

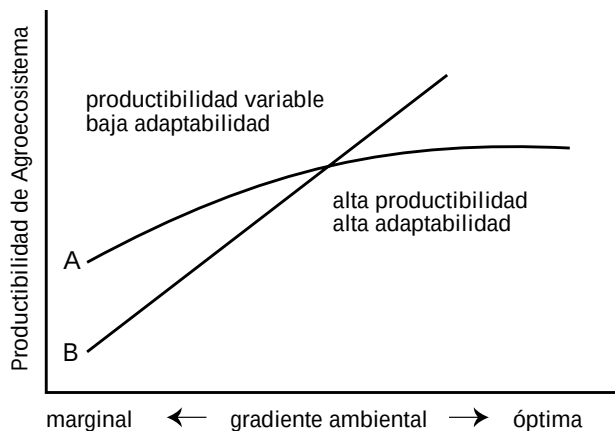
AGROECOLOGIA
Bases científicas para una
agricultura sustentable

eco
teca20

Programas de desarrollo agrícola con base agroecológica

La crisis de la mayoría de las economías de los países en desarrollo han tenido grandes costos sociales y ambientales. Pese a los numerosos proyectos de desarrollo patrocinados a nivel nacional e internacional, los problemas de pobreza, escasez de alimentos, desnutrición, el deterioro de la salud y la degradación siguen expandiéndose (Altieri y Masera 1993). En la medida que los países en desarrollo son introducidos a las disposiciones internacionales existentes estos cambian sus políticas para cumplir con una deuda sin precedentes, y los gobiernos adoptan cada vez más modelos económicos neoliberales que promueven la agro-exportación. A pesar de que este modelo de hecho parece tener éxito en algunos países a nivel macroeconómico, la deforestación, la erosión del suelo, la contaminación por industrias y plaguicidas, y la pérdida de la biodiversidad (donde se incluye la erosión genética) exhiben tasas alarmantes y no se incluyen en los indicadores económicos. Hasta donde se sabe, no existe un sistema claro que evalúe los costos ambientales de dichos modelos.

La crisis ha demostrado que las estrategias convencionales de desarrollo están fundamentalmente limitadas en su capacidad de fomentar un desarrollo equitativo y sustentable (Altimir 1982, Annis y Hakim 1988). Al final, el resultado de la mayoría de los programas de desarrollo ha sido lo que se ha denominado «crecimiento con pobreza». En el ámbito de la agricultura, la modernización ha seguido su curso en ausencia de una distribución eficaz de tierra, y los programas de investigación/desarrollo han dado énfasis a la producción con altos niveles de insumos, factores que contribuyeron a los problemas ambientales en la región (Redclift 1989). Un importante problema tecnológico de los proyectos de desarrollo es aquél relacionado con las recomendaciones globales que frecuentemente demuestran ser inadecuadas para las condiciones de ciertos predios campesinos (de Janvry 1981). Las diversas formas de agricultura existentes en los países del tercer mundo son la resultante de las variaciones locales del clima, del suelo, del tipo de cultivos, de factores demográficos, de las organizaciones sociales y también de otros factores económicos directos: precio, mercado y disponibilidad de capital y crédito. Se requiere un método integrado que responda a estas complejas interacciones. Los sistemas de cultivo y las técnicas adaptadas a agrosistemas específicos darán por resultado una agricultura más diferenciada, basada en variedades genéticas mejoradas y tradicionales junto con las técnicas e insumos locales y con cada combinación encajando en el correspondiente nicho ecológico, social y económico. Sin embargo en vez de insistir con paquetes tecnológicos, que son específicamente localistas, se debieran desarrollar técnicas agroecológicas, adaptables a una amplia gama de entornos agrícolas heterogéneos y circunstanciales que realmente ofrezcan opciones y beneficios (Figura 7.1). Es difícil llevar a cabo un desarrollo agrícola sustentable, porque los arreglos instituciona-



les, las fuerzas del mercado, las políticas y los esfuerzos en la investigación no fomentan este desarrollo. Por lo tanto, el principal desafío es la creación de una nueva política que reduzca los costos agrícolas en los recursos y promueva una sustentación social y ecológica. Aún cuando las nuevas políticas son un requisito importante para la promoción del **desarrollo rural sustentable (SRD)** en la región, todavía no es suficiente. Otros problemas, como la deuda externa, la pobreza, la distribución poco equitativa de recursos, la ausencia de políticas internacionales y tecnologías apropiadas, constituyen obstáculos importantes para el SRD. Cualquier estrategia básica para lograr el asentamiento del SRD se debe adecuar a las principales prioridades de desarrollo de la región (Gallopin et al. 1989, LACDE 1990):

- Reducción de la pobreza.
- Autosuficiencia y abastecimiento de alimento apropiado.
- Conservación de los recursos naturales.
- Capacitación de las comunidades locales y participación real de los pobres rurales en el proceso de desarrollo.

Los principales programas básicos de desarrollo patrocinados a nivel nacional e internacional deben dar prioridad a estos puntos; dado que no llegan a los pobres ni solucionan el hambre y la desnutrición. Por tal motivo, el gran desafío es crear una nueva estructura política que incremente el desarrollo agrícola sustentable y los esfuerzos de conservación a través de la promoción de tecnologías agroecológicas que se dirijan a:

- aumentar la productividad agrícola de la tierra y mano de obra para satisfacer las necesidades de alimentación, incrementar los ingresos rurales y controlar el avance de las fronteras agrícolas;
- introducir la racionalidad ecológica en la agricultura para racionalizar el uso de insumos químicos, complementar programas de cosecha de aguas, y conservación de suelos, planificando la agricultura según la capacidad de uso del suelo de cada región y fomentar el uso eficaz de agua, bosques y otros recursos no renovables;
- coordinar las políticas agrícolas y ambientales/económicas relacionadas con los precios, la política de los impuestos, la distribución y el acceso a los recursos, a la asistencia técnica, etc.

Enfoques de programas para el desarrollo rural

El fracaso de los métodos principales de desarrollo legitimó el papel de las organizaciones no gubernamentales (ONG) como nuevos actores en el desarrollo rural del tercer mundo. Las experiencias rurales de desarrollo llevadas a cabo a nivel local por las ONGs, abrieron nuevos caminos para enfrentar directamente la pobreza. Las ONGs pusieron a prueba la afirmación de que el desarrollo social sólo se podría realizar, desde la cúpula gubernamental. Estas organizaciones representan también un acuerdo institucional que enriquece la sociedad civil al abrir nuevos espacios para la participación social. La necesidad urgente de combatir la pobreza rural y de regenerar la deteriorada base de recursos de pequeños predios, estimuló a varias ONGs del mundo en desarrollo, a buscar activamente nuevos tipos de estrategias de manejo de recursos y de desarrollo agrícola que, conforme a la participación, experiencia y recursos locales, incremente la productividad y, al mismo tiempo, conserve los recursos. El conocimiento de los agricultores locales acerca del ambiente, las plantas, los suelos y los procesos ecológicos tiene un significado sin precedentes dentro de este nuevo enfoque agroecológico (Altieri y Yurjevic 1991). La agroecología ha ayudado a las ONGs a definir una nueva aproximación agrícola al proceso productivo de los campesinos que difiere radicalmente de la Revolución Verde o de otros enfoques de altos insumos (Tabla 7.1).

Se ha logrado un considerable progreso gracias a la aparición de dos nuevos procedimientos de evaluación: técnicas de evaluación rural rápida (RRA) y contabilidad de los recursos naturales (NRA). Las técnicas NRA incorporan las externalidades ambientales dentro de un análisis convencional de costo beneficio y pueden usarse para evaluar las utilidades de los sistemas alternativos de producción agrícola cuando se contabilizan con recursos naturales (Faeth et al. 1991). Las técnicas RRA constituyen un paso importante hacia el diseño de procedimientos alternativos de evaluación de abajo hacia arriba. Estas técnicas ponen énfasis en la presentación y reunión informal de información para ayudar al proceso de participación entre los investigadores y residentes locales. Además, son evaluadas de acuerdo a criterios muy generales sobre las preocupaciones sociales, económicas y ambientales, como lo han expresado los residentes locales (Conway y Banbier 1990).

Pese a dicho progreso, se han hecho sólo muy pocos intentos para cuantificar los impactos de las estrategias agroecológicas. Este hecho refleja la falta de interés y capacidad que tienen las instituciones de investigación existentes en la región. Las ONGs se dedican más a actuar en lugar de investigar, y funcionan con el mínimo de fondos en comparación con las instituciones gubernamentales o internacionales. Sin embargo, diversas ONGs han realizado esfuerzos modestos para investigar, y han entregado importante información acerca de cómo y por qué funcionan sus técnicas y qué beneficios logran. Muchas ONGs también están conscientes de la necesidad de mejorar sus capacidades metodológicas y técnicas. Por eso también reconocen lo importante que es educar y capacitar a nivel regional. Ya han surgido algunas redes de trabajo para apoyar los esfuerzos en este aspecto (CLADES) (Altieri y Yurjevic 1989).

Los esfuerzos de las ONGs no están libres de obstáculos y limitaciones. Estas organizaciones también difieren bastante en cuanto a objetivos, tamaños, estructuras internas, experiencias sociales y técnicas. Para aquellas ONGs comprometidas en la realización de propuestas agroecológicas, el mayor desafío es promover alternativas de producción que no sólo sean ecológicamente acertadas, sino además, económicamente beneficiosas. Los ingresos de las familias no sólo dependen de lo que los

TABLA 7.1 Comparación entre la revolución verde y las tecnologías agroecológicas.

CARACTERISTICAS	REVOLUCION VERDE	AGROECOLOGIA
TECNICAS		
Cultivos afectados	Trigo, maíz, arroz y otros pocos.	Todos los cultivos.
Areas afectadas	Areas sin riego y tierras, en su mayoría, planas.	Todas las áreas, especialmente marginales (colinas elevadas, drenadas).
Sistema preponderante de cultivo	Monocultivos, genéticamente uniformes	Policultivos, genéticamente heterogéneos.
Insumos preponderantes	Productos agroquímicos, maquinaria; gran dependencia de insumos externos y combustibles fósiles.	Fijación del nitrógeno, control biológico de plagas, abonos orgánicos, gran confiabilidad en recursos locales renovables.
AMBIENTALES		
Daños y efectos en la salud	Medio a alto (contaminación química, erosión, resistencia a los plaguicidas, etc.). Al aplicar plaguicidas, riesgo en la salud; residuos de plaguicidas en los alimentos.	Bajo a medio (lixiviación de nutrientes a partir del abono).
Cultivos reemplazados	Mayoritariamente, variedades tradicionales y clases de suelos.	Ninguno.
ECONOMICAS		
Costo en capital para investigación	Relativamente alto.	Relativamente bajo.
Necesidad de capital	Alto. Todo los insumos deben adquirirse en el mercado.	Bajo. La mayoría de los insumos se encuentran disponibles en el lugar.
Utilidades	Alta. Rápidos resultados. Gran productividad de mano de obra.	Media. Se necesita tiempo para lograr el más alto rendimiento.
INSTITUCIONALES		
Desarrollo de tecnología	Sector casi público, compañías privadas.	En general, intervención del sector público; gran participación de las ONGs.
Consideración de propiedades	Variedades y productos patentables y protegidos por intereses privados.	Variedades y tecnologías bajo el control del agricultor.
SOCIO CULTURALES		
Necesidad de investigación	Producción convencional de siembras y otras ciencias agrícolas disciplinarias.	Experiencia acerca de la ecología y las otras disciplinas.

campesinos o las ONGs puedan hacer, sino que principalmente en las macro condiciones generales con que funciona la producción campesina; bajo las cuales podría servir de ejemplo a otros como un proceso de difusión tecnológico gota a gota. Los agroecologistas enfatizan en el sentido de que si realmente deseamos que el desarrollo vaya hacia arriba se debe comenzar con aquellos agricultores pobres en recursos, ubicados en la parte inferior de la gradiente (Figura 7.2).

El enfoque agroecológico es culturalmente compatible, dado que se basa a partir del conocimiento agrícola tradicional, combinándolo con los elementos de la ciencia agrícola moderna. Las técnicas resultantes son ecológicamente acertadas, pues no transforman ni modifican de manera radical el ecosistema del campesino, pero sí identifican los elementos tradicionales y/o nuevos del manejo que, una vez incorporados, optimizan la unidad de producción. Enfatizando el uso de los recursos locales hace que las tecnologías agroecológicas sean económicamente más viables (Altieri 1987).

En términos prácticos, la aplicación de los principios agroecológicos se ha traducido en cientos de programas de ONGs que ponen énfasis en:

Mejorar la producción de los alimentos básicos, abarcando los cultivos tradicionales de éstos (*Amaranthus*, *Quinoa*, *Lupino*, etc.) y la conservación del germoplasma nativo del cultivo.

Recuperar y reevaluar la tecnología y el conocimiento del campesino.

Promover el uso eficaz de los recursos locales (tierra, mano de obra, subproductos agrícolas, etc.).

Aumentar la diversidad de cultivos y animales mediante los policultivos, los sistemas agroforestales, los predios integrados de cultivo-ganado, para reducir al mínimo los riesgos.

Mejorar la base de los recursos naturales a través de las prácticas de regeneración y conservación del suelo y del agua.

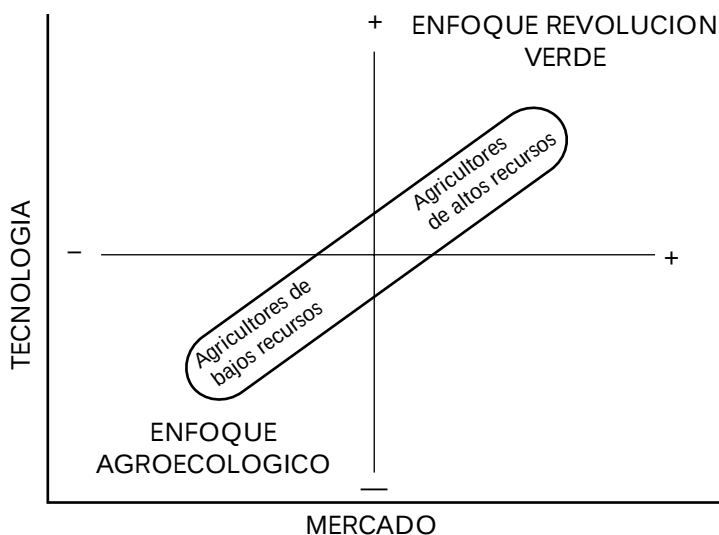


FIGURA 7.2 Un gradiente típico de agricultores de una región particular con más o menos acceso a los mercados y tecnologías de altos insumos.

Reducir el uso de insumos químicos externos mediante el desarrollo de pruebas e implementación de técnicas de agricultura orgánica y otras de bajos insumos.

Determinación de los impactos del enfoque agroecológico

Pese a la falta de información agrícola suficiente y, en algunos casos, confiable, las primeras evaluaciones cualitativas de algunos programas de las ONGs muestran que los esquemas agroecológicos se han traducido en beneficios tangibles para las poblaciones locales, dado que la producción de alimento ha aumentado, la calidad de los recursos naturales ha mejorado y aún regenerado y, además, a los recursos locales se han empleado con mayor eficacia (Tabla 7.2). El nivel de éxito de los programas mencionados es loable, dadas las restricciones biofísicas y socioeconómicas bajo las cuales funcionan las ONGs. Estas restricciones varían, desde la falta de oportunidad de acceder a tierras y a los bajos ingresos de las familias campesinas, hasta las limitaciones biofísicas de los agroecosistemas tales como sequías, heladas, suelos marginales, etc. Al determinar los impactos de los programas agroecológicos, una limitación principal es la ausencia de una metodología apropiada de evaluación y una serie de indicadores socioeconómicos adecuados para juzgar el éxito, la durabilidad, la adaptabilidad y la viabilidad del proyecto. Existe una urgente necesidad de indicadores que señalen cuáles son las decisiones claves para mejorar, reorientar y/o expandir los esfuerzos actuales. Tales indicadores deberían permitir que los proyectos de desarrollo fueran contrastados en términos de capacidad productiva, mejoramiento de la calidad de los recursos locales, la preservación ambiental, satisfacción de las necesidades humanas, equidad en los beneficios y el crecimiento de la autosuficiencia regional o local, entre otros criterios de relevante importancia. El éxito a largo plazo de estas ONGs dependerá de la creación de las condiciones socioeconómicas correctas requeridas para una replicabilidad masiva de las estrategias agroecológicas (Altieri y Yurjevic 1991).

A pesar de los diversos adelantos, los esfuerzos de desarrollo rural para aliviar la pobreza se han logrado con relativo éxito. Una razón principal es que han intentado contrarrestar un ambiente en el cual sus constituyentes tienen poco acceso a los recursos políticos y económicos y, además donde los sesgos institucionales prevalecen contra la producción campesina. Es difícil llevar a cabo el desarrollo rural donde la tenencia de tierras es muy soslayada, o donde los acuerdos institucionales (es decir, crédito, asistencia técnica, etc.) y los factores del mercado, favorecen al sector agrícola empresarial (de Janvry et al. 1987). Las políticas plantean muchos obstáculos que impiden a los campesinos competir adecuadamente en el mercado, limitando las oportunidades para que la estrategia agroecológica sea adoptada a nivel familiar. La eliminación de estas restricciones políticas debe ocurrir al menos en 3 áreas:

Eliminación de las propensiones institucionales a prohibir el acceso de los campesinos a créditos, investigaciones y consejos técnicos

Eliminación de la eterna subinversión social en las comunidades campesinas en educación, salud e infraestructura

Eliminación del subsidio al capital intensivo y a la agricultura basada en agroquímicos.

Además, será importante crear un clima político que mejore las condiciones de comercialización para la producción campesina, otorgando competencia a los intermediarios monopolistas, y que permita a los campesinos captar las bondades que una agricultura campesina sustentable puede producir. Este cambio requerirá definir políticas adecuadas de impuestos para combatir a aquellos intermediarios que sacan

ventaja de los esfuerzos de los campesinos. Este tipo de política económica podría ayudar a crear subsidios para motivar a los campesinos a adoptar prácticas agrícolas sustentables (de Janvry et al. 1987).

Ejemplos de programas

Cultivo en callejones en Africa

En el Africa tropical húmeda, aún dominan los sistemas de cultivo migratorio y barbecho de arbustos (Capítulo 6). El aumento de la población y el desarrollo de una agricultura más sedentaria ha conducido a acortar los períodos de barbecho, provocando una rápida disminución de la fertilidad del suelo y el rendimiento del cultivo. Con el fin de restablecer la fertilidad del suelo, estas áreas requieren sistemas de cultivo basados en el uso de especies leguminosas. En Nigeria, Wilson y Kang (1981) desarrollaron un sistema de cultivo en callejones, un método avanzado de barbecho en el cual se plantan especies de árboles o arbustos leguminosos seleccionados asociados con cultivos alimenticios a fin de acelerar la regeneración de los nutrientes del suelo, acortando el período de barbecho. En el sistema de callejones, los árboles y arbustos proporcionan abono verde para los cultivos asociados y el material de la poda sirve de mulch y sombra durante el barbecho para evitar las malezas. Dicho material sirve también, como alimento para los animales, como estacas y como leña (Kang et al. 1984). Es así que el cultivo en callejones es un sistema de uso múltiple.

En estos sistemas, los cultivos crecen en callejones (de cuatro metros de ancho) constituidos por árboles o arbustos. Las pruebas en que se intercaló *Leucaena leucocephala* con maíz mostraron aumentos sustanciales en la producción del cultivo. El nitrógeno de las hojas proveniente de la poda de *Leucaena*, puesto o incorporado al suelo, contribuyó a un significativo incremento del 23 % en el rendimiento del maíz, después de el control. Las hileras simples y dobles de *Leucaena* agregaron a las plantas de maíz, un promedio de 100 y 162 Kg. de nitrógeno por hectárea respectivamente. Un seto bien establecido de *Leucaena* puede producir de 15 a 20 toneladas de material fresco de poda (5 a 6,5 toneladas de materia seca) por hectárea cinco veces al año. Tres podas produjeron más de 160 Kg. de nitrógeno, 15 Kg. de fósforo, 150 Kg. de potasio, 40 Kg. de calcio y 15 Kg. de magnesio por hectárea al año.

Las evaluaciones del cultivo en callejones indican que para una estabilización adecuada de los sistemas de cultivo migratorio es necesario permitir un descanso efectivo o barbecho, acompañado por una serie de mejoras durante el período de cultivo que disminuyan la erosión y ayuden a mantener el suelo fértil.

Otros intentos por estabilizar los sistemas de cultivo migratorio a nivel mundial sugieren el siguiente bosquejo para alcanzar la sustentabilidad (NRC 1993):

1. Respeto al conocimiento local sobre las prácticas de cultivo, el empleo de variedades locales, el uso del fuego, el manejo del suelo y la manipulación del período de barbecho.

2. Desarrollo de sistemas que se adhieran estrictamente a las prácticas de cultivo y barbecho que mantienen la fertilidad del suelo. La cantidad de tiempo que se requiere para volver a sembrar un área depende de las condiciones locales, tales como precipitaciones, condiciones del suelo y el tipo de cultivo, pudiendo variar desde unos pocos años hasta 30 ó 40 años.

3. Desarrollo y perfeccionamiento de las prácticas de manejo de la materia orgánica que mejoran la conservación del suelo y del agua durante el período de cultivo

TABLA 7.2 Proyectos agroecológicos en América Latina

ONG	Características del Área Intervenido	Restricciones Agroecológicas y Socioeconómicas	Objetivo de la Estrategia Agroecológica	Componentes Técnicos de la Estrategia	Impacto y/o Resultados
INDES (Argentina)	Area seca subtropical (600 mm.) Algodón y existencia de cultivos (maíz, calabaza, yuca).	Sequía temperaturas altas, erosión eólica, baja fertilidad del suelo. Pobreza, desempleo, falta de crédito.	Auto suficiencia de alimentos. Optimizar el uso de recursos locales.	Racionalizar las rotaciones de algodón. Mejorar la cobertura del suelo para evitar la erosión. Uso de variedades adaptadas de cultivos.	Los esquemas de diversificación introdujeron nuevos cultivos en la producción desafiando el predominio del algodón.
SEMTA (Bolivia)	Provincia de Pacajes, Altiplano, (3500 3800 m.s.n.m) Papas, cereales, cultivos andinos, bovino/ovino, alpacas.	Heladas, fertilidad del suelo, erosión, deforestación, sequía. En general, pobreza, poco acceso a crédito, servicios públicos y mercados.	Proceso de degradación ambiental lento y regeneración del potencial productivo.	Invernaderos contruidos de barro para producir orgánicamente hortalizas. Rotaciones de cultivos para el control de la erosión. Reforestación con especies nativas. Mejoramiento/ manejo de los pastos nativos.	Producción prematura de hortalizas que resultó en sobreprecio en mercados cercanos a La Paz, aumentando los ingresos de los agricultores participantes.
CIED (Puno- Perú)	Altiplano (3500 m.s.n.m). Patos naturales (ichu), cultivos andinos, papas, ganado, camélidos.		Autosuficiencia alimenticia, conservación de la base de los recursos naturales, rescatando las tecnologías tradicionales.	Rehabilitación de Waru-warus terrazas (Andenes). Rotaciones de cultivos. Reintroducción de la alpaca. Mejor sanidad y manejo del ganado.	Waru-waru aseguran la producción durante las heladas, reduciéndose así, los riesgos en la producción de alimentos.
IDEAS (San Marcos - Perú)	Valles interandinos de Cajamarca (18°C, 450 mm de lluvia). Papas, maíz, cereales, ganado	Laderas inclinadas, erosión, sequía de temporada. Pobreza, poco acceso a buena tierra.	Diseñar el sistema del predio de auto suficiencia. Rescatar y enriquecer la tecnología tradicional. Conservación del suelo y del agua.	Diseño del predio con rotación y policultivos. Manejo orgánico del suelo. Manejo de aves y mamíferos pequeños.	Producción de cultivos orgánicos muestra rendimientos posibles y estables sin el uso de productos químicos tóxicos.

ONG	Características del Area Intervenido	Restricciones Agroecológicas y Socioeconómicas	Objetivo de la Estrategia Agroecológica	Componentes Técnicos de la Estrategia	Impacto y/o Resultados
PTA/CTAQ (Brasil)	Noreste de Brasil, áreas tropicales semiáridas. 8 11 meses secos. Frijol, maíz y algodón perennes.	Fotodescomposición rápida de la materia orgánica, baja producción biomasa, baja fertilidad, hardpan y salinidad. Pobreza, poco acceso a la tierra, problemas de mercado.	Mejorar el sistema de cultivos migratorios (rozado). Ofrece nuevas opciones productivas para diversificación vegetal, frutícola y animal. Conservación y cosecha de aguas. Mejor manejo de animales, conservación in-situ del germoplasma local.	Manejo agrosilvopastoral de catinga (vegetación natural xeric). Diseño de rotaciones, esquemas agropastoriles y policultivos.	Técnicas de cosecha de aguas y diseño de sistemas tolerantes de cultivos han mejorado potencial productivo en áreas semiáridas.
CPCC (Paraguay)	Serranía subtropical (600 800 m.s.n.m.). Yuca, maíz, maní, frijol, algodón, caña de azúcar y arroz.	Sequía subtropical (4-6 meses), baja fertilidad del suelo. Ingresos bajos, tenencias de tierras pequeñas.	Diseñar sistemas agroforestales, conservación del suelo y diversificar la producción.	Reserva forestal de la comunidad. Enriquecimiento forestal, conservación en laderas manejo del suelo orgánico.	Sistemas agroforestales aumentaron la producción de recursos múltiples y revirtieron el proceso de de-forestación.
CETEC (Colombia)	Sudoeste del Valle del Cauca (1500 mm de lluvia). Yuca, árboles tropicales de fruta.	Suelos ácidos y erosivos, enfermedades y plagas del cultivo, interferencia de malezas. Bajos ingresos, no acceso a crédito o asistencia técnica. Precios bajos en productos agrícolas.	Diversificar la producción con tecnologías de bajos insumos. Conservación de recursos naturales. Pesticidas alternativos.	Mejores sistemas de cultivo de yuca. Sistemas de conservación del suelo. Huertos domésticos. Control de plagas con parásitos y productos botánicos.	Se redujo la erosión del suelo y se demostró que las alternativas de pesticidas son eficaces.
CET (Chile)	La Isla de Chiloé, Sur de Chile (2000 2500 mm de lluvias). Papas, trigo, pastos.	Heladas, suelos ácidos, deficiencia de fósforo, sobrepastoreo de pastos, erosión genética. Pobreza, problema del mercado.	Mejorar y estabilizar los sistemas productivos mediante la diversificación, el uso de recursos naturales, el rescate de tecnologías y variedades tradicionales y la conservación del suelo.	Programas de conservación in-situ de papas en la comunidad. Rotaciones de cultivos de pastos. Sistemas rotatorios de pastoreo. Sistema silvopastorales.	Se rescataron más de 150 variedades tradicionales de papas con la participación de alrededor de 56 familias en los programas de conservación in-situ.

con el propósito de reducir la pérdida de fertilidad, aumentar el rendimiento de los cultivos y acelerar la recuperación del sistema durante el siguiente periodo de barbecho. La clave para alcanzar el éxito radica en mantener una continua cubierta del suelo durante todo el ciclo de cultivo. Esto se puede lograr mediante la labranza mínima, la aplicación de mulch, el cultivo de cobertura y el cultivo múltiple.

4. Diversificación de los sistemas de cultivo con el fin de intensificar la producción de especies útiles, disminuyendo así la necesidad de plantaciones adicionales. Dicha diversificación se puede lograr mediante variados arreglos en los cultivos múltiples.

5. Desarrollo de sistemas de barbecho dirigido, mediante la introducción -intencional de plantas de barbecho que acumulan nutrientes en su biomasa a un ritmo mayor que el barbecho natural, permitiendo la cosecha de materiales útiles o comestibles provenientes de la segunda crecida.

Al estabilizar los sistemas de cultivo intercalado a un nivel de producción capaz de sustentar los rendimientos, de satisfacer las necesidades poblacionales locales y respetar la importancia de un barbecho adecuado, se obtienen beneficios tanto ecológicos como sociales. Se reduce al mínimo la erosión del suelo, la pérdida de fertilidad y la invasión de malezas, lo que incentiva a los habitantes de una localidad a permanecer en ella.

Promoviendo sistemas de agricultura integrada en Bangladesh

En proyectos fomentados por ICLARM (Centro Internacional de Manejo de los Recursos Acuáticos Vivos) los científicos ayudaron a las instituciones locales en Bangladesh a desarrollar tecnologías de acuicultura sustentable concordantes con los recursos de las familias campesinas y con los sistemas agrícolas existentes. Las tecnologías permitieron ciclos de acuicultura cortos (4 a 6 meses) en pequeños estanques estacionales (100 - 200 m²) usando peces del tipo *Puntius gonionotus* y *Oreochromis niloticus* integrados al sistema productivo agrícola actual.

Los agricultores han expresado su satisfacción por la integración de la acuicultura con otros trabajos del predio y piensan continuar y divulgar estas prácticas. Sus razones para hacerlo así van más allá del dinero o del alimento. El esparcimiento y la relación social impulsaron el sistema entre los campesinos, como también la provisión de ingresos para otras empresas y el retorno rápido y creciente del negocio del pescado. Los campesinos pueden producir peces a un precio levemente inferior al del mercado, US\$ 0,12 - 0,30 el Kg. Algunos campesinos con acequias estacionarias de tan sólo 170 m² puedan llegar a producir 25 a 30 Kg. de pescado en los 4 a 6 meses que se puede contar con agua. Un estanque de unos 300 m² le puede dar a una familia de 6 personas en consumo anual de pescado equivalente a 7.9 Kg. per cápita.

Este trabajo está ayudando ahora a las ONG, como por ejemplo el Comité de Avance Rural de Bangladesh (BRAC) en la ciudad de Proshika, a asesorar a más de 30.000 piscicultores, de los cuales cerca de un 60% son mujeres que han usado en forma negligente los tanques de temporada y las acequias. La aceptación femenina de la acuicultura integrada no sólo potencia a la mujer campesina sino que también mejora el aspecto nutricional de la familia. Un 98% de tasa de rescate del crédito prueba su éxito (Lightfoot et al. 1992).

Empleo del estiércol en la agricultura Andina Boliviana

Al igual que en la mayoría de las regiones andinas, la dieta principal de la población rural Boliviana consiste en papas y maíz. La colonización española y la reciente

reforma agraria han cambiado radicalmente el sistema agrícola incaico. El empleo de fertilizantes importados en el cultivo de papas se extiende cada vez más, lo que implica que las papas se siembran con más frecuencia y la tierra se deja en barbecho por menos tiempo. Todo esto puede provocar una mayor incidencia de nemátodos y enfermedades de las plantas, aumentando, como consecuencia, el uso de pesticidas. El promedio de la producción de papas disminuye, a pesar del 15 por ciento de aumento anual en el empleo de fertilizantes químicos. Debido al incremento en el costo de los fertilizantes, los agricultores paperos deben producir más del doble de papas que en años anteriores para comprar la misma cantidad de fertilizantes importados (Augstburger 1983).

De este modo, los campesinos Bolivianos dependen cada vez más de los productos químicos agrícolas. Los miembros del Proyecto de Agrobiología de Cochabamba, ahora denominado AGRUCO, intentan revertir esta tendencia, ayudando a los campesinos a recuperar su autonomía productora. Con el fin de reemplazar la utilización de fertilizantes y satisfacer los requerimientos de nitrógeno de las papas y cereales, se han diseñado sistemas de rotación y de cultivo intercalado que emplean las especies nativas *Lupinus mutabilis*. Los experimentos han revelado que *L. mutabilis* puede fijar anualmente 200 kg. de nitrógeno por hectárea, lo que resulta parcialmente disponible para los cultivos de papas asociados o subsiguientes, reduciendo por tanto de manera significativa la necesidad de fertilizantes (Augstburger 1983). El cultivo intercalado de papa/lupino y papa/frijol superó el rendimiento correspondiente de los monocultivos de papas y redujo además sustancialmente la incidencia de enfermedades virales.

En experimentos llevados a cabo en suelos neutros, se obtuvo un mayor rendimiento con abono que con fertilizantes químicos. En Bolivia los abonos orgánicos son deficientes en fósforo. AGRUCO recomienda entonces la roca fosfórica y la harina de hueso, que se pueden obtener localmente y a bajo costo, para aumentar el contenido de tal elemento en los abonos orgánicos.

El proyecto Minka en Perú

Un grupo de sociólogos bajo el nombre de Grupo Talpuy, creado por la Fundación de Tecnología Andina, se ha dedicado a estudiar y recopilar información acerca de las prácticas y sistemas agrícolas tradicionales utilizados por los campesinos en los Andes peruanos (Brush 1982). La principal actividad del Grupo consiste en rescatar y registrar las prácticas agrícolas locales como el cultivo combinado, la fertilización y control de plagas tradicionales, las rotaciones de cultivo, el empleo de plantas y variedades de cultivo tradicionales, material que luego publican en una revista de bajo costo llamada Minka que circula en las áreas rurales (Minka 1981). El grupo también entrevista a agricultores, agentes de difusión, etc. sobre temas específicos.

Cada edición de Minka trata un tema diferente basado en estudios de un mes realizados en terreno, con un lenguaje sencillo e ilustrado con figuras y gráficos. Entre los temas abordados se cuentan el cultivo combinado, los cultivos andinos, la medicina botánica local, la conservación del suelo, las herramientas agrícolas y la construcción de viviendas a bajo costo. La revista promueve la idea de que muchas tecnologías eficientes originadas y utilizadas a nivel local, se pueden hacer extensivas a agricultores de otras zonas. El objetivo es hacer que los recursos, especialmente el conocimiento, sean ampliamente accesibles. Minka pone énfasis en la importancia de los recursos locales que se pueden utilizar sin un conocimiento espe-

cializado. De esta manera, los agricultores pueden optar por técnicas o prácticas que han resultado útiles para otros campesinos con niveles similares de capital, tierra y recursos naturales. Estudios posteriores realizados por el Grupo Talpuy revelaron un gran índice de adopción e intercambio de tecnología (M. Salas, comunicación personal).

Evidentemente, la difusión de tecnología de campesino a campesino evita algunos de los efectos dañinos asociados a la transferencia de tecnología externa (degradación ambiental, interrupción de los patrones de subsistencia y relaciones sociales). No todos los componentes productivos tradicionales son efectivos o aplicables, y el Grupo Talpuy está consciente de la posible necesidad de realizar modificaciones o adaptaciones; sin embargo, consideran que las bases del desarrollo deben permanecer nativas.

Difusión de las tecnologías IPM entre los pequeños agricultores arroceros

En Asia, la FAO (Food and Agriculture Organization) está auspiciando programas de desarrollo para el arroz en ocho países. Indonesia, China, Bangladesh, India, Tailandia, Vietnam, Filipinas, Sri Lanka y Malasia. Estos programas han sometido a entrenamiento a cientos de miles de agricultores con los métodos IPM y han ahorrado millones de dólares en pesticidas, para no mencionar los beneficios relacionados con la salud y el medio ambiente (Stone 1992).

La propuesta consiste en crear Escuelas Agrícolas de Campo los cuales ayudan a los agricultores a controlar sus operaciones, enseñándoles acerca de la agroecología del arroz. Esto los ayuda a tomar, por sí solos decisiones agrícolas de más peso liberándolos de la dependencia del agente de extensión agrícola.

Los agricultores asisten a la escuela de campo una vez a la semana durante el ciclo completo de la cosecha, de 10 a 12 semanas, a fin de identificar plagas y depredadores, estudiar sanidad vegetal, manejo de aguas, y los efectos del tiempo sobre el ciclo de las plagas. Usando estos conocimientos y sus experiencias, cada grupo administra un predio experimental en donde se pueden aplicar y evaluar los métodos de IPM.

La respuesta de los agricultores hacia los colegios ha sido entusiasta. En realidad el IPM ha llegado a ser un conocimiento social entre los agricultores arroceros, dando a conocer sus técnicas de persona a persona, método sin precedente en otros programas de extensión. Por ejemplo en Bangladesh, muchos líderes de aldeas y funcionarios públicos se han adscrito abiertamente al programa. Los agricultores que reciben el entrenamiento del IPM, gastan un 75% menos en pesticidas que sus contrapartes no capacitadas, produciendo un 13.5% más de arroz.

Los éxitos mencionados con antelación han animado a las ONGs y a otros grupos activistas a ejercer algún tipo de influencia sobre las políticas de pesticidas nacionales. En 1991, la República Dominicana dio respuesta a nueve años de campaña antipesticida prohibiendo el uso de 24 peligrosos pesticidas, mientras que en 1992 se tomó acción en las Filipinas prohibiendo el uso de cuatro de los más conocidos tóxicos químicos.

En Indonesia, el presidente promulgó un decreto prohibiendo 57 de los 67 pesticidas usados para el arroz, eliminando en dos años los subsidios de los pesticidas e invirtiendo parte de este dinero en fundar el programa IPM para Indonesia, incluyendo un gran programa de extensión agrícola educativo.

Un diseño de agricultura orgánica para la Sierra Peruana

En la provincia de San Marcos de Cajamarca, Perú, los pequeños agricultores practican en los valles interandinos una variedad de cultivos que incluyen el maíz, lentejas, papas, ulluco, trigo, yuca, frijoles, avena, etc. Los sistemas agrícolas tradicionales han resultado radicalmente modificados por los elementos de la agricultura convencional y la influencia urbana, lo que ha originado una agricultura de monocultivo orientada hacia el comercio, que favorece los cultivos rentables en lugar de los andinos.

El Centro IDEAS, una ONG agrícola, ha puesto en marcha una propuesta de agricultura orgánica con el fin de revertir el proceso descrito anteriormente, planteando una estrategia de desarrollo rural más adecuada que rescate los elementos de la agricultura tradicional local y asegure la autosuficiencia alimentaria, como también la preservación de los recursos naturales (Chavez et al. 1989).

Los aspectos básicos de la propuesta son:

- Uso racional de los recursos locales, potenciación de recursos naturales y uso intensivo de mano de obra humana y animal.
- Gran diversidad de cultivos nativos (andinos), hierbas, arbustos, árboles y animales desarrollados dentro de los patrones de policultivos y rotaciones.
- Creación de microclimas favorables mediante el empleo de cinturones de protección y cercos vivos, y la reforestación con frutales nativos y exóticos.
- Reciclaje de residuos orgánicos y óptimo manejo de animales pequeños.

Esta propuesta se aplicó en un predio modelo de 1,9 has inserto en un área con condiciones similares a las que enfrenta el campesino promedio de la región. El predio se dividió en 6 parcelas, cada una de las cuales seguía un modelo de rotación determinado (Tabla 7.3). Luego de tres años de funcionamiento, los resultados presentaron las siguientes tendencias:

- El contenido de materia orgánica aumentó de niveles bajos a medios y altos, y se incrementaron levemente los niveles de N. Se requirió la aplicación adicional de fertilizantes naturales para mantener los niveles óptimos de materia orgánica y nitrógeno.
- El fósforo y el potasio aumentaron en todas las parcelas.
- Los rendimientos de los cultivos variaron en todas las parcelas; sin embargo, en aquellas que contaban con buenos suelos (parcela 1) se obtuvieron altos rendimientos de maíz y de trigo.

TABLA 7.3 Diseño Rotacional de un predio modelo.

Parcela	Año 1	Año 2	Año 3
1	Maíz, frijoles, quinua, kiwis, zapallo y chichlayo	Trigo	Cebada
2	Cebada	<i>Lupinus</i> y lentejas	Linaza
3	Trigo	Haba y avena	Maíz, frijoles, quinua, kiwis, zapallo y chichlayo
4	Centeno	Trigo	Lentejas
5	<i>Lupinus</i>	Maíz, frijoles, quinua, kiwis, zapallo y chichlayo	Trigo
6	Barbecho	Linaza	Cebada y lentejas

- Los policultivos superaron siempre a los monocultivos.
- Para la explotación de 1 ha del predio modelo fue necesario hacer uso de 100 horas/hombre, 15 horas/buey y alrededor de 100 kg. de semillas.

Estos resultados preliminares parecen indicar que el diseño propuesto aumenta la diversidad de cultivos alimenticios disponibles para la familia, incrementa los ingresos debido a una mayor productividad y mantiene la integridad ecológica de la base de recursos naturales.

Un sistema sustentable para pequeños agricultores en Chile

En Chile, donde virtualmente se ha eliminado el crédito subvencionado y se ha privatizado la asistencia técnica para los agricultores, el Centro de Educación y Tecnología (CET) ayuda a los campesinos a lograr una autosuficiencia alimenticia de bajo costo y para todo el año. El enfoque del CET ha sido establecer varios predios modelos de media hectárea cada uno, capaces de satisfacer la demanda alimenticia de una familia con escasez de capital y tierras. En este sistema, la diversidad es el factor crítico para utilizar eficazmente los pocos recursos. De esta manera, los cultivos, animales y otros recursos del predio se integran en diseños combinados de rotación para optimizar la eficiencia productiva, ciclo de nutrientes y protección del cultivo (CET 1983).

El predio está constituido por diversas combinaciones de cultivos y forraje, hortalizas frutales y forestales, y animales. Los componentes principales son:

1. Hortalizas: espinaca, col, tomate, lechuga.
2. Chacras: maíz, frijoles, papas, arvejas, habas.
3. Cereales: trigo, avena, cebada.
4. Forraje: trébol, alfalfa, Reygrass.
5. Frutales: uvas, naranjos, duraznos, manzanos.
6. Forestales: *Robinia negra/melosa*, sauces.
7. Animales domésticos: una vaca lechera, pollos, cerdos, patos, cabras y abejas.

La familia consume las hortalizas, frutas y productos de la chacra. Los cultivos de forraje y algunos de la chacra sirven como alimento para los animales. El forraje también se puede incorporar bajo tierra como abono verde. Las habas proporcionan proteína para las aves de corral. El trigo y la avena se utilizan para hacer el pan. Todos los residuos vegetales y el estiércol se convierten en compost. El abono se puede aplicar directamente alrededor de la base de los frutales. Los rastrojos del cultivo (paja del trigo y tallos del maíz) se pueden dar como alimento a los animales o se pueden dejar como mulch sobre el suelo.

Los árboles no frutales se emplean para forraje, madera, combustible o materiales de construcción. Las especies arbóreas de acacia (*Robinia pseudoacacia*) fijan nitrógeno y producen madera resistente a las plagas, apropiada para cercos. El follaje de la acacia negra (*Gleditsia triacanthus*) y de las *Salix* spp. se puede utilizar como forraje. El olivo ruso silvestre también fija nitrógeno y proporciona un hábitat de vida silvestre.

Las plántulas crecen en un invernadero solar el cual consiste en un gran hoyo en el suelo de tres por tres metros a metro y medio de profundidad, cubierto con plástico transparente. La mayoría de las hortalizas se producen en lechos de realce con mucho compost. El resto de las hortalizas, los cereales, las leguminosas y las plantas forrajeras se producen en un sistema de rotación de 7 años, descrito en la Figura 7.3. Para lograr una producción relativamente constante se divide la tierra en tantas par-

celas con capacidades productivas equivalentes, como años tenga la rotación, lo que equivale a seis toneladas anuales de biomasa útil para 13 especies diferentes de cultivo. La rotación fue diseñada para producir la máxima variedad de cultivos básicos en seis parcelas, sacando ventaja de las propiedades restauradoras del suelo al rotar. De esta manera, cada parcela recibe tratamientos específicos a lo largo de los siete años que dura el período (Tabla 7.4).

Los cultivos se pueden sembrar en diseños temporales y espaciales (como el cultivo en franjas, **cultivo intercalado, cultivo combinado, cultivos de cobertura, mulch orgánico**) dentro de cada parcela optimizando el uso de los recursos limitados y aumentando los atributos de auto sustentación y de conservación del sistema. Una consideración importante al diseñar la rotación es la estabilidad de los sistemas de cultivo, tanto en términos de la fertilidad del suelo como de la regulación de las plagas.

Fertilidad del suelo. Se acepta el hecho de que la rotación de granos con leguminosas forrajeras proporciona más nitrógeno y rendimientos mucho mayores en la

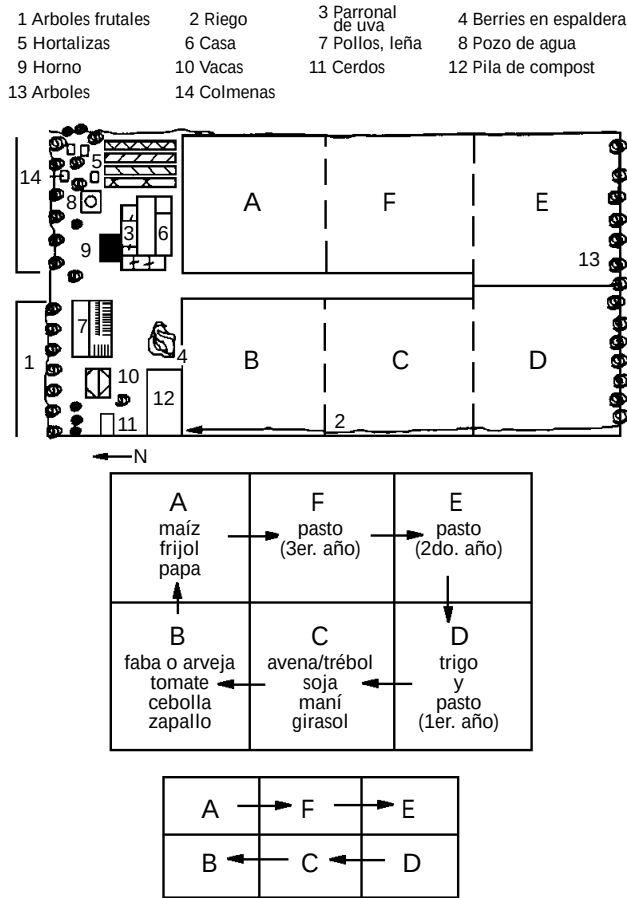


FIGURA 7.3 Diseño modelo de un sistema agrícola autosuficiente basado en un esquema de rotación de 7 años, adaptable a ambientes mediterráneos (adaptado de CET 1983).

TABLA 7.4 Sistema de rotaciones diseñado para la producción de cultivos básicos.

Cultivos	Rotaciones	Período
Chacras	Maíz/frijol/papas	Primavera, verano - Año 1
Chacras de invierno	Arveja y habas	Otoño, invierno - Año 2
Hortalizas	Tomates, cebollas, zapallo, etc.	Primavera, verano - Año 2
Pastos suplementarios	Avena, trébol, ryegrass	Otoño, invierno - Año 2
Cultivos industriales	Soya, maní, girasol	Primavera, verano - Año 3
Pastos permanentes	Trigo, trébol, alfalfa, ryegrass	Otoño, invierno, primavera - Año 4
Pastos perennes	Trébol, alfalfa, ryegrass	Verano - Año 5 Otoño - Año 7

cosecha subsiguiente de granos que los que se obtienen con los monocultivos (Capítulo 11). La producción de granos dependerá de la capacidad de las leguminosas para proporcionar nitrógeno. Cuando se desea un efecto nitrógeno-fertilizante, generalmente se incorpora al suelo un gran tonelaje de materia vegetal. Los tejidos incorporados al suelo deben estar maduros. La incorporación inicial de paja verde o abono verde con altos índices de carbono/nitrógeno se traduce en la fijación de nitrógeno soluble del suelo en las células de los microorganismos en descomposición. Como resultado, se pueden requerir cantidades adicionales de nitrógeno (Troeh et al. 1980). Las investigaciones han demostrado que las leguminosas como el trébol dulce, la alfalfa y la algarroba pueden producir entre 2,3 y 10 toneladas de materia seca por hectárea y fijar de 76 a 367 Kg. de nitrógeno por hectárea, cantidad suficiente para la mayoría de los cultivos agronómicos y de hortalizas (Palada et al. 1983).

El abono se puede aplicar a los terrenos en primavera o en otoño. Si se aplica en otoño, puede quedar inmovilizado el tiempo suficiente como para tener un efecto residual en los cultivos de verano. La paja del trigo sobre el campo puede inmovilizar el nitrógeno mineral durante el crecimiento vegetativo de los frijoles al año siguiente, estimulando la fijación de nitrógeno en las leguminosas. Los residuos se descomponen durante los primeros meses, aún cuando la descomposición se puede ver retardada por un suministro inadecuado de nitrógeno (Troeh et al. 1980). Los rastrojos del cultivo también proporcionan la sombra suficiente para mantener más fresco un suelo con mulch que un suelo desnudo, efecto que se requiere durante el verano en zonas con clima mediterráneo.

Regulación de plagas. El esquema de rotación proporciona una cubierta vegetal prácticamente continúa que ayuda a controlar las malezas anuales. En los terrenos de pastos al sembrar subterráneamente el trébol dulce con trigo ayuda a mantener las malezas bajo control una vez que se ha cosechado el trigo. Se ha demostrado que la incorporación de cultivos leguminosos de cobertura en cultivos anuales como maíz, col o tomates mediante siembra superficial y rotaciones de pastos, reduce significativamente las malezas (Palada et al. 1983). Aunque es posible que estos sistemas no mejoren los rendimientos al compararlos con los cultivos puros, ellos ofrecen un gran potencial para los agricultores que cultivan en laderas, dado que reducen la erosión y conservan la humedad (Capítulo 10).

La rotación de cultivos también tiene un profundo impacto en las poblaciones de plagas de insectos. Por ejemplo, en un monocultivo continuo de maíz se encuentran más (*Diabrotica* spp.) que en los campos de maíz asociados con soya, trébol, alfalfa

u otros cultivos. La plaga tiene una generación al año y prefiere ovar en los maizales. De tal manera que sería conveniente que el medio ambiente para una plaga determinada y sus enemigos naturales mejorara su sincronía. Un cultivo invernal compatible puede resultar responsable de la invernación exitosa de un gran número de parásitos. Las malezas que crecen en los límites del campo cumplen una función similar. Su importancia radica en el mantenimiento de un equilibrio entre la plaga y sus enemigos naturales durante el período en que el cultivo no se encuentra disponible. De este modo, el desmalezaje anual de los límites del campo puede destruir los sitios de invernación de importantes enemigos naturales (van den Bosch y Telford 1964).

La presencia de alfalfa en el esquema rotacional puede aumentar la abundancia y diversidad de los depredadores y parásitos del predio. La siega de la alfalfa obliga a los depredadores a trasladarse de la alfalfa a otros cultivos. Si se corta la alfalfa con insectos benéficos y se esparce por el predio, también aumenta la población de enemigos naturales (van den Bosch y Telford 1964). La aplicación de residuos de cereales en forma de mulch de paja en los cultivos subsiguientes puede reducir significativamente las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) portadora de virus, al afectar su capacidad para atraer y posarse (Palti 1981).

Las infestaciones del maíz con el gusano perforador de otoño (*Spodoptera frugiperda*) y de frijoles con *Empoasca* spp. (saltarillas) y *Diabrotica* spp. (Coleóptero defoliador) se pueden reducir significativamente mediante la siembra intercalada de ambos cultivos (Capítulo 10).

Se han propuesto numerosas rotaciones a largo plazo (tres a seis años) para reducir las poblaciones de patógenos en el suelo, aunque las rotaciones a corto plazo también pueden ser efectivas. Las arvejas, por ejemplo, reducen las poblaciones de *Gaeumannomyces solanacearum* que se forman durante un cultivo previo al trigo. La incorporación a la superficie del suelo de paja de cebada mediante la labranza con arado rotatorio puede reducir de manera radical las poblaciones de *Verticillium albo-atrum*. Si se incorporan leguminosas maduras o heno como abono verde, también pueden afectar a las poblaciones fungales y nemátodos del suelo. Los abonos verdes de nabos, arvejas o leguminosas de pastos mixtos reducen en el trigo las poblaciones de *Gaeumannomyces graminis* mediante la estimulación antagónica (Palti 1981).

Evaluación del Módulo. El personal del CET ha vigilado de cerca el funcionamiento de este sistema agrícola integrado. A lo largo de los años ha mejorado la fertilidad del suelo (los niveles de P^{205} que inicialmente eran limitados, se incrementaron de 5 a 15 ppm.) y no se han notado problemas serios de plagas o enfermedades. Los frutales de los huertos y aquellos de los terrenos en rotación producen cerca de 843 Kg. de fruta/año (uvas, membrillos, peras, ciruelas, etc.). La producción de forraje alcanza cerca de 18 toneladas/0,21 ha al año; la producción lechera, un promedio de 3200 lts. al año; y la de huevos, un nivel de 2531 unidades. Un análisis nutricional del sistema basado en la producción de varios componentes vegetales y animales (leche, huevos, carne, frutas, hortalizas, miel, etc.) muestra que el sistema produce superávits del 250% en proteína, 80% y 550% en vitaminas A y B respectivamente, y del 330% en calcio. Un análisis económico-doméstico indica que dada una lista de preferencias, el balance entre los superávits de venta y las demandas de productos da como resultado un ingreso neto de US \$790. Si la producción total del predio se vende a precios de mayorista, la familia podría generar un ingreso neto de US\$ 1,637, equivalente a un ingreso mensual de US\$ 136, 1.5 veces mayor que el salario mínimo legal mensual en Chile (Yurjevic 1991).

Capacitación de campesinos chilenos. Grupos de agricultores (especialmente líderes de comunidades) provenientes de áreas locales y distantes, viven en predios del CET durante períodos variables de tiempo para capacitarse mediante su participación en la planificación, administración y evaluación de los sistemas orgánicos de producción. Luego del entrenamiento, los agricultores reciben un paquete de semillas que utilizarán para iniciar un sistema similar. Regresan a sus comunidades para enseñar los nuevos métodos a sus vecinos y aplicar el modelo en sus propias tierras. Evaluaciones complementarias del programa en comunidades rurales revelaron que muchos campesinos han adoptado algunos o todos los diseños agrícolas (P. Rodrigo, comunicación personal). En muchos casos, los campesinos han modificado las técnicas de acuerdo con sus propios conocimientos y recursos. Por ejemplo, en el Sur de Chile, un grupo de campesinos en lugar de compost, prefirieron utilizar humus proveniente de los bosques de acacias cercanos para fertilizar sus cultivos, como es tradicional.

El sistema modular en las tierras bajas de Tabasco

Se sabe que los indígenas originarios de Tabasco, México, han utilizado varias formas de agricultura de subsistencia consideradas altamente productivas (Gliessman et al. 1981). La agricultura de tala, tumba y quema fue empleada para la producción básica de granos (maíz, frijoles), mientras que los *huertos familiares*, compuestos básicamente de cultivos arbóreos y vides, arbustos y yerbas asociadas agregaba una gran variedad a la dieta local. El cacao se producía en estos huertos familiares como elemento de reserva, cultivo que se ha expandido considerablemente con un sistema de plantación que usa leguminosas como árboles de sombra.

En los últimos años, el énfasis agrícola en las tierras bajas de Tabasco se ha alejado de la agricultura de subsistencia y se ha acercado a la agricultura comercial y a la ganadería. Junto con este giro hacia las actividades comerciales se encuentra un abandono gradual de las variedades y prácticas agrícolas tradicionales. Como parte de un programa para restablecer la diversidad y estabilidad del nivel productivo característico de los agroecosistemas tradicionales, Gliessman et al. (1981) instaló unidades de producción conocidas como sistemas modulares. Estos sistemas fomentan la aplicación a la agricultura de principios ecológicos mediante la incorporación del conocimiento empírico existente en la región.

Cada unidad de producción consiste en cinco a quince hectáreas controladas por varias familias como parte de sus otras actividades agrícolas. Dependiendo de la estructura social de la comunidad, las familias pueden vivir en el módulo o bien, en una comunidad cercana (*ejido*) y trabajar en el módulo durante el día. Así, la producción de cada módulo puede ser consumida por las familias que lo habitan, o ser distribuida a los miembros de la *ejido*. Cualquier excedente de producción se encuentra disponible para la venta o el intercambio.

Cada unidad de producción cuenta con una banda de vegetación exterior que consiste básicamente de especies del bosque natural de la región (Figura 7.4). Esta banda sirve simultáneamente como cortina rompeviento, como fuente de depredadores y parásitos para el control biológico y como fuente de leña y materiales de construcción. Simultáneamente, estos cinturones de protección sirven como reservas biológicas de bancos de germoplasma para parte de las plantas y animales que normalmente están presentes en los ecosistemas tropicales. El enriquecimiento de las especies selectivas con especies arbóreas frutales y forestales hace posible la aplicación

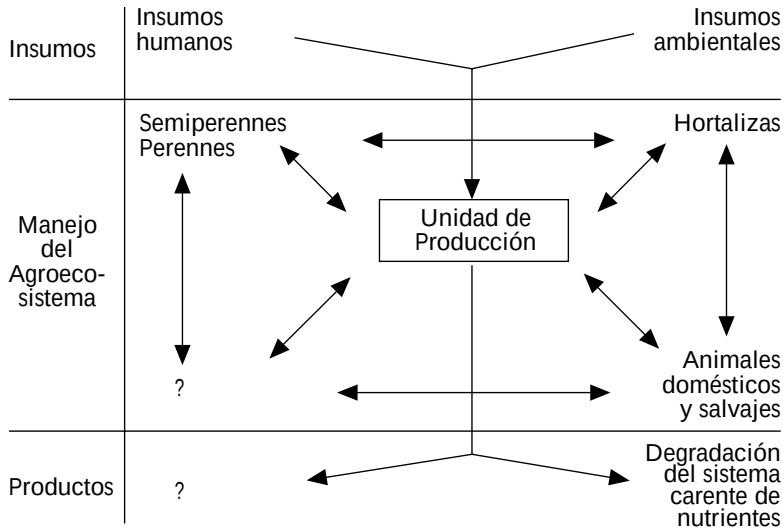


FIGURA 7.4 Diagrama de un sistema modular que hace hincapié en el equilibrio de insumos y productos mediante varias prácticas de manejo ecológico.

de prácticas de manejo agrosilvícolas, aumentando así el valor a largo plazo del cinturón de protección.

El interior de cada unidad modular se construye sobre la base de la diversidad topográfica del terreno. En la parte central más baja ubicable del módulo se construyen grandes estanques para recolectar la materia orgánica, los nutrientes y partículas del suelo disueltos en el escurrimiento. En dichos estanques se producen peces, patos y otros animales acuáticos, mientras que las plantas acuáticas y sedimentos sirven para fertilizar otras partes del módulo. Con frecuencia, a partir del estanque central se construyen pequeños canales para ayudar a capturar el escurrimiento excesivo. Con el propósito de prevenir la total inundación del terreno, se puede construir un canal central con miras a la eliminación del exceso de agua, o en algunos casos, para proporcionar agua en épocas de bajas precipitaciones.

Alrededor del estanque central o a lo largo de los cursos de agua, se construyen plataformas de realce (de 2,5 a 10 metros de ancho y hasta 100 metros de largo), a menudo con el material extraído de las cuencas colectoras, formando un sistema de «chinampas tropicales» para la producción intensiva de hortalizas. Las chinampas se describen más detalladamente en el Capítulo 6.

Sistemas de agricultura/acuicultura en Veracruz

En un proyecto mexicano similar, en el estado de Veracruz se establecieron predios integrados con el fin de ayudar a los agricultores a mejorar el uso de los recursos locales (Morales 1984). En diseños únicos basados en las chinampas y en los sistemas acuícolas asiáticos, se integró la producción vegetal, animal y de peces, mediante el manejo y reciclaje de la materia orgánica. El cultivo intensivo del maíz, frijol y zapallo para el consumo local, y el de hortalizas de alto valor como la acelga, col, cilantro y chile proporcionaron abundantes desechos y recortes vegetales que se uti-

lizaron como alimento para el ganado y los caballos. Todos los desechos animales se emplearon como fertilizantes para el campo y para los estanques de peces.

El impacto de los programas de conservación del suelo en las colinas de América Latina

América Central

Tal vez el mayor desafío agrícola que enfrenta América Latina es el de diseñar sistemas de cultivo en laderas para mantener los rendimientos y reducir la erosión del suelo. Una de las ONGs que ha aceptado este desafío es Loma Linda en Honduras, que ha desarrollado un sistema simple de no labranza para la producción de cultivos en laderas empinadas.

Inicialmente, las malezas en un área de barbecho se cortan con machete u otra herramienta apropiada, sin remover el suelo. Con un azadón o un pequeño arado se abren surcos cada 50-60 cm, siguiendo el contorno. Las semillas y el compost y/o abono avícola se colocan en los surcos y se cubren con tierra. A medida que el cultivo crece, se mantiene desmalezado para evitar una competencia excesiva, con la biomasa de malezas dejada dentro de la hilera de cultivo en forma de mulch de cobertura o como insumo de materia orgánica. Sin fertilizantes químicos, se pueden obtener excelentes rendimientos, y más importante aún, sin experimentar importantes pérdidas de suelo (Altieri 1991).

En un proyecto similar en Guinope, Honduras, la organización voluntaria World Neighbors (Vecinos Mundiales), comenzó un programa de entrenamiento y desarrollo agrícola para controlar la erosión y restablecer la fertilidad del suelo. El programa introdujo prácticas de conservación del suelo tales como zanjas de contorno y drenaje, barreras de pasto y paredes de roca, e hizo hincapié en los métodos orgánicos de fertilización tales como el abono avícola y la siembra intercalada de leguminosas. En el primer año, los rendimientos se triplicaron o cuadruplicaron de 400 Kg. por ha a 1.200-1.600 Kg. Esta triplicación de granos por hectárea en la producción ha asegurado a las 1.200 familias participantes en el programa una provisión abundante de granos para el año siguiente. En los últimos cinco años, otras 40 localidades han solicitado entrenamiento en las prácticas de conservación del suelo (Bunch 1988). El incremento de la productividad por hectárea ha significado que la mayoría de los agricultores cultiven actualmente menos tierra que antes, lo que permite una mayor utilización de tierra para la reforestación del pino, para pasturas, frutales o café. El resultado neto es que cientos de hectáreas utilizadas anteriormente para una agricultura erosiva se encuentran ahora cubiertas de árboles.

Región Andina

En Perú, varias ONGs como también organismos gubernamentales han iniciado programas para restaurar las terrazas abandonadas y construir otras nuevas en varias regiones del país. Por ejemplo, en el Valle Colca, al sur de Perú, el PRAVTIR (Programa de Acondicionamiento Territorial y Vivienda Rural) auspicia la reconstrucción de terrazas ofreciendo a las comunidades campesinas préstamos con bajos intereses, o semillas y otros insumos con el propósito de restaurar grandes áreas (hasta 30 has) de terrazas abandonadas. Las principales ventajas de las terrazas radican en su capacidad para reducir al mínimo los riesgos en épocas de heladas y/o sequía,

disminuir la pérdida de suelo, ampliar las opciones de cultivo gracias al microclima, a las ventajas hidráulicas, y mejorar los rendimientos del cultivo. Los datos de los rendimientos del primer año pertenecientes a las nuevas terrazas indicaron un incremento de 43-65% en papas, maíz y cebada, comparándolos con los rendimientos de estos mismos productos cultivados en laderas (Treacey 1989). Una de las principales restricciones a esta técnica es el uso altamente intensivo de mano de obra. Se estima que se necesitarían 2.000 hombres-día para completar la reconstrucción de 1 hectárea, aunque en otras áreas de Perú se ha comprobado que la reconstrucción de terrazas requiere una mano de obra significativamente menor, es decir, 350-500 hombres-día/ha.

República Dominicana

En la cordillera central de República Dominicana, la mayoría de los habitantes son agricultores de escasos recursos dedicados a la agricultura de subsistencia, actividad que, combinada con otros fenómenos sociales, conlleva a la erosión del suelo. El cultivo migratorio de barbecho breve, *conuco itinerante*, es el sistema predominante, que rara vez se revierte a bosque, sino más bien, dada la concentración de tierra y los problemas de presión poblacional, suele transformarse en tierras de pastoreo o manejadas con prácticas improductivas de conservación.

Hace aproximadamente 10 años, el Plan Sierra, un proyecto de ecodesarrollo, se planteó el desafío de romper el círculo entre la pobreza rural y la degradación ambiental. La estrategia consistía en desarrollar sistemas alternativos de producción para los conucos altamente erosivos utilizados por los agricultores locales. El controlar la erosión en la Sierra no sólo es importante para mejorar la vida de estos campesinos, sino que también representa un potencial eléctrico para la zona y 50.000 hectáreas más de tierra con regadío a lo largo del Valle Cibao.

El principal objetivo de la estrategia agroecológica del Plan Sierra lo constituía el desarrollo y difusión de sistemas de producción que significarían rendimientos sustentables sin degradar el suelo, asegurando de esta manera la productividad y autosuficiencia alimenticia de los agricultores. Más específicamente, los propósitos eran permitir a los agricultores un uso más eficiente de los recursos locales como la humedad y los nutrientes del suelo, los residuos animales y vegetales, la vegetación natural, la diversidad genética y la mano de obra familiar. De esta forma sería posible satisfacer las necesidades domésticas básicas de alimentación, leña, materiales de construcción, medicinas, ingresos, etc.

Desde un punto de vista de manejo, la estrategia consistía en una serie de métodos agrícolas integrados de varias maneras :

1. Prácticas de conservación del suelo como terrazas, labranza mínima, cultivo en callejones, mulch, etc.
2. Empleo de árboles y arbustos leguminosos como *Gliricidia*, *Calliandra*, *Canavalia*, *Cajanus* y *Acacia*, plantados en callejones, para la fijación de nitrógeno, producción de biomasa, abono verde, producción de forraje y captura de sedimento.
3. Uso de fertilizantes orgánicos basados en la óptima utilización de los residuos animales y vegetales.
4. Combinación y manejo adecuados de los policultivos y/o rotaciones sembradas en contorno, en fechas y densidades óptimas de cultivo.

5. Conservación y almacenamiento de agua, mediante el empleo de mulch y técnicas de cosecha de agua.

En varios predios, todos los animales, cultivos, árboles y arbustos se encuentran integrados como muestra la Figura 7.5, dando como resultado múltiples beneficios tales como la protección de suelo, la producción diversificada de alimentos, madera combustible, mejoramiento de la fertilidad del suelo, etc.

Puesto que más de 2.000 agricultores han adoptado algunas de las prácticas mejoradas, una tarea importante del Plan Sierra era determinar el potencial de los sistemas propuestos para reducir la erosión. Esto resultó difícil, ya que la mayoría de los métodos disponibles para calcular la erosión no sirven para medir la pérdida de suelo en sistemas agrícolas manejados por agricultores de escasos recursos en condiciones marginales. Dado la falta de recursos financieros e infraestructura de investigación del Plan Sierra, fue necesario desarrollar un método simple que utilizara estacas de medición para calcular la pérdida de suelo en una serie de conucos, entre los que se contaban aquellos tradicionalmente manejados por agricultores, y los «perfeccionados», desarrollados y promovidos por el Plan Sierra.

Sobre la base de los datos recopilados en 1988-89, la Figura 7.6 representa los índices acumulativos de erosión de tres sistemas agrícolas tradicionales y uno mejorado. Aunque los índices de erosión resultaron inaceptablemente altos en todos los sistemas, el sistema alternativo propuesto por el Plan Sierra (conuco PMA) mostró una pérdida de suelo considerablemente inferior a la de los monocultivos migratorios tradicionales de yuca y guandul. El positivo rendimiento del Conuco PMA parece estar relacionado con la provisión continua de cobertura del suelo gracias al cultivo intercalado, al empleo de mulch y a las rotaciones, así como también al corte de la pendiente y a la captura de sedimento dado por el cultivo en callejones y a los cercos vivos.

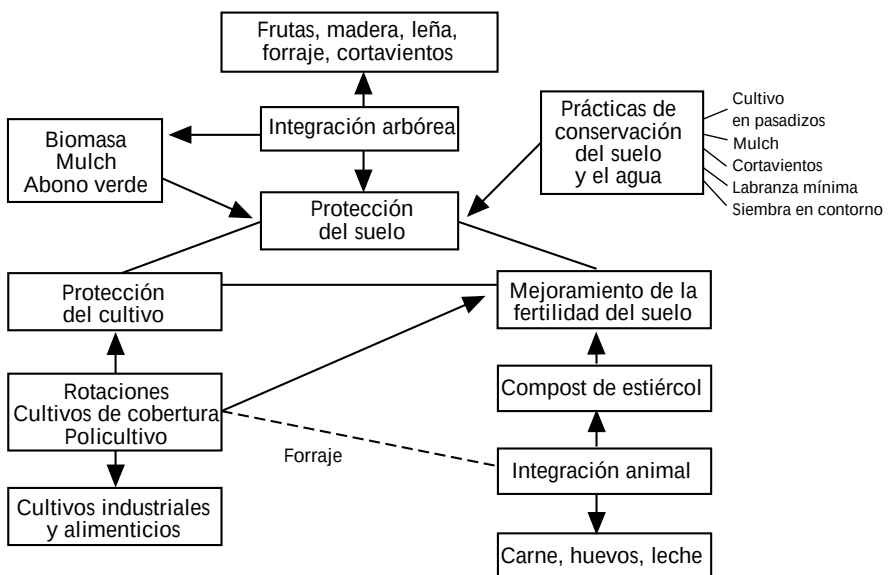


FIGURA 7.5 Interacciones complementarias en sistemas de cultivo diversificado que se traducen en un aumento de la protección y fertilidad del suelo y la protección biológica del cultivo.

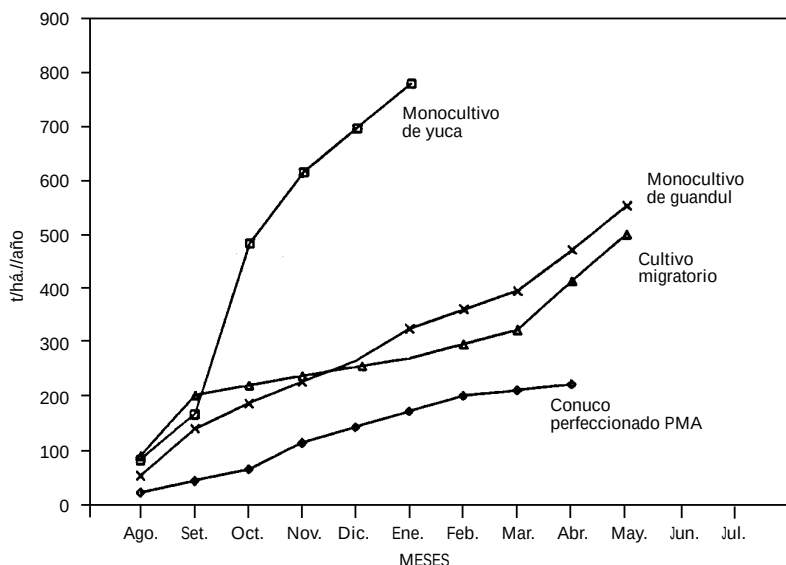


FIGURA 7.6 Tendencias acumulativas de pérdida de suelo de tres conucos (sistemas de cultivo de campesinos) manejados sin prácticas de conservación del suelo, y de un conuco perfeccionado (PMA), manejado de acuerdo a principios agroecológicos.

Los métodos del Plan Sierra, simples pero efectivos para estimar la pérdida de suelo bajo el manejo de los agricultores, proporcionan datos sobre el potencial erosivo de varios sistemas de cultivo, y los efectos de las prácticas de conservación del suelo. Dada la heterogeneidad ecológica del área en términos de suelo, microclima y vegetación, resulta difícil generalizar a partir de los datos de los sistemas.

Recreación de la agricultura incaica en los Andes Peruanos

En Perú, el reciente entusiasmo por las técnicas milenarias llegó a rescatar un ingenioso sistema de campos elevados que evolucionó en el altiplano de los Andes peruanos hace cerca de 3.000 años. Estos *waru-warus*, que consistían en plataformas de suelo rodeadas por acequias, llenas de agua, eran capaces de producir abundantes cosechas aún en presencia de inundaciones, sequías, y de las devastadoras heladas, tan comunes a casi 4.000 metros de altura. Alrededor del Lago Titicaca, aún se pueden encontrar vestigios de más de 80.000 hectáreas de ellos.

En 1984, varias ONGs y agencias estatales crearon el Proyecto Interinstitucional de Rehabilitación de Waru-Warus en el Altiplano (PIWA) para ayudar a los agricultores locales a reconstruir los antiguos predios (Sánchez 1989). La combinación de lechos de realce y canales ha demostrado tener efectos ambientales extraordinariamente avanzados. Durante las sequías, la humedad proveniente de los canales asciende lentamente hasta las raíces mediante la acción capilar y, durante las inundaciones, los surcos drenan el escurrimiento excesivo. Los *waru-warus* también reducen el impacto de las temperaturas extremas. El agua en los canales absorbe el calor del sol durante el día y lo irradia nuevamente por la noche, ayudando de esta manera a proteger los cultivos de las heladas. En los camellones, las temperaturas nocturnas

pueden ser varios grados superiores que en la región circundante. El sistema además mantiene la propia fertilidad del suelo. En los canales, el légamo, los sedimentos, las algas, y los restos vegetales y animales se descomponen, produciendo un humus rico en nutrientes que pueden removerse en cada estación y añadirse a los camellones. El análisis del suelo realizado en muestras provenientes de los reconstruidos waru-warus, mostraron niveles elevados de nitrato de nitrógeno, fósforo y potasio, como también un pH de 4,8-6,5, óptimo para el cultivo de papas (Erickson y Chandler 1989).

Todos estos efectos ambientales determinan la mayor productividad de los waru-warus, en comparación con aquellos de suelos de la pampa fertilizados químicamente. En el distrito de Huatta, los campos elevados reconstruidos produjeron cosechas impresionantes, mostrando un rendimiento sostenido de papas de 8-14 ton/ha/año. Estas cifras se contrastan favorablemente con el promedio de las cosechas de papas en Puno de 1-4 ton/ha/año (Erickson y Chandler 1989). En Camjata, el rendimiento de papas alcanzó las 13 ton/ha/año y los rendimientos de quinua, las 2 ton/ha/año en los waru-warus reconstruidos por los agricultores locales en una zona de aproximadamente 12 has. con la ayuda de las ONGs y Centros de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED).

Esta antigua tecnología está resultando ser tan productiva y barata que se está promoviendo activamente a lo largo del Altiplano, en lugar de la agricultura moderna. No requiere herramientas o fertilizantes modernos; el gasto principal es el de la mano de obra para cavar canales y construir las plataformas. Las necesidades de mano de obra son sumamente variables, fluctuando desde 200-1.000 trabajadores día/ha.

Organización de agricultores para la conservación in-situ de las papas nativas en Chile

El Archipiélago de Chiloé, un grupo de islas en el Sur de Chile, es considerado uno de los centros originarios de la papa *Solanum tuberosum* L. Las expediciones de recolección realizadas por varios investigadores durante años, determinaron una gran diversidad de variedades nativas de papas. En 1975, los botánicos chilenos recolectaron 146 muestras diferentes de variedades nativas, prevaleciendo las llamadas *michunes coloradas* y *moradas*, y las *clavelas* (Montaldo y Sanz 1962). Estas variedades nativas están sumamente adaptadas al margen de condiciones ecológicas encontradas en la región y tienen una importancia clave para la subsistencia productiva (Contreras 1987).

Desde principios de los años cuarenta, el gobierno Chileno realizó diversas introducciones de variedades europeas y norteamericanas (algunas de las cuales habían sido desarrolladas a partir del material chilote). En zonas cercanas a centros urbanos y comerciales (especialmente en la isla grande) los agricultores han abandonado la mayoría de las variedades nativas y han adoptado estas nuevas variedades introducidas, como por ejemplo: «Desiree», «Industrie», «Condor», «Ginecke», etc. que actualmente tienen una mayor demanda comercial.

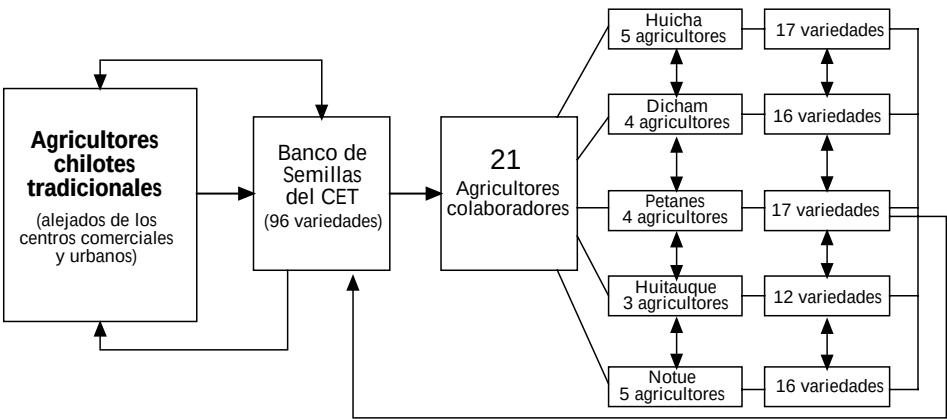
La introducción de nuevas variedades no sólo contribuyó a la extinción de variedades nativas, sino que también a las enfermedades que venían junto con las primeras. Alrededor de 1950, *Phytophthora infestans* devastó la mayoría de los campos de papas, afectando principalmente a las variedades nativas que nunca habían sido expuestas al exótico agente patógeno y, como consecuencia, por falta de la necesaria tolerancia genética.

En un esfuerzo por retardar la erosión genética y recuperar algo del germoplasma de la papa nativa, el Centro de Educación y Tecnología (CET) inició un programa de conservación in-situ en su centro de capacitación para campesinos en Notuco, cerca de Chonchi y en varias comunidades vecinas.

En 1988, los técnicos del CET inspeccionaron varias zonas agrícolas de Chiloé y recolectaron cientos de muestras de papas nativas que aún eran cultivadas por algunos pequeños agricultores a lo largo de la Isla Grande. En 1989, el CET estableció una colección in-situ (banco de semillas) de 96 variedades de papas nativas en su centro de Notuco, cada una sembrada en hileras de 5-10 plantas en una zona de terreno de 1/2 hectárea. Estas variedades se cultivan año tras año y están sujetas a la selección y a un mejoramiento de la semilla.

En 1990, los técnicos del CET iniciaron un programa de conservación in-situ que incluía a 21 agricultores en cinco comunidades rurales diferentes (Dicham, Petanes, Huitauque, Notue y Huicha). A cada agricultor se le da una muestra de cinco variedades nativas diferentes, que ellos se comprometen a sembrar dentro de sus campos de papas. Luego de la cosecha, los agricultores devuelven parte de la producción de semillas al CET (para el banco), intercambian semillas con otros agricultores o siembran las semillas nuevamente para la producción adicional de material genético. La Figura 7.7 describe la dinámica de conservación e intercambio de las 96 variedades mantenidas en el banco de semillas del CET y cultivadas por los 21 agricultores que colaboraron.

Se espera que más agricultores participen en el proyecto y que el CET sea capaz de seleccionar variedades, basándose en las propiedades deseables y en las necesidades de los agricultores. Las variedades seleccionadas se difundirán y distribuirán entre los agricultores participantes. El exceso de semillas podría también venderse a otros agricultores o intercambiarse por semillas de variedades tradicionales que aún no están disponibles en el banco del CET. Esta estrategia permitirá un suministro continuo de semillas valiosas para la subsistencia de agricultores pobres en recursos, pero también como un depósito de diversidad genética vital para futuros programas de mejoramiento de cultivos regionales.



Implicancias para el futuro

Los desafíos contemporáneos de la agricultura del Tercer Mundo han evolucionado de meramente técnico a los más económicos y ambientales. Durante los años noventa, la lucha contra la pobreza rural incluye dos nuevas, aunque cruciales, dimensiones: el manejo ecológico de los recursos agrícolas de los campesinos y la transformación de las comunidades campesinas en protagonistas de su propio desarrollo. En gran medida, docenas de ONGs que han estado promoviendo enfoques fundamentales de desarrollo rural dirigidos a los campesinos más pobres en las zonas de mayor diversidad agroecológica de América Latina, ya han incorporado estas dimensiones.

Un análisis de la mayoría de los proyectos de las ONGs que aplican conceptos agroecológicos como base para sus intervenciones técnicas, indican que las tecnologías propuestas y/o diseños agrícolas son sumamente productivas y sustentadoras, socioeconómicamente apropiadas y culturalmente compatibles. En ambientes marginales (laderas, zonas semiáridas, altiplano, etc.), la gran productividad de los sistemas agroecológicos, en contraste con la «moderna» tecnología agrícola, parece estar mejorando mucho la base de recursos como también el bienestar nutricional y a menudo económico, de las comunidades campesinas locales.

No cabe duda que dentro del margen de circunstancias agrícolas en el mundo, y dada la estructura actual de la extensión e investigación agrícola, las técnicas agroecológicas son más apropiadas y se adaptan mejor que aquellas de la Revolución Verde, en situaciones donde los recursos naturales y socioeconómicos son marginales. Evidentemente, mientras más pobre es el agricultor más importantes son los métodos de bajos insumos, dado que los agricultores pobres tienen pocas opciones, excepto utilizar sus propios recursos. Con mejores condiciones biofísicas (buenos

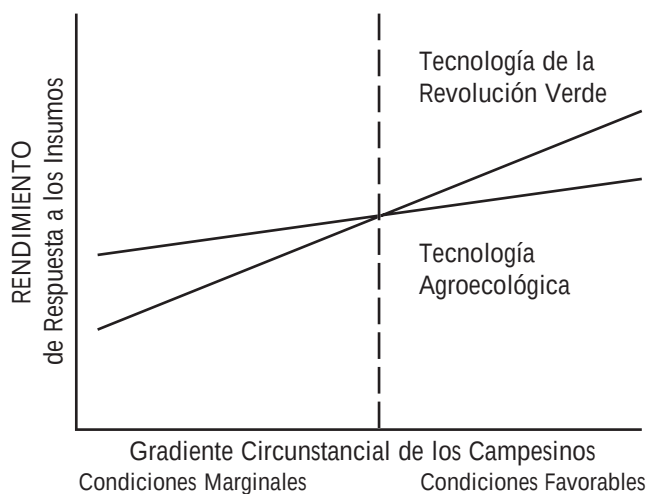


FIGURA 7.8 La realización potencial de la tecnología de la Revolución Verde (agricultura de altos insumos) y tecnología agroecológica (agricultura de bajos insumos) a lo largo de una gradiente de recursos naturales y condiciones socioeconómicas que afectan a los sistemas agrícolas campesinos (Altieri y Anderson 1986).

suelos, disponibilidad de agua) y condiciones económicas (crédito, asistencia técnica), las técnicas de la Revolución Verde pueden ser más atractivas para los agricultores, es que son capaces de superar a las estrategias agroecológicas a corto plazo, o proporcionar soluciones más rápidas a problemas que limitan el rendimiento (Figura 7.8). Esta brecha no existiría si los métodos de bajos insumos fueran respaldados y subsidiados por los gobiernos, como ha ocurrido con la tecnología de altos insumos.

Muchos sistemas agrícolas tradicionales de los países en desarrollo contienen un tesoro informativo acerca de la producción eficaz de cultivos bajo graves restricciones biológicas, socioeconómicas y de recursos. Características notables de estos sistemas incluyen su capacidad para enfrentar el riesgo y las combinaciones simbióticas de cultivos temporales y espaciales que generalmente resultan en un reciclaje eficaz de nutrientes y en un control biológico de las plagas. Es necesario comprender los mecanismos que son la base en la aversión al riesgo, a las combinaciones estables de cultivos, a rendimientos sostenidos, al ciclaje eficaz de nutrientes, a la regulación de las plagas y otras características deseables para incorporarlas a los sistemas de cultivos diseñados para los pequeños agricultores. Los sistemas recomendados deberían mejorar la capacidad de los agricultores para enfrentar los cambios locales y externos, como precios de insumos, impuestos y políticas gubernamentales (Alcorn 1984).

Los proyectos de desarrollo que ponen énfasis en la tecnología de altos insumos y uso intensivo de capital (mecanización, productos agroquímicos, semillas importadas, etc.) han resultado ser ecológicamente inadecuadas y además socialmente desiguales al beneficiar principalmente a una pequeña parte de las poblaciones locales. Al promover la tecnología de la Revolución Verde en el Tercer Mundo, es importante recordar que los agricultores pierden su autonomía en la medida que se hace dependientes de la industria productora de semillas y otros insumos. De este modo, los sistemas de producción de las comunidades rurales han sido administrados por instituciones distantes sobre las cuales tienen poco control (Pearce 1975).

Los datos que demuestran que los proyectos agroecológicos descritos en este capítulo han mejorado la producción, la distribución de ingresos o empleo, han surgido lentamente, principalmente debido a que las urgencias en el campo demandan más tiempo para la acción que para la investigación y las publicaciones. No obstante, los sociólogos y biólogos deben colaborar al medir el éxito o fracaso de los proyectos agroecológicos. Se necesita más que un análisis sobre el uso de la mano de obra, de la tierra y la participación en el mercado. Los investigadores deben desarrollar un medio para medir los logros de los proyectos rurales que buscan mejorar la nutrición y el bienestar al compartir el alimento y al tener labores agrícolas comunales, conservando los valiosos recursos naturales y protegiendo a los campesinos del desalojo de sus tierras y de su explotación como mano de obra barata.

Gliessman et al. (1981) y Augstburger (1983) evaluaron las relaciones biológicas y la estabilidad ecológica de los agroecosistemas tradicionales y la manera de como los agricultores mejoraron su productividad total. El diseño de predio del CET en Chile proporciona un ejemplo creativo acerca de cómo asegurar la producción continua de alimento, organizando eficazmente el espacio limitado. Los estudios posteriores han revelado que los campesinos que adoptan los diseños y las prácticas agrícolas recomendadas, experimentan menor escasez alimenticia o de mano de obra, en particular en zonas donde los campesinos están organizados en actividades que refuerzan la reciprocidad y la ayuda mutua.

En resumen, los pocos ejemplos de programas de desarrollo rural y ascendente descritos aquí, indican que el desarrollo y la difusión de la tecnología apropiada para los campesinos debe:

- Comenzar con el conocimiento de las necesidades de los campesinos de la forma en que ellos las perciben.
- Utilizar tecnología indígena.
- Centrarse en la aldea, haciendo participar a los campesinos.
- Poner énfasis en los recursos locales y autóctonos (Alcorn 1984).