ingresos netos.

Tabla 3. Principales conclusiones del estudio de MASIPAG sobre agricultores que practican agricultura orgánica sostenible (Bachmann et al., 2009).

<p>Más seguridad alimentaria: el 88% de los agricultores orgánicos mejoraron su seguridad alimentaria en relación al año 2000 en comparación con sólo el 44% de los agricultores convencionales. De los agricultores convencionales, el 18% están en peor situación.</p>
<p>Una dieta cada vez más diversa: los agricultores ecológicos comen 68% más vegetales, 56% más frutas, hasta un 55% más de alimentos básicos ricos en proteínas y 40 % más carne que en año 2000. Este es un aumento de entre 2 y 3,7 veces superior a la de los agricultores convencionales.</p>
<p>La producción de una gama más diversa de cultivos: los agricultores orgánicos en promedio, cultivan un 50% más especies que los agricultores convencionales.</p>
<p>Mejores resultados de salud: en todo el grupo orgánico 85% califican su salud hoy mejor o mucho mejor que en el año 2000. En el grupo convencional el 56% no ve ningún cambio y 13% reportan peores condiciones de salud.</p>

AMÉRICA LATINA

Desde principios de los años ochenta, miles de campesinos, en colaboración con ONGs y otras organizaciones, han promovido e implementado alternativas agroecológicas, como policultivos, integración de cultivos y animales y sistemas agroforestales, que simultáneamente incrementan la producción y la conservación de recursos naturales (Altieri 2009).

Un análisis de varios proyectos agroecológicos durante la década de los noventa (iniciativas que involucraron a casi 100.000 unidades familiares en más de 120.000 hectáreas de tierra) mostró que combinaciones de cultivos tradicionales y animales, a menudo se pueden optimizar para aumentar la productividad mejorando la estructura biológica de la finca y haciendo una utilización eficaz de los recursos locales y de la mano de obra (Altieri 2009). De hecho, la mayoría de las tecnologías agroecológicas promovidas por las organizaciones no gubernamentales para mejorar los rendimientos agrícolas tradicionales, aumentó la producción por unidad de superficie en las zonas marginales de 400-600 a 2000-2500 kg/ha. También se logró un incremento de la biodiversidad agrícola y sus efectos positivos asociados en la seguridad alimentaria y la integridad del medio ambiente. Algunos proyectos centrados en los abonos verdes y otras técnicas de manejo orgánico aumentan los rendimientos de maíz de 1 a 1,5 toneladas/ha (producción típica de un campesino en laderas) a 4.3 toneladas/ha.

El FIDA (2004) realizó un estudio que abarcó un total de 12 organizaciones de agricultores, cubriendo cerca de 5.150 agricultores en 9.800 hectáreas, que mostró que los pequeños agricultores que cambiaron a la producción agrícola orgánica, obtuvieron en todos los casos mayores ingresos netos en relación con su situación anterior. Muchos de estos agricultores producían café y cacao bajo sistemas agroforestales muy complejos y biodiversos.

En los estados de Paraná y Santa Catarina, Brasil miles de familias que viven en laderas, han adoptado cultivos de cobertura que minimizan la erosión del suelo y el crecimiento de malezas y muestran efectos positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Petersen *et al.* 1999). Así es como surgió un innovador sistema de labranza mínima orgánica. Mediante el uso de mezclas de cultivo de cobertura incluyendo leguminosas y gramíneas se puede lograr una biomasa de 8.000 kg/ha y un espesor de mantillo de 10 cm que promueve la inhibición del 75% o más de la emergencia de malezas. Los rendimientos de maíz aumentaron de 3 a 5 toneladas/ha y los de soja de 2,8 a 4,7 toneladas/ha sin necesidad de utilizar herbicidas o fertilizantes químicos (Altieri *et al.* 2011).

En Cuba, se estima que las prácticas agroecológicas se utilizan en 46-72% de las fincas campesinas que

producen más del 70% de la producción nacional de alimentos, incluyendo 67% de raíces y tubérculos, el 94% del ganado menor, 73% de arroz, 80% de las frutas y la mayoría de la miel, frijoles, cacao, maíz, tabaco, leche y la producción de carne (Rosset *et al.* 2011). Pequeños agricultores que utilizan métodos agroecológicos obtienen rendimientos por hectárea, suficientes para alimentar a cerca de 15-20 personas por año, con una eficiencia energética de no menos de 10:1 (Funes Monzote 2009). Otro estudio realizado por Funes-Monzote *et al.* (2009) muestra que los pequeños agricultores que utilizan sistemas agropecuarios integrados, fueron capaces de lograr un incremento de tres veces mayor en la producción de leche por unidad de superficie forrajera (3,6 t/ha/año), así como un aumento de siete veces en la eficiencia energética. La producción de energía (21,3 GJ/ha/año) se triplicó y la producción de proteínas se duplicó (141,5 kg/ha/año) a través de estrategias de diversificación de las explotaciones ganaderas especializadas.

Tal vez el esfuerzo agroecológico más extendido en América Latina promovido por las ONGs y las organizaciones campesinas, es el rescate de variedades de cultivos tradicionales o locales (variedades criollas), su conservación "in situ" a través de bancos comunitarios de semillas y su intercambio a través de cientos de ferias de semillas notoriamente en México, Guatemala, Nicaragua, Perú, Bolivia, Ecuador y Brasil. Por ejemplo en Nicaragua el proyecto Semillas de Identidad, que involucra a más de 35.000 familias en 14.000 hectáreas, ya han recuperado y conservado 129 variedades locales de maíz y 144 de frijoles. (http://www.swissaid.org.co/kolumbien/global/pdf/campa_a_28.05.08.pdf). En Brasil, la Red Bionatur de semillas agroecológicas (Red Bionatur de Sementes Agroecológicas), es una de las herramientas estratégicas que el Movimiento de Trabajadores Sin Tierra (MST) ha puesto en marcha para el mejoramiento participativo de semillas adaptadas al manejo agroecológico y su difusión entre cientos de miles de campesinos.

Un número creciente de grupos indígenas o de cabillos en los países Andinos y Mesoamericanos han adoptado la agroecología como una estrategia fundamental para la conservación de su germoplasma y el manejo de la agricultura en su territorio autónomo. Estos esfuerzos están ligados a su lucha por preservar su tierra y su identidad cultural. La población indígena Mesoamericana incluye cerca de 12 millones de personas. En México, el sector campesino que todavía utiliza las lenguas indígenas controla un área estimada en 28 millones de hectáreas.

AGROECOLOGÍA Y RESILIENCIA A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

De importancia clave para el futuro de la agricultura, son los resultados de observaciones del desempeño

de la agricultura campesina después de eventos climáticos extremos, los cuales revelan que la resiliencia a los desastres climáticos está íntimamente relacionada con el nivel de biodiversidad en las fincas, una de las principales características de los sistemas agroecológicos (Altieri y Koohafkan 2008). Una encuesta realizada en laderas de Centroamérica después del huracán Mitch, demostró que los agricultores que utilizaban prácticas de diversificación tales como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería, sufrieron menos daños que sus vecinos convencionales con monocultivos. El estudio reveló que después del huracán, las parcelas diversificadas tenían un 20-40% más de capa superior de suelo, una mayor humedad del suelo, menos erosión y experimentaron menores pérdidas económicas que sus vecinos convencionales (Holt-Giménez 2000).

Asimismo, en Sotonusco, Chiapas, sistemas de café con altos niveles de complejidad y diversidad vegetal sufrieron menos daños por el huracán Stan que los sistemas de café más simplificados (Philpott *et al.* 2008). En el caso del café, los sistemas con más sombra también protegen a los cultivos de la disminución en precipitación y la menor disponibilidad de agua en el suelo, debido a que la cubierta forestal arbórea es capaz de reducir la evaporación del suelo y aumentar la infiltración del agua (Lin 2007). Cuarenta días después de que el huracán Ike azotó a Cuba en 2008, los investigadores realizaron una encuesta en las fincas en las provincias de Holguín y Las Tunas y encontraron que las fincas diversificadas exhibieron pérdidas de 50% comparadas con el 90 o el 100% en las fincas vecinas con monocultivos. Igualmente, explotaciones manejadas agroecológicamente, mostraron una recuperación más rápida de producción (80-90%) 40 días después del huracán, que las fincas bajo monocultivos (Rosset *et al.* 2011).

Los sistemas diversificados de cultivo, tales como sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y policultivos proporcionan una variedad de ejemplos de cómo los agroecosistemas complejos son capaces de adaptarse y resistir los efectos de la sequía. Sistemas intercalados de sorgo y maní, mijo y maní, sorgo y mijo exhibieron una mayor estabilidad del rendimiento y menor reducción en la productividad durante una sequía, que en el caso de monocultivos correspondientes (Natarajan y Willey 1986).

En 2009, el Valle del Cauca en Colombia paso por el año más seco en 40 años. Los sistemas silvopastoriles intensivos que combinan arbustos forrajeros plantados en alta densidad bajo árboles y palmeras con pastos mejorados, demostraron no sólo que estos sistemas proporcionan bienes y servicios ambientales a los ganaderos, sino también una mayor resistencia a la sequía (Murgueitio *et al.* 2011).

El escalonamiento de las innovaciones agroecológicas

Los casos reportados anteriormente demuestran que en África, Asia y América Latina existen muchas iniciativas lideradas por ONGs y agricultores que promueven proyectos agroecológicos que han demostrado un impacto positivo en los medios de subsistencia de las comunidades de pequeños agricultores en varios países (Altieri *et al.* 2012). La producción agroecológica es particularmente apropiada para los pequeños agricultores, que constituyen la mayoría de la población rural pobre. Agricultores de escasos recursos, que utilizan sistemas agroecológicos, son menos dependientes de recursos externos y los rendimientos más altos y más estables logrados en sus sistemas, promueven la seguridad alimentaria.

Algunos de estos agricultores, que dedican parte de su producción para la producción orgánica certificada de exportación, sin sacrificar la seguridad alimentaria, presentan ingresos significativamente más altos que sus contrapartes convencionales. El manejo agroecológico hace la conversión a la producción orgánica más fácil, implica poco riesgo y requiere poca, o ninguna inversión fija.

Con tantas pruebas que demuestran los beneficios sociales, productivos y ecológicos, la adopción y difusión relativamente limitada de las innovaciones agroecológicas suscita dos preguntas: (1) Si los sistemas agroecológicos son tan rentables y eficientes, ¿por qué no han sido más ampliamente difundidos y adoptados? (2) y ¿cómo puede la agroecología ser multiplicada y escalonada? Existe una serie de restricciones que desalientan la adopción y difusión de las prácticas agroecológicas, obstaculizando así su adopción generalizada. Las barreras van desde cuestiones técnicas como la falta de información por parte de los agricultores y agentes de extensión a distorsiones de política pública, falta de mercados, deficiente tenencia de la tierra y problemas de infraestructura. Para difundir la agroecología entre los agricultores es esencial superar en parte o la totalidad de estas limitaciones. Grandes reformas deben hacerse en las políticas públicas, instituciones y en las agendas de los programas de investigación y desarrollo para asegurarse de que las alternativas agroecológicas sean masivamente adoptadas, de manera equitativa y ampliamente accesible, y se multipliquen de modo que su beneficio total para la seguridad alimentaria sostenible pueda hacerse realidad. Los agricultores deben tener mayor acceso a mercados locales-regionales, apoyo gubernamental, acceso al crédito, semillas y tecnologías agroecológicas. También hay que reconocer que una limitación importante para la difusión de la agroecología ha sido el hecho de que los intereses económicos e institucionales más poderosos han apostado por la investigación y el desarrollo agroindustrial para el enfoque de la agricultura convencional, mientras que la investi-

gación y el desarrollo de la agroecología y la enfoques sostenibles en la mayoría de los países ha sido ampliamente ignorado o incluso condenado al ostracismo (Altieri 2002).

En América Latina, un factor clave en la expansión de los esfuerzos localizados de la agroecología en varias zonas rurales aisladas, ha sido el movimiento Campesino a Campesino-CAC, que utiliza un "método pedagógico de campesinos" centrándose en el intercambio de experiencias, el fortalecimiento de la investigación local y la capacidad de resolver problemas en un proceso horizontal de intercambio de ideas e innovaciones entre los agricultores. Fue a través del método CAC que prácticas de conservación de suelos se introdujeron entre agricultores de las laderas en Honduras, que triplicaron o cuadruplicaron sus rendimientos de 400 kg a 1.200-1.600 kilos por hectárea. Esta triplicación de la producción de grano por hectárea aseguró que las 1.200 familias que inicialmente participaron en el programa, gozaran de amplia provisión de granos para el año siguiente. La adopción de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*), que puede fijar hasta 150 kg de nitrógeno por hectárea, así como producir 35 toneladas de materia orgánica al año, contribuyó a este aumento de rendimientos de maíz. Los requisitos de mano de obra para desyerbar se redujeron en 75% y los herbicidas se eliminaron por completo.

Durante los primeros años de la década de los noventa, movimientos sociales rurales organizados, tales como la Vía Campesina, el Movimiento de Trabajadores Rurales Sin Tierra (MST) y otros, adoptaron masivamente la agroecología como una bandera tecnológica de su enfoque para lograr la soberanía alimentaria. Lo que constituye el alma de la revolución agroecológica cubana, ha sido la adopción masiva de métodos agroecológicos, mediante el proceso CAC, por 110.000 familias de agricultores asociados a la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), que en menos de una década, controlando solo el 35% de la tierra, producen más del 70% de la producción interna de alimentos, incluyendo 67% de raíces y tubérculos, el 94% del ganado menor, el 73% del arroz y el 80% de las frutas (Rosset *et al.* 2011).

El escalonamiento exitoso de la agroecología depende en gran medida del mejoramiento del capital humano y del empoderamiento de las comunidades, mediante la capacitación y los métodos participativos que toman en cuenta seriamente las necesidades, aspiraciones y circunstancias de los pequeños campesinos. Además del proceso CAC, existen otras iniciativas para ampliar la agroecología, que implican la formación haciendo hincapié en la creación de capacidad humana mediante: las escuelas de campo para agricultores, demostraciones en finca, intercambios de agricultor a agricultor, visitas de campo, complementadas por esquemas innovadores de comercialización y de iniciativas de políticas públicas.

1. Iniciativas dirigidas por ONGs

Desde principios de los años ochenta, cientos de proyectos basados en la agroecología han sido promovidos por organizaciones no gubernamentales (ONGs) y grupos religiosos basados en todo el mundo en desarrollo, que incorporan elementos del conocimiento tradicional y la ciencia agrícola moderna. Existe una variedad de proyectos productivos que destacan sistemas de policultivos, agroforestería, conservación de suelos, captación de agua, el control biológico de plagas y la integración de cultivos y ganado, etc. Enfoques para capacitar a los agricultores sobre métodos agroecológicos y para difundir las mejores prácticas varían, incluyendo: días de campo, demostraciones en finca, la formación de formadores, visitas cruzadas entre agricultores, etc. Gran parte de la propagación de cultivos de cobertura para la agricultura de conservación en el sur de África, se ha logrado a través de uno o más de estos métodos, llegando a más 50,000 agricultores (Holt-Gimenez 2006).

2. La colaboración entre organizaciones

Uno de los mejores ejemplos de este enfoque es la Escuela de Campo para Agricultores (ECA) que consiste en un proceso basado en el aprendizaje en grupo, y es utilizado por algunos gobiernos, ONGs y agencias internacionales que colaboran en la promoción del método agroecológico. Las ECAs de mayor éxito fueron promovidas en 1980 por el Programa Internacional de la FAO para el desarrollo y aplicación del manejo integrado de plagas (MIP) en arroz en el sur y el sudeste asiático. Los campesinos llevaron a cabo actividades de aprendizaje experiencial que les ayudaron a entender la ecología de sus campos de arroz a través de experimentos sencillos, observaciones periódicas en el campo y el análisis en grupo. Miles de agricultores reportaron reducciones sustanciales y consistentes en el uso de pesticidas y en muchos casos también hubo aumentos en los rendimientos, atribuibles a los efectos del entrenamiento. Hoy en día, hay varias Escuelas de Campo MIP, con distintos niveles de desarrollo, en más de 30 países de todo el mundo.

3. Desarrollo de mercados locales

Hay miles de iniciativas en todo el mundo que se centran en cerrar los circuitos de producción y consumo, a través del desarrollo de mercados locales de agricultores y de iniciativas de agricultura apoyada por la comunidad. Uno de los ejemplos más interesantes es REDE ECOVIDA en el sur de Brasil, que consiste en un espacio de articulación entre agricultores familiares organizados, organizaciones no gubernamentales de apoyo y de miles de consumidores, cuyo objetivo es promover las alternativas agroecológicas y el desarrollo de mercados solidarios que estrechan el círculo entre agricultores y consumidores locales, garantizando, la seguridad alimentaria local y que la riqueza generada se quede en la

comunidad (van der Ploeg 2009). En la actualidad, ECOVIDA abarca 180 municipios y aproximadamente 2.400 familias de agricultores (alrededor de 12.000 personas), organizada en 270 grupos, asociaciones y cooperativas. También incluye 30 organizaciones no gubernamentales y 10 cooperativas de consumidores ecológicos. Todo tipo de productos agrícolas se cultivan y venden por los miembros de Ecovida, incluyendo verduras, cereales, frutas, jaleas, miel, leche, huevos y carne que llegan a miles de consumidores (http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/pgs_projects/pgs_projects/15649.php).

4. Políticas Gubernamentales

Los gobiernos pueden poner en marcha políticas para apoyar y proteger a los pequeños agricultores. El Ministério do Desenvolvimento Rural (MDA) en Brasil, ha jugado un papel clave en el apoyo a proyectos de educación e investigación, pero lo más importante, ha sido la creación de instrumentos para que los agricultores familiares tengan acceso al conocimiento, crédito, mercados, etc. Uno de los ejemplos es el programa de compras públicas: Programa De Aquisição de Alimentos (PAA), creado en 2003. El programa aborda la cuestión de la falta de acceso a los mercados para los productos de un gran número de agricultores familiares que hasta ahora han sido incapaces de alcanzar su potencial económico. El programa da a los agricultores una garantía de compra de cantidades determinadas a precios específicos que hacen que las operaciones de miles de fincas se tornen económicamente más viable. (http://www.rural21.com/uploads/media/rural_2011_4_36-39_01.pdf).

5. Incidencia política y acción

Con o sin el apoyo del gobierno, los grandes movimientos campesinos rurales (como la Vía Campesina) ya han iniciado una revolución agroecológica y han puesto en marcha una estrategia seguida por millones de agricultores para fortalecer y promover los modelos agroecológicos de la provisión de alimentos en el marco de la soberanía alimentaria. No menos del 30% del territorio de las 10 millones hectáreas controladas por el MST en Brasil, se encuentran bajo manejo agroecológico. Miles de miembros del MST han recibido una formación agroecológica teórica y práctica en numerosos institutos de MST, tales como la Escuela Latinoamericana de Agroecología establecida en un asentamiento del MST en Lapa, estado de Paraná.

Además de promover la capacidad humana y las innovaciones agroecológicas, los movimientos rurales abogan por una transformación más radical de la agricultura, guiada por la idea de que el cambio ecológico en la agricultura no puede promoverse sin cambios comparables en los ámbitos sociales, políticos, culturales y económicos. El campesinado organizado y los movimientos indígenas asociados a la Vía Campesina, con-

sideran que sólo cambiando el modelo de agricultura industrial que promueve las exportaciones y se basa en el libre comercio, se puede detener el espiral de pobreza, los bajos salarios, la migración rural-urbana, el hambre y la degradación del medio ambiente. La mayoría se oponen a la liberalización incontrolada del comercio, ya que la consideran el principal mecanismo de expulsión de los agricultores de sus tierras y el principal obstáculo para el desarrollo económico local. Estos movimientos abrazan el concepto de soberanía alimentaria, que constituye una alternativa a la corriente de pensamiento oficial sobre la producción de alimentos. El concepto detrás de soberanía alimentaria contrasta con el enfoque neo-liberal que plantea que el comercio internacional va a resolver el problema mundial de alimentos. En su lugar, se centra en la autonomía, los mercados locales y la acción comunitaria para asegurar el acceso y control de la tierra, el agua, la biodiversidad agrícola, etc., que son de vital importancia para que las comunidades sean capaces de producir alimentos a nivel local (Vía Campesina 2010).

EL CAMINO HACIA ADELANTE

Miles de proyectos en África, Asia y América Latina demuestran de forma convincente que la agroecología proporciona la base científica, tecnológica y metodológica para ayudar a los pequeños agricultores a mejorar la producción agrícola de manera sostenible y resiliente, lo que les permite satisfacer las necesidades alimentarias actuales y futuras. Los métodos agroecológicos producen más alimentos en menos tierra, utilizando menos energía, menos agua, mientras que mejoran la base de recursos naturales y prestan servicios ecológicos como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Investigadores de la Universidad de Michigan compararon los rendimientos de la producción ecológica frente a la convencional, usando un conjunto de datos mundiales citando 293 ejemplos y estimaron la tasa de rendimiento promedio (orgánico vs. convencional), de diferentes categorías de alimentos para el mundo desarrollado y el mundo en desarrollo. Para la mayoría de los alimentos comparados, la relación entre el rendimiento promedio fue ligeramente <1,0 para los casos del mundo desarrollado y >1.0 para alimentos producidos en el mundo en desarrollo (Tabla 4). Esto significa que el Sur global, tiene mas potencial agroecológico para producir alimentos suficientes per cápita para sostener la población humana actual y, potencialmente, una población aún mayor, sin aumentar la base de las tierras agrícolas. La razón por la cual el potencial productivo agroecológico reside en el Sur y no en el Norte, es porque en los países en desarrollo, todavía reside una gran población campesina-indígena, con un rico conocimiento agrícola tradicional y una amplia diversidad genética autóctona que conforma la base de agroecosistemas diversifica-

Tabla 4. Comparación global de los rendimientos de la producción ecológica frente a la convencional utilizando una razón promedio de producción. (orgánico vs. convencional) si la razón es **1,0**: orgánico = convencional; si la razón es **<1,0**: convencional > orgánica; si la razón es **>1,0**: orgánica >al convencional

Categoría de alimentos	(A) Mundo			(B) Países desarrollados			(C) Países en desarrollo		
	N	Prom.	S.E.	N	Prom.	S.E.	N	Prom.	S.E.
Producción de granos	171	1,312	0,06	69	0,928	0,02	102	1,573	0,09
Almidón de raíces	25	1,686	0,27	14	0,891	0,04	11	2,697	0,46
Azúcar y edulcorantes	2	1,005	0,02	2	1,005	0,02			
Leguminosas (legumbres)	9	1,522	0,55	7	0,816	0,07	2	3,995	1,68
Combustibles y aceites vegetales	15	1,078	0,07	13	0,991	0,05	2	1,645	0,00
Verduras	37	1,064	0,10	31	0,876	0,03	6	2,038	0,44
Frutas excluyendo vino	7	2,080	0,43	2	0,955	0,04	5	2,530	0,46
todos los alimentos de plantas	266	1,325	0,05	138	0,914	0,02	128	1,736	0,09
Carne y restos	8	0,988	0,03	8	0,988	0,03			
Leche exclu. mantequilla	18	1,434	0,24	13	0,949	0,04	5	2,694	0,57
Huevos	1	1,060		1	1,060				
todos los alimentos animales	27	1,288	0,16	22	0,968	0,02	5	2,694	0,57
Todos los alimentos de plantas y animales	293	1,321	0,05	160	0,922	0,01	133	1,802	0,09

dos y resilientes (http://www.organicvalley.coop/fileadmin/pdf/organics_can_feed_world.pdf).

La evidencia sobre las ventajas de la agroecología es abrumadora, así que la pregunta es ¿qué más se necesita para convencer a los políticos y a los financiadores para que adopten una postura valiente y apuesten por la agroecología? La cuestión parece ser mas política e ideológica, en vez de basarse en pruebas o fundamentos científicos. No importa lo que los datos muestren, los gobiernos y los donantes influenciados por los grandes intereses se empeñan en marginar los enfoques agroecológicos y se centran en soluciones rápidas, intensivas en insumos externos y en tecnologías patentadas como los cultivos transgénicos y los fertilizantes químicos que no sólo suponen graves riesgos ambientales, pero han demostrado ser inaccesibles e inadecuados para los campesinos pobres que juegan un papel clave en la seguridad alimentaria mundial.

Además del cambio climático, la variabilidad del precio de los alimentos, la escasez de tierra y agua de calidad, y el aumento de los costos de energía presentan grandes retos para la soberanía alimentaria de todos. Esta es la razón por la cual la estrategia agroecológica también tiene como objetivo aumentar la soberanía energética y tecnológica (Fig. 4). La soberanía energética es el derecho de toda la población rural, a generar energía suficiente para sus operaciones dentro de los límites ecológicos a partir de fuentes sostenibles. La soberanía tecnológica se refiere a la capacidad de lograr las otras dos formas de soberanía mediante la optimización de los diseños de fincas basados en la diversidad biológica agrícola, de manera que utilicen en forma efi-

ciente los recursos locales y fomenten las sinergias que patrocinan el funcionamiento de los agroecosistemas.

Este nuevo paradigma de las “tres soberanías” le da a la agroecología un mayor alcance como herramienta para determinar los valores mínimos aceptables para la producción de alimentos, conservación de la biodiversidad, eficiencia energética, etc., permitiendo a las comunidades rurales evaluar si están o no avanzando hacia un estado básico de soberanía alimentaria, energética y tecnológica en un contexto de resiliencia.

Los gobiernos tienen un papel importante que desempeñar, como proporcionar incentivos a los agricultores para que adopten tecnologías conservadoras de recursos y reactivar los programas públicos de investigación y extensión agroecológica adaptada a las necesidades y circunstancias de los pequeños agricultores, sus asociaciones y redes. Todo esto debe ir acompañado de iniciativas que permitan la creación y el acceso a mercados que devuelvan precios justos a los pequeños agricultores, y protejan a los campesinos de políticas comerciales globalizadas y del dumping, que minan la posición estratégica de los agricultores en los sistemas alimentarios nacionales.

Es tiempo de que la comunidad internacional, reconozca que no hay otro camino más viable para la producción de alimentos en el Siglo XXI que la agroecología. El desarrollo de una agricultura resiliente, requiere de tecnologías y prácticas que se basen en conocimientos agroecológicos, habilitando a los pequeños agricultores para que puedan contrarrestar la degradación del medio ambiente y el cambio climático, de manera que permitan mantener medios de vida agrícola sostenibles.

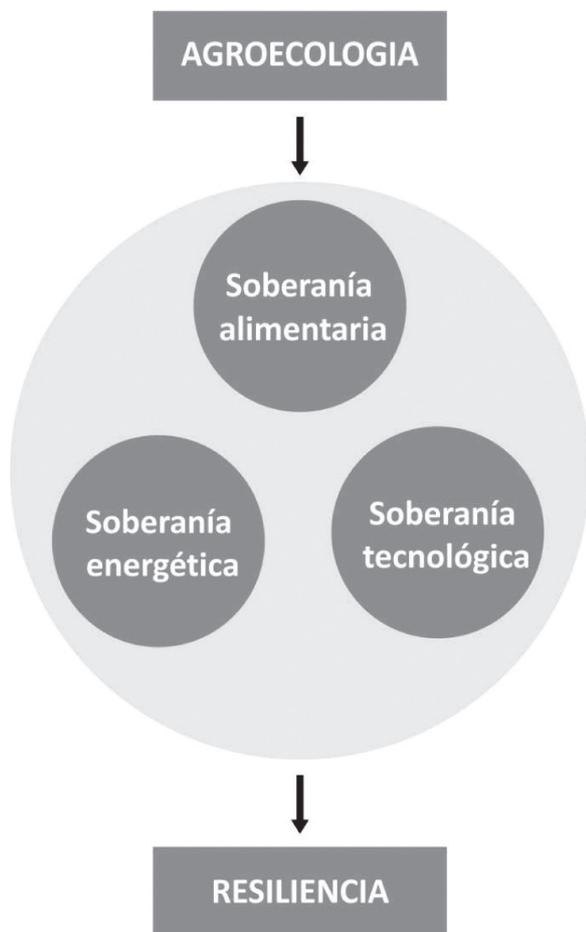


Figura 4. Los tres tipos de soberanía a ser alcanzado por una comunidad agrícola o una región, siguiendo una estrategia agroecológica en un contexto de resiliencia (Altieri *et al.* 2011).

El escalonamiento del enfoque agroecológico es una deuda pendiente desde hace mucho tiempo ya que de hecho, constituye el camino más robusto de suministro de alimentos que puede adoptar la humanidad en vista de las predecibles y difíciles condiciones climáticas, energéticas y escenarios financieros y sociales.

La difusión y el potencial de innovaciones agroecológicas, entre miles de pequeños agricultores de una región no puede dejarse sólo a la voluntad política de los gobiernos. Este escalonamiento dependerá en gran medida de la capacidad de los distintos actores (incluidos los consumidores) y las organizaciones que participan en la revolución agroecológica, para hacer las alianzas necesarias de manera de ejercer presión para que los agricultores puedan obtener un mayor acceso al conocimiento agroecológico, así como a la tierra, las semillas, los servicios públicos, los mercados solidarios, etc.

Los movimientos sociales rurales entienden que el desmantelamiento del complejo agroalimentario industrial y la restauración de los sistemas alimentarios locales debe ir acompañada de la construcción de alternativas agroecológicas que se adapten a las necesidades de los pequeños productores y la población de

bajos ingresos no agrícolas, al mismo tiempo que se oponen el control corporativo sobre la producción y el consumo (Van der Ploeg 2009). Será de importancia fundamental la elaboración de una agenda de investigación agroecológica, con la participación activa de los agricultores en el proceso de innovación tecnológica y la difusión a través de modelos Campesino a Campesino, donde los investigadores, extensionistas y técnicos de organizaciones no gubernamentales pueden desempeñar un importante papel de facilitación (Altieri y Toledo 2011).

REFERENCIAS

- Altieri, M.A. 1999. Applying agroecology to enhance productivity of peasant farming systems in Latin America. *Environment, Development and Sustainability* 1: 197-217.
- Altieri, M.A. 2002. Agroecology: The Science of Natural Resource Management for Poor Farmers in Marginal Environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 1-24.
- Altieri, M.A. 1995. *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Boulder CO: Westview Press.
- Altieri, M.A. 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 35-42.
- Altieri, M.A. 2009. Agroecology, small farms and food sovereignty. *Monthly Review* 61: 102-111.
- Altieri, M.A., Koohafkan, P. 2008. *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional farming Communities*. Environment and Development Series 6. Malaysia: Third World Network.
- Altieri, M.A., Toledo, V.M. 2011. The agroecological revolution in Latin America. *Journal of Peasant Studies* 38: 587-612.
- Altieri, M., Funes-Monzote, F., Petersen, P. 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development* 32: 1-13.
- Altieri, M.A., Lana, M.A., Bittencourt, H., Kieling, A.S., Comin, J.J., Lovato, P.E. 2011. Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brasil. *Journal of Sustainable Agriculture* 35: 1-15.
- Bachmann, L., Cruzada, E., Wright, R.S. 2009. Food security and farmer empowerment: a study of the impacts of farmer-led sustainable agriculture in the Philippines. Masipag-Misereor, Los Banos, Philippines.
- CGIAR. 2012. Achieving food security in the face of climate change. Final Report from the Commission on sustainable agriculture and climate change. <http://ccafs.cgiar.org/commission/reports>.

- Christian Aid 2011. Healthy harvests: the benefits of sustainable agriculture in Asia and Africa. A Christian Aid Report, UK.
- de Schutter, O. 2010, Report Submitted by the Special Rapporteur on the Right to Food, UN General Assembly. Human Rights Council Sixteenth Session, Agenda item 3 A/ HRC/16/49.
- ETC Group. 2009. Who will feed us? Questions for the food and climate crisis. ETC Group Comunique 102. <http://www.etcgroup.org/content/who-will-feed-us>.
- FIDA. 2004. The adoption of Organic Agriculture among small farmers in Latin America and the Caribbean. Document of the International Fund for Agricultural Development Report No. 1337. Roma.
- Funes-Monzote, F. 2009. Agricultura con futuro: la alternativa agroecológica para Cuba. Cuba: Estación Experimental Indio Hatuey, Universidad de Matanzas.
- Funes-Monzote FR, Monzote M, Lantinga EA, Ter Braak CJF, Sánchez JE, Van Keulen H. 2009. Agro-ecological indicators (AEIs) for dairy and mixed farming systems classification: identifying alternatives for the Cuban livestock sector. *J Sustain Agric* 33(4): 435-460.
- Gliessman, SR. 1998. Agroecology: ecological process in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan.
- Garrity, D. 2010. Evergreen Agriculture: a robust approach to sustainable food security in Africa. *Food Security* 2:3-20
- Godfray, C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, L., Toulmin, S.M. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people, *Science* 327:812-818.
- Holt-Gimenez, E. 2000. Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93:87-105.
- Holt-Gimenez E. 2006. *Campesino a Campesino: Voices from Latin America's Farmer to Farmer Movement for Sustainable Agriculture*. Oakland: Food First Books, Oakland.
- Holt-Gimenez, E., Patel, R. 2009. *Food rebellions: the real story of the world food crisis and what we can do about it*. Oxford, UK: Fahumu Books and Grassroots International.
- IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development). 2009. *Agriculture at a Crossroads*. In International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development Global Report. , Washington DC: Island Press.
- Koohafkan, P., Altieri, M.A. 2010. *Globally Important Agricultural Heritage Systems: a legacy for the future*. UN-FAO, Rome
- Koohafkan, P., Altieri, M.A., Holt-Gimenez, E. 2012. Green Agriculture: Foundations for Biodiverse, Resilient and Productive Agricultural Systems. *International Journal of Agricultural Sustainability* 10(1): 61-75.
- Lappe, F., Collines, J. y Rosset, P. 1998 *World hunger: twelve myths*. 2nd Edition. Oakland: Food First Books.
- Lin, BB. 2007. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology* 144:85-94.
- Murgueitio, E.Z., Calle, F., Uribea, A., Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261:1654-1663.
- Natarajan, M., Willey, R.W. 1996. The effects of water stress on yields advantages of intercropping systems. *Field Crops Research* 13: 117-131
- Owenya, M.Z., Mariki, M.L., Kienzle, J., Friedrich, T., Kasam, A. 2011. Conservation agriculture (CA) in Tanzania: the case of Mwangaza B CA farmer field school (FFS), Rothia Village, Karatu District. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9: 145-152.
- Parrot, N., Mardsen, T. 2002. *The real Green Revolution: organic and agroecological farming in the south*. Green Peace Environmental Trust. London. <http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/4526.pdf>.
- Petersen, P., Tardin, J.M., Marochi, F. 1999. Participatory development of no-tillage systems without herbicides for family farming. *Environment, Development and Sustainability* 1:235-252.
- Philpott, S.M., Lin, B.B., Jha, S., Brines, S.J. 2008. A multi-scale assessment of hurricane impacts on agricultural landscapes based on land use and topographic features. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128: 12-20.
- Pretty, J., Hine, R. 2009. The promising spread of sustainable agriculture. *Asia. Natural Resources Forum* 24:107-121.
- Pretty, J., Morrison, J.L., Hine, R.E. 2003. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in the development countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 217-234
- Pretty, J., Toulmin, C., Williams, S. 2011. Sustainable intensification in African Agriculture. *International Journal of Sustainable Agriculture* 9: 5-24.
- Reij, C., Tappan, G., Belemvire, A. 2005 Changing land management practices and vegetation on the Central Plateau of Burkina Faso (1968-2002). *Journal of Arid Environment*: 63:642-659.

- Rosset, P.M., Altieri, M.A. 1997 Agroecology versus input substitution: a fundamental contradiction in sustainable agriculture. *Society and Natural Resources* 10: 283-295.
- Rosset, P.M., Machín-Sosa, B., Roque-Jaime, A.M., Avila-Lozano, D.R. 2011. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba. *Journal of Peasant Studies* 38: 161-191.
- Stoop, W.A., Uphoff, N., Kassam, A. 2002. A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems *Agricultural Systems* 71: 249-274.
- Toledo, V.M., Barrera-Bassols, N. 2009. *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: ICARIA.
- UK Food Group. 2010. *Securing future food: towards ecological food provision*. http://www.ukfg.org.uk/pdfs/Securing_future_food.pdf.
- Uphoff, N. 2002. *Agroecological Innovations: Increasing Food Production with Participatory Development*. Earthscan, London.
- UNCTAD/UNEP. 2008. *Organic agriculture and food security in Africa*, New York: United Nations. http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200715_en.pdf.
- Van der Ploeg, J.D. 2009. *The New Peasantries: new struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization*. London: Earthscan.
- Via Campesina 2010. *Sustainable peasant and small family farm agriculture can feed the world*. Via Campesina Views, Jakarta.