

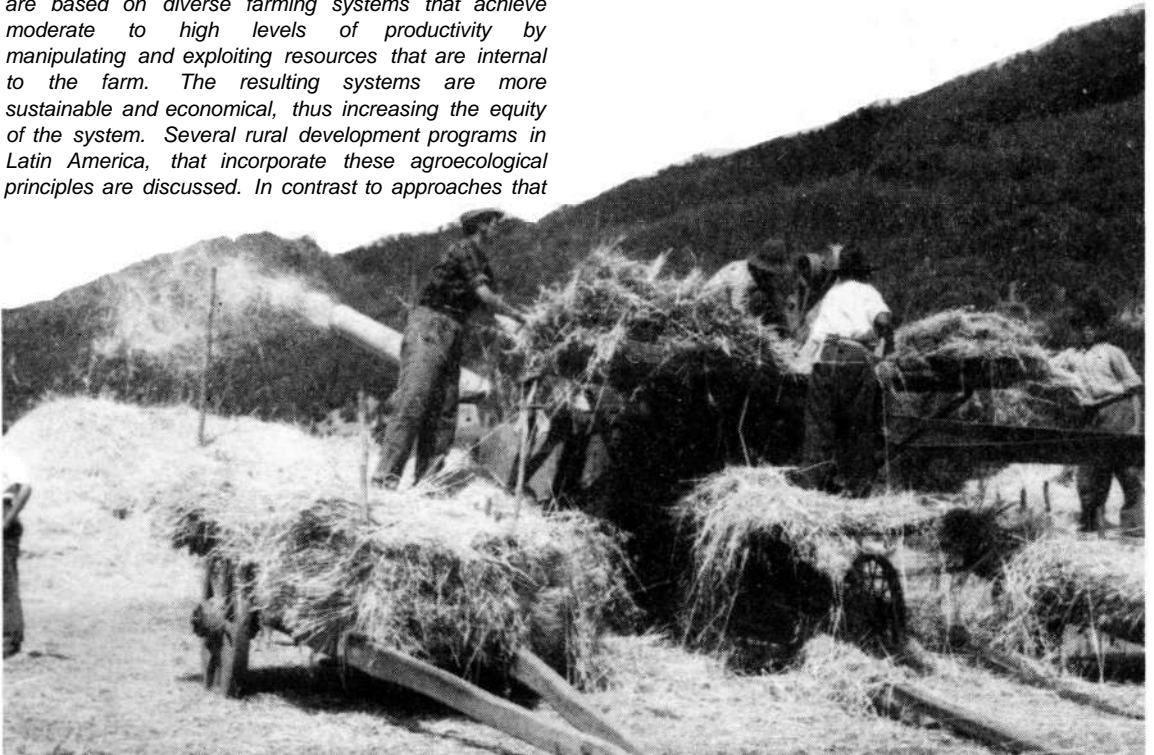
Bases ecológicas para el desarrollo de sistemas agrícolas alternativos para campesinos de Latinoamérica

MIGUEL A. ALTIERI

División de Control Biológico
Universidad de California, Berkeley

Abstract A strategy for small farm development in Latin America is suggested, emphasizing preservation of traditional farming systems while maintaining biological and genetic diversity. Basing agricultural development on indigenous knowledge, technology, and social organization can provide important guidelines for the design of cropping systems that allow low-income farmers to produce subsistence and cash crops with minimal dependence on external inputs. Suggested alternative agricultural strategies are based on diverse farming systems that achieve moderate to high levels of productivity by manipulating and exploiting resources that are internal to the farm. The resulting systems are more sustainable and economical, thus increasing the equity of the system. Several rural development programs in Latin America, that incorporate these agroecological principles are discussed. In contrast to approaches that

have been transferred from the United States without necessarily being suited to the circumstances of small farmers, and which require the purchase of expensive external inputs, these programs include sustainability, stability, and equity as goals, along with increased production. Rural development strategies based on peasant systems that are biologically and economically stable are proving to be a viable survival alternative for a great portion of the impoverished rural population in Latin America.



Introducción

Un número considerable de proyectos de desarrollo rural promovidos nacional e internacionalmente han sido promovidos en Latinoamérica con el propósito de incrementar la producción comercial de cultivos y fomentar la participación de los campesinos en el mercado (Grossman, 1984). Un número considerable de recursos técnicos y económicos han sido utilizados, pero los resultados no han alcanzado la capacidad productiva esperada; ni han mejorado notoriamente la calidad de la vida rural (Gliessman *et al.*, 1981). De hecho, los escasos adelantos tecnológicos capaces de producir ganancias netas de producción e ingreso, sólo fueron accesibles a agricultores con capital y crédito, beneficiando a la agricultura moderna comercial creando así situaciones económicas desfavorables para los campesinos. Los pequeños agricultores que adoptaron variedades de alto rendimiento abandonaron sus variedades autóctonas, disminuyendo la diversidad genética local, tornando así más vulnerables sus sistemas agrícolas a ataques epidémicos y otros factores limitantes de la producción. (Harlan, 1976; Nas, 1972). En esencia, la propagación de la Revolución Verde ha sido restringida por los campesinos, quienes periódicamente abandonan la nueva tecnología por sus riesgos y costos (Perelman, 1977).

El problema ha sido que la promoción de una agricultura a larga escala basada en una uniformidad de variedades de cultivos y técnicas químicas, ha ignorado la heterogeneidad ambiental y socioeconómica que caracterizan los sistemas de pequeña agricultura. (Conway, 1985). Como consecuencia, esto se ha traducido en una inevitable desigualdad entre el desarrollo agrícola y las necesidades y potenciales de grupos campesinos locales.

Los críticos de la Revolución Verde acusan a programas pasados con: a) una falta de apreciación por el contexto ecológico y socioeconómico en el cual operan; b) la exclusión de los campesinos como colaboradores y beneficiarios y c) la promoción de

tecnologías inapropiadas (Perelman, 1977; Matteson *et al.*, 1984). Como resultado se está reexaminando el desarrollo y extensión de tecnologías apropiadas para los campesinos y lentamente se está reconociendo que el desarrollo de tecnologías para pequeños agricultores debe considerar las circunstancias socioeconómicas y agroecológicas que caracterizan los sistemas de pequeña agricultura.

Hasta la fecha, han emergido dos respuestas significativas a este desafío (Byrlee *et al.*, 1980; Harwood, 1979, Shaner *et al.*, 1982, Zandstra *et al.*, 1981). La primera, investigación de sistemas agrícolas (Farming Systems Research) promovida por los Centros Internacionales de Investigación Agrícola, que enfatiza la generación de modificaciones tecnológicas apropiadas para pequeños agricultores a través de estudios agro-socioeconómicos que identifiquen las condiciones que influyen los sistemas agrícolas tradicionales, de modo que las nuevas prácticas recomendadas puedan ser adaptadas a las circunstancias y necesidades reales de los agricultores. De esta manera, FSR implica entender lo que los campesinos están haciendo, porqué han escogido sus prácticas actuales y qué es requerido de ellos para adoptar una nueva tecnología (Hildebrand, 1979). Debido a que FSR enfatiza incrementar los conocimientos a través de la transferencia e incorporación tecnológica, las recomendaciones técnicas finales no difieren de aquellas propuestas por la Revolución Verde (i.e. variedades de altos rendimientos, acompañados por un paquete de pesticidas químicos y fertilizantes, Matteson *et al.*; 1984). Aún más, los investigadores del FSR no han intentado entender los procesos ecológicos que gobiernan el funcionamiento de sistemas agrícolas (i.e., ciclaje de nutrientes, regulación biológica de plagas, mezclas simbióticas de cultivo, dinámica de recursos disponibles, etc.) careciendo así del conocimiento necesario que les permita diseñar o predecir el comportamiento de ecosistemas agrícolas rurales. En esencia, FSR tan sólo ha significado un cambio de forma, pero no un cambio en contenido (Oasa, 1984).

La segunda respuesta, ha sido la del Desarrollo Rural Integrado (IRD) que combina el objetivo económico de promover la producción agrícola con el desarrollo de la pesca, silvicultura, producción artesanal, empleo fuera de la propiedad y la provisión de servicios comunitarios, médicos, educacionales y otros (de Janvry, 1981). Hasta ahora, los planificadores e investigadores del IRD se han concentrado principalmente en los factores aislados de la producción y mano de obra disponible, midiendo el éxito en términos de cantidad de rendimientos, ingreso en efectivo y adherimiento a mercados.

Aunque en muchos programas, un incremento en la producción resultó en mejores ingresos, esto no se tradujo necesariamente en mayor nutrición, ya que se descuidaron los servicios básicos de salud y educación, IRD ha puesto poca atención al contexto ecológico y organización cultural de la agricultura local (Alverson, 1984; Grossman 1984). A través de toda América Latina, los campesinos han sido confinados a tierras marginales, ellos carecen de capital, apoyo técnico y crédito y generalmente carecen de buen acceso al mercado (de Janvry, 1981). Además, debido a bajas en la economía, el campesino ha sido sometido a un proceso de empobrecimiento sistemático. (Schatan, 1985), lo cual ha minado su rol tradicional de proveer más del 50% de la cantidad total de alimentos esenciales producidos para abastecer mercados urbanos locales (Pearce, 1975). Bajo tales condiciones de inestabilidad económica, aumentar la producción agrícola para mejorar el ingreso económico del campesino a través del uso de insumos costosos no parece más una alternativa apropiada. En cambio, parece más apropiado promover estrategias de desarrollo rural que: (a) minimicen la dependencia en insumos externos y tecnología industrial (b) mejoren la eficiencia del uso de recursos locales (c) enfatizen la autosuficiencia en la producción y consumo y (d) favorezcan la autoorganización del campesinado para incrementar su capacidad de sobrevivencia económica y social (de Janvry, 1983). El problema inmediato en muchas áreas radica en la supervivencia del campesino, por lo que

la mantención de la producción de subsistencia es absolutamente esencial para el bienestar de la población rural. El aumento de la participación de campesinos en mercados locales se conseguirá solamente una vez que sus necesidades básicas de sobrevivencia sean aseguradas.

Por esto, la próxima fase en el desarrollo agrícola de Latinoamérica requiere una perspectiva más integral, sensible a las enormes variaciones de la ecología, presiones demográficas, relaciones económicas y organización social que prevalecen en cada región; una complejidad que un enfoque puramente tecnológico a menudo ignora. (Bayliss-Smith, 1982). Esta nueva estrategia requerirá ampliar su criterio de evaluación para incluir propiedades de sostenibilidad, estabilidad y equidad junto con el objetivo de aumentar la producción. Estos Agroecosistemas deberán poseer una fuerte base ecológica. Sólo un agroecosistema fundado en principios ecológicos puede asegurar la compatibilidad de todas las propiedades mencionadas (Altieri *et al.*, 1983). Problemas recurrentes de plagas y enfermedades, erosión del suelo, deterioro de la fertilidad y calidad del suelo, polución, etc.; son sólo algunos de los problemas que acogen a los sistemas agrícolas modernos que ignoran principios ecológicos (Cox y Atkins, 1979).

Ya que los sistemas de cultivos tradicionales pueden exhibir varias de estas propiedades ecológicas, el investigador agrario se ve forzado a considerar estos sistemas como puntos de partida. El investigador debe evaluar hasta qué grado estos sistemas tradicionales actúan como sistemas modelos que exhiban cualquiera de las propiedades antes señaladas y concurrentemente deben identificar los elementos de la agricultura tradicional que debieran retenerse en el curso de la modernización agrícola.

En este trabajo, intentamos examinar los problemas culturales, ecológicos, sociales y económicos que interactúan cuando uno considera el desarrollo de una agricultura alternativa en Latinoamérica. También, queremos presentar ejemplos de proyectos que han exitosamente combinado conocimientos agrícolas tanto tradicionales como

modernos resultando en el diseño de agroecosistema de producción sostenida.

Un enfoque ecológico para el desarrollo agrícola

El mayor problema tecnológico que constantemente enfrentan los proyectos de desarrollo es que las recomendaciones globales han probado ser completamente inapropiadas para la inmensa heterogeneidad de los predios campesinos (de Janvry, 1981). Las numerosas formas de agricultura encontradas en Latinoamérica son el resultado de variaciones en clima local, suelos, tipos de cultivos, factores demográficos, organización social como asimismo factores económicos más directos como precios, mercadeo, disponibilidad del capital y crédito. Lo que se requiere, es un enfoque integrado que considere esta complejidad ya que los patrones agrícolas resultan de la interacción de tantos factores causales diferentes.

El resultado sería una agricultura más fina, basada en un mosaico de variedades genéticas tradicionales, insumos y técnicas locales que se adapten a un nicho ecológico, social y económico en particular. Conway (1985) denomina este enfoque Análisis y Desarrollo de Agroecosistemas (AAD). Este enfoque difiere de FSR e IRD no sólo en su selección de indicadores de comportamiento, sino también en su nivel de análisis de los agroecosistemas. AAD trata con todos los niveles jerárquicos de los agroecosistemas, esto es, los estudios abarcan todas las interacciones entre seres humanos y los recursos de producción alimentaria, dentro de unidades geográficas tanto pequeñas (a nivel de predio) como grandes (a nivel regional). Un estudio de la "ecología" de tales recursos debe necesariamente enfatizar las relaciones ambientales de la agricultura, pero siempre dentro del contexto social, económico y político. Una manera útil de examinar agroecosistemas en su totalidad consiste en enfocar el estudio en un proceso unificador tal como el flujo de energía, el

ciclaje de nutrientes o la regulación biótica (Altieri, 1983).

AAD también provee un método de análisis y desarrollo tecnológico que no sólo se concentra en la productividad, sino en otros indicadores de comportamiento tal como la estabilidad, sustentabilidad, equidad (Figura 1) y la relación entre éstos (Conway, 1985). Estos indicadores se definen a continuación:

1. Sustentabilidad

Es una 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 en los sistemas agrícolas no puede ser aumentada indefinidamente. Los límites fisiológicos del cultivo, la capacidad de carga del hábitat y los costos externos incurridos a través de los esfuerzos para mejorar la producción imponen un techo en la productividad potencial. Este punto constituye el "equilibrio de manejo" donde el agroecosistema se considere en equilibrio con los factores ambientales y de manejo, y produce un rendimiento sostenido. Las características de este manejo balanceado varían con diferentes cultivos, áreas geográficas y entradas de energía, y por lo tanto, ellas son altamente "específicas del lugar" (Altieri *et al.*, 1983).

2. Equidad

Es una medida de cuan uniformemente los productos del agroecosistema son distribuidos entre los productores y consumidores locales (Conway, 1985). La equidad es, sin embargo, mucho más que ingresos adecuados, una buena nutrición, tiempo suficiente para esparcimiento (Bayliss-Smith, 1982). 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 en la sociedad aumentos en los costos sociales de la producción. Para otros equidad se logra cuando la distribución de

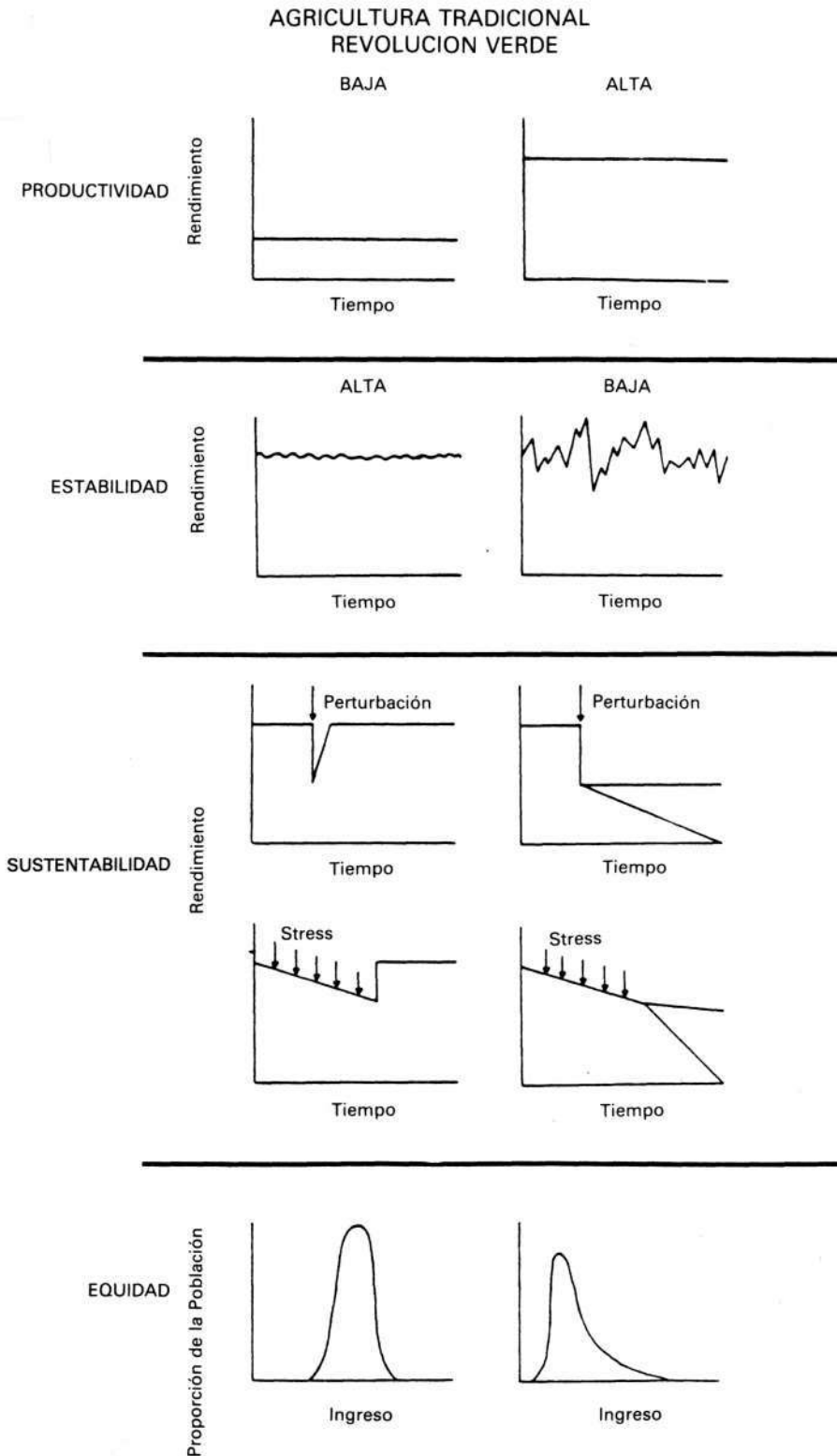


Figura 1. Tendencias de índices de comportamiento de agroecosistemas tradicionales y modernizados (después de Conway 1985).

oportunidades o ingresos dentro de una comunidad realmente mejora.

3. Estabilidad

Es la constancia de la producción bajo un grupo de condiciones ambientales, económicas y de manejo (Conway, 1985). Algunas de las presiones ecológicas constituyen serias restricciones en el sentido 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 aumenten 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 a través del uso de animales o máquinas, o empleando la fuerza de trabajo de otra gente. De esta manera, la exacta naturaleza de la respuesta no depende solamente 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. A este respecto, Harwood (1979), define tres fuentes de estabilidad:

a) **Estabilidad de Manejo:** Se deriva de la selección de un grupo de tecnologías que mejor se adapten a las necesidades y base de recursos del agricultor. Inicialmente, la aplicación de la tecnología industrial resulta usualmente en aumentos sustanciales en la producción, a medida que menos y menos tierra permanece en barbecho y las limitaciones de suelo, agua y bióticas son superadas. Además, siempre existe un elemento de inestabilidad asociado con las nuevas tecnologías. Los agricultores están plenamente conscientes de esto y su resistencia al cambio tiene una base ecológica.

b) **Estabilidad Económica:** Está asociada con la habilidad del agricultor para predecir precios en el mercado de insumos y de sus productos. El agricultor siempre encuentra

compromisos entre producción y estabilidad, dependiendo de la sofisticación de su conocimiento. Para estudiar la dinámica de la estabilidad económica en la agricultura tradicional, se deben obtener suficientes datos sobre indicadores tales como producción total, rendimientos de cultivos importantes, flujos de dinero, ingreso neto y datos sobre la fracción de la producción total que el agricultor vende o cambia.

c) **Estabilidad Cultural:** Depende de la mantención de la organización sociocultural y el contexto que ha nutrido los agroecosistemas tradicionales a través de generaciones. El desarrollo rural no puede ser logrado en forma aislada del contexto social en que se genera, sino que debe estar enraizado en las tradiciones de la población autóctona. Para llegar a una comprensión clara y completa del concepto de estabilidad, debe adaptarse un análisis integrado, ya que la estabilidad total resulta de la interacción de tantos factores causales diferentes.

4. Productividad

Es una 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 ponen mayor valor en reducir riesgos que en 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 trabajo. Por otro lado, los agricultores parecen elegir tecnologías de producción basados en decisiones que toman en cuenta la totalidad del sistema agrícola y no un cultivo en particular (Harwood, 1979). 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 a necesidades o en la forma de

coeficientes energéticos. Cuando los patrones de producción son analizados usando estos coeficientes, queda de manifiesto que los sistemas tradicionales son extremadamente más eficientes que los agroecosistemas modernos en cuanto al uso de energía (Pimentel y Pimentel, 1979). Un sistema agrícola comercial exhibe típicamente razones de egreso/ingreso calórico de 1-3, mientras que los sistemas agrícolas tradicionales exhiben razones de 10-15.

Los predios constituyen sistemas de consumo y producción de energía y deberían considerarse como sistemas con flujos energéticos. Sin embargo, ellos también producen alimentos, ingresos, empleo y constituyen un modo de vida para muchas sociedades agrarias, índices que también contribuyen a la producción total.

Cuando se analizan los rasgos de producción/estabilidad de estos agroecosistemas, debe reconocerse el hecho que los agricultores poseen una cantidad fija de recursos de tierra, labor familiar y capital disponibles para alcanzar sus objetivos de subsistencia, que consiste en promover la diversidad de su dieta y fuentes de ingreso, en minimizar riesgos, maximizar la seguridad de la cosecha y en optimizar retornos adecuados bajo condiciones de niveles bajos de tecnología. Por estas razones, es fundamental tomar en consideración los rasgos de la agricultura campesina: habilidad de soportar riesgos, restricciones de mano de obra, mezclas simbióticas de cultivos, requerimientos de dieta, etc., que determinan los niveles prevalecientes del uso y producción de recursos (de Janvry, 1981).

Ejemplos de agroecosistemas tradicionales sostenidos

A través de América Latina, los pequeños agricultores han desarrollado y/o heredado sistemas de cultivos complejos que se adaptan bien a las condiciones locales; esto les ha permitido satisfacer sus necesidades vitales por siglos, aún bajo condiciones ambientales adversas tales como terrenos

marginales, sequía o inundaciones (Ruthenberg, 1971).

En general, estos sistemas son altamente diversificados, manejados con niveles de tecnología bajas y con insumos generados localmente. Ellos también dependen de recursos locales, labor manual o animal y de la fertilidad natural del suelo, una función usualmente mantenida con barbechos, el uso de leguminosas y/o abono (Egger, 1981; Wilken, 1977). A manera de ilustración, discutimos tres sistemas de agricultura tradicional que exhiben un alto grado de racionalidad ecológica.

Cultivo tradicional de arroz

Bajo la estructura simple del monocultivo del arroz, yace un complejo sistema con considerables controles naturales y diversidad de cultivos a nivel genético (King, 1927). Aunque estos sistemas prevalecen en el sudeste asiático, algunos pequeños agricultores de los trópicos de Sudamérica también mantienen en sus campos muchas variedades de arroz adaptados a una multitud de condiciones ambientales. Los agricultores regularmente intercambian semillas entre ellos, ya que observan que una variedad particular tiende a acumular problemas de plagas y enfermedades si se siembra en la misma tierra continuamente por varios años. La resultante diversidad temporal, espacial y genética confiere al menos resistencia parcial al ataque de plagas.

Dependiendo del grado de diversidad espacial y temporal de los campos, las interacciones tróficas entre los insectos plaga del arroz y sus numerosos enemigos naturales pueden llegar a ser muy complejas, resultando a menudo en poblaciones bajas, pero estables, de insectos plagas.

El ecosistema del arroz, donde ha existido por un largo tiempo, también es diverso en otras especies animales. Algunos agricultores permiten que bandadas de patos domésticos forrajeen libremente por insectos, semillas, etc., en sus parcelas. Muchos agricultores a propósito permiten el crecimiento de ciertas malezas acuáticas que

ellos cosechan para su consumo (Datta y Bonerjee, 1978). A menudo uno encuentra sistemas donde los agricultores han introducido unos cuantos pares de peces prolíficos. Cuando el agua es drenada para cosechar el arroz, los peces son llevados a artesas o tanques cavados en los rincones de los campos para luego ser colectados.

Los productores tradicionales de arroz usualmente siembran sólo un cultivo de arroz cada año durante la estación húmeda, aun cuando exista agua de irrigación disponible. En parte, esto constituye un intento de evitar el daño ocasionado por plagas barrenadoras. Alternativamente, la tierra puede ser pastada por animales domésticos. Este barbecho anual junto con el estiércol botado por los animales de pastoreo, más la incorporación de malezas y rastrojo, sustenta producciones de arroz aceptables por períodos largos (Webster y Wilson, 1980).

Los agricultores a veces siguen el arroz con otros cultivos anuales en el mismo año, en áreas donde la lluvia es adecuada o el agua de riego está disponible. Plantando hileras alternadas de cereales y leguminosas es una práctica común y se considera que utiliza los recursos del suelo más eficientemente.

Los árboles son podados y las ramas grandes se dejan para estacar cultivos. El material podado es repartido por el suelo y quemado. Así, el barbecho tiene una doble función, de proveer materiales como estaca y de reciclaje de nutrientes (Wilson y Kang, 1981). Este barbecho también puede ser considerado como una forma de sistema agroforestal de propósitos múltiples, implicando una combinación de cultivos anuales, cultivos de árboles perennes y regeneración del bosque natural (Denevan *et al.*, 1984).

Se ha especulado que los sistemas agrícolas itinerantes poseen valor potencial para controlar insectos plagas. La gran diversidad de especies cultivadas simultáneamente en las parcelas desmontadas ayuda a prevenir explosiones de plagas sobre plantas comparativamente aisladas de cada especie. Las mayores poblaciones de parásitos y predadores y la menor colonización y

reproducción de plagas constituyen posiblemente factores espaciales y temporales importantes en la regulación de plagas en estos policultivos (Matteson *et al.*, 1984).

La sombra de fragmentos de bosques aún en pie en los nuevos campos, apareados con un follaje parcial de frutas, semillas, leña, fibra, especies de árboles medicinales o para madera reduce los problemas de malezas susceptibles a la sombra y provee hospederos alternativos para insectos benéficos (Altieri 1985). Contando también con pequeñas parcelas rodeadas por una matriz de vegetación forestal secundaria permite una libre emigración de agentes de control natural desde la selva circundante (Matteson *et al.* 1984).

La sombra de fragmentos de bosques aún en pie en los nuevos campos, apareados con un follaje parcial de frutas, semillas, leña, fibra, especies de árboles medicinales o para madera reduce los problemas de malezas susceptibles a la sombra y provee hospederos alternativos para insectos benéficos (Altieri, 1985). Contando también con pequeñas parcelas rodeadas por una matriz de vegetación forestal secundaria permite una libre emigración de agentes de control natural desde la selva circundante (Matteson *et al.*, 1984).

Las compostas y abonos bien descompuestos son esparcidos en el campo para proveer nutrientes a los cultivos en crecimiento. La siembra de caupí o frijol mungo sobre el rastrojo de arroz, interfiere con la habilidad de ciertas plagas para colonizar el arroz, disminuyendo así su incidencia (Matteson *et al.*, 1984).

Agricultura Itinerante

Este modelo tradicional es llamado también agricultura de roza, tumba y quema. La agricultura itinerante es muy difundida entre grupos indígenas y también entre campesinos que habitan las áreas de bosques de lluvia tropicales de Centro América y México (Denevan *et al.*, 1984). Para liberar nutrientes y eliminar malezas una porción del bosque es cortada y el área quemada. Una

mezcla de cultivos de corto plazo, algunas veces seguida de cultivos perennes es plantada hasta que la fertilidad del suelo se torna inadecuada y la competencia por malezas es severa. Cuando esto sucede el agricultor localiza un nuevo pedazo de selva, prepara un nuevo campo mientras que el otro retorna a un barbecho prolongado. Durante el período de barbecho, grandes cantidades de nutrientes son almacenados en la biomasa de la vegetación sucesional. Estos nutrientes son liberados durante la quema de la vegetación, cuando la tierra está siendo preparada para el nuevo ciclo de cultivos (Ruthenberg, 1971). Aunque es común una regeneración al azar de especies de árboles durante los períodos de barbecho, en algunas partes de los trópicos lluviosos, los agricultores intencionalmente retienen ciertas especies tales como: *Acioa barterii*, *Alchornea cordiflora* y *Anthonata macrophylla*.

Las chinampas de México

Las chinampas son un sistema prehispánico de producción de alimentos utilizados por los Aztecas en el valle de México (aún existen en la zona de Xochimilco y Mixquic) para explotar las áreas pantanosas que rodean los lagos.

Las chinampas son como "islas" sobre plataformas elevadas (de 2,5-10 m de ancho y hasta 120 m de largo) construidas con lodo extraído de los pantanos o lagos poco profundos. Los aztecas construían chinampas a 0,5-0,7 m sobre el nivel del agua y reforzaban los costados con estacas y ramas entrecruzadas, mediante el establecimiento de sauces (*Salix* spp.) en los bordes (Armillas, 1971).

El suelo de las chinampas se enriquecen constantemente con materia orgánica producida por las plantas acuáticas y el lodo y sedimentos de los reservorios de agua. Una fuente importante de materia orgánica es el lirio de agua (*Eichornia crassipes*) que produce hasta 900 kg/há diarios de materia seca. Suplementadas con abono animal, las chinampas son autosostenidas. Los animales (patos, cerdos, gallinas, etc.) se mantie-

nen en pequeños corrales, son alimentados con el exceso producido en las chinampas y su abono se incorpora en las plataformas (Gliessman *et al.*, 1981). Sobre las chinampas, los agricultores concentran la producción de cultivos básicos y de hortalizas. Esto incluye los policultivos tradicionales de maíz/frijol/calabaza, yuca/frijol/maíz/amaranto/chiles y una serie de combinaciones de árboles frutales y cultivos de cobertura. En los canales circundantes los agricultores promueven las poblaciones de peces para agregar proteínas a la dieta.

Los tres tipos de agroecosistemas tradicionales descritos han probado ser sostenibles dentro de sus contextos ecológicos e históricos (Cox y Atkins, 1979). Aunque estos sistemas evolucionaron en épocas y áreas geográficas diferentes, ellos comparten una serie de aspectos funcionales y estructurales al combinar diversidad alta de especies en el tiempo y el espacio, adiciones altas de materia orgánica, reciclaje eficiente de nutrientes y una serie de interdependencias biológicas que confieren estabilidad a las poblaciones de insectos y otras plagas (Altieri, 1983).

Una característica saliente de los agroecosistemas tradicionales es su alto nivel de diversidad genética y de especies en la forma de policultivos y/o sistemas agroforestales (Chang, 1977; Clawson, 1985). Estos sistemas representan una estrategia para promover diversidad de dieta e ingresos, estabilizar la producción, minimizar los riesgos, reducir la incidencia de plagas y enfermedades, usar eficientemente la mano de obra, e intensificar la producción con recursos limitados y maximizar los retornos con niveles bajos de tecnología (Harwood, 1979). A través del trópico los sistemas agroforestales contienen más de 100 especies de plantas, las que proveen de recursos de construcción, leña, plantas alimenticias y alimento humano y animal (Wiersum, 1981). En México por ejemplo los indios Huastecas manejan una combinación de campos cultivados y en barbecho, huertos familiares complejos y parcelas de bosque, con un total de más de 300 especies vegetales. Pequeñas áreas alrededor de la casa contienen entre 80-125 plantas útiles, en su mayoría me-

dicinales (Alcorn, 1984). El "Pekarangan" tradicional del oeste de Java contiene como 100 especies de plantas; de éstas el 42% proveen materiales para construcción y leña, 18% son árboles frutales, 14% son hortalizas y el resto son plantas ornamentales, medicinales o comerciales (Christanty *et al.*, 1985).

Un gran número de plantas dentro o alrededor de los sistemas tradicionales son especies silvestres botánicamente emparentados con los cultivos. La amplitud ecológica de estas especies silvestres excede la de los cultivos, una característica ecológica deseada por los genetistas para mejorar la adaptación y resistencia de los cultivos (Harlan, 1976; Prescott-Allen, 1982). Estas especies silvestres han evolucionado por un largo tiempo con los cultivos y especies emparentadas, varios procesos de hibridación e introgresión genética han ocurrido entre cultivos y especies silvestres, incrementando la variabilidad genética disponible a los agricultores (Harlan, 1976). A través de la práctica de desyerbe selectivo, los agricultores han aumentado inadvertidamente el flujo de genes entre cultivos y sus parientes. Por ejemplo en México, los agricultores mantienen poblaciones de teosinte dentro o cerca de sus campos de maíz, de manera que el cruce entre estas dos plantas ocurre produciéndose híbridos (Wilkes, 1977).

Los agricultores derivan otros beneficios de la presencia de niveles tolerables de malezas en sus campos. Algunas malezas se usan directamente con fines culinarios y medicinales (Datta y Banerjee, 1978) mientras que en muchos casos se manejan las comunidades de malezas para mejorar el control biológico de insectos plaga (Altieri *et al.*, 1977) o incrementar la acumulación de materia orgánica y la conservación del suelo (Chacon y Gliessman, 1982).

A través de esta asociación continua, se ha logrado un equilibrio relativo entre cultivos, malezas, enfermedades, prácticas culturales y hábitos humanos (Bartlett, 1980). De hecho, la gran variedad de cultivos criollos corresponde bien a la heterogeneidad social y ecológica (Brush, 1982). El equilibrio estable es complejo y es difícil de modificar sin perjudicar el balance genético y social (Grossman, 1984). Se ha argumentado que la única estra-

tegia para mantener "in-situ" esta diversidad genética es mediante el mantenimiento de agroecosistemas bajo manejo tradicional, que es un manejo guiado por el conocimiento etnobotánico local e íntimo de las plantas y sus requerimientos (Alcorn, 1984).

Ejemplos de enfoques agroecológicos al desarrollo rural

Existen hoy en América Latina un número de programas de asistencia a campesinos dirigidos temporalmente a solucionar su problema de subsistencia y autosuficiencia alimentaria (Hirschman, 1984). El enfoque general consiste en mejorar cuidadosamente los sistemas campesinos existentes con elementos apropiados de la ciencia agrícola moderna; los programas tienen una orientación ecológica y se basan en tecnologías que conservan recursos y sostienen la productividad. Enfatizan 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 resulten en rendimientos que se derivan de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica y de relaciones tróficas entre plantas, insectos, patógenos, etc., que resaltan los mecanismos de control biológico. Tres tipos de interacciones se explotan:

a) Interacciones temporales a nivel de sistema de cultivo

Las rotaciones son un ejemplo donde aportes de nitrógeno se obtienen al rotar cereales con leguminosas. Estas rotaciones también suprimen insectos, malezas y enfermedades al romper sus ciclos de vida (Summer, 1982). Rotaciones bien diseñadas 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% (Heichel, 1978). Este ejemplo de ingeniería ecológica no requiere de una modificación mayor de los patrones de producción existentes.

b) Interacciones espaciales a nivel de sistema de cultivo

Los diseños espaciales de sistemas de cultivos implican cambios en el arreglo espacial y temporal de cultivos, y son ilustrativos de los sistemas de cultivo múltiple universalmente utilizados por campesinos. Al cultivar varias especies simultáneamente, los agricultores obtienen una serie de objetivos de manejo, sin que esto requiera mayor subsidio o suplementación. Por ejemplo los cultivos intercalados reducen malezas, plagas y enfermedades, mejoran la calidad del suelo y la eficiencia de uso de agua e incrementan la productividad de la tierra (Papendicke/., 1976; Icrisat, 1979; Beets, 1982).

c) Interacciones a nivel de predio

El comportamiento de un predio está determinado por el nivel de interacciones entre los varios componentes bióticos y abióticos del predio. Las interacciones que mueven al sistema consisten en aquellas en que productos o salidas de un componente se usan en la producción de otro (p. ej. malezas utilizadas como alimento de ganado, guano usado como fertilizante en cultivos, rastrojo de cultivos utilizados como mulch, etc.).

Los varios programas de asistencia campesina varían desde programas piloto o experimentales que afectan a unas pocas familias, hasta programas de acción con impacto regional. El objetivo principal es construir comunidades que se ayuden a sí mismas para lograr un mejoramiento colectivo de la vida rural a nivel local. Las organizaciones promotoras constituyen grupos no gubernamentales, a cargo de profesionales jóvenes de clase media y que operan con fondos suplididos por fundaciones extranjeras, al margen de las Universidades o Ministerios de Agricultura. Unos ejemplos se describen a continuación:

a) Como parte de un intento de recuperar la diversidad y estabilidad de la produc-

ción que caracterizaba a los agricultores tradicionales del sureste de México, Gliessman *et al.* (1981) en colaboración con campesinos de la zona, instalaron módulos de producción sostenida, basados en las chinampas y los huertos familiares poliespecíficos. Cada módulo está manejado por varias familias, en un área de 5-15 há, rodeados por una banda de vegetación secundaria enriquecida con especies frutales y forestales. El interior del módulo se modela basado en la diversidad topográfica de cada sitio. En el centro se construyen tanques en el que se crían peces y patos y las plantas acuáticas y sedimentos se usan para fertilizar las otras partes del módulo. Alrededor del tanque y de los canales periféricos, se construyen 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 enriquece constantemente con materia orgánica del fondo del reservorio, y con los residuos del lirio acuático (*Eichornia crassipes*) capaz de producir hasta 900 kg/há de materia seca, y en el guano de los animales se sustenta la fertilidad de los chinampas en forma permanente. En las áreas de producción de cultivo, la fuente principal de materia orgánica proviene de rotación entre cereales y leguminosas y de la incorporación de abonos verdes.

b) En un proyecto paralelo en Veracruz, México, se establecieron granjas integradas basadas en el sistema de las chinampas, sistemas de acuicultura Asiáticos, en las que se ensambló la producción de hortalizas, con la producción piscícola y animal a través del manejo y reciclaje de materia orgánica (Morales, 1984). El cultivo intensivo de maíz, frijol y calabaza para autoconsumo, se complementó con la producción de hortalizas de valor comercial, asegurándose un ingreso de dinero y a la vez la autosuficiencia alimentaria. Los residuos de los cultivos proveían abundantes desechos para alimentación animal. En torno, los abonos animales se integraban en los campos y en los estanques piscícolas como fertilizantes.

c) 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 Cochabamba (PAC) está ayudando 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 especie nativa *Lupinus mutabilis*, que puede fijar hasta 200 kg/há de N por estación, elemento que queda disponible para el cultivo subsecuente de papa (Augstburger, 1982).

Ensayos con policultivos de papa/lupino y de papa/frijol demostraron que estos sistemas policulturales rendían más que los monocultivos y también reducían significativamente la incidencia de las enfermedades virosas.

En suelos neutrales, se obtuvieron rendimientos de papa mayor con guano que con fertilizantes químicos. El PAC está ahora tratando de mejorar el contenido de fósforo del abono animal, agregándole roca fosfórica que se puede conseguir localmente y a precios baratos.

d) En Chile, donde el crédito y la asistencia técnica ya casi no llegan al campesinado, el Centro de Educación y Tecnología (CET) ayuda a comunidades rurales a alcanzar autosuficiencia alimentaria a bajos costos y a través de todo el año. El enfoque del CET ha consistido en establecer una serie de granjas modelo de 0.5-1.0 há donde la mayoría de los requerimientos de una familia de poca tierra y escaso capital se pueden satisfacer. En estas granjas el factor crítico es el aprovechamiento de recursos limitados en la diversificación. Cultivos, animales y otros recursos del predio se ensamblan en el tiempo y el espacio para optimizar la eficiencia productiva, el reciclaje de nutrientes y la protección vegetal (CET 1983).

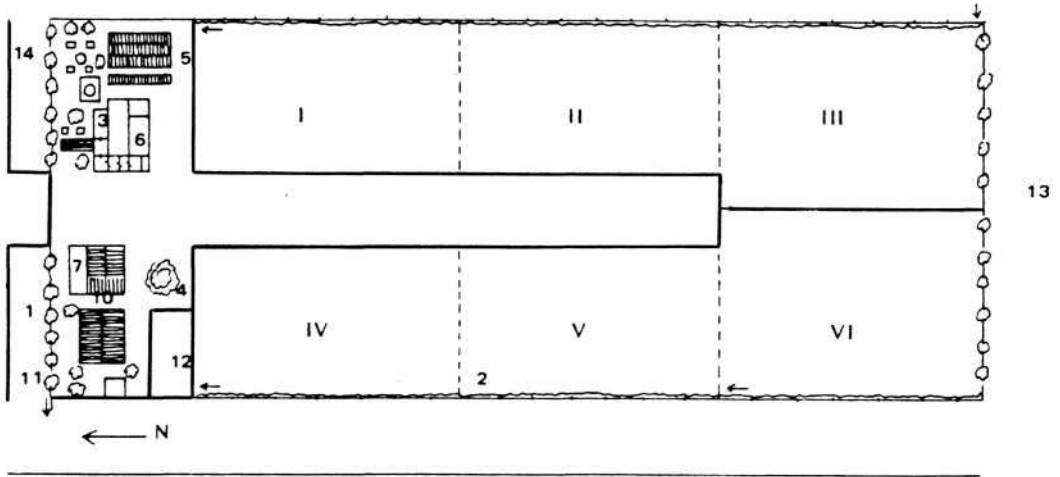
Básicamente las granjas del CET están compuestas de una combinación diversificada de cultivos, hortalizas, plantas forrajeras, árboles frutales y forestales y animales. Las hortalizas se cosechan en camas elevadas con alta dosis de compost, capaces de producir hasta 83 kg/mes de material verde

en un área de 5-6 m². El resto de los cereales, leguminosas y forraje se produce en un sistema rotacional de 6 años (Figura 2) una producción relativamente constante se alcanza al dividir la tierra en tantas parcelas de capacidad productiva similar, como años hay en la rotación. La rotación se diseñó para producir la máxima variedad de cultivos básicos (como 13 especies) en 6 parcelas, aprovechando la capacidad restauradora del suelo de las leguminosas y otras propiedades de estabilización que resultan cuando los cultivos se siembran en diseño policulturales y de labranza mínima en cada parcela.

Grupos de campesinos vienen al CET, donde viven por 1-2 semanas y reciben entrenamiento práctico sobre los diferentes aspectos del manejo orgánico de los huertos, rotación, compostaje, etc. Después del entrenamiento 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 semillas, árboles y animales a los agricultores con el compromiso que éste lo reproduzcan y repartan las crías entre la comunidad. 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 a sus costumbres o conocimientos. Por ejemplo en el sur de Chile, un grupo campesino no utilizaba compostas, sino que colectaba mantillo de un bosque cercano de *Acacia*, como lo hacían tradicionalmente. Parece ser, que los campesinos no obtienen recetas de la experiencia en el CET, sino más bien criterios de cómo organizar el predio de una forma más eficiente. De esta manera parece ser que el impacto del CET es más al nivel pedagógico que tecnológico.

e) En la Sierra de la República Dominicana, el Plan Sierra con el apoyo de varias fundaciones y del Programa Mundial de Alimentos de la FAO ha iniciado un programa de mayor escala para estabilizar los conucos (sistemas campesinos de agricultura itinerante) que debido a su ubicación en laderas muy empinadas ocasionan gran erosión

- | | | |
|------------------------------|-----------------|---------------|
| 1. Árboles Frutales | 6. Casa | 11. Chanchera |
| 2. Riego | 7. Gallinero | 12. Compost |
| 3. Parra | 8. Pozo de agua | 13. Árboles |
| 4. Frutales Menores | 9. Horno | 14. Colmenas |
| 5. Hortalizas en camas altas | 10. Establo | I-VI Potreros |



A Maíz Frejol Papas	F Pradera (3er. Año)	E Pradera (2do. Año)
B Habas y Arvejas, Tomates, cebollas y zapallos	C Avena/Trébol Soya Maní y Maravilla	D Trigo y Pradera (1er. Año)

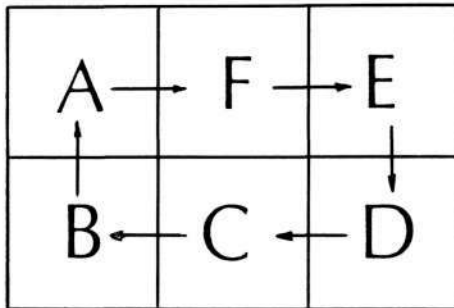


Figura 2. Diseño de un sistema modelo autosuficiente, basado en una rotación de seis años, adaptable a un ambiente mediterráneo (después de CET 1983).

afectando embalses hidroeléctricos importantes, pero que a la vez pierden su fertilidad del suelo dejando a los campesinos con tierras degradadas, perdiendo así éstos su capacidad de autosuficiencia alimentaria. El Plan Sierra a través de un programa de subsidio de alimentos, provee de 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 suplen de 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 sistemas biodinámicos de producción de hortalizas en camas altas. Una vez establecidos los conucos modelos y se vea que el campesino será capaz de asegurar una producción estable en el conuco, el Plan cesa el subsidio alimentario, pero no el seguimiento de asistencia técnica, para así promover el programa entre otros campesinos.

Conclusiones

A pesar del deseo de la mayoría de los gobiernos latinoamericanos de incrementar el ingreso rural, la agricultura de subsistencia sigue predominando en el agro del continente (Grossman, 1984). De hecho, en muchos países el campesinado sufre un empobrecimiento paulatino y no existen alternativas reales capaces de resolver el problema de la pobreza rural (de Janvry, 1983). Esta situación se agrava con el problema de la deuda externa, lo que crea un clima de incertidumbre económica y política. Bajo estas condiciones, programas de desarrollo rural impuestos "desde arriba" son extremadamente difíciles de implementar, ya que los campesinos no pueden adoptar la tecnología promovida dado su alto costo. Se necesitan cambios socioeconómicos estructurales profundos, guiados por las necesidades reales de la población rural pobre, para establecer verdaderas reformas agrarias

integradas. Sin embargo, mientras estos cambios esperan una resolución histórica, los programas de asistencia técnica al campesino deben enfatizar estrategias de sobrevivencia que los haga menos dependientes del Estado y del mercado agroindustrial. Los programas descritos en este trabajo, sugieren que la promoción de estrategias de autoayuda pueden llevar a un cierto grado de cambio social, sin necesariamente el prerrequisito de un cambio político de gran escala (Hirschman, 1984). En esencia lo que se pretende es promover la autosuficiencia alimentaria del campesinado, dejando de lado el modelo modernizante de agricultura especializada y orientado al mercado de exportación, por un modelo que reconoce en la diversidad ecológica y cultural de cada región, los elementos claves de la apropiación y transformación de la naturaleza (Toledo *et al.*, 1985).

Un argumento común utilizado por los que promueven la Revolución Verde contra la perspectiva agroecológica descrita aquí, es que es poco realista esperar desarrollar tecnologías apropiadas a cada circunstancia ecológica y social encontrada en el medio rural latinoamericano (Perelman, 1977). Esto no es sin embargo tan irreal e inapropiado como la alternativa de aplicar una tecnología especializada basada en un germoplasma uniforme, a un grupo heterogéneo de predios y agricultores, sin respetar sus ambientes ecológicos y sociales particulares. Como en el caso de México, Brasil y Colombia, para mencionar los casos más extremos, el modelo capitalista no sólo ha atentado contra la autosuficiencia alimentaria de estos países al promover la ganaderización para exportación, sino que además ha destruido de manera irreversible los ecosistemas en que se basa esta producción (Toledo *et al.*, 1985).

Cómo desarrollar y promover tecnologías adaptadas a la agricultura campesina es el reto ineludible de la agroecología. Este desafío se puede enfrentar adoptando sólo 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 recursos locales (Grossman, 1984). Las interacciones entre la gente 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 dado el rango de tipos de agriculturas campesinas y dadas la estructura de la investigación y extensión agrícola practicada por los Ministerios y Universidades, las tecnologías agroecológicas ofrecen mejores opciones a campesinos que operan bajo condiciones de marginalidad ecológica y socioeconómica. Evidentemente, mientras más pobre el agricultor, más alta es la relevancia de una tecnología de bajos insumos, ya que no tienen más opción que recurrir al uso eficiente de sus recursos locales. Bajo condiciones de subsidio económico (crédito) o bajo condiciones de suelos planos y acceso a riego, la Revolución Verde se torna más atractiva a los agricultores, ya que en el corto plazo parece ofrecer rendimientos más espectaculares (Figura 3). Esta discrepancia no existiría si hubiera centros de investigación y extensión a nivel nacional que promovieran la agroecología con tanto ahinco como actualmente las instituciones de go-

bierno empujan la agricultura química y mecanizada.

Varios agroecosistemas tradicionales constituyen una fuente de información sobre material genético y técnicas de producción adaptadas a ambientes específicos muchas veces sujetos a severas limitaciones biológicas y socioeconómicas. Características sobresalientes de estos sistemas incluyen habilidad para evitar riesgos, relaciones simbióticas en mezclas de cultivos, diversidad genética y nutricional, etc. Los mecanismos que gobiernan un ciclaje eficiente de nutrientes del suelo, el control biológico de plagas, la estabilidad de los rendimientos, etc. deben ser investigados rigurosamente en estos sistemas, para luego aplicar los principios derivados, en sistemas nuevos propuestos que permitirán a los campesinos recuperar su independencia productiva y su autosuficiencia (Altieri, 1983). En general cuando los campesinos adoptan la tecnología de la Revolución Verde, éstos pierden su autonomía productiva al reemplazar su germoplasma criollo por variedades mejoradas dependientes de insumos químicos, suplidos por empresas agroindustriales. Así sus sistemas productivos pasan a estar controlados por instituciones y políticas externas, sobre las cuales los campesinos tienen poco control (Pearce, 1975).

Datos que demuestran que los proyectos descritos han resultado en mayor producción, mejor distribución de ingresos o más empleo rural han emergido muy lentamente, ya que las urgencias del campo han exigido más dedicación a la acción que a la investigación y/o publicación de resultados. Se requiere sin embargo de la cooperación de investigadores sociales y biólogos para medir el grado de éxito de las estrategias agroecológicas. Se requiere de un análisis más profundo que la mera estimación de la producción total y del grado de incorporación al mercado. Se necesitan otros índices que permitan evaluar el impacto de programas que resultan en mejor bienestar y nutrición a través del compartimento de alimentos, de la labor en el campo, la conservación de los recursos naturales y de la protección

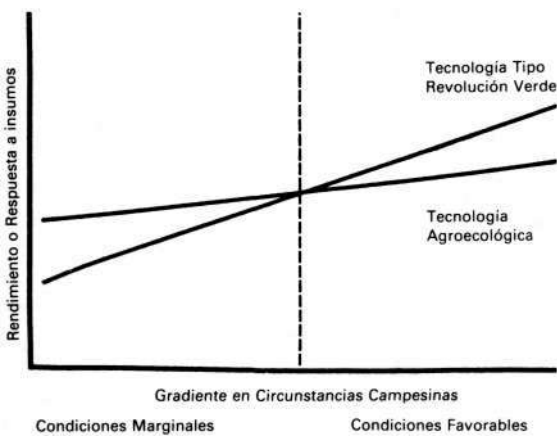


Figura 3. Comportamientos potencial y tecnologías tipo revolución verde y agroecológicas a lo largo de un gradiente de condiciones naturales y socioeconómicas que afectan a sistemas campesinos.

de los campesinos de la explotación como jornaleros con salarios miserables.

El trabajo de Gliessman *et al.* (1981) y de Autsburger (1983) demuestran que es posible desarrollar sistemas de producción sostenida basados en parámetros y recursos tradicionales. El predio modelo del CET provee un ejemplo creativo de cómo asegurar la autosuficiencia al reorganizar el limitado espacio productivo. En la medida que surgen las evaluaciones de estos programas, se comprueba que los campesinos que adoptan los diseños propuestos, sufren menos hambre y se consolidan más a nivel comunal al reciprocarse en el trabajo y en otras actividades. Es obvio además que los sistemas modelos no son tomados por los campesinos como recetas técnicas rígidas, sino más bien los modelos cumplen una función pedagógica proveyendo a los campesinos de ideas y criterios, los que éstos manifestarán en sus tierras en la forma que ellos consideran más apropiadas.

En resumen, los ejemplos de programas de desarrollo rural promovidos "desde abajo" sugieren que una estrategia ecológica debe cumplir con cuatro criterios básicos: debe basarse en el conocimiento tradicional y en las necesidades de la gente local, debe usar tecnologías autóctonas y germoplasma criollo, debe ser un esfuerzo comunal contando con la activa participación del campesinado y que se base en el uso de recursos locales (Alcorn, 1984).

Un gran número de grupos no gubernamentales, sin fines de lucro, han emergido en América Latina y tratan de aplicar el enfoque agroecológico. Factores que limitan su expansión son: oposición y/o control oficial, poca disponibilidad de información sobre alternativas agroecológicas, y falta de fondos para operar. Estos programas necesitan la colaboración de científicos comprometidos y del respaldo de Fundaciones sensitivas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCORN, J.B. 1984. *Development policy, forests, and peasant farming: Reflections on huastec-managed forests' contributions to commercial production and resource conservation*. Economic Botany 38: 384-406.
- ALTIERI, M.A., A. VAN SCHOONHOVEN, and J.D. DOLL. 1977. *The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated with bean (Phaseolus vulgaris L.) cropping systems*, PANS 195-205.
- ALTIERI, M.A. and D.K. LETOURNEAU. 1982. *Vegetation management and biological control in agroecosystems*. Crop. Protection 1: 405-430.
- ALTIERI, M.A., D.K. LETOURNEAU, and J.B. DAVIS. 1983. *Developing sustainable agroecosystems*. Bio-Science 33: 45-49.
- ALTIERI, M.A. 1983. *Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture*. Division of Biological Control, University of California, Berkeley. 162 p.
- ALTIERI, M.A. 1985. *Developing pest management strategies for small farmers based on traditional knowledge*. Bulletin of the Institute for Development Anthropology 3: 13-18.
- ALVERSON, H. 1984. *The wisdom of tradition in the development of dry-land farming: Botswana*. Human Organization 43: 1-8.
- ARMILLAS, P. 1971. *Gardens on swamps*. Science 174: 653-661.
- AUGSTBURGER, F. 1983. *Agronomic and economic potential of manure in Bolivian valleys and highlands*. Agríc. Ecosyst. and Environment 10: 335-346.
- BARTLETT, P.F. 1980. *Adaptation strategies in peasant agricultural production*. Ann. Rev. Anthr. 9: 545-573.
- BAYLISS-SMITH, T.P. 1982. *The ecology of agricultural systems*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- BEETS, W.C. 1982. *Multiple cropping and tropical farming systems*. Gower, Harts., England.
- 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, and S. BIGGS. 1980. *Planning technologies appropriate to farmers-concepts and procedures*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIM-MYT), México City. 71 p.
- Centro de Educación y Tecnología (CET). 1983. *La huerta campesina orgánica*. Inst. de Estudios

- y Publicaciones Juan Ignacio Molina, Santiago, Chile. 45 p.
- CHACON, J.C. and S.R. GLIESSMAN. 1982. *Use of the "non-weed" concept in traditional tropical agroecosystems of south-eastern Mexico*. *Agro-Ecosystems* 8: 1-11.
- CHANG, J.H. 1977. *Tropical agriculture: Crop diversity and crop yields*. *Econ. Geogr.* 53: 241-254.
- CLAWSON, D.L. 1985. *Harvest security and intraspecific diversity in traditional tropical agriculture*. *Econ. Bot.* 39: 56-67.
- CHRISTANTY, L.O., O. ABDOELLAH, and J. ISKANDER. 1985. *Traditional agroforestry in West Java: The pekarangan (homegarden) and talun-kebun (shifting cultivation) cropping systems*. In: G. Marten (ed.) *The Human Ecology of Traditional Tropical Agriculture*. Westview Press, Boulder (in press).
- CONWAY, G.R. 1985. *Agricultural ecology and farming systems research*. Paper presented at the Farming Systems Research (FSR) Workshop held at Hawkesbury Agricultural College, May 12-15, 1985 under the auspices of the Australian Council for International Agricultural Research.
- Cox, G.W. and M.D. ATKINS. 1979. *Agricultural Ecology*. W.H. Freeman and Sons. San Francisco. 214 pp.
- DATTA, S.C. and A.K. BANERJEE. 1978. *Useful weeds of West Bengal rice fields*. *Econ. Bot.* 32: 247-310.
- DE JANVRY, A. 1981. *The agrarian question and reformism in Latin America*. The John Hopkins Univ. Press, Baltimore. 311 pp.
- DE JANVRY, A. 1983. *Perspectives for Inter-American Foundation programs in Chilean agriculture*. 94 pp. (unpublished material).
- DENEVAN, W.M., J.M. TREACE, J.B. ALCORN, C. PADDOCH, J. DENSLow, and S.F. PAITAN. 1984. *Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora indian management of swidden fallows*. *Interciencia* 9: 346-357.
- DOUGLASS, G.K. (ed.). 1984. *Agricultural sustainability in a changing world order*. Westview Press, Boulder, CO.
- EGGER, K. 1981. *Ecofarming in the tropics-characteristics and potentialities*. *Plant Res. Dev.* 13: 96-106.
- GLIESSMAN, S.R., E.R. GARCIA, and 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.
- GROSSMAN, L.S. 1984. *Peasants, subsistence ecology and development in the highlands of Papua, New Guinea*. Princeton Univ. Press, NJ. 302 pp.
- HARLAN, J.R. 1976. *Genetic resources in wild relatives of crops*. *Crop Sci.* 16: 329-333.
- HARWOOD, R.R. 1979. *Small farm development-understanding and improving farming systems in the humid tropics*. Westview Press, Boulder, CO. 160 pp.
- HEICHEL, G.H. 1978. *Stabilizing agricultural energy needs: Role of forages, rotations and nitrogen fixation*. *J. Soil and Water Conserv.* Nov. Dec. pp. 279-282.
- HILDEBRAND, P. 1979. *Generating technologies for traditional farmers: The Guatemalan experience*. Proc. IX Int. Congress of Plant Protection, pp. 31-34. Washington, D.C.
- HIRSCHMAN, A.O. 1984. *Getting ahead collectively: Grassroots experiences in Latin America*. Pergamon Press, NY. 101 pp.
- ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics). 1981. *Proceedings of the International Workshop on Intercropping*. 10-13 Jan. 1979. Hyderabad, India.
- KING, F.H. 1927. *Farmers of forty centuries*. Cape, London.
- MATTESON, P.C., M.A. ALTIERI, and W.C. GAGNE. 1984. *Modification of small farmer practices for better pest management*. *Ann. Rev. Entomol.* 39: 383-402.
- MORALES, H.L. 1984. *Chinampas and integrated farms. Learning from the rural traditional experience*, pp. 188-195. In: F. di Ostri et al., (eds.) *Ecology in Practice*. Tycooly Int. Pub. Ltd., Dublin.
- National Academy of Sciences. 1972. *Genetic vulnerability of major crops*, NAS, Washington, D.C.
- OASA, E.K. 1984. *Farming systems research: A change in form but not in content*. Human Organization (in press).
- PAPENDICK, R.I., P.A. SÁNCHEZ, and G.B. TRIPLETT. 1976. *Multiple Cropping*. Special Publ. N° 27. American Society of Agronomy, Madison, WI. 378 pp.
- PEARCE, A. 1975. *The Latin American Peasant*. Frank Cass, London.
- PERELMAN, M. 1977. *Farming for Profit in a Hungry World*. Allanheld, Osmun and Co., Publ. Inc., Montclair, NJ. 238 pp.
- PIMENTEL, D. and M. PIMENTEL. 1979. *Food, Energy and Society*. Edward Arnold, London.
- PRESCOTT-ALLEN, R. and C. PRESCOTT-ALLEN. 1982. *The case for in situ conservation of crop ge-*

- netic resources.* Nature and Resources 23: 15-20.
- RUTHENBERG, H. 1971. *Farming Systems in the Tropics.* Oxford Univ. Press, London.
- SCHATAN, J. 1985. *América Latina: deuda externa y desarrollo.* Investigación Económica 171: 305-357.
- SHANER, W.W., P.F. PHILLIPP, and W.R. SCHMEHL. 1982. *Farming systems research and development: Guidelines for developing countries.* Westview Press, Boulder, CO. 414 pp.
- SUMNER, D.R. 1982. *Crop rotation and plant productivity.* CRC Handbook of Agricultural Productivity 1: 273-313.
- TOLEDO, V.M. y otros 1985. *Ecología y Autosuficiencia Alimentaria.* Siglo Veintiuno Editores, México.
- WEBSTER, C.C. and P.N. WILSON. 1980. *Agriculture in the Tropics.* Tropical Agriculture Series, 2nd Ed. Longman, London.
- WIERSUM, K.F. 1981. *Viewpoints on agroforestry.* Agricultural University. Wageningen, The Netherlands.
- WILSON, G.F. and B.T. KANG. 1981. *Developing Stable and Productive Biological Cropping Systems for the Humid Tropics.* In: B. Stonehouse (ed.) Biological Husbandry. Butterworths, London.
- WILKEN, G.C. 1977. *Integrated forest and small-scale farm systems in middle America.* Agroecosystems 3: 291-302.
- WILKES, H.G. 1977. *Hybridization of maize and teosinte in Mexico and Guatemala and the improvement of maize.* Econ. Bot. 31: 254-293.
- ZANDSTRA, H.G., E.C. PRICE, J.A. LITSINGER, and R.A. MORRIS. 1981. *A methodology of on-farm cropping systems research,* IRRI, LOS Banos, Philippines. 144 pp.