

**El «estado del arte»
de la agroecología y su
contribución al desarrollo rural
en América Latina**

Miguel A. Altieri

*División de Control Biológico
Universidad de California, Berkely*

INTRODUCCION

Dada la heterogeneidad de ecosistemas naturales y sistemas agrícolas y la naturaleza diferenciada de la pobreza rural en América Latina, es claro que no puede existir un tipo único de intervención tecnológica para el desarrollo; las soluciones deben diseñarse de acuerdo a las necesidades y aspiraciones de las comunidades, así como las condiciones biofísicas y socioeconómicas imperantes. El problema con los enfoques agrícolas convencionales es que no han tomado en cuenta las enormes variaciones en la ecología, presiones de población, relaciones económicas y organizaciones sociales que existen en la región, y, consiguientemente, el desarrollo agrícola no ha estado puesto a la par con las necesidades y potencialidades de los campesinos locales. Este desajuste se ha caracterizado por tres aspectos:

- a) Los paquetes tecnológicos homogéneos no son adaptables a la heterogeneidad campesina y sólo funcionan en condiciones similares a las de los países industriales y/o a las de las estaciones experimentales.
- b) El cambio tecnológico benefició principalmente la producción de bienes agrícolas de exportación y/o comerciales producidos prioritariamente en el sector de grandes predios, impactando marginalmente la productividad de los productos alimentarios, que son cultivados en gran medida por el sector campesino.
- c) América Latina se ha convertido en un importador neto de insumos químicos y maquinaria agrícola, aumentando los gastos del gobierno y agravando la dependencia tecnológica.

Con el crecimiento de la población y el incremento de la demanda económica y social que se proyecta para la próxima década, se perfilan dos desafíos cruciales que deberán ser enfrentados por el mundo académico y el mundo del desarrollo:

- a) Incrementar la producción agrícola a nivel regional en casi un 30-40%, sin incurrir en degradación ambiental.
- b) Proveer un acceso más igualitario a la población no sólo a alimentos, sino a los recursos necesarios para producirlos.

Estos desafíos se dan dentro de un escenario de alta disparidad en la distribución de la tierra, de marcados niveles de pobreza rural y de una decreciente y degradada base de recursos naturales. Existe, además, la experiencia de que la importación de tecnologías de alto insumo para incrementar la producción agrícola no fue una condición suficiente para solucionar los problemas de hambre y pobreza. La totalidad de las revoluciones tecnológicas favorecieron preferentemente al sector agrícola comercial de gran escala y no a la gran masa de campesinos de la región, que alcanza casi nueve millones de unidades productivas, en las cuales se produce una alta proporción de los cultivos básicos para la nutrición regional.

Al respecto, la problemática contemporánea de la producción ha evolucionado de una dimensión meramente técnica a una de dimensiones más sociales, económicas, políticas, culturales y ambientales. En otras palabras, la preocupación central hoy es la de la sostenibilidad de la agricultura. El concepto de sostenibilidad es útil porque captura un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura concebida como un sistema tanto económico como un sistema social y ecológico. La comprensión de estos tópicos más amplios sobre la agricultura requieren entender la relación entre la agricultura y el ambiente global, ya que el desarrollo rural depende de la interacción de subsistemas biofísicos, técnicos y socio-económicos. Este enfoque más amplio y que permite entender la problemática agrícola en forma más holística se denomina «agroecología».

AGROECOLOGIA Y AGRICULTURA ALTERNATIVA

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 en la manera más amplia. El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas los ciclos mi-

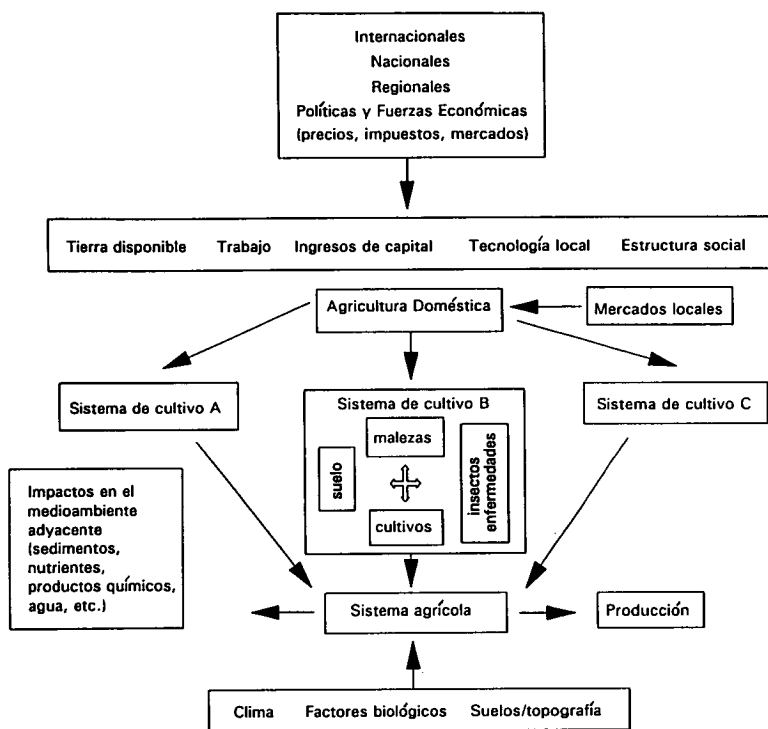


Fig. 1. Interrelación entre agroecosistemas y factores sociales, ambientales y económicos.

nerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socio-económicas son investigados y analizados como un todo (figura 1). De este modo, a la investigación agroecológica le interesa no sólo la maximización de la producción de un componente particular, sino más bien la optimización del agroecosistema como un todo. 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.

En la medida en que se reconoce la necesidad de trabajar con unidades mayores que el cultivo (por ejemplo, una cuenca o una región agrícola) y con procesos (por ejemplo, el reciclaje de nutrientes), la especialización científica aparece como una ba-

rrera para un entendimiento más integrado. Aun cuando especialistas en varias disciplinas se juntan para estudiar un sistema de producción, la comprensión integral se ve limitada por la falta de un enfoque conceptual común. El paradigma agroecológico provee este enfoque común y permite entender las relaciones entre las varias disciplinas y la unidad de estudio: el agroecosistema con todos sus componentes. Es necesario que los agrónomos comprendan los elementos socio-culturales y económicos de los agroecosistemas y, a su vez, los científicos sociales aprecien los elementos técnicos y ecológicos de éstos.

«Agricultura alternativa» se define aquí como aquel enfoque de la agricultura que intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías auto-sostenidas. Las estrategias se apoyan en conceptos ecológicos, de tal manera que el manejo da como resultado un óptimo ciclaje de nutrientes y materia orgánica, flujos cerrados de energía, poblaciones balanceadas de plagas y un uso múltiple del suelo y del paisaje. La idea es explotar las complementariedades y sinergismos que surgen al combinar cultivos, árboles y animales en diferentes arreglos espaciales y temporales.

Algunas de las prácticas o componentes de sistemas alternativos, y las cuales ya son parte de manejos agrícolas convencionales, incluyen (figura 2):

- Rotaciones culturales que disminuyen los problemas de malezas, insectos y enfermedades; aumentan los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, reducen la necesidad de fertilizantes sintéticos y, junto con prácticas de labranza conservadoras de suelo, reducen la erosión edáfica.
- Manejo integrado de plagas (MIP), que reduce la necesidad de pesticidas mediante la rotación de cultivos, muestreos periódicos, registros meteorológicos, uso de variedades resistentes, sincronización de las plantaciones o siembras y control biológico de plagas.
- Sistemas de manejo para mejorar la salud vegetal y la capacidad de los cultivos para resistir plagas y enfermedades.
- Técnicas conservacionistas de labranza de suelo.
- Sistemas de producción animal que enfatizan el manejo preventivo de las enfermedades, reducen el uso del confinamiento de grandes masas ganaderas, promoviendo

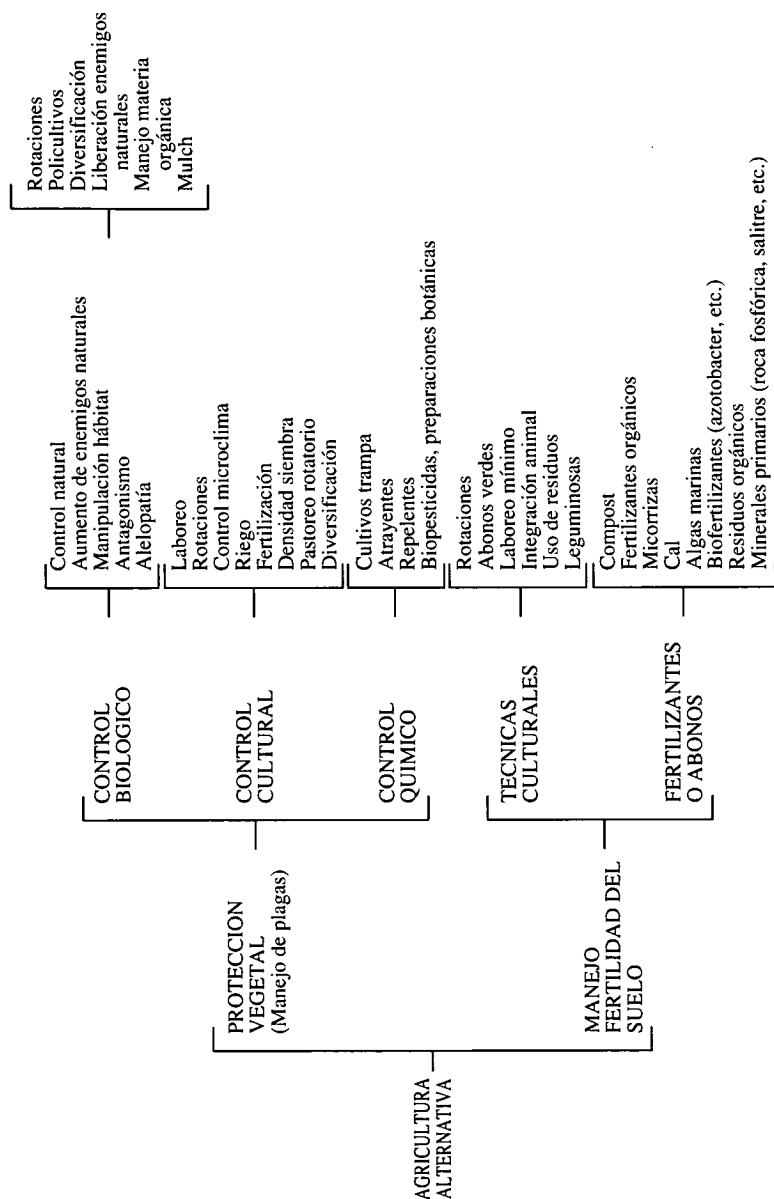


Fig. 2. Esquema de técnicas de la agricultura alternativa.

- el pastoreo rotatorio, bajan los costos debido a enfermedades y enfatizan el uso de niveles subterapéuticos de antibióticos.
- Mejoramiento genético de cultivos para que resistan plagas y enfermedades y para que logren un mejor uso de los nutrientes.

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

AGROECOLOGIA Y BIODIVERSIDAD

La agroecología provee las bases ecológicas para el mantenimiento de la biodiversidad en la agricultura. Además del papel que ella puede jugar en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas es la manera de alcanzar una producción sustentable. La biodiversidad promueve una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos en los agroecosistemas; cuando éstos se pierden, los costos pueden ser significativos (figura 3).

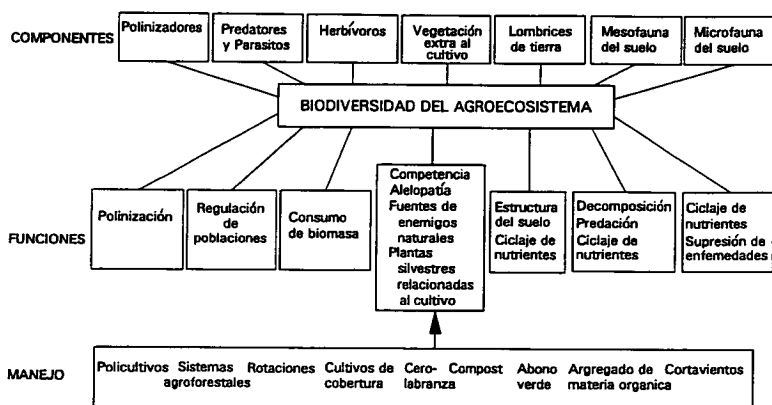


Fig. 3. Componentes, funciones y métodos de manipulación de la biodiversidad en agroecosistemas.

En esencia el comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus varios componentes (tabla 1). Las interacciones potenciadoras de sistemas son aquellas en las cuales los productos de un componente son utilizados en la producción de otro componente (ejemplo: malezas utilizadas como forraje, estiércol utilizado como fertilizante o rastrojos y malezas dejadas para pastoreo animal). Pero la biodiversidad puede también subsidiar el funcionamiento del agroecosistema al proveer servicios ecológicos tales como el reciclaje de nutrimentos, el control biológico de plagas y la conservación del agua y del suelo (figura 4).

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

1. Interacciones temporales a nivel de sistemas de cultivo

Las rotaciones establecen secuencias temporales en las que se obtienen aportes de nitrógeno al rotarse los cultivos de cereales con las leguminosas, y/o se regulan los insectos, malezas y enfermedades al romper los cultivos en secuencia sus ciclos de vida. Mediante rotaciones bien diseñadas se pueden incrementar los rendimientos y reducir, además, los requerimientos de energía, al reducir la necesidad de fertilizantes. Por ejemplo, la incorporación de alfalfa en una rotación con maíz puede reducir los aportes de energía en un 39%. Muchas rotaciones no requieren mayores modificaciones de los patrones de producción existentes.

2. Interacciones espaciales a nivel de sistemas de cultivo

Estas se derivan de ciertos cambios en los diseños y ordenamientos espaciales y temporales de los sistemas de cultivo, como es el caso de los policultivos universalmente utilizados por los campesinos. Al cultivar varias especies simultáneamente, los agricultores obtienen una serie de objetivos de manejo,

Tabla 1

INTEGRACION Y SINERGISMOS EN AGROECOSISTEMAS

1. Niveles de integración y diversificación en agroecosistemas

- Mezcla de cultivos anuales (policultivos y rotaciones).
- Incorporación de árboles frutales y/o forestales (sistemas agroforestales).
- Incorporación de animales (ganado mixto, mezclas cultivo-ganado, etc.).
- Integración de piscicultura (estanques de peces, etc.).
- Incorporación de vegetación de apoyo (abono verde, mulch, plantas medicinales, etc.).
- Incorporación de diversidad genética (multilíneas, mezclas de variedades o razas, etc.).

2. Complementariedades en agroecosistemas

- Exploración por raíces de diferentes profundidades en el perfil del suelo.
- Utilización diferencial de nutrientes y humedad.
- Utilización diferencial de intensidades de luz y humedad del aire.
- Adaptabilidad diferencial a heterogeneidad edáfica y microclimática.
- Susceptibilidad y/o tolerancia diferencial a plagas, enfermedades y malezas.

3. Sinergismos en agroecosistemas

- Creación de microclimas favorables o desfavorables.
 - Producción de sustancias químicas para estimular componentes deseados y suprimir componentes indeseables (sustancias aleloquímicas, repelentes, etc.).
 - Producción y movilización de nutrimentos (micorrizas, fijación de N, etc.).
 - Producción de biomasa para alimento, abono verde o mulch.
 - Raíces profundas que recuperan y reciclan nutrientes.
 - Provisión de cobertura de suelo para conservación de suelo y agua.
 - Promoción de insectos benéficos y antagonistas mediante adición de diversidad y materia orgánica.
 - Promoción de biología del suelo por adición de materia orgánica, excreciones radiculares, etc.
-

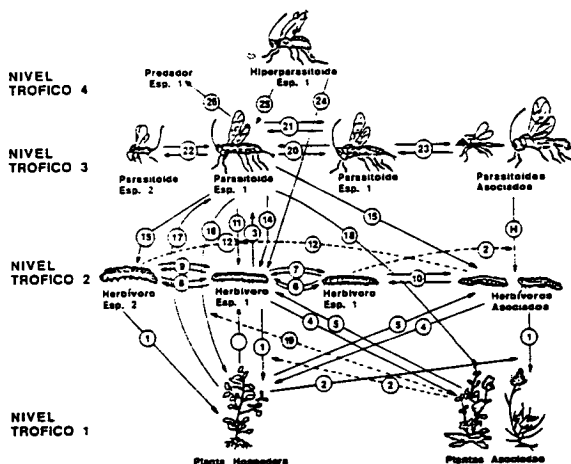
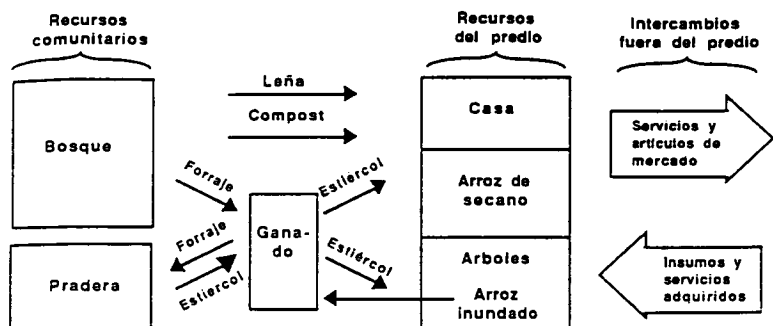


Fig. 4. Dos modelos conceptuales representando las interacciones entre componentes bióticos y abióticos en agroecosistemas.

sin que se requiera mayor subsidio o complementación. Por ejemplo, los cultivos intercalados reducen malezas, plagas y enfermedades, mejoran la calidad del suelo y hacen más eficiente el uso del agua y nutrientes, incrementando la productividad de la tierra (tablas 2 y 3).

3. Interacciones a nivel del predio

El comportamiento de un predio está determinado por el nivel de interacciones entre los diversos componentes bióticos y

Tabla 2

EJEMPLOS DE POLICULTIVOS QUE EXHIBEN MAYORES RENDIMIENTOS O MAYOR RETORNO ECONOMICO, QUE MONOCULTIVOS DE CULTIVOS CORRESPONDIENTES

Sorgo de larga duración con:

— Maíz seguido de caupi.....	70%
— Sorgo seguido de caupi	80%
— Maíz/arroz	33%
— Maíz/yuca	15%
— Yuca/arroz	35%
— Maíz/arroz/yuca.....	62%
— Maíz/frijol.....	38%
— Sorgo/frijol	55%
— Maíz/soja	22%

abióticos de éste. Las interacciones que mueven el sistema son aquellas en que ciertos productos o resultados de un componente se usan en la producción de otros (por ejemplo, malezas utilizadas como alimento de ganado, guano usado como fertilizante en cultivos, rastreo de cultivos utilizados como *mulch* y mezclas de estiércol y paja para *compost*). La intensidad y beneficio derivados de estas interacciones dependen de lo bien organizados e integrados que estén los diversos componentes, y de un manejo que permita la recirculación de recursos a nivel del predio.

Tabla 3

VARIACION (COEFICIENTE DE VARIABILIDAD) DE RENDIMIENTOS REGISTRADA EN POLICULTIVOS Y MONOCULTIVOS

	Monocultivo	Policultivo
Yuca/frijol	33,0	27,5
Yuca/maíz	28,8	18,1
Yuca/batata	23,4	13,4
Yuca/maíz/frijol	25,0	15,0
Maíz/frijol	23,6	22,9
Sorgo/guandul	47,0	39,0

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

En agroecosistemas modernos, la evidencia experimental sugiere que la biodiversidad puede ser utilizada para mejorar el manejo de plagas. Algunos estudios han demostrado que es posible estabilizar las poblaciones de insectos en los agroecosistemas mediante el diseño y la construcción de arquitecturas vegetales que mantengan las poblaciones de enemigos naturales o que posean efectos disuasivos directos sobre los herbívoros plaga (figura 5).

Al reemplazar los sistemas simples por sistemas diversos o agregar diversidad a los sistemas existentes es posible ejercer cambios en la diversidad del hábitat que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad al:

- 1) Proveer de huéspedes/presas alternativas en momentos de escasez de la plaga.
- 2) Proveer de alimentación alternativa (polen y néctar) para los parasitoides y predadores adultos.
- 3) Mantener poblaciones aceptables de la plaga por períodos extendidos de manera de asegurar la sobrevivencia continuada de los insectos benéficos.

La restauración de la diversidad agrícola en el tiempo y en el espacio se puede lograr mediante el uso de rotaciones de cultivos, cultivos de cubierta, intercultivos, mezclas de cultivo/ganado, etc. Se dispone de diferentes opciones para diversificar los sistemas de cultivo, dependiendo de si los sistemas de monocultivos a ser modificados están basados en cultivos anuales o perennes. La diversificación puede tomar también lugar fuera de la granja, por ejemplo, en los bordes de los cultivos con cortavientos, cinturones de protección y cercos vivos, los cuales pueden mejorar el hábitat para la vida silvestre y para los insectos benéficos, proveer fuentes de madera, materia orgánica, recursos para abejas polinizadoras y, además, modificar la velocidad del viento y el microclima.

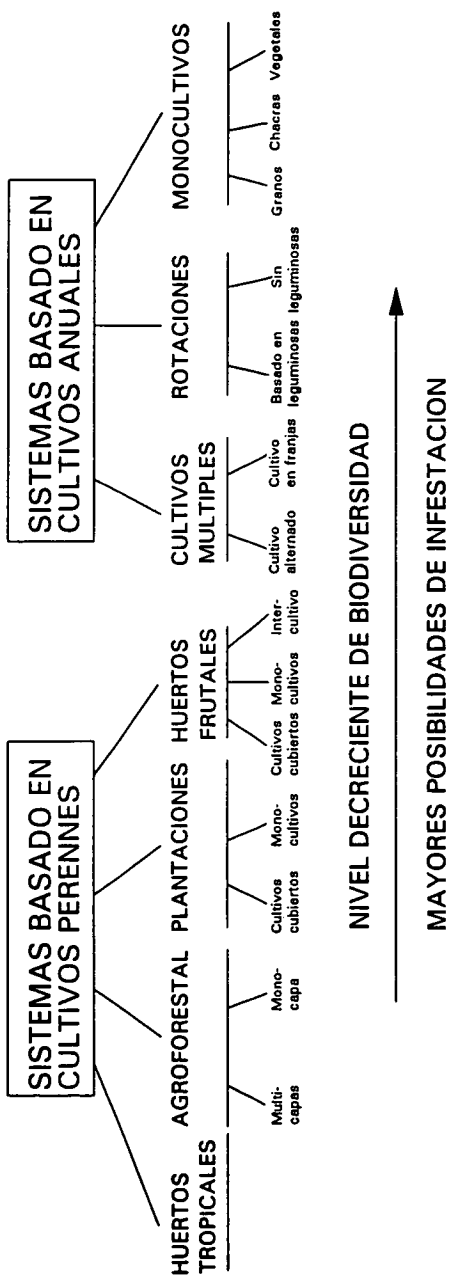


Fig. 5. Las tendencias hipotéticas de aumento o disminución del potencial de plagas en agroecosistemas según el ordenamiento de los cultivos en el tiempo y/o en el espacio.

Basándose en las teorías ecológicas y agronómicas actuales, se pueden esperar potenciales bajos de plagas en los agroecosistemas que exhiban las siguientes características:

1) Alta diversidad a través de mezclas de plantas en el tiempo y en el espacio.

2) Discontinuidad del monocultivo en el tiempo mediante rotaciones, uso de variedades de maduración temprana, uso de períodos sin cultivo o períodos preferenciales sin hospederos, etc.

3) Campos pequeños y esparcidos en un mosaico estructural de cultivos adyacentes y tierra no cultivada que proporciona refugio y alimentación alternativos para los enemigos naturales. Las plagas también pueden proliferar en estos ambientes, dependiendo de la composición de especies de plantas. Sin embargo, la presencia de niveles poblacionales bajos de plagas y/o huéspedes alternativos puede ser necesaria para mantener a los enemigos naturales del área.

4) Las granjas con un componente de cultivo dominante perenne. Los huertos de frutales son considerados ecosistemas semipermanentes y más estables que los sistemas de cultivos anuales. Los huertos frutales sufren menos alteraciones y se caracterizan por una mayor diversidad estructural, especialmente si se estimula una diversidad floral en el suelo basal.

5) Altas densidades de cultivo o presencia de niveles tolerables de malezas dentro o fuera del cultivo.

6) Alta diversidad genética como resultado del uso de mezclas varietales o de varias líneas del mismo cultivo.

Estas generalizaciones pueden servir en la planificación de estrategias del manejo de la vegetación en los agroecosistemas; sin embargo, ellas deben considerar las variaciones locales del clima, geografía, cultivos, vegetación, complejos de plagas, etc., las cuales podrían aumentar o disminuir el potencial para el desarrollo de las plagas bajo algunas condiciones de manejo de la vegetación. La selección de la o las especies de planta puede ser también crítica. Se necesitan estudios sistemáticos sobre la «calidad» de la diversificación vegetal en relación a la abundancia y eficiencia de los enemigos naturales. Lo que parece importar es la diversidad «funcional» y no la diversidad *per se*. Los estudios mecanísticos para determinar los elementos claves de las mezclas de plantas que alteran la invasión de plagas y que favorecen la colonización y el crecimiento poblacional de los enemi-

gos naturales permitirá la planificación más precisa de esquemas de cultivos estables y aumentará las posibilidades de efectos benéficos más allá de los niveles actuales.

AGRICULTURA SUSTENTABLE

A nivel mundial está emergiendo en forma creciente un consenso de que se necesitan nuevas estrategias de desarrollo agrícola para asegurar una producción estable de alimentos y que sea consonante con la calidad ambiental. Los objetivos que se persiguen son, entre otros, asegurar la seguridad alimentaria, erradicar la pobreza y conservar y proteger el ambiente y los recursos naturales (figura 6). Aunque la agricultura es una actividad basada en recursos renovables y algunos no renovables (petróleo), al implicar la artificialización de los ecosistemas, ésta se asocia al agotamiento de algunos recursos. El decremento de la fertilidad del suelo, la erosión, la contaminación de aguas, la pérdida de recursos genéticos, etc. son manifestaciones claras de las externalidades de la agricultura. Además de implicar costos ambientales, estas externalidades, también implican costos

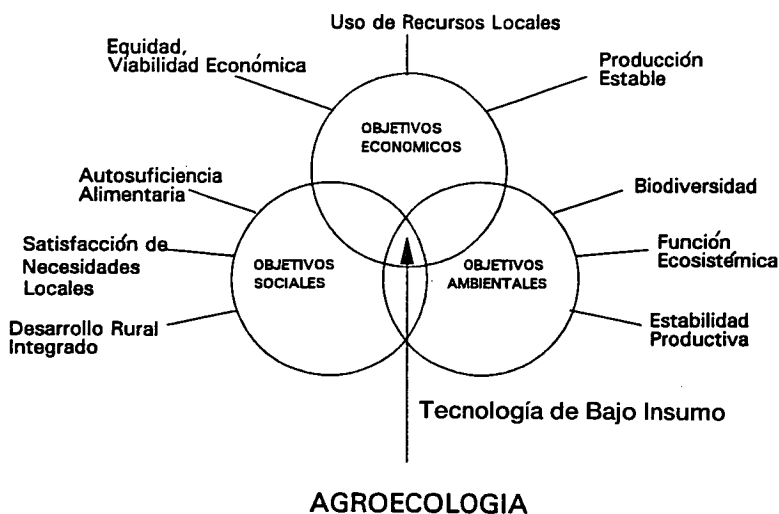


Fig. 6. El rol en agroecología en la satisfacción de los objetivos múltiples de la agricultura sustentable.

económicos. En la medida que la degradación es más aguda, los costos de conservación son mayores. Uno de los desafíos importantes entonces es el de analizar estos costos ambientales como parte del análisis económico que se realiza rutinariamente en actividades agrícolas. La contabilidad ambiental que incluye por ejemplo, los costos de erosión, la contaminación por pesticidas, etc., debiera ser un aspecto crucial del análisis comparativo de diferentes tipos de agroecosistemas.

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

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

Es claro que no será posible lograr simultáneamente todos estos objetivos en todos los proyectos de desarrollo rural. Existen intercambios (*trade-offs*) entre los varios objetivos, ya que no es fácil obtener a la vez alta producción, estabilidad y equidad. Además los sistemas agrícolas no existen aislados. Agroecosistemas locales pueden ser afectados por cambios en los mercados nacionales e internacionales. A su vez, cambios climáticos globales pueden afectar agroecosistemas locales a través de sequías e inundaciones. Sin embargo, los problemas productivos de cada agroecosistema son altamente específicos del sitio y requieren de soluciones específicas. El desafío es mantener una flexibilidad suficiente que permita una adopción a los cambios ambientales y socioeconómicos impuestos desde afuera.

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

1) Reducir el uso de energía y recursos y regular la inversión total de energía de manera de obtener una relación alta de producción/inversión.

2) Reducir las pérdidas de nutrientes mediante la contención efectiva de la lixiviación, escurrimiento, erosión y mejorar el reciclado de nutrimentos mediante la utilización de leguminosas, abonos orgánicos, compost y otros mecanismos efectivos de reciclado.

3) Estimular la producción local de cultivos adaptados al conjunto natural y socioeconómico.

4) Sustentar una producción neta deseada mediante la preservación de los recursos naturales, esto es, mediante la minimización de la degradación del suelo.

5) Reducir los costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de las granjas de pequeño y mediano tamaño, promoviendo así un sistema agrícola diverso y flexible.

Desde el punto de vista de manejo, los componentes básicos de un agroecosistema sustentable incluyen:

1) Cubierta vegetativa como medida efectiva de conservación del suelo y el agua, mediante el uso de prácticas de cero-labranza, cultivos con «mulches», uso de cultivos de cubierta, etc.

2) Suplementación regular de materia orgánica mediante la incorporación continua de abono orgánico y compost y promoción de la actividad biótica del suelo.

3) Mecanismos de reciclado de nutrimentos mediante el uso de rotaciones de cultivos, sistemas de mezclas cultivos/ganado, sistemas agroforestales y de intercultivos basados en leguminosas, etc.

4) Regulación de plagas asegurada mediante la actividad estimulada de los agentes de control biológico alcanzada mediante la manipulación de la biodiversidad y por la introducción y/o conservación de los enemigos naturales.

INDICADORES DE LA SOSTENIBILIDAD

Hay una necesidad urgente por desarrollar un conjunto de indicadores de comportamiento (*performance*) socioeconómico y agroecológico para juzgar el éxito de un proyecto, su durabilidad, adaptabilidad, estabilidad, equidad, etc. Estos indicadores de *performance* deben demostrar una capacidad de evaluación interdis-

ciplinar. Un método de análisis y desarrollo tecnológico no sólo se debe concentrar en la productividad, sino también en otros indicadores del comportamiento del agroecosistema, tales como la estabilidad, la sustentabilidad, la equidad y la relación entre éstos (figura 7). Estos indicadores se definen a continuación:

1. Sustentabilidad

Es la medida de la habilidad de un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, en la presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas. La productividad de los sistemas agrícolas no puede ser aumentada indefinidamente. Los límites fisiológicos del cultivo, la capacidad de carga del hábitat y los costos externos implícitos en los esfuerzos para mejorar la producción imponen un límite a la productividad potencial. Este punto constituye el «equilibrio de manejo», por lo cual el agroecosistema se considera en equilibrio con los factores ambientales y de manejo del hábitat y produce un rendimiento sostenido. Las características de este manejo equilibrado varían con diferentes cultivos, áreas geográficas y entradas de energía y, por lo tanto, son altamente «específicos del lugar».

2. Equidad

Supone medir el grado de uniformidad con que son distribuidos los productos del agroecosistema entre los productores y consumidores locales. La equidad es, sin embargo, mucho más que ingresos adecuados, buena nutrición o tiempo suficiente para el esparcimiento. Muchos de los aspectos de la equidad no son fácilmente definibles ni medibles en términos científicos. Para algunos, la equidad se alcanza cuando un agroecosistema satisface demandas razonables de alimento sin imponer a la sociedad aumentos en los costos sociales de la producción. Para otros, la equidad se logra cuando la distribución de oportunidades o ingresos dentro de una comunidad mejora realmente.

3. Estabilidad

Es la constancia de la producción bajo un grupo de condiciones ambientales, económicas y de manejo. Algunas de las

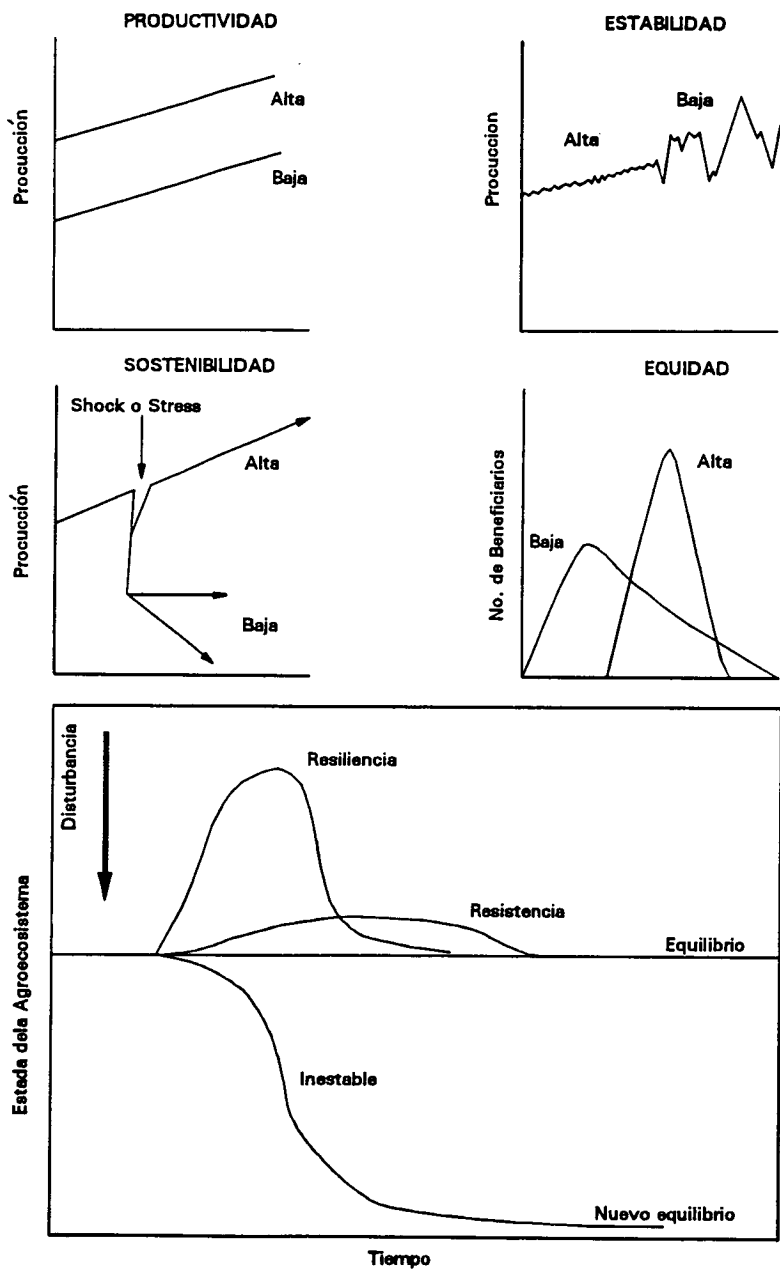


Fig. 7. Indicador de la sustentabilidad en agroecosistemas.

presiones ecológicas constituyen serias restricciones, en el sentido de que el agricultor se encuentra virtualmente impedido de modificarla. En otros casos, el agricultor puede mejorar la estabilidad biológica del sistema, seleccionando cultivos más adaptados o desarrollando métodos de cultivos que permitan aumentar los rendimientos. La tierra puede ser regada, provista de cobertura, abonada o los cultivos pueden ser intercalados o rotados para mejorar la elasticidad del sistema. El agricultor puede complementar su propio trabajo utilizando animales, o máquinas, o empleando fuerza de trabajo de personas. De esta manera, la naturaleza exacta de la respuesta no depende sólo del ambiente, sino también de otros factores de la sociedad. Por esta razón, el concepto de estabilidad debe ser expandido para abarcar consideraciones de tipo socioeconómico y de manejo.

4. Productividad

Es la medida de la cantidad de producción por unidad de superficie, labor o insumo utilizado. Un aspecto importante muchas veces ignorado al definir la producción de la pequeña agricultura es que la mayoría de los agricultores otorgan mayor valor a reducir los riesgos que a elevar la producción al máximo. Por lo general, los pequeños agricultores están más interesados en optimizar la producción de los recursos o factores del predio, que le son escasos o insuficientes, que en incrementar la productividad total de la tierra o del trabajo. Por otro lado, los agricultores parecen elegir tecnologías de producción sobre la base de decisiones que toman en cuenta la totalidad del sistema agrícola y no un cultivo en particular. El rendimiento por área puede ser un indicador de la producción y/o constancia de la producción, pero la productividad también puede ser medida por unidad de labor o trabajo, por unidad de inversión de dinero, en relación con necesidades o en una forma de coeficientes energéticos. Cuando los patrones de producción son analizados mediante estos coeficientes, queda de manifiesto que los sistemas tradicionales son extremadamente más eficientes que los agroecosistemas modernos en cuanto al uso de energía. Un sistema agrícola comercial suele mostrar razones de egreso/ingreso calórico de 1-3, mientras que los sistemas agrícolas tradicionales exhiben razones de 3-15 (tabla 4).

Los predios constituyen sistemas de consumo y producción

Tabla 4
EFICIENCIA ENERGETICA DE VARIOS SISTEMAS
DE PRODUCCION DE MAIZ
(en 103 kcal./ha./año)

	Sistema manual	Tracción animal	Convencional/ mecanizado	Orgánico	Rotación con soja-trigo- alfalfa
<i>Input total</i>	228	665	2.285	—	—
<i>Salida total</i>	6.962	3.352	7.636	—	—
<i>Razón energética (salida/input) ..</i>	30,5	5,0	3,3	6,7	8,3

de energía y debieran considerarse como sistemas con flujos energéticos; sin embargo, también producen alimentos, ingresos, empleos y constituyen un modo de vida para muchas sociedades agrarias, índices que también contribuyen a la producción total.

Hay que tener cuidado que el bienestar físico y social resultante de proyectos agrícolas pueda ser medido cuantitativamente, en términos de incremento en la alimentación, ingresos reales, calidad de los recursos naturales, mejor salud, sanidad, abastecimiento de agua, servicios de educación, etc. Que un sistema sea sostenible o no, debería ser establecido por la población local, en relación a como ellos perciben la satisfacción de los principales objetivos atribuidos al desarrollo sostenible. Una medida fundamental de la sostenibilidad debería ser la reducción de la pobreza y de sus consecuencias sobre la degradación del medio ambiente. Los índices de la sostenibilidad deberían provenir de un análisis de la manera en que los modelos de crecimiento económico concuerdan con la conservación de los recursos naturales, tanto a nivel global como local. Es evidente que los requisitos de una agricultura sustentable engloben aspectos técnicos, institucionales y de políticas agrarias (figura 8).

Es tanto o más importante entender cuándo un agroecosistema deja de ser sostenible que cuando éste se vuelve sostenible. Un agroecosistema puede dejar de ser considerado como sostenible cuando ya no puede asegurar los servicios ecológicos, los objetivos económicos y los beneficios sociales, como resultado de un cambio o una combinación de cambios en los siguientes niveles:

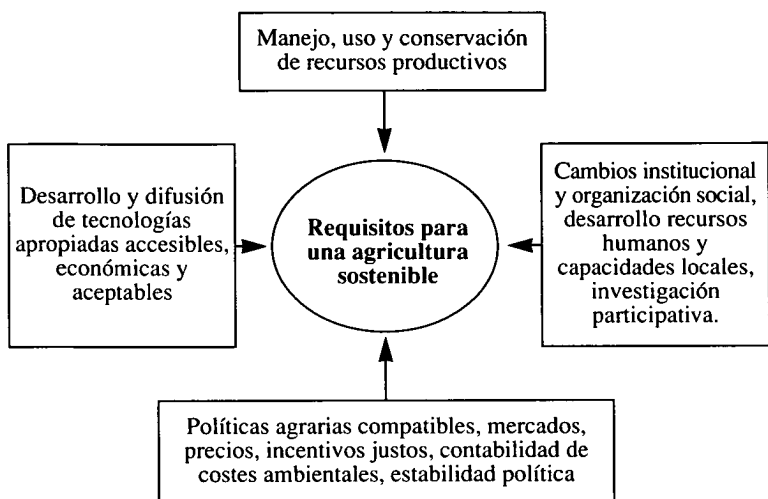


Fig. 8. Requisitos de una agricultura sostenible.

1. Disminución en la capacidad productiva (debido a la erosión, a contaminación con fitosanitarios, etc.).

2. Reducción de la capacidad homeostática de adecuarse a los cambios, debido a la destrucción de los mecanismos internos de control de plagas o de las capacidades de reciclaje de nutrientes.

3. Reducción en la capacidad evolutiva, debido, por ejemplo, a la erosión genética o a la homogeneización genética a través de los monocultivos.

4. Reducción en la disponibilidad o en el valor de los recursos necesarios para satisfacer las necesidades básicas (por ejemplo, acceso a la tierra, al agua y otros recursos).

5. Reducción en la capacidad de manejo adecuado de los recursos disponibles, debido a una tecnología inapropiada o a una incapacidad física (enfermedad, malnutrición).

6. Reducción de la autonomía en el uso de recursos y toma de decisiones, debido a la creciente disminución de opciones para los productores agrícolas y consumidores.

En la medida que se definan los umbrales de «empobrecimiento» social y ecológico de un sistema, se podrá determinar un modelo de desarrollo que minimice la degradación de la base

ecológica que mantiene la calidad de vida humana y la función de los ecosistemas como proveedores de servicios y de alimentos. Para lograr esto, los procesos de transformación biológica, desarrollo tecnológico y cambio institucional tienen que realizarse en armonía, de manera que el desarrollo sostenible no empobrezca a un grupo mientras enriquece a otro, y no destruya la base ecológica que sostiene la productividad y la biodiversidad.

AGROECOLOGIA Y SU APLICACION AL DESARROLLO RURAL

En tanto el desarrollo agrícola implica inevitablemente un cierto grado de transformación física de los paisajes y de artificialización de los ecosistemas, es esencial concebir estrategias que enfatizen métodos y procedimientos para lograr el desarrollo sostenible ecológicamente. La agroecología puede servir como paradigma directivo, ya que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva ecológica y socioeconómica. Además de proponer una metodología para diagnosticar la «salud» de los sistemas agrícolas, la agroecología define los principios ecológicos necesarios para desarrollar sistemas de producción sostenibles dentro de marcos socioeconómicos específicos (tabla 5). En el pasado, la falta de una comprensión integral contribuyó a la crisis ecológica y socioeconómica actual que afecta a la agricultura moderna. Una estrategia agroecológica puede guiar el desarrollo agrícola sostenible para lograr los siguientes objetivos de largo plazo:

1. Mantener los recursos naturales y la producción agrícola.
2. Minimizar los impactos en el medio ambiente.
3. Adecuar las ganancias económicas (viabilidad y eficiencia).
4. Satisfacer las necesidades humanas y de ingresos.
5. Responder a las necesidades sociales de las familias y comunidades rurales (salud pública, educación, etc.).

La agroecología ha surgido como un enfoque nuevo al desarrollo agrícola más sensible a las complejidades de las agriculturas locales, al ampliar los objetivos y criterios agrícolas para abarcar propiedades de sustentabilidad, seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos y equidad,

Tabla 5
PRINCIPIOS AGROECOLOGICOS PARA EL MANEJO
SUSTENTABLE DE AGROECOSISTEMAS

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

junto con el objetivo de una mayor producción. El objetivo es promover tecnologías de producción estable y de alta adaptabilidad ambiental (figura 9).

Debido a lo novedoso de su modo de ver la cuestión del desarrollo agrícola campesino, la agroecología ha influenciado fuertemente la investigación agrícola y el trabajo de extensión de muchas ONGs latinoamericanas. Varias características del enfoque agroecológico relacionadas al desarrollo de la tecnología y a su difusión la hacen especialmente compatible con la racionalidad de las ONGs:

a) La agroecología, con su énfasis en la reproducción de la familia y la regeneración de la base de los recursos agrícolas, proporciona un sistema ágil para analizar y comprender los diversos factores que afectan a los predios pequeños. Proporciona también metodologías que permiten el desarrollo de tecnologías hechas cuidadosamente a la medida de las necesidades y circunstancias de comunidades campesinas específicas.

b) Las técnicas agrícolas regenerativas y de bajos insumos y los proyectos propuestos por la agroecología son socialmente activadores, puesto que requieren un alto nivel de participación popular.

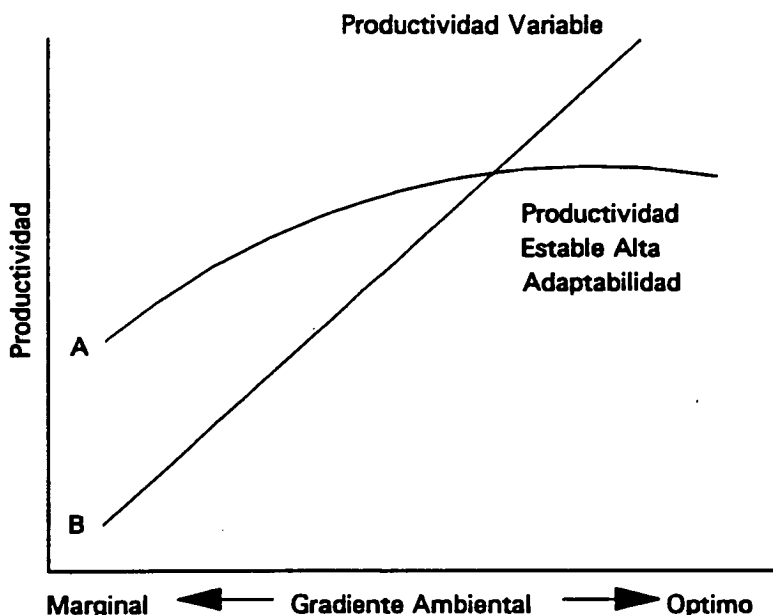


Fig. 9. Productividad potencial y adaptabilidad de estrategias agroecológicas y convencionales adaptadas a un rango de condiciones ambientales.

c) Las técnicas agroecológicas son culturalmente compatibles, puesto que no cuestionan la lógica de los campesinos, sino que, en realidad, contribuyen a partir del conocimiento tradicional, combinándolo con los elementos de la ciencia agrícola moderna.

d) Las técnicas son ecológicamente sanas, ya que no pretenden modificar o transformar el ecosistema campesino, sino más bien identificar elementos de manejo que, una vez incorporados, llevan a la optimización de la unidad de producción.

e) Los enfoques agroecológicos son económicamente viables, puesto que minimizan los costos de producción al aumentar la eficiencia de uso de los recursos localmente disponibles.

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

1. Mejorar la producción de los alimentos básicos a nivel del predio agrícola para aumentar el consumo nutricional familiar, incluyendo la valorización de productos alimentarios tradicionales (*Amaranthus*, quinoa, lupino, etc.) y la conservación del germoplasma de cultivos nativos.

2. Rescatar y reevaluar el conocimiento y las tecnologías de los campesinos.

3. Promover la utilización eficiente de los recursos locales (por ejemplo, tierra, trabajo, subproductos agrícolas, etc.).

4. Aumentar la diversidad y variedad de animales y cultivos para minimizar los riesgos.

5. Mejorar la base de recursos naturales mediante la regeneración y conservación del agua y suelo, poniendo énfasis en el control de la erosión, cosecha de agua, reforestación, etc.

6. Disminuir el uso de insumos externos para reducir la dependencia, pero manteniendo los rendimientos con tecnologías apropiadas, incluyendo técnicas de agricultura orgánica y otras técnicas de bajo insumo.

7. Garantizar que los sistemas alternativos tengan efecto habilitador no sólo en las familias individuales, sino también en la comunidad total.

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

EL VALOR Y USO DEL CONOCIMIENTO AGRICOLA TRADICIONAL

Tal vez uno de los rasgos que ha caracterizado a la agroecología en su búsqueda de nuevos tipos de desarrollo agrícola y estrategias de manejo de recursos es que el conocimiento de los agricultores locales sobre el ambiente, las plantas, suelos y los procesos ecológicos recupera una importancia sin precedentes dentro de este nuevo paradigma. Varias ONGs están convencidas que el comprender los rasgos culturales y ecológicos característicos de la agricultura tradicional, tales como la capacidad de evitar riesgos, las taxonomías biológicas populares, las eficiencias de producción de las mezclas de cultivos simbióticos, el uso de plantas locales para el control de las plagas, etc., es de

importancia crucial para obtener información útil y pertinente que guíe el desarrollo de estrategias agrícolas apropiadas más sensibles a las complejidades de la agricultura campesina y que también están hechas a la medida de las necesidades de grupos campesinos específicos y agroecosistemas regionales.

La idea es que la investigación y el desarrollo agrícola debieran operar sobre la base de un enfoque desde abajo, comenzando con lo que ya está ahí: la gente del lugar, sus necesidades y aspiraciones, sus conocimientos de agricultura y sus recursos naturales autóctonos. En la práctica, el enfoque consiste en conservar y fortalecer la lógica productiva de los campesinos mediante programas de educación y adiestramiento, usando granjas demostrativas que incorporen tanto las técnicas campesinas tradicionales como también nuevas alternativas viables. De esta manera, el conocimiento y las percepciones ambientales de los agricultores se integran a esquemas de innovación agrícola que intentan vincular la conservación de recursos y el desarrollo rural. Para que una estrategia de conservación de recursos compatible con una estrategia de producción tenga éxito entre los pequeños agricultores, el proceso debe estar vinculado a esfuerzos de desarrollo rural que den igual importancia a la conservación de los recursos locales y autosuficiencia alimentaria y/o participación en los mercados locales. Cualquier intento de conservación, tanto genética como del suelo, bosque o cultivo, debe esforzarse por preservar los agroecosistemas en que estos recursos se encuentran. Está claro que la preservación de agroecosistemas tradicionales no se puede lograr aislada del mantenimiento de la etnociencia y de la organización sociocultural de la comunidad local. Es por esta razón que muchas ONGs ponen énfasis en un enfoque agroecológico-etnoecológico como mecanismo efectivo para relacionar el conocimiento de los agricultores con los enfoques científicos occidentales en proyectos de desarrollo agrícola que enlacen las necesidades locales con la base de recursos existentes (figura 10).

RACIONALIDAD ECOLOGICA DE LOS AGROECOSISTEMAS TRADICIONALES

En algunas zonas, como en el área andina, las zonas tropicales del Amazonas y de Mesoamérica, etc., los sistemas de agricultura tradicional han emergido a lo largo de siglos de evo-

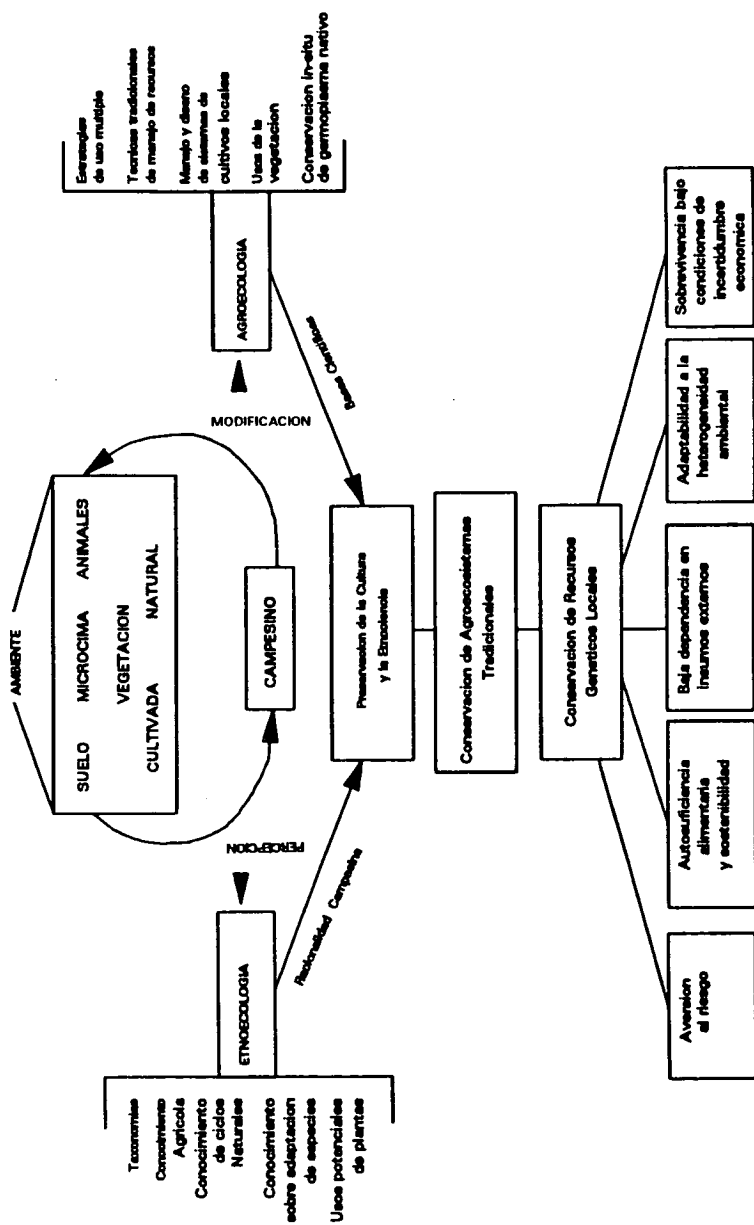


Fig. 10. Un enfoque agroecológico y etnoecológico para sistematizar, validar y aplicar el conocimiento agrícola tradicional en el desarrollo rural.

lución cultural y biológica, de manera que los campesinos y los indígenas han desarrollado o heredado agroecosistemas que se adaptan bien a las condiciones locales y que les han permitido satisfacer sus necesidades vitales por siglos, aun bajo condiciones ambientales adversas, tales como terrenos marginales, sequía o inundaciones, etc.

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

Confrontados con problemas específicos relativos a pendiente, espacio limitado, fertilidad baja de suelos, sequías, plagas, etc., los campesinos de todo el continente han desarrollado sistemas únicos de manejo para obviar tales limitaciones (tabla 6).

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

- Mantenimiento de la diversidad genética y de especies temporales y espaciales y de continuidad productiva.
- Uso óptimo del espacio y de los recursos locales.
- Reciclaje de nutrimentos, desechos, agua y energía.
- Conservación de agua y suelo.
- Control de la sucesión y protección de los cultivos.

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

ENFOQUES AGROECOLOGICOS EN EL DESARROLLO RURAL

Existe hoy en América Latina una serie de programas de asistencia a los campesinos, destinados temporalmente a solu-

Tabla 6
AMERICA LATINA: ALGUNOS EJEMPLOS DE SISTEMAS DE MANEJO DE SUELO, VEGETACION, AGUA, ETC., UTILIZADOS POR CAMPESINOS

Limitación ambiental	Objetivo	Prácticas de manejo
Espacio limitado	Maximizar uso de recursos ambientales y tierra disponible.	Policultivos, agroforestación, 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, composting, 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, espaciamiento cultivos, uso de cultivos que toleran sombra, manejo de viento con cortaviento, cercos vivos, labranza mínima, policultivos, agroforestación, etc.
Incidencia de plagas	Proteger los cultivos, reducir las poblaciones de plagas.	Sobresiembrá, tolerancia de cierto daño, uso de variedades resistentes, siembra en épocas de bajo potencial, de plagas, manejo del hábitat para incrementar enemigos naturales, uso de plantas repelentes, etc.

cionar su problema de subsistencia y de autosuficiencia alimentaria. El enfoque general consiste en mejorar cuidadosamente los sistemas campesinos existentes con elementos apropiados de la etnociencia y de la ciencia agrícola moderna; los programas tienen una orientación ecológica y se basan en tecnologías que conservan recursos y sustentan la productividad.

Los diversos programas de asistencia campesina van desde programas piloto o experimentales, que se aplican a unas pocas familias, hasta programas de acción con repercusión regional. El objetivo principal consiste en permitir que las comunidades se ayuden a sí mismas para lograr un mejoramiento colectivo de la vida rural a nivel local. Las organizaciones promotoras constituyen grupos no gubernamentales, que operan con fondos suministrados por fundaciones extranjeras, al margen de las universidades o ministerios de agricultura. Estos grupos, que desde el ámbito privado buscan una proyección social, van ocupando los vacíos que deja el Estado como agente central en la promoción del desarrollo. La tabla 7 enumera una serie de proyectos de ONGs asociados a CLADES, con una descripción de la estrategia tecnológica y sus logros e impactos.

Recreando y mejorando la agricultura tradicional

1. Como parte de un intento por recuperar la diversidad y estabilidad de la producción que caracterizaba a los agricultores tradicionales del sureste de México, en colaboración con campesinos de la zona, se instalaron módulos de producción sostenibles, basados en las «chinampas» y huertos familiares poliespecíficos. Cada módulo era manejado por varias familias, en una superficie de 5 a 15 hectáreas, rodeadas por una banda de vegetación secundaria enriquecida con especies frutales y forestales. El interior del módulo se configuró sobre la base de la diversidad topográfica de cada sitio. En el centro se construyeron tanques para criar peces y patos, y las plantas acuáticas y sedimentos se utilizaron para fertilizar las otras partes del módulo. Alrededor de tanque y de los canales periféricos se construyeron plataformas con el material fangoso del fondo del agua, formando así un sistema de «chinampas» tropicales para producción intensiva de cultivos. El suelo de estas «chinampas» se enriquecía constantemente con materia orgánica del fondo del reservorio y con los residuos del lirio acuático (*Eichornia cras-*

Tabla 7

PROYECTOS AGROECOLOGICOS DE ONGS LATINOAMERICANAS AFILIADAS AL CLADES

ONG	Características de las áreas elegidas	Limitaciones agroecológicas y socioeconómicas	Objetivos de la estrategia agroecológica	Componentes técnicos de la estrategia	Impactos y/o logros
SEMTA (Bolívia)	Provincia Pacajes, altiplano (3.500-3.800 m.s.n.m.). Papa, cereales, cultivos andinos, ganado ovino, bovino y alpacas.	Heladas, baja fertilidad de los suelos, erosión, deforestación y sequía. Pobreza generalizada, poco acceso al crédito, a los servicios públicos y a los mercados.	Frenar el proceso de degradación ecológica y regenerar el potencial productivo.	Manejo orgánico de invernaderos de adobe para producción de verduras. Rotación de cultivos en terrazas para luchar contra la erosión. Reforestación con especies nativas. Mejoramiento de los pastos nativos.	Producción precoz de verduras en invernaderos logrando precios altos en los mercados de La Paz y aumentando los ingresos de los campesinos.
CIED (San Marcos, Perú)	Altiplano (3.500 m.s.n.m.). Pastos naturales (ichhu), cultivos andinos, papa, ganado, camélidos.	Heladas, sequía, inundaciones, erosión de los suelos y erosión genética, baja productividad. Pobreza y marginalización.	Autosuficiencia alimenticia, conservación de la base de recursos naturales, rescate de tecnologías tradicionales.	Rehabilitación de waru-warus y andenes. Rotación de cultivos. Reintroducción de alpacas. Mejora del manejo y la sanidad de los animales.	Los waru-warus aseguran la producción de papa en medio de helada, y disminuyen los riesgos en la producción alimentaria.

Tabla 7 (Continuación)

ONG	Características de las áreas elegidas	Limitaciones agroecológicas y socioeconómicas	Objetivos de la estrategia agroecológica	Componentes técnicos de la estrategia	Impactos y/o logros
IDEAS (San Marcos, Perú)	Valles interandinos de Cajamarca (18° C, 450 mm. de precipitaciones). Cereales, ganado, papa, maíz.	Vertientes, erosión, sequía estacional. Pobreza, poco acceso a buenas tierras.	Concebir sistemas agrícolas autosuficientes. Rescatar y enriquecimiento de tecnología tradicional. Conservación de suelos y agua.	Parcelas modelo de rotación y policultivos. Gestión de la materia orgánica del suelo. Manejo de mamíferos pequeños y aves de corral.	La producción con abono orgánico demostró ser viable estabilizando los suelos sin uso de químicos tóxicos.
PTA/CTAQ (Brasil)	Noreste del Brasil, trópicos semiáridos, 8 a 11 meses secos. Algodón perenne, maíz, habas.	Rápida descomposición de la materia orgánica, baja producción de biomasa, baja fertilidad de los suelos, costras, salinidad. Pobreza, poco acceso a la tierra, problemas de mercado.	Mejorar el sistema de cultivo tradicional (rotado). Ofrecer nuevas opciones productivas para verduras, frutas y diversificación animal. Almacenamiento y conservación del agua. Mejorar el manejo de animales, la conservación <i>in situ</i> y germoplasmas locales.	Manejo agro-silvo-pastoral del Catanga (vegetación natural xerófila). Concepción de rotaciones, modelos de agroforestería y policultivos.	Técnicas de almacenamiento de agua y diseño de sistemas de cultivo resistentes a la sequía han aumentado la productividad en áreas semiáridas.

Tabla 7 (Continuación)

ONG	Características de las áreas elegidas	Limitaciones agroecológicas y socioeconómicas	Objetivos de la estrategia agroecológica	Componentes técnicos de la estrategia	Impactos y/o logros
CPCC (Paraguay).	Serranía subtropical (600-800 m.s.n.m.). Casava, maíz, maní, habas, algodón, caña de azúcar, arroz.	Sequía estacional (4-6 meses), baja fertilidad de los suelos. Bajos ingresos, pequeñas explotaciones.	Diseño de sistemas agroforestales, conservación de suelos y diversificación de la producción.	Viveros comunales. Diversificación de los bosques, conservación de los suelos y manejo orgánico de los suelos.	Los sistemas agroforestales han impulsado la producción de numerosos recursos y frenado los procesos de deforestación.
CETC (Colombia)	Suroeste del valle del Cauca (1.500 mm. de precipitaciones). Casava, frutas tropicales.	Suelos ácidos y erosionados, plagas. Bajos ingresos, no hay acceso a créditos o asistencia técnica. Bajos precios de productos agrícolas.	Diversificación de la producción, con bajos insumos. Conservación de recursos naturales. Alternativas a los pesticidas.	Mejorar los sistemas de cultivos de casava. Sistemas de conservación de suelos. Huertos familiares. Control de plagas con parásitos y plantas.	La erosión de los suelos ha sido reducida y las alternativas a los pesticidas han sido efectivas.
INDES (Argentina)	Area subtropical seca (600 mm.). Algodón y cultivos de subsistencia (maíz, zapallo, casava).	Sequía, altas temperaturas, erosión eólica, baja fertilidad de los suelos. Pobreza, desempleo, falta de créditos.	Autosuficiencia alimentaria. Optimizar el uso de los recursos locales.	Racionalizar las rotaciones en base al algodón. Mejorar la cobertura del suelo para evitar la erosión. Uso de variedades adaptadas.	Los modelos de diversificación han traído nuevos cultivos en la producción, reduciendo la prevalencia de algodón.

Tabla 7 (Conclusión)

ONG	Características de las áreas elegidas	Limitaciones agroecológicas y socioeconómicas	Objetivos de la estrategia agroecológica	Componentes técnicos de la estrategia	Impactos y/o logros
CET (Chile)	Isla Chiloé, sur de Chile (2.000-2.500 mm. de precipitación). Papa, trigo, pastos.	Heladas, suelos ácidos, deficiencia de fósforo, sobrepastoreo, erosión genética. Pobreza, problemas de mercado.	Mejorar y estabilizar los sistemas de producción a través de la diversificación, uso de recursos locales, rescatando variedades y tecnologías tradicionales y la conservación de suelos.	Programas comunales de conservación genética de la papa <i>in situ</i> . Rotaciones de pastos-cultivos de base. Rotación del sistema de pastoreo. Sistemas silvopastorales.	Más de 100 variedades tradicionales de papa rescatadas, con alrededor de 56 familias implicadas en programas de conservación <i>in situ</i> .

sipes), capaz de producir hasta 900 kilogramos por hectárea de materia seca, y con el guano de los animales se garantizaba la fertilidad de las «chinampas» en forma permanente. En las áreas de producción de cultivo, la fuente principal de materia orgánica provenía de rotaciones entre cereales y leguminosas y de la incorporación de abonos verdes.

2. En un proyecto similar en Veracruz (México) se establecieron granjas integradas basadas en el sistemas de las «chinampas» y los sistemas de acuicultura asiáticos, en que se integró la producción de hortalizas con la producción piscícola y animal a través del manejo y reciclaje de materia orgánica. El cultivo intensivo de maíz, frijol y calabaza para el autoconsumo se complementó con la producción de hortalizas de valor comercial, asegurándose así un ingreso de dinero y, a la vez, la autosuficiencia alimentaria. Los residuos de los cultivos proveían abundantes desechos para la alimentación de los animales. A su vez, el estiércol se devolvía a los campos y se agregaban a los estanques piscícolas como fertilizantes.

3. En las zonas altas de los Andes bolivianos, donde la economía agropastoral se ha modificado radicalmente y los campesinos dependen cada vez más de insumos químicos, el Proyecto de Agrobiología de la Universidad de Cochabamba (AGRUCO) asiste a los campesinos a recuperar su autonomía productiva. Así, para minimizar el uso de fertilizantes químicos y suplir las necesidades de nitrógeno de la papa y cereales se han diseñado patrones de policultivos y de rotación utilizando la leguminosa nativa denominada *Lupinus mutabilis*, que puede fijar hasta 200 kilogramos por hectárea de nitrógeno por estación, elemento que queda disponible para el cultivo subsecuente de la papa. En ensayos con policultivos de papa y lupino y de papa y frijol se ha demostrado que estos sistemas rendían más que los monocultivos y también reducían significativamente la incidencia de las enfermedades virales. En suelos neutrales se obtuvieron rendimientos de papa mayor con guano que con fertilizantes químicos. AGRUCO está actualmente tratando de mejorar el contenido de fósforo del abono animal, agregándole roca fosfórica que se puede conseguir localmente y a precios baratos. Igualmente se ha desarrollado una infraestructura local para elaborar un fertilizante a base de hueso (cuernos) de vacuno denominado «wajra-abono», que tiene bajo costo y un efecto residual mayor que los fertilizantes químicos.

4. En Perú, el entusiasmo por las tecnologías ancestrales

se extendió a la reconstrucción de un sistema de camellones llamado «waru-warus», que evolucionó hace 3.000 años. Los «waru-warus» consisten en plataformas de suelo rodeados de canales, capaces de producir rendimientos espectaculares en condiciones de sequía, inundaciones y heladas o alturas de casi 4.000 metros. En 1984 varias ONGs y agencias del Estado formaron el Proyecto Interinstitucional de Rehabilitación de Waru-Warus en el Altiplano (PIWA), para asistir a los agricultores locales a rehabilitar «warus». En el distrito de Huatta, «warus» reconstruidos producen rendimientos sostenidos de papas entre 8-14 t./ha./año, en comparación con el promedio en pampa en Puno de 1-4 toneladas. En Caujata, la producción de papa llegó a 13 t./ha./año, y los de Quinoa hasta 2 toneladas, sin necesidad de fertilizantes o herramientas modernas.

Estabilizando la producción en laderas

1. En la Sierra de la Republica Dominicana, el Plan Sierra, con el apoyo de varias fundaciones y del Programa Mundial de Alimentos de la FAO, ha iniciado un programa de gran escala para estabilizar los «conucos» (sistemas campesinos de agricultura itinerante), que, debido a su ubicación en laderas muy empinadas ocasionan gran erosión, afectando embalses hidroeléctricos importantes; la erosión, a la vez, degrada la fertilidad de los «conucos», con lo cual los campesinos pierden su capacidad de autosuficiencia alimentaria. Por medio de un programa de subsidio de alimentos, el Plan Sierra provee raciones alimenticias a aquellos campesinos participantes que adopten prácticas de conservación de suelos y patrones diversificados de producción de maíz, yuca, batata y una serie de leguminosas que mantienen el suelo cubierto durante todo el año, pero que, además, suministran alimentos básicos a las familias campesinas. El Plan Sierra, además, enfatiza la adopción de sistemas agroforestales, la integración de animales menores, de una vaca y de sistemas biodinámicos de producción de hortalizas en «camas» altas (figura 11). Una vez establecidos los «conucos» modelos y cuando el campesino ha comprobado que es capaz de asegurar una producción estable en el «conuco», el Plan suspende el subsidio alimentario, pero no el seguimiento del sistema de asistencia técnica, lo que permite promover el programa entre otros campesinos.

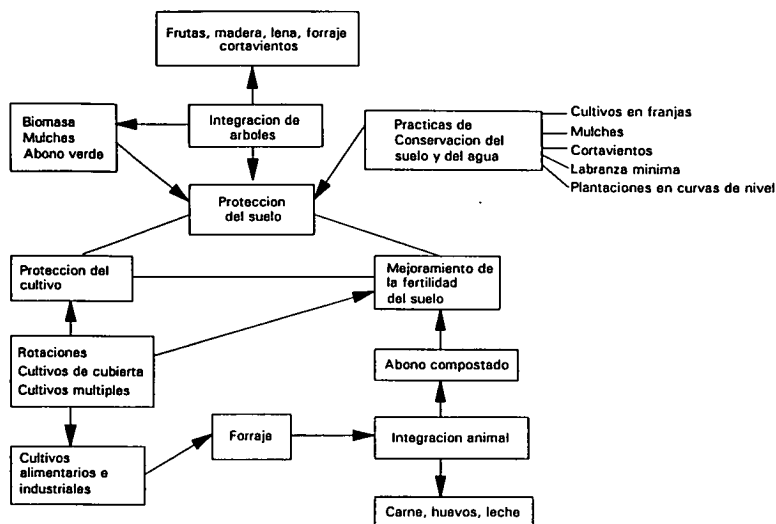


Fig. 11. Montaje de un agroecosistema diversificado que se traduzca en un aumento de la protección y fertilidad del suelo y fertilidad del suelo adaptable a la sierra dominicana.

2. En Cajamarca (Perú), varias ONGs se han dedicado a restaurar terrazas abandonadas. En el valle del Colca el Programa de Acondicionamiento Territorial y Vivienda Rural (PRAV-TIR) ofrece préstamos de bajo interés y semillas a agricultores interesados en reconstruir hasta 30 hectáreas de terrazas. Las terrazas minimizan los riesgos de erosión y los derivados de heladas y sequía, amplificando las opciones y rendimientos de cultivo, dado los efectos microclimáticos, edáficos e hidrológicos. En el primer año los rendimientos de papa, maíz y cebada se elevaron entre 43-65%, comparado con los rendimientos de los mismos cultivos en pampa (tabla 8). Una limitación de esta estrategia es la alta demanda de mano de obra (hasta 500 días/hombre por hectárea reconstruida).

3. En Loma Linda, Honduras, se diseñó un sistema de labranza mínima para producir en laderas sin causar erosión. La técnica consiste en cortar malezas y otra vegetación natural con un machete sin remover suelo. Usando un azadón o un pequeño arado se abren surcos en la dirección del contorno cada 50-60 centímetros. Se aplica gallinaza y se siembra en los surcos. En

Tabla 8
RENDIMIENTOS DE CULTIVOS EN TERRAZAS
RECONSTRUIDAS EN CAJAMARCA, PERU
(kg./ha.)

Cultivos	Terrazas	Sin terrazas	% diferencia
Papas	17.206	12.206	71
Maíz	2.982	1.807	18
Cebada	1.910	1.333	56
Cebada (forraje)	23.000	15.865	69

la medida que crecen los cultivos, las malezas se mantienen cortadas entre las hileras, y la biomasa se usa como mulch y materia orgánica. Los rendimientos son buenos y no se detecta erosión.

4. En un proyecto similar en Guinops (Honduras), Vecinos Mundiales introdujeron prácticas de conservación de suelos (ejemplo: barreras vivas y murallas de piedra, y fertilización orgánica, tal como uso de gallinaza e intercalación de leguminosas). En el primer año los rendimientos se elevaron de 0,4 a 1,2 t./ha./año, asegurando a 1.200 familias alimentos para todo el año. Mayor producción por hectárea significó detener un poco el avance de la frontera agrícola, permitiendo la regeneración del bosque de pino y la dedicación de tierras de ladera a pastos y plantaciones de café.

Diseñando sistemas autosuficientes

1. En Chile, donde el crédito y la asistencia técnica ya casi no llegan al campesinado, el Centro de Educación y Tecnología (CET) ayuda a las comunidades rurales a alcanzar autosuficiencia alimentaria a bajo costo y durante todo el año. El enfoque del CET ha consistido en establecer una serie de granjas modelo de entre media y una hectárea de extensión, en que es posible satisfacer la mayoría de las necesidades de una familia de poca tierra y escaso capital. En estas granjas el factor crítico es el aprovechamiento de recursos limitados en la diversificación. Cultivos, animales y otros recursos del predio se ensamban en el tiempo y el espacio para optimizar la eficiencia productiva, el reciclaje de nutrientes y la protección vegetal.

Tabla 9
EFFECTOS DOCUMENTADOS DE ESTRATEGIAS
AGROECOLOGICAS EN COMPARACION
CON ESTRATEGIAS CONVENCIONALES

Efectos sobre el suelo (derivados de rotaciones, policultivos, integración animal y uso de leguminosas)

1. Incremento en el contenido de materia orgánica. Estímulo de actividad biológica del suelo. Incremento de la mineralización de nutrientes.
2. Conservación de suelo y humedad, disminución de erosión, mejoramiento de estructura (tabla 11 A y B).
3. Mayor captura y reciclaje de nutrientes.
4. Incremento de actividad micorrízica y de antagonistas.

Efecto sobre plagas, enfermedades y malezas

1. Diversificación en la forma de policultivos reduce insectos plagas al afectar directamente a herbívoros o al estimular a enemigos naturales.
2. Multilíneas y mezclas de variedades reducen enfermedades.
3. Policultivos con alta cobertura del suelo reducen malezas.
4. Cultivos de cobertura en frutales reducen plagas y malezas.
5. Labranza mínima puede reducir enfermedades.

Efectos sobre rendimientos

1. Rendimientos por unidad de área pueden ser 5-10% menor (tabla 12), aunque rendimientos relacionados con otros factores (por unidad de suelo perdido, por unidad de energía, de agua, etc.) son mayores. Policultivos sobreproducen a los monocultivos.
2. Puede existir una merma en la producción durante el período de conversión a manejo orgánico, pero esto se puede obviar con sustitución de insumos (figura 13).
3. La variabilidad de los rendimientos es menor, hay menor riesgo de fracaso productivo.
4. Las variedades nativas o tradicionales son más adaptadas y eficientes en el uso de recursos escasos que las variedades mejoradas (tabla 13).
5. Las rotaciones incrementan y estabilizan rendimientos en el largo plazo (figura 14).

Efectos sobre aspectos económicos

1. Bajos costos de producción.
 2. Requerimientos de mano de obra mayor para algunas prácticas, pero existe un efecto distribuidor de las necesidades de mano durante la estación, evitando picos de demanda (figura 15 y tabla 14 A y B).
 3. Induce menos costos ambientales (externalidades); por ejemplo, existe una menor depreciación del suelo, menos costos de contaminación, etc. (tabla 15).
 4. La eficiencia energética es mayor, hay una demanda menor de energía total.
-

Tabla 10
EFFECTOS DOCUMENTADOS DE VARIAS PRACTICAS AGROECOLOGICAS
SOBRE PARAMETROS AGROPRODUCTIVOS

Sistema de manejo	Mejora fertilidad	Controla erosión	Suprime plagas	Reduce enfermedades	Controla malezas	Incrementa rendimientos	Ameliora micro-clima	Conserva humedad	Estimula biología del suelo
Mulch vivo	#	#	#	O	#	X	O	O	#
Mulch muerto ..	O	#	#	#	#	#	#	#	#
Labranza mínima	#	#	X	#	X	X	O	O	#
Cultivo en callejones	#	O	O	O	O	#	#	#	#
Barreras vivas ..	O	#	O	O	O	#	O	O	O
Rotaciones	#	#	#	#	#	#	O	O	#
Cultivos asociados	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Multilíneas y mezclas de variedades	O	O	#	#	O	#	O	O	O
Cultivos de cobertura	#	#	#	O	#	#	O	O	#
Agroforestería ..	#	#	X	X	X	#	#	#	#
Integración animal	#	O	O	O	O	#	O	O	#

#: Efecto positivo. X: Efecto variable (positivo, neutro o negativo, dependiendo de condiciones). O: No se ha documentado efecto significativo.

Tabla 11 A
PERDIDAS DE SUELO DE ACUERDO A CANTIDAD DE
MULCH UTILIZADOS EN SUELO DE PENDIENTES DE 1-15%

Cantidad de mulch (t./ha.)	Pérdida de suelo (t./ha.)
0	76,6
2	2,4
4	0,37
6	0,04

Básicamente las granjas del CET están compuestas por un conjunto diversificado de cultivos, hortalizas, plantas forrajeras, árboles frutales y forestales y animales. Las hortalizas se cosechan en «camas» elevadas con alta dosis de compost, capaces de producir hasta 83 kilogramos por mes de material verde en un área de 5 a 8 m². El resto de los cereales, leguminosas y forrajes se producen en un sistema rotacional de seis años. Una producción relativamente constante se alcanza al dividir la tierra en tantas parcelas de capacidad productiva similar como años de rotación. La rotación está diseñada para producir la máxima variedad de cultivos básicos (como 13 especies) en seis parcelas, aprovechando la capacidad restauradora del suelo de las leguminosas y otras propiedades de estabilización que tienen lugar cuando los cultivos se siembran en diseños policulturales y de labranza mínima en cada parcela.

Grupos de campesinos acuden al CET, donde reciben entrenamiento práctico sobre los diferentes aspectos del manejo orgá-

Tabla 11 B
PERDIDA DE SUELO EN SISTEMAS CON DIFERENTES
PLANTAS UTILIZADAS COMO BARRERAS VIVAS

Especie	Pérdida de suelo (cm.)
<i>Gliricidia sepium</i> y <i>Paspalum conjugatum</i>	0,38
<i>Pennisetum purpureum</i>	0,62
<i>G. sepium</i> + <i>P. purpureum</i>	1,38
<i>G. sepium</i>	1,50
Cultivo sin barrera	4,20

Tabla 12
RENDIMIENTO PROMEDIO DE SISTEMAS ORGANICOS
Y CONVENCIONALES EN EL MEDIO OESTE DE EE.UU.

	Bu/acre	
	Orgánico	Comercial
Maíz	77,9 + 5,4	80,6 + 7,6
Centeno	58,3 + 3,3	57,0 + 4,7
Soja	30,0 + 2,9	29,9 + 4,0
Trigo	31,4 + 3,8	34,4 + 4,1

nico de los huertos, rotación, aplicación de compost, etc. Después del período de capacitación, éstos vuelven a sus comunidades, donde enseñan a sus vecinos los nuevos métodos y aplican el modelo en sus propias tierras. El CET a veces proporciona semilla, árboles y animales a los agricultores con el compromiso de que éstos los reproduzcan y repartan las crías entre la comunidad. Algunas evaluaciones del programa en comunidades rurales revelan que los campesinos adoptan parte o todo el sistema. Muchas veces los campesinos modifican las tecnologías de acuerdo con sus costumbres o conocimiento. Por ejemplo, en el sur de Chile, un grupo campesino no utilizaba compost, sino que recogía mantillo de un bosque de acacias cercano, según la costumbre tradicional. Parece ser que los campesinos no obtie-

Tabla 13
COMPARACION DE PRODUCTIVIDAD DE VARIEDADES
DE TRIGO NATIVAS Y DE LA REVOLUCION VERDE

	Variedad nativa	Variedad revolución verde
Rendimiento (kg./ha.)	3.291	4.690
Demanda de agua (cm.)	5,3	16
Demanda fertilizante	47,3	88,5
Productividad respecto a uso de agua (kg./ha./cm.)	620,9	293,1
Productividad respecto uso de fertilizante (kg./ha./cm.)	69,5	52,9

Tabla 14 A
REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN SISTEMAS
ORGANICOS Y CONVENCIONALES

	(hr./ha.)	
	Orgánico	Convencional
Maíz, soja, cereales	7,4-8,2	6,4-7,9
Cereales	4,7-14,0	1,5-3,2
Trigo	13,1-21,0	8,9

nen recetas de la experiencia en el CET, sino más bien criterios de cómo organizar el predio en forma más eficiente. De esta manera, al parecer, el impacto del CET es más de carácter pedagógico que tecnológico. Los resultados de la experiencia del CET ha permitido concluir lo siguiente en relación a la media hectarea:

- A pesar que el sistema evaluado se implementó en suelos clases III y IV, la productividad obtenida en la gran mayoría de los casos iguala o supera marcadamente la productividad media de un sistema convencional bajo condiciones de clima y riego similares. Sólo tres de 17 especies cultivadas dentro de la rotación de cultivos mostraron productividades menores a la media.
- El sistema de manejo propuesto permite mantener y mejorar la base productiva, como lo demuestran sus

Tabla 14 B
DIAS DE LABOR PARA LIMPIAR, ARAR, SEMBRAR
Y DESYERBAR YUCA EN COLOMBIA

	Manual	Tracción animal	Tractor
Limpiar terreno	6	8	3
Arar	19	8	5
Sembrar	8	11	11
Desyerbar	31	20	20
Total	64	42	39

Tabla 15
ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DE MAIZ
Y SOJA EN EE.UU. USANDO TECNICAS DE CONTABILIDAD
DE RECURSOS NATURALES

	Sin contabilidad de recursos	Con contabilidad de recursos
	Dólares/acre/año	
Margen de operación	45	45
Depreciación de suelo ..	—	25
Ingreso operacional neto	45	20
Subsidio de gobierno	35	35
Ingreso neto total	80	55

Si se adicionara los costos ambientales del impacto de la erosión fuera del precio (46 dólares), el ingreso neto total sería -26 dólares.

- efectos sobre el suelo y sobre la incidencia de plagas y enfermedades, así como los niveles de productividad alcanzados.
- La implementación de un sistema como el propuesto fortalece y amplía las posibilidades y capacidades de una familia campesina, ya que:
 - a) La producción obtenida permite satisfacer las necesidades nutricionales y satisfacer las preferencias de una familia campesina media, liberando sus ingresos restantes para la mejor satisfacción de otras necesidades.
 - b) La distribución de las necesidades de mano de obra permite a los miembros de la familia trabajar fuera de la propiedad familiar, con el fin de poder satisfacer necesidades que no son cubiertas por la actividad agrícola (vestuario y educación, por ejemplo).
 - c) El sistema productivo no es necesariamente autosuficiente, pero sí permite un nivel de autosuficiencia mayor al de un sistema convencional de manejo, ya que disminuye drásticamente las necesidades de insumos externos y, por lo tanto confiere mayor independencia frente a las fluctuaciones del mercado.

- Es una propuesta económicamente viable, ya que el valor de su producción supera holgadamente los costos, generando incluso un valor por hora trabajada superior a lo que se obtiene trabajando fuera del predio, y no requiere grandes inversiones en su mantenimiento: la propuesta genera gran diversidad de adaptaciones, aumentando su potencial adopción, diseminación y perfeccionamiento en la sociedad campesina.

CONCLUSIONES

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

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

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

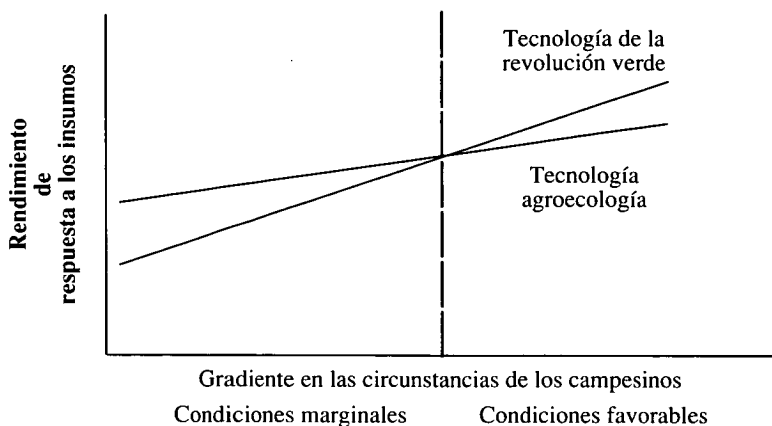


Fig. 12. La realización potencial de la tecnología de la revolución verde (agricultura de insumos altos) y tecnología agroecología (agricultura de insumos bajos) a lo largo de una gradiente de recursos naturales y condiciones socioeconómicas que afectan a los sistemas agrícolas campesinos (Altieri y Anderson, 1986).

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

Algunos analistas plantean que, dada la gama de tipos de agricultura campesina y habida cuenta de la estructura de la investigación y extensión agrícola practicada por los ministerios y universidades, las tecnologías agroecológicas ofrecen mejores opciones a aquellos campesinos que operan en condiciones de marginalidad ecológica y socioeconómica (figura 12).

Evidentemente, mientras más pobre sea el agricultor, mayor importancia cobrará el empleo de una tecnología de bajos insumos, ya que aquél no tiene más opción que recurrir al uso eficiente de sus recursos locales. Bajo condiciones de subsidio

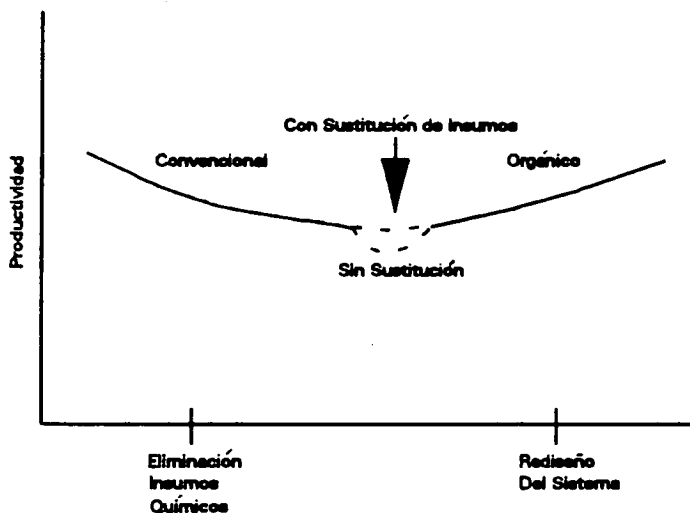


Fig. 13. Tendencias de rendimientos en la conversión de sistemas convencionales a orgánicos, con y sin sustitución de insumos.

económico (crédito) o si se dispone de suelos planos y acceso riego, la revolución verde se torna más atractiva para los agricultores, ya que en el corto plazo parece ofrecer rendimientos más espectaculares. La pregunta es: ¿a qué costo social y ambiental? y ¿por cuánto tiempo se puede subsidiar el sistema? Esta discrepancia no existiría si hubiera centros de investigación y extensión a nivel nacional que promovieran la agroecología con tanto ahínco como actualmente las instituciones de gobierno impulsan la agricultura química y mecanizada.

El problema inmediato en muchas áreas de pobreza rural radica en la supervivencia del campesino, por lo que el mantenimiento de la producción de subsistencia es absolutamente esencial para el bienestar de la población rural. Un campesinado con seguridad alimentaria, organización social, una base conservada de recursos naturales y una identidad cultural está en mejor posición de negociar con el poder local o nacional. El aumento de la participación de los campesinos en los mercados locales se conseguirá solamente una vez que sus necesidades básicas de supervivencia y tenencia estén aseguradas. En esencia, lo que se pretende es promover la autosuficiencia alimentaria del campe-

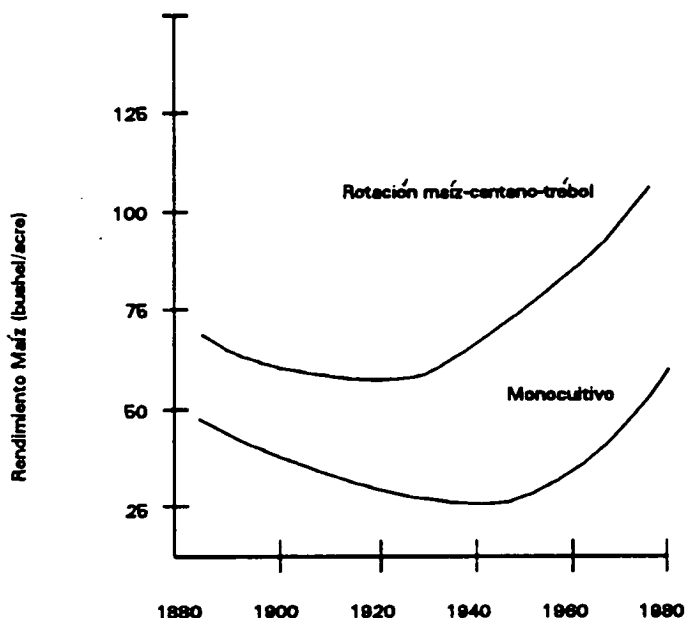


Fig. 14. Tendencias de producción de maíz bajo monocultivo y en rotación en un siglo, en Illinois, EE.UU.

sinado, dejando de lado el modelo modernizante de agricultura especializada, orientada al mercado de exportación por un modelo que reconozca en la diversidad ecológica y cultural de cada región los elementos claves de la apropiación y transformación de la naturaleza.

Los datos que demuestran que los proyectos agroecológicos promovidos por ONGs han dado lugar a mayor producción, mejor distribución de ingresos o más empleo rural, han emergido muy lentamente, ya que las situaciones de urgencia del campo han exigido más dedicación a la acción que a la investigación o la publicación de resultados. Se requiere, sin embargo, la cooperación de investigadores en las ciencias sociales y biológicas para medir el grado de éxito de las estrategias agroecológicas. Se requiere un análisis más profundo que la mera estimación de la producción total y el grado de incorporación al mercado. Se necesitan otros índices que permitan evaluar las repercusiones

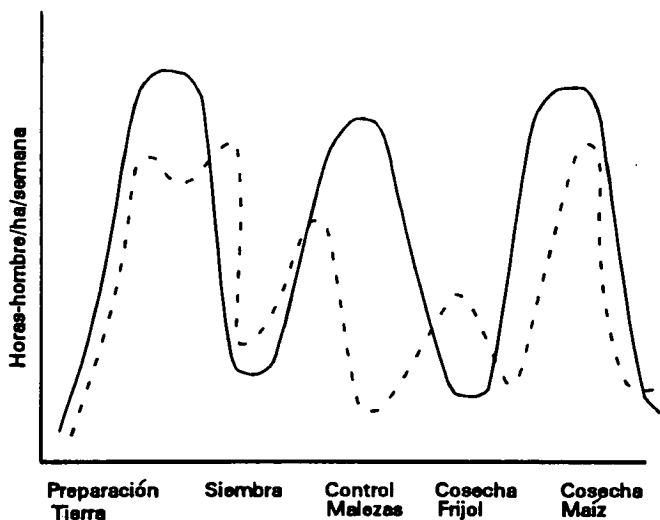


Fig. 15. Perfiles de mano de obra en monocultivo de maíz versus policultivo de maíz/frijol.

de aquellos programas que producen mejor bienestar y nutrición al compartir los campesinos los alimentos, la labor en el campo y la conservación de los recursos naturales.

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

- Que se utilicen tecnologías adaptables basadas en prácticas tradicionales, tecnológicas autóctonas y germoplasma criollo.
- Que se enfatice el empleo de tecnologías fácilmente comunicables de un agricultor a otro, y, por lo tanto, que se utilice experimentación en pequeña escala, que demuestre un efecto oportuno.
- Que se comprometa a los campesinos en el diseño, elaboración, manejo y evaluación del programa y que se emplee personal local en calidad de promotores.
- Que se utilicen métodos pedagógicos de demostración sobre la base del principio de aprendizaje mediante la práctica.

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

BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M. A. (1987): *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Westview Press, Boulder.
- ALTIERI, M. A. (1991): «How best can we use biodiversity in agroecosystems». *Outlook on Agriculture*, 20: 15-23.
- ALTIERI, M. A. (1991): «Traditional farming in Latin America». *The Ecologist*, 21: 93-96.
- ALTIERI, M. A. (1992): *Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas*, CETA Ediciones, Valparaíso, Chile.
- ALTIERI, M. A., y M. K. ANDERSON (1986): «An ecological basis for the development of alternative agricultural systems for small farmers in the Third World». *J. Alternative Agriculture*, 1: 30-38.
- ALTIERI, M. A., y S. B. HECHT (1991): *Agroecology and small farm development*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- ALTIERI, M. A., y A. YURJEVIC (1989): «The Latin American consortium on agroecology and development: a new institutional arrangement to foster sustainable agriculture among resource-poor farmers». *Bull. Inst. of Development Anthropology*, 7: 17-19.
- ALTIERI, M. A., y A. YURJEVIC (1991): «La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina». *Agroecología y Desarrollo*, 1: 25-36.
- AUGSTBURGER, F. (1983): «Agroeconomic and economic potential of manure in Bolivian valleys and highlands». *Agriculture Ecosystem and Environment*, 10: 335-346.
- BUNCH, R. (1988): *Case study: Guinope an integrated development program in Honduras*. World Neighbors, Oklahoma.
- BRUSH, S. B. (1982): «The natural and human environment of the Central Andes». *Mountain Research and Development*, 2: 14-38.
- BYERLEE, D.; M. COLLINSON, R. PERRIN, D. WINKELMAN y S. BIGGS (1980): *Planning technologies appropriate to farmers: concepts and procedures*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México D.F.
- CONWAY, G. R. (1985). «Agroecosystems analysis». *Agricultural Administration*, 20: 31-55.
- CONWAY, G. R., y E. B. BARBIER (1990): *After the green revolution: sustainable agriculture for development*. Earthscan Pub., London.
- ERICKSON, C. L., y K. L. CHANDLER (1989): «Raised fields and sustainable

- agriculture in the Lake Titicaca basin of Peru». En *Fragile lands of Latin America*, J. O. Browder (ed.). Westview Press, Boulder, CO.
- DE JANVRY, A.; D. RUNSTEM y E. SADOULET (1987): *Technological innovations in Latin American agriculture*. IICA Program Paper Series. San José, Costa Rica.
- FAETH, P. *et al.* (1991): *Paying the farm bill: U.S. Agricultural Policy and the transition to sustainable agriculture*. World Resources Institute, Washington, D.C.
- HEICHEL, G. H. (1987): «Stabilizing agricultural needs: role of forages, rotations and nitrogen fixation». *Soil and Water Conservation*, noviembre-diciembre: 279-282.
- HARWOOD, R. R. (1979): «Small farm development-understanding and improving farming systems in the humid tropics». *Westview Press, Boulder*, 160 pp.
- GLIESSMAN, S. R., E. R. GARCÍA y A. M. AMADOR (1981): «The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro ecosystems». *Agroecosystems*, 7: 173-185.
- DENEVAN, W. M., J. M. TREACE, J. B. ALARCON, C. PADOCH, J. DENSLOW y S. F. PAITAN (1984): «Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora indian management of swidden fallows». *Interciencia*, 9: 346-357.
- LACROIX, R. L. J. (1985): *Integrated rural development in Latin America*. World Bank Staff Working Papers No. 716. The World Bank, Washington, D.C.
- LATIN AMERICAN COMMISSION ON DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT (LACDE) (1990): *Our own agenda*, Inter-American Development Bank-UNEP, New York.
- MORALES, H. L. (1984): «Chinampas and integrated farms». *Learning from the rural traditional experience*, pp. 188-195.
- ORTEGA, E. (1986): *Peasant agriculture in Latin America and the Caribbean*. Joint ECLAC/ FAO, Agriculture Division. Santiago, Chile.
- PIMENTEL, D., y M. PIMENTEL (1979): *Food, energy and society*. Edward Arnold, London.
- POSNER, J. L., y M.F. MCPHERSON (1982): «Agriculture on the steep slopes of tropical America: current situation and prospects for the year 2000». *World Development*, 10: 341-353.
- REIJNTJES, C.; B. HAVERKORT y A. WATER-BAYER (1992): *Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture*. McMillan, London.
- TOLEDO, V. M., J. CARABIAS, C. MAPES y C. TOLEDO (1985): *Ecología y auto-suficiencia alimentaria*. Siglo Veintiuno Editores. México, D.F.

