



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
Sede Palmira

AGROECOLOGIA

Una disciplina para el estudio
y desarrollo de sistemas sostenibles
de producción agropecuaria.

Martín Prager M., José M. Restrepo M.,
Diego I. Ángel S., Ricardo Malagón M.,
Adriana Zamorano M.

AGROECOLOGÍA

Una disciplina para el estudio
y desarrollo de sistemas sostenibles
de producción agropecuaria

Palmira, enero de 2002

AGROECOLOGÍA

Una disciplina para el estudio
y desarrollo de sistemas sostenibles
de producción agropecuaria

Autores

Martín Prager M.¹
José M. Restrepo M.²
Diego Iván Ángel S.²
Ricardo Malagón M.¹
Adriana Zamorano M.³

¹ Profesores Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237

² Investigadores Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR). A.A. 25687 Cali

³ Ingeniera Agrónoma, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Palmira

Vicerrector de Sede

GABRIEL ANTONIO DE LA CRUZ APARICIO

Director Académico de Sede

GUSTAVO ADOLFO REYES ROJAS

Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

MARTÍN PRAGER MOSQUERA

Vicedecana Académica

NANCY BARRERA MARÍN

Directora de Investigaciones Palmira, DIPAL

NORA CRISTINA MESA COBO

Directora de Bienestar Universitario

MARÍA ELENA PINEDA VÁSQUEZ

Directora Departamento de Ciencia Animal

VICTORIA QUINTERO DE VALLEJO

Director Departamento de Agronomía

EDGAR IVÁN ESTRADA SALAZAR

Directora Carrera de Agronomía

MARÍA SARA MEJÍA DE TAFUR

Directora Carrera de Zootecnia

LUZ STELLA MUÑOZ ARBOLEDA

© Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira
Enero de 2002

ISBN: 958-8095-14-X

Publicación Financiada por DIPAL

Diseño y Diagramación

Ana Milena Molina Olaya

Impreso en los talleres gráficos de Impresora Feriva S.A.

Calle 18 No. 3-33 – Teléfono 883 1595

E-mail: feriva@feriva.com

www.feriva.com

*A nuestras familias, a nuestros amigos
y a todos los campesinos que contribuyen
con su esfuerzo a la producción
de nuestros alimentos.*

Los autores

Agradecimientos

Indudablemente son muchas las personas que de una u otra manera contribuyeron a esta publicación; sin embargo, quisiéramos destacar el apoyo brindado por Ana Milena Molina y Zuleima Londoño en la elaboración de los textos de este documento; y de los profesores Héctor Fabio Ramos y José Carlos Miranda, quienes revisaron las diferentes secciones. También agradecer a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, muy especialmente a la Dirección de Investigaciones – DIPAL, que ha apoyado la publicación de este libro. Consideramos que la síntesis recopilada y las ideas expuestas contribuirán a la formación de muchos estudiantes y profesionales en la disciplina agroecológica y al fortalecimiento de un movimiento en pro de la práctica de una agricultura en relación armónica con los ritmos naturales y respetuosa de la esencia humana.

Los autores

Contenido

	Página
INTRODUCCIÓN	15
COMPONENTES	15
CÓMO UTILIZAR EL MANUAL	17
AUTOEVALUACIÓN GENERAL	17
OBJETIVOS DEL MANUAL	19

Capítulo I. Características del desarrollo del sector agropecuario en las últimas décadas

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	24
OBJETIVOS	25
PREGUNTAS ORIENTADORAS	25
1.1 IMPACTOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN SOBRE LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL EN AMÉRICA LATINA (1950 – 2000)	26
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA POBLACIÓN RURAL EN AMÉRICA LATINA	29
1.3 EFECTOS DE LA GLOBALIZACIÓN EN LAS ECONOMÍAS CAMPESINAS DE AMÉRICA LATINA	30
1.4 AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE	32
1.5 PROPUESTAS DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE	33
EJERCICIO 1.1 IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE PARA LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	36
BIBLIOGRAFÍA	39

Capítulo II. Conceptualización, surgimiento y desarrollo de la agroecología

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	44
OBJETIVOS	45
PREGUNTAS ORIENTADORAS	45
2.1 EL ENFOQUE DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE	46
2.2 LA AGRICULTURA MODERNA O DE ALTOS INSUMOS	48
2.3 ¿QUÉ ES LA AGROECOLOGÍA?	48
2.4 BASES FILOSÓFICAS DE LA AGROECOLOGÍA	49
2.5 HISTORIA Y DEFINICIONES DE LA AGROECOLOGÍA	49
2.5.1 CONTRIBUCIONES DEL MOVIMIENTO AMBIENTAL A LA AGROECOLOGÍA	52
2.5.2 OTROS MOVIMIENTOS Y ENFOQUES QUE FORTALECEN LA AGROECOLOGÍA	53
EJERCICIO 2.1 AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA CONVENCIONAL	56
EJERCICIO 2.2 ESCUELAS DE LA AGRICULTURA	58
BIBLIOGRAFÍA	61

Capítulo III. Consolidación del movimiento agroecológico

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	66
OBJETIVOS	67
PREGUNTAS ORIENTADORAS	67
INTRODUCCIÓN	68
3.1 AGRICULTURA Y AGROECOLOGÍA	68
3.1.1. DESARROLLO SOSTENIBLE	69
3.1.2. SURGIMIENTO DE LA AGROECOLOGÍA A EN EL MUNDO	71
3.1.3 EL CASO DE LATINOAMÉRICA	72
3.1.4. ANÁLISIS PARA EL CASO COLOMBIANO	77
EJERCICIO 3.1 MOVIMIENTO AGROECOLÓGICO	80
BIBLIOGRAFÍA	82

Capítulo IV. La unidad de estudio: El agroecosistema

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	86
OBJETIVOS	87
PREGUNTAS ORIENTADORAS	87
INTRODUCCIÓN	88
4.1 DEFINICIÓN	88
4.2 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN	90
4.3 RECURSOS DE UN AGROECOSISTEMA	93
4.4 PROCESOS ECOLÓGICOS EN EL AGROECOSISTEMA	94
4.5 DISEÑO DE AGROECOSISTEMAS SUSTENTABLES	97
4.5.1 ELEMENTOS DE SOSTENIBILIDAD DE UN AGROECOSISTEMA	98
4.6 CLASIFICACIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS	99
EJERCICIO 4.1 EL AGROECOSISTEMA	100
BIBLIOGRAFÍA	102

Capítulo V. Metodologías y herramientas que utiliza la investigación agroecológica

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	106
OBJETIVOS	107
PREGUNTAS ORIENTADORAS	107
INTRODUCCIÓN	108
5.1 ENFOQUES MECANICISTA Y REDUCCIONISTA	108
5.2 ENFOQUE DE SISTEMAS	111
5.2.1 UN POCO DE HISTORIA	113
5.2.2 ¿EN QUÉ CONSISTE EL ENFOQUE DE SISTEMAS?	114
5.2.3 ¿CÓMO SE APLICA EL ENFOQUE DE SISTEMAS?	114
5.3 INVESTIGACIÓN EN FINCAS DE AGRICULTORES	116
5.4 DIAGNÓSTICO RURAL RÁPIDO	118
5.4.1 PASOS PARA DESARROLLAR UN DIAGNÓSTICO RURAL RÁPIDO	119
5.5 INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA	121
5.6 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD	126
5.6.1 AGRICULTURA SOSTENIBLE	126
5.6.2 INDICADORES DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE	128

EJERCICIO 5.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL ENFOQUE, METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN NUESTRO TRABAJO CON AGRICULTORES	132
BIBLIOGRAFÍA	134

Capítulo VI. Aplicaciones de la agroecología en los sistemas de producción

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	139
OBJETIVOS	140
PREGUNTAS ORIENTADORAS	140
INTRODUCCIÓN	141
6.1 AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE	141
6.2 CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES	143
6.2.1 USO Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	143
6.2.1.1 CONSERVACIÓN "IN SITU"	145
6.2.1.2 CONSERVACIÓN "EX SITU"	146
6.2.1.3 HACIA UN SISTEMA INTEGRADO DE MEJORAMIENTO DE PLANTAS	148
6.2.2 MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO	149
6.2.2.1 USO DEL SUELO	150
6.2.2.2 PREPARACIÓN DEL SUELO	151
6.2.2.3 SISTEMAS DE LABRANZA	153
6.2.2.4 EROSIÓN DEL SUELO	158
6.2.2.4.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EROSIÓN DEL SUELO	158
6.2.2.4.2 CÓMO SE PUEDE EVITAR O CONTROLAR LA EROSIÓN	159
6.2.2.5 FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICIÓN VEGETAL	170
6.3 USO Y MANEJO CONSERVACIONISTA DEL AGUA	176
6.3.1 EL CICLO DEL AGUA EN LA NATURALEZA Y EL BALANCE HÍDRICO	176
6.3.2 BALANCE HÍDRICO EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO	177
6.3.3 IMPORTANCIA DEL RIEGO EN LA AGRICULTURA	178
6.3.4 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL RIEGO	178
6.4 MANEJO DE RECURSOS PRODUCTIVOS	179
6.4.1 DIVERSIFICACIÓN	179
6.4.1.1 SISTEMAS DE CULTIVOS	179
6.4.1.1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES	182
6.4.1.1.2 SISTEMAS DE POLICULTIVOS	189
6.4.1.2 PRODUCCIÓN ANIMAL	191
6.4.1.2.1 EL COMPONENTE ANIMAL EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	195
6.4.1.2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ANIMAL	196
6.4.2 MANEJO DE MALEZAS	196
6.4.2.1 CONTROL DE MALEZAS O ARVENSES	197
6.4.3 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	199
6.4.3.1 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	200
6.4.3.2 MANEJO DE POSTCOSECHA Y AGROINDUSTRIA	203
6.5 TECNOLOGÍAS AUTÓCTONAS	204
6.5.1 TECNOLOGÍA MODERNA	205
6.5.2 AGROINDUSTRIA EN LAS ECONOMÍAS CAMPESINAS	206
EJERCICIO 6.1 TECNOLOGÍAS AGROAMBIENTALES	207
BIBLIOGRAFÍA	208

Capítulo VII. Presentación de algunas experiencias con enfoque agroecológico

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	214
OBJETIVOS	215
PREGUNTAS ORIENTADORAS	215
7.1 PROYECTOS INDEPENDIENTES	216
7.1.1 ALTERNATIVAS DE INTEGRACIÓN AGROPECUARIA EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA, RESERVA NATURAL "EL HATICO" COLOMBIA	216
7.1.2 NICOLAS GUERRERO GARCÍA CENTRO IDEAS. PIURA, PERU	219
7.1.3 PROYECTO HIFCO HUERTA INTEGRAL FAMILIAR COMUNAL	221
7.1.4 IGNACIO A FAVOR DE LOS ABONOS VERDES. CUBA	223
7.2 PROYECTOS REGIONALES	225
7.2.1 MINIFUNDIO AGROECOLÓGICO: SUSTENTABILIDAD Y RENTABILIDAD. CET, CHILE	225
7.2.2 LA AGROFORESTERÍA COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO CAMPESINO, CPCC, PARAGUAY	228
7.2.3 APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL MONTE NATIVO, INCUPO, ARGENTINA	231
7.3 PROYECTOS INSTITUCIONALES	233
7.3.1 LA EXPERIENCIA DEL CET	233
7.3.2 EL SIMAS, UNA MIRADA HACIA ADENTRO	234
EJERCICIO 7.1 EXPERIENCIAS AGROECOLÓGICAS	236
BIBLIOGRAFÍA	238

Capítulo VIII. Metodología para la identificación de indicadores de sostenibilidad de los sistemas agropecuarios

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	243
OBJETIVOS	244
PREGUNTAS ORIENTADORAS	244
INTRODUCCIÓN	245
8.1 LA SOSTENIBILIDAD	246
8.1.1 DEFINICIÓN	246
8.1.2 LAS LEYES DE LA TERMODINÁMICA Y LA SOSTENIBILIDAD	247
8.1.2.1 PRIMER PRINCIPIO: LA LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA:	247
8.1.2.2 SEGUNDO PRINCIPIO: LA LEY DE LA DEGRADACIÓN DE LA ENERGÍA	248
8.1.2.2.1 EL CONCEPTO DE ENTROPÍA Y NEGUENTROPÍA. (ORDEN Y DESORDEN)	249
8.2. REFLEXIONES SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE REGIONAL	250
8.2.1 UNA REVISIÓN CONCEPTUAL DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	250
8.3. EL DESARROLLO SOSTENIBLE MICRORREGIONAL	251
8.3.1 CONCEPTOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE MICRORREGIONAL	251
8.3.2 DIMENSIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	252
8.3.3 ATRIBUTOS GENERALES DE LA SOSTENIBILIDAD	253
8.3.4 ECONOMÍA Y PLANTEAMIENTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE MICRORREGIONAL	254
8.3.4.1 EL LIBRE COMERCIO	256
8.3.4.2 LAS EXTERNALIDADES	256
8.3.4.3 LAS TENDENCIAS	257
8.3.4.4 PARETO ÓPTIMO	258
8.3.4.5 LOS RECURSOS NATURALES	258
8.3.4.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	258
8.3.4.5.2. RECURSOS RENOVABLES Y NO RENOVABLES	259
8.3.4.6 BIENES PÚBLICOS Y BIENES PRIVADOS	260
8.3.4.7 LOS DERECHOS DE PROPIEDAD	261
8.3.4.8 LA INEFICIENCIA DEL MERCADO CON LAS EXTERNALIDADES	262

8.3.4.8.1	MEDIDAS PARA CORREGIR LAS EXTERNALIDADES	262
8.3.4.8.1.1	PROGRAMAS PÚBLICOS	263
8.3.4.8.1.2	ENFOQUES PRIVADOS	263
8.3.4.9	PAUTAS PARA EL MANEJO DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS	264
8.4.	EL DIAGNÓSTICO: UN MOMENTO EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE ...	265
8.4.1	RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE	265
8.4.2	VARIABLES Y FUNCIONES INVOLUCRADAS EN LAS DEFINICIONES DE SOSTENIBILIDAD Y SUS NIVELES DE AGREGACIÓN	266
8.4.3	NIVELES DE AGREGACIÓN	269
8.4.3.1	NIVEL REGIONAL	269
8.4.3.2	NIVEL LOCAL	270
8.4.3.3	NIVEL DE FINCA	270
8.4.3.4	NIVELES DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	270
8.4.3.5	EL MANEJO DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS	271
8.4.4	ESQUEMA PARA LA DEFINICIÓN DE INDICADORES	274
8.4.5	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS:	276
8.4.6	ELEMENTOS DE CATEGORÍA	277
8.4.7	CALIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LAS INTERVENCIONES	280
8.4.8	DESCRIPTORES E INDICADORES	283
8.4.8.1	CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES	285
8.4.8.2	TIPOS DIFERENTES DE INDICADORES	286
8.4.8.3	PONDERACIÓN DEL VALOR DE LOS DIFERENTES RECURSOS DEL SISTEMA	286
8.4.9	VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS AGROECOLÓGICOS	287
8.5.	EJEMPLO DE MEDICIONES DE SOSTENIBILIDAD	291
8.5.1	LOS ESTUDIOS DE CASO	291
8.5.2	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	291
8.5.3	EJEMPLOS	296
EJERCICIO 8.1	VALORACIONES AMBIENTALES	298
BIBLIOGRAFÍA	300

Capítulo IX. Reflexiones finales

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	306	
OBJETIVOS	307	
PREGUNTAS ORIENTADORAS	307	
9.1	ÉTICA Y DESARROLLO	308
9.2	ALCANCES DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA	311
9.2.1	SITUACIÓN ACTUAL Y LAS EXPECTATIVAS	311
9.2.2	APORTES DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA	313
9.3	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA	318
9.3.1	LA ESTRATEGIA DEL DESARROLLO RURAL HUMANO AGROECOLÓGICO (DRHA)	318
9.3.2	EL ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROECOLÓGICOS	320
9.4	NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA	322
9.4.1	¿QUÉ INVESTIGAR EN AGROECOLOGÍA?	323
9.4.2	¿DÓNDE DEBE REALIZARSE LA INVESTIGACIÓN AGROECOLÓGICA?	325
9.4.3	¿QUIÉNES DEBEN INVESTIGAR AGROECOLOGÍA?	326
9.4.4	¿PARA QUIÉNES O PARA QUÉ DEBE SERVIR LA INVESTIGACIÓN?	327
9.4.5	EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES	328
EJERCICIO9.1	CONSIDERACIONES FINALES	331
BIBLIOGRAFÍA	333

LISTADO DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	NOMBRE COMPLETO QUE CORRESPONDE
APEC	Cooperación Económica del Pacífico
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIP	Centro Internacional de la Papa
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FSR	Farming Systems Research (Investigación en Sistemas de Producción)
ICTA	Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola (Guatemala)
INIAP	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ecuador)
IRRI	Instituto Internacional de Investigación en Arroz
ITDG	Instituto de Tecnologías Intermedias de Londres
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
NAFTA	Acuerdo Comercial de América del Norte

Introducción

El enfoque convencional de la agricultura ha generado aumentos importantes en la productividad agropecuaria y ha logrado una cobertura significativa en la oferta de alimentos. Sin embargo, a pesar de estos logros este modelo viene afectando el ambiente, especialmente los recursos naturales como el bosque, el suelo y el agua, y la biodiversidad de plantas y animales. En las últimas dos décadas han surgido diferentes teorías y propuestas encaminadas a buscar una mejor armonía entre la agricultura y el ambiente, sobresaliendo como enfoque principal la agroecología, la cual muestra como unidad principal la optimización del agroecosistema.

Hacia el futuro la producción de alimentos, fibras, etc., se debe realizar con dos objetivos fundamentales: conservar y/o mejorar la base de los recursos naturales y producir alimentos sanos. Se requiere, entonces, de un enfoque agroecológico. Este documento procura lograr una reflexión de parte de los profesionales del sector dirigida a la práctica de una agricultura respetuosa con el ambiente, ello implica analizar cómo se están realizando los procesos productivos en nuestro país y cómo podemos contribuir al desarrollo de propuestas basadas en el enfoque agroecológico. Los técnicos e investigadores que lo estudien actualizarán sus conocimientos para poder conciliar producción agrícola y conservación. Una síntesis de cada uno de sus capítulos se presenta a continuación.

Componentes

1. Características del desarrollo del sector agropecuario en las últimas décadas

Este capítulo se orienta al análisis de la utilización de varios enfoques que posibilitan los procesos de desarrollo rural. Se discutirá sobre los tipos de políticas adecuadas que sirven de base para la consolidación de los enfoques agroecológicos. Se hará énfasis en aquellas teorías del desarrollo que faciliten el empoderamiento del sector rural y una organización de sus diferentes actores para que se apropien de los beneficios generados por los procesos productivos.

2. Conceptualización y surgimiento de la agroecología

En este capítulo vamos a presentar el origen del pensamiento agroecológico, las razones que posibilitan su surgimiento, la historia y las bases filosóficas que han influido en la consolidación de estos enfoques. También vamos a presentar las diferentes bases teóricas de las escuelas de agricultura, sus objetivos, fortalezas y limitaciones.

3. Consolidación del movimiento agroecológico

Podemos hoy en día hablar de un movimiento agroecológico, aunque todavía está incipiente y es necesario consolidarlo para que tenga esperanza e impacte de manera positiva los recursos que intervienen en el proceso de producción agropecuaria. El movimiento agroecológico debe influir en las autoridades responsables de la investigación y sensibilizar tanto a productores como a consumidores sobre los beneficios de practicar una agricultura ecológica.

4. La unidad de estudio: El agroecosistema

El agroecosistema es la unidad de análisis principal de la agroecología. Los enfoques agroecológicos se basan en simular la estructura y función de los agroecosistemas naturales, reemplazando sus componentes de tal manera que la estructura y función se conserven. En este capítulo se discutirán los diferentes componentes que constituyen el ecosistema, los procesos principales que ocurren en su dinámica y trayectoria y se harán algunas reflexiones sobre la manera como deben diseñarse ecosistemas sustentables.

5. Metodologías y herramientas que utiliza la investigación agroecológica

El desarrollo de la agricultura moderna privilegió la visión del investigador o el técnico hacia el desarrollo de las tecnologías, sin tener en cuenta la participación del agricultor ni las condiciones biofísicas en que estos sistemas se desarrollan.

Los enfoques agroecológicos se basan en metodologías que son realizadas por equipos de investigación de carácter multidisciplinario, donde se da importancia a la participación del agricultor, el investigador, el técnico y el especialista en ciencias sociales y económicas. También se consideran las condiciones ecológicas y socioeconómicas en las cuales los productores tienen sus predios. En este capítulo se mostrarán las diferentes metodologías en que se basan los enfoques agroecológicos. Al final de la sección se presentarán algunas herramientas de carácter práctico para evaluar el desempeño de sistemas agrícolas sustentables.

6. Aplicaciones de la agroecología en los sistemas de producción

En este capítulo se discutirán los diferentes aspectos tecnológicos que posibilitan la aplicación de la agroecología, comenzando por describir el proceso de producción desde la siembra hasta la poscosecha, haciendo énfasis en los principios de manejo que utiliza la agroecología .

7. Presentación de algunas experiencias con enfoque agroecológico

Una manera de fortalecer el desarrollo de una agricultura ecológica es a través del análisis, sistematización y difusión de experiencias agroecológicas sobresalientes. El conocimiento acumulado en cada una de ellas resulta de mucha importancia para iniciar actividades en este campo y enriquecer las que están en marcha. Aunque en América Latina el movimiento de ONG ha rescatado un valioso número de experiencias, se presentan en este capítulo algunas de carácter institucional y otras que representan esfuerzos de productores independientes.

8. Metodología para la definición de indicadores de sostenibilidad de los sistemas agropecuarios tropicales

Para saber si estamos avanzando en la dirección correcta se requiere monitorear y evaluar los sistemas de producción. El análisis de los impactos económicos, sociales y tecnológicos a través del tiempo permitirá reorientar la toma de decisiones en busca de garantizar la reproductividad de los sistemas de producción.

En el capítulo se analizan la conceptualización sobre esta temática y las metodologías que se están utilizando para evaluar su sustentabilidad, con especial interés en la identificación de los indicadores más adecuados.

9. Reflexiones finales

Se discutirá sobre los avances logrados y el estado actual de la agroecología, mostrando los obstáculos y posibilidades de su desarrollo.

Cómo utilizar el manual

Se sugiere seguir el orden propuesto. El estudiante deberá leer cuidadosamente cada capítulo, realizar los ejercicios y reflexionar sobre lo que está ocurriendo en su país y en su zona de trabajo. Se debe favorecer el intercambio de ideas y experiencias entre los participantes. Para el desarrollo de ciertos componentes el tutor podrá invitar a una persona que maneje adecuadamente un tema. Al final el estudiante deberá realizar la evaluación y discutirla con los otros participantes en presencia del tutor.

Autoevaluación general

1. ¿Por qué es necesario actualmente el enfoque agroecológico en la agricultura?
2. El enfoque agroecológico nos permite entender las relaciones presentes en el agroecosistema entre los diferentes componentes y analizar así, de una manera integral, el proceso productivo.

2. ¿Cuál es el objetivo del enfoque agroecológico?

El objetivo del enfoque agroecológico es optimizar las relaciones de producción del agroecosistema. Se busca armonizar producción y conservación.

3. ¿Cuál es la metodología más adecuada en el enfoque agroecológico para lograr un mejoramiento de los sistemas de producción?

Aquella que posibilite la participación de diferentes actores (técnicos, productores, consumidores) en la búsqueda de la optimización del agroecosistema, de tal manera que se logre incrementar el bienestar de aquellas personas que participan en los procesos productivos.

4. ¿Cómo pasar de un sistema de agricultura convencional a un sistema que utilice un enfoque agroecológico?

Es un proceso gradual que toma varios años. Las primeras acciones estarán encaminadas a lograr una mayor diversificación de los predios agrícolas, disminución de insumos externos y costosos, mayor reciclaje de nutrientes y una mayor equidad entre todas aquellas personas que participan del proceso productivo.

5. ¿Cuáles son los beneficios de aumentar la biodiversidad en los agroecosistemas?

- Menor riesgo al productor.
- Menores problemas de insectos y enfermedades.
- Mayor seguridad alimentaria.

6. ¿Cuáles son las principales dificultades para la aplicación de un enfoque agroecológico?

- Los resultados no son tan evidentes en el corto plazo; se requiere recuperar los equilibrios.
- La falta de estímulos (mejor precio, créditos, etc).

7. ¿Qué posibilidades tiene la aplicación del enfoque agroecológico en los próximos años?

Bastante altas, teniendo en cuenta la mayor presión por la conservación de los recursos naturales y la demanda creciente por productos más sanos. Hay que

recordar que la aplicación de los enfoques agroecológicos no significa una agricultura ineficiente.

8. Mencione algunos tipos de agricultura que estén basados en el enfoque agroecológico

Agricultura orgánica, agricultura biodinámica, agricultura mesiánica, agricultura biológica.

9. ¿Cuáles son los modos de actuación en agricultura para aplicar el enfoque agroecológico?

- Adoptar prácticas que contribuyan a lograr una mayor biodiversidad de los agroecosistemas.
- Implementar prácticas de conservación de suelo y agua.
- Disminuir los problemas fitosanitarios.
- Procurar un mayor valor agregado de los productos.
- Adoptar un enfoque sistémico.

10. ¿Qué futuro tiene la aplicación del enfoque agroecológico en nuestro país?

Objetivos del manual

- Obtener un mejor entendimiento de los procesos productivos, con el fin de lograr una mayor interacción entre producción agrícola y conservación.
- Conocer la evolución y surgimiento de la agroecología.
- Estudiar los aspectos metodológicos que caracterizan y tipifican la agroecología.
- Analizar y discutir los alcances del enfoque agroecológico para lograr una mayor sostenibilidad de la producción agrícola.
- Reflexionar sobre las contribuciones del enfoque agroecológico en los programas y procesos del desarrollo rural.
- Discutir los alcances del enfoque agroecológico para el mejoramiento de los sistemas de producción regionales y locales.

Capítulo I



Características del desarrollo del sector agropecuario en las últimas décadas

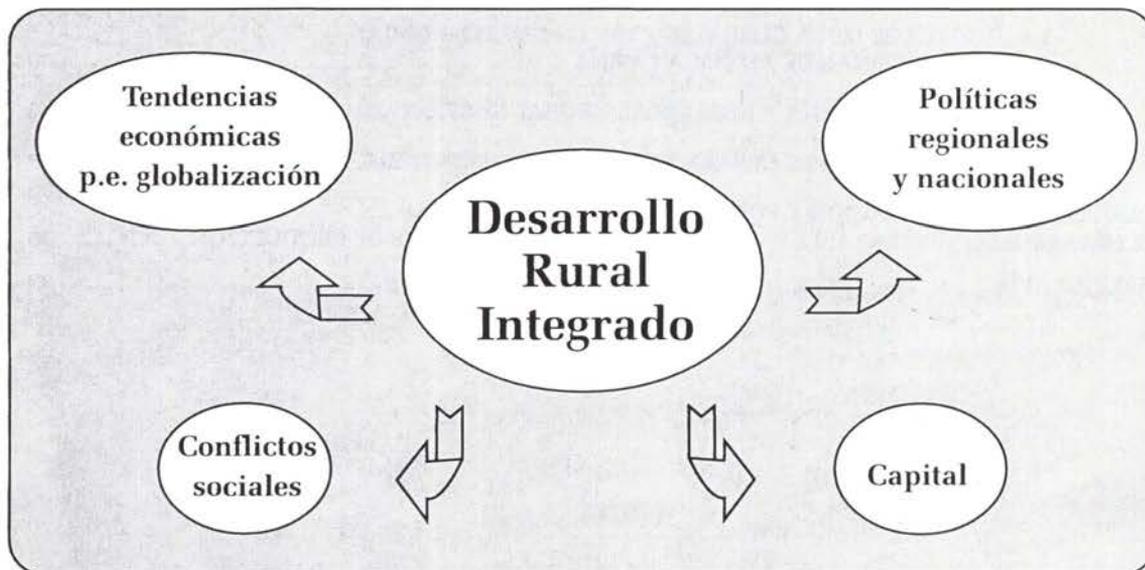
Capítulo I

Características del desarrollo del sector agropecuario en las últimas décadas

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	24
OBJETIVOS	25
PREGUNTAS ORIENTADORAS	25
1.1 IMPACTOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN SOBRE LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL EN AMÉRICA LATINA (1950 – 2000)	26
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA POBLACIÓN RURAL EN AMÉRICA LATINA	29
1.3 EFECTOS DE LA GLOBALIZACIÓN EN LAS ECONOMÍAS CAMPEÑAS DE AMÉRICA LATINA	30
1.4 AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE	32
1.5 PROPUESTAS DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE	33
EJERCICIO 1.1 IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE PARA LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	36
BIBLIOGRAFÍA	39

Estructura del Capítulo

COMUNIDADES DE BASE



Objetivos

- * Desarrollar estrategias para que los participantes puedan vincular los enfoques agroecológicos a programas de mayor trascendencia que tengan como propósito lograr el desarrollo rural en áreas donde ejercen su actividad profesional.
- * Comprender cómo el Desarrollo Rural de una región determinada está relacionado con las políticas nacionales y regionales y con las tendencias económicas internacionales.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Qué entiende por globalización de la economía y cuáles son sus efectos en los mercados locales y regionales?
- ◆ ¿Qué es tenencia de la tierra y cómo influye en el desarrollo rural?
- ◆ ¿Cuáles son las diferencias entre la agricultura campesina y la agricultura empresarial?
- ◆ ¿Qué es desarrollo rural sustentable?

1.1 Impactos de la industrialización sobre la agricultura y el desarrollo rural en América Latina (1950 - 2000)

De acuerdo con Yurjevic (1993), a comienzos de la década de 1950 la mayoría de los países de América Latina llegaron a un consenso poco usual tanto sobre el método para analizar sus restricciones políticas y económicas como sobre la estrategia de desarrollo que había que adoptar. El enfoque estructuralista para el desarrollo económico, con todo lo que él implica en el ámbito social y político, logró supremacía intelectual en toda la región y la estrategia de industrialización basada en la sustitución de importaciones (ISI) fue aprobada como la vía de desarrollo más adecuada para superar la dependencia periférica de América Latina.

La agricultura quedó subordinada al desarrollo industrial a través de la fijación de precios, las políticas impositivas y las tasas de cambio sobrevaluadas. Todas las políticas apuntaban a canalizar el excedente agrícola hacia las inversiones industriales, reduciendo las posibilidades de un desarrollo equilibrado. La estructura de poder dentro del sector agrario y el rendimiento productivo de la agricultura fueron señalados como los dos cuellos de botella más importantes que impedían el proceso de desarrollo industrial. El sistema feudal de tenencia de la tierra y la baja productividad de la agricultura obstaculizaban la expansión capitalista en los campos de América Latina. Por lo tanto, se proyectaron reformas agrarias y se promovieron con energía las innovaciones tecnológicas basadas en el paquete de la revolución verde (Janvry, 1981).

La estrategia de la Industrialización basada en la Sustitución de Importaciones (ISI) no era neutral en lo que respecta al medio ambiente. El proceso de rápida urbanización y la concentración industrial cerca de los principales mercados urbanos tuvieron por resultado una grave contaminación y otros problemas ambientales (García, 1988). La estrategia de la ISI creó la imagen de que los recursos naturales en América Latina eran tan abundantes que no se podían agotar jamás, y que las actividades económicas primarias, particularmente la agricultura, poco tenían que ver con el crecimiento económico.

Las tecnologías de uso intensivo de la tierra, empleadas para fomentar la producción agrícola, transformaron los países latinoamericanos en importadores netos de insumos químicos, muchos de los cuales tuvieron un grave impacto en el medio ambiente. El consumo de fertilizantes químicos creció a una tasa del 13% anual entre

1950 y 1972, hasta llegar a un punto de utilidades decrecientes para muchos cultivos. El consumo por hectárea cultivada aumentó de 5.5 a 42.3 Kg/ha entre 1949 y 1973 (Welke, 1985).

Entre 1980 y 1984 los países latinoamericanos importaron pesticidas por valor de 430 millones de dólares. Este uso masivo contribuyó al desarrollo de una resistencia a los pesticidas en varias plagas de insectos y al trastorno de los equilibrios ecológicos naturales, lo que facilitó la reaparición y nuevos brotes de plagas y enfermedades.

También se incorporaron nuevas tierras agrícolas y ganaderas a expensas de una deforestación extensiva del bosque tropical y semitropical. Entre 1950 y 1973, se desmontaron 91 millones de hectáreas de bosques, llegando a una tasa anual de deforestación que excedía seis veces la reforestación anual en la región. El uso excesivo de los suelos aumentó su erosión en países tales como Colombia, Chile y México.

En Latinoamérica la aplicación de la estrategia ISI durante más de cuarenta años transformó radicalmente un número significativo de sociedades rurales en formaciones sociales urbano-industriales. En este proceso de transformación económica el Estado ha desempeñado un rol crucial. De hecho, los grandes programas de infraestructura fueron financiados con recursos públicos para facilitar las comunicaciones y el comercio. En varios sectores económicos se instalaron fábricas bajo un régimen de propiedad estatal y el sector privado fue protegido de la competencia extranjera por políticas públicas.

Para producir los expertos profesionales y formar la fuerza laboral industrial, las universidades y centros de formación subvencionados por el Estado pusieron en práctica programas educacionales, de esta manera el Estado se convirtió asimismo en el empleador más importante y el único agente capaz de influir en la distribución de la riqueza y los ingresos. Bajo tales circunstancias se desarrolló en América Latina una mentalidad estatista. Este proceso tuvo impactos serios en las sociedades civiles latinoamericanas. La mayoría de los movimientos sociales y de los partidos políticos presentaron sus demandas al Estado, sin tratar de abordar directamente sus problemas. En consecuencia, no se fomentó nunca la participación popular debido al énfasis puesto en la representación del pueblo en los países donde prevalecía la democracia. Este modelo de ISI favoreció al sector industrial y a unas pocas empresas agrícolas orientadas a la exportación de productos como azúcar, cacao y banano, pero no mejoró las condiciones de pobreza de la mayoría de los campesinos que todavía producen los principales alimentos de la población.

A pesar de los programas de reforma agraria emprendidos durante esta época, las mejores tierras siguieron concentradas en unos pocos propietarios. De acuerdo con estudios de la FAO la subdivisión de la propiedad se incrementó a una tasa del 2.7%, mientras el área total de las tierras agrícolas a disposición de los pequeños campesinos o minifundios ha aumentado sólo un 2.3%.

El tamaño promedio del predio subfamiliar en 1950 era de 2.5 hectáreas; en 1986 de 1.9 hectáreas. Mientras tanto las grandes haciendas o latifundios concentran el 80% de las tierras agrícolas, algunas de ellas explotadas en forma deficiente.

En 1980 había en Latinoamérica 8 millones de unidades agrícolas o fincas campesinas que ocupaban el 18% del total de la tierra agrícola y sólo el 7% de la tierra arable. Sin embargo, es en este sector donde se origina entre el 40 y 50% de la producción agrícola para consumo doméstico, contribuyendo de este modo al abastecimiento de alimentos en la región, especialmente en lo que respecta a los cultivos básicos tales como maíz, frijoles y papas (Ortega 1986). Sin embargo, a pesar de esta producción de alimentos baratos para los habitantes de las ciudades, los pequeños productores agrícolas se encuentran atomizados, con mayor pobreza y relegados a utilizar cada vez más tierras marginales, generalmente en laderas (Ver tabla 1). Tales condiciones sociales han forzado a los pobres del campo a convertirse en agentes de degradación ambiental provocando graves problemas de erosión y deforestación.

El resultado de este modelo económico, político y social ISI fue el establecimiento de sociedades industriales urbanas con grandes desequilibrios sectoriales, una amplia participación del Estado en la economía y la política en relativo retraso de la sociedad civil, una pobreza masiva tanto rural como urbana y un deterioro progresivo de los recursos naturales (suelo, agua y bosques).

TABLA 1

Tierra arable y población estimada en zonas de ladera y su contribución al producto agrícola total en América Latina (Informe Posner – Mcpherson 1982).

País	% Total de la Tierra Arable	% de la Población Agrícola	% Contribución al Producto Agrícola (sin café)
<i>Ecuador</i>	25	40	33
<i>Colombia</i>	25	50	26
<i>Perú</i>	25	50	21
<i>Guatemala</i>	45	65	25
<i>Salvador</i>	45	50	18
<i>Honduras</i>	38	20	19
<i>Haití</i>	28	65	30
<i>República Dominicana</i>	23	30	31

1.2 Situación actual de la población rural en América Latina

Entre 1970 y 1990, la fracción de la población que vivía en pobreza, y por tanto tenía dificultades para satisfacer sus necesidades de alimentación y vestido, se mantuvo alrededor del 45%, y el porcentaje que se consideraba indigente (porque sus ingresos no le permitían comprar una canasta básica de alimentos) se redujo sólo ligeramente, de 24 a 22%. En términos absolutos, la población en pobreza aumentó de 120 millones de personas a 196 millones (CEPAL, 1994).

Durante el mismo período, la proporción de la población rural que vivía en pobreza bajó del 75 al 61% pero en términos absolutos creció de 677 a 880 millones. La pobreza rural se concentra en el centro y sur de México, las laderas de Centroamérica, la zona andina de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, el nordeste de Brasil, Haití y República Dominicana.

El número de minifundios creció 47% entre 1980 y 1990, pasando de 7.9 millones a 11.7 millones, y el crecimiento demográfico llevó a una reducción en el tamaño promedio de las fincas. A pesar de constituir casi el 70% de las explotaciones agropecuarias, estos productores sólo controlan el 3.3% de la superficie en fincas.

Los ingresos de los agricultores han sufrido por los bajos precios internacionales para sus productos, agravados también por la depreciación de las tasas de cambio y la mayor competencia con bienes importados debido a la liberación del comercio. Los pequeños agricultores han perdido gran parte de un acceso al crédito de fomento y en la mayoría de los países ha habido una reducción en los salarios agrícolas reales.

En resumen, la agricultura latinoamericana ha avanzado poco en cuanto a su capacidad de resolver los problemas de seguridad alimentaria para la población de bajos ingresos del sector rural. La producción per cápita de alimentos y la proporción de la población que vive en pobreza han variado poco, mientras en términos absolutos ha seguido creciendo a una alta velocidad.

Lo que es más preocupante todavía, es que a corto plazo no se perfilan cambios importantes que puedan revertir estas tendencias. Los simpatizantes de los procesos de ajuste estructural y la liberación del comercio siempre dijeron que el modelo de sustitución de importaciones tenía un marcado sesgo contra el sector agropecuario y los sectores pobres del campo, y que un modelo neoliberal favorecería a esos sectores. Sin embargo, no ha sido así. La apertura comercial y la devaluación de las monedas nacionales redujeron la discriminación contra el sector agropecuario, pero la combinación de los bajos precios internacionales para los productores agropecuarios, la desprotección de la producción agropecuaria para el consumo doméstico y la presencia de monopolios u oligopolios comerciales y agroindustriales ha provocado, generalmente, un estancamiento de la situación de los productores.

1.3 Efectos de la globalización en las economías campesinas de América Latina.

La liberalización generalizada de las economías ha tomado gran impulso, siendo tal vez Cuba el único país que aún no se incorpora en plenitud al cambio. Los tratados bilaterales, el funcionamiento y ampliación del Nafta y Mercosur, así como los acuerdos con la Comunidad Europea y los países de la Apec, profundizan la apertura de los mercados y la integración de las agriculturas regionales.

Las nuevas oportunidades de mercado movilizan la oferta agrícola hacia el exterior, mientras en paralelo se levantan las barreras proteccionistas y penetran los productos agrícolas al exterior.

Esta progresiva evolución hacia una mayor competitividad se traduce en crecientes esfuerzos para aumentar productividad y calidad, reduciendo simultáneamente costos. La expansión de las escalas de producción (particularmente en cereales, carnes, oleaginosas y azúcar, aunque también en ciertos frutales y plantaciones) y los procesos de mecanización y automatización simultáneos, tienen grandes impactos en la ocupación rural y en los mercados de la tierra, como se aprecia hoy en día en los países signatarios del Mercosur y en el Norte de México.

Los precios relativamente menores de la tierra y la fuerza de trabajo, en conjunto con la ampliación de los mercados integrados, en la medida que exista cierta estabilidad política y un escenario macroeconómico favorable, atraen la inversión extranjera y la presencia de las multinacionales hacia los agronegocios, incentivando la concentración y diversificación del comercio y la agroindustria. Esta evolución ha ido acompañada en muchos casos (Brasil, Argentina, México, Chile) por la formación de *joint-ventures* con inversionistas locales de ámbitos agrícolas y no agrícolas, así como para la fusión y concentración de empresas nacionales.

La privatización, los ajustes presupuestarios para reducir déficit y el papel más determinante de los mercados, han significado menor intervención del Estado en la marcha de la agricultura, pero también un desmantelamiento institucional que dificulta las iniciativas en pro del desarrollo rural, en la medida que aún no surge en su reemplazo una institucionalidad emanada de la sociedad civil.

En algunas esferas de la vida rural la disminución o retiro del sector público ha sido particularmente sensible, como en la inversión social (educación, salud), el sistema financiero y la infraestructura. En estos ámbitos, mientras más se acentuaba la demanda rural por inversión en capital humano, créditos y comunicaciones, para enfrentar los desafíos de la competitividad, menor ha sido en el último tiempo la posibilidad de acceso de la población rural pobre a estos servicios.

Los países que están corrigiendo este déficit e invirtiendo en crecimiento con equidad, encuentran muchas veces serias dificultades para crear programas innovadores eficaces, capaces de superar el centralismo y la intermediación burocrática, estimulando a cambio la incorporación de la base social y del sector privado, e incentivando el juego de los mecanismos de mercado en la reducción de la pobreza.

Es indudable que el desafío de la modernización y la competencia será enfrentado con el máximo de desventajas por los amplios contingentes de campesinos

minifundistas de tierras marginales, con limitado acceso a la educación, el progreso técnico, las comunicaciones y la información. La marginación del mercado y la producción para la autosubsistencia son y serán un mecanismo de supervivencia para estos sectores, lo que proyecta una situación sin movilidad para progresar y atados a la extrema pobreza.

1.4 Agroecología y desarrollo rural sustentable

Como se ha mencionado, la crisis de la agricultura tiene dimensiones ecológicas socioeconómicas que se interrelacionan y derivan de las condiciones históricas de la agricultura industrial y la penetración del capital, ahondando la crisis e impidiendo un cambio fundamental. Cualquier paradigma alternativo que ofrezca alguna esperanza de sacar la agricultura de la crisis debe considerar las fuerzas ecológicas, sociales y económicas. Un enfoque orientado exclusivamente a disminuir los impactos medioambientales, sin dirigirse a las difíciles condiciones sociales de austeridad que enfrentan los agricultores o las fuerzas económicas que perpetúan la crisis, está condenado al fracaso. Esta es precisamente la preocupación que existe con respecto a la agricultura sustentable.

El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la degradación de los recursos naturales o de la base productiva asociada con la agricultura moderna. El problema de la producción agrícola ha evolucionado de uno basado completamente en el aspecto tecnológico a uno más complejo caracterizado por dimensiones sociales, culturales, políticas y económicas. El concepto de sostenibilidad, sin embargo, ha sido polémico y difuso debido a agendas, definiciones e interpretaciones de su significado que entran en conflicto, pero que a su vez generan propuestas diversas para que se realicen ajustes mayores en la agricultura convencional de una manera viable en términos medioambientales, sociales y económicos. El enfoque principal ha sido sustituir cultivos tradicionales por otros de mayores mercados o el uso de insumos menos nocivos que los agroquímicos convencionales.

Hay varios problemas con este enfoque: se localiza en el nivel más superficial de integración del agroecosistema, se centra en una sola especie, un sólo factor limitante; niega la importancia de mayores niveles de interacción, incluso el sinergismo, el antagonismo y las interacciones directas e indirectas de muchas especies. Desde el punto de vista práctico, el resultado inevitable de una estrategia basada en el princi-

pio del “factor limitante” es que un agricultor al resolver un síntoma, enfrenta con otro problema inesperado. Si usa urea para resolver el nitrógeno como un factor limitante, por ejemplo, frecuentemente se enfrenta con una erupción de plagas de insectos chupadores (pulgones) cuyo número aumenta dramáticamente por la mayor disponibilidad de nitrógeno en la savia de las plantas en la que ellos se alimentaban.

Mientras la Agronomía clásica se enfoca en estos “factores limitantes”, la nueva ciencia de la agroecología los considera como síntomas que enmascaran la enfermedad subyacente del agroecosistema. En el caso hipotético de una deficiencia de nitrógeno, en lugar de pensar en el nitrógeno como un factor limitante, éste se puede ver como sintomático de un malestar sistémico subyacente, tal como un mal funcionamiento del ciclo de nutrientes. En lugar de aplicar urea, entonces, se deberá comenzar un programa diseñado para reconstruir la estructura del suelo y la materia orgánica, con una rica actividad biológica. Por otra parte, puede significar un uso excesivo del suelo como consecuencia de la baja disponibilidad y acceso a la tierra. Así la agroecología es un acercamiento alternativo que va más allá de la sustitución de insumos; para desarrollar agroecosistemas integrales con una dependencia mínima de insumos externos a la granja. El énfasis está en el diseño de sistemas de producción agrícolas complejos en los cuales las interacciones ecológicas y sinergismos entre los componentes biológicos reemplazan insumos para mantener los mecanismos que favorecen la fertilidad del suelo, su productividad y la protección del cultivo.

1.5 Propuestas de desarrollo rural sustentable

Cualquier paradigma alternativo está condenado al fracaso si se centra únicamente en una dimensión de la crisis de la agricultura moderna, como es el caso de la sustitución de insumos en la agricultura en gran escala. En este contexto, se considera que las siguientes propuestas son los pilares sobre los cuales se debe construir un nuevo paradigma que realmente ofrezca una salida a la crisis:

a. Tecnologías agroecológicas

Solamente una estrategia verdaderamente agroecológica ofrece la posibilidad de revertir el declive crónico de la habilidad de los suelos y de los agroecosistemas para soportar la producción futura, mientras reduce la vulnerabilidad de la agricultura a las plagas, los impactos climáticos y de precios y reduce todos los costos de producción importantes con la sustitución de las funciones del ecosistema en lugar de de-

pendier de insumos externos. Esto significa cambiar el aparato educativo, de investigación, extensión, crédito y los medios de comunicación, los subsidios a las tecnologías de insumos externos, reemplazándolos con un énfasis en la agroecología y la activa participación local en la generación de tecnologías.

b. Precios justos para los agricultores y consumidores

Con el mercado alimenticio mundial dominado por las multinacionales, los agricultores se enfrentan a precios bajos artificiales y los consumidores pagan altos precios a su vez artificiales.

En el caso de los países en vías de desarrollo esto se traduce en la descarga de la sobreproducción del Norte dentro de las economías locales a precios por debajo del costo de producción, arruinando a los agricultores locales. Dado que las estructuras de procesamiento y distribución están siendo concentradas cada vez más en pocas manos, los habitantes de las ciudades pagan más por sus alimentos. Para romper el ciclo de destrucción de las economías rurales por un sistema alimenticio global se debe empezar por independizar a los agricultores de los procesos globalizantes. Esto significa revertir el proceso de liberalización comercial extrema como un paso hacia la protección selectiva de la producción de alimentos doméstica en cada país como una prioridad de seguridad nacional.

c. Redistribución de la tierra

Para romper el constante ciclo de desigualdad y pobreza como resultado de la creciente concentración de la tierra y para proveer las condiciones para el uso exitoso de las tecnologías agroecológicas, se debe incluir nuevamente la Reforma Agraria en la agenda de la que fue excluida a fines de la década de los 80. Varios expertos han argumentado a favor de un renovado énfasis en la Reforma Agraria como la base para una transformación social. No tocar el tema de la tenencia de la tierra es negar una realidad que determina la situación socioeconómica de América Latina. No se puede esperar mejoras en el ingreso campesino cuando se tiene la peor distribución de la tierra en el mundo.

d. Fortalecimiento de la producción local de alimentos

La población latinoamericana no debe depender de la inestabilidad de precios de la economía mundial o de los alimentos producidos por las superpotencias del Norte. Alimentos producidos local y regionalmente ofrecen mayor seguridad, así como los

vínculos sinérgicos para promover el desarrollo económico local. Además tal producción es ecológicamente más legítima, en la medida en que la energía gastada en el transporte internacional es un desperdicio ambientalmente insostenible. Las políticas deben ser redirigidas para favorecer la producción en áreas urbanas.

e. Acceso a la información de las comunidades rurales

Es importante mantener el acceso a la información sobre los precios y mercados (insumos, productos, crédito, etc.) y a los resultados de los avances tecnológicos, en su condición de bienes públicos, a los cuales por definición deben poder acceder todos los que lo requieran. En ambos casos se trata de bienes que crecientemente están siendo generados por el sector privado, lo que hace que el acceso a ellos se niegue persistentemente a quienes no pueden pagar por dichos servicios. El rol de las instituciones de desarrollo constituye una acción que, en parte, busca neutralizar el aislamiento del campesinado de los medios cruciales para que satisfaga sus necesidades y haga la contribución requerida a la oferta alimenticia del conjunto de la sociedad.

f. Uso y manejo conservacionista de los recursos naturales

El uso y manejo adecuado de los recursos naturales, ya sea del agua, de los bosques, de la flora y la fauna y de las tierras comunes, constituye un conocimiento que debe permanentemente mejorarse y ponerse al servicio de las comunidades, a través de planes y programas de capacitación adecuadamente diseñados. La capacitación y formación de los productores, de las mujeres y jóvenes de ambos sexos constituyen una tarea vital. En los noventa la pobreza urbana ha sobrepasado a la rural, lo que muestra una saturación de dichos espacios construidos y la necesidad de buscar espacios de eficiencia en el medio rural, el cual ha sido subvalorado por la inversión pública.

g. Sistematización de experiencias del desarrollo

Aceptando la heterogeneidad del mundo campesino, en términos económicos, sociales, culturales y ambientales, se hace necesario reconocer procesos de desarrollo diferenciados. Estos procesos deben aceptar que no hay recetas, pero que existen propuestas, tecnologías y políticas que deben adaptarse caso a caso. Es decir, que no se parte de un vacío donde cada caso individual exige un proceso de creatividad único. Muy por el contrario, hay experiencias exitosas que pueden orientar el camino

de otras comunidades para lo cual deben convertirse en bienes públicos a los cuales todos puedan acceder. Esto exige un proceso de ajuste, validación, sistematización y aprendizaje para el desarrollo.

La dimensión humana del desarrollo hace necesario que las propuestas sean sensibles a las aspiraciones de los grupos humanos que participan en un proceso de transformación social y productivo. Igualmente es necesario que todas las acciones tiendan a fortalecer capacidades y habilidades que ayuden al mundo campesino a encontrar sus propios ajustes para responder, con imaginación, a un modelo actual inestable y agresivo.

EJERCICIO 1.1

Identificación y formulación de estrategias de desarrollo sustentable para los principales sistemas de producción.

Objetivos

- Identificar cuáles son los principales sistemas de producción en su región.
- Formular tres o más estrategias para cada sistema de producción que posibiliten un desarrollo rural sustentable (ejemplo: uso del suelo, sistemas de cultivo, manejo de insumos, etc.)

Orientaciones para el instructor

Para la realización de este ejercicio proceda de la siguiente forma:

1. Organice a los participantes en cuatro grupos y entrégueles un material escrito en forma resumida sobre los principales sistemas de producción en su región que describa el uso actual y potencial del suelo, la tenencia de la tierra, los sistemas de cultivo, las características de la tecnología, la disponibilidad de mano de obra y la infraestructura de vías y mercados.
2. Cada grupo debe escoger sobre un sistema de producción. Ejemplos:
 - a. Agricultura de tierras llanas u onduladas, en condiciones de secano de alta humedad. Sin riego.
 - b. Agricultura de tierras planas a onduladas con riego.
 - c. Agricultura de tierras onduladas a tierras con topografía escarpada. En condiciones de secano.

- d. Agricultura de tierras escarpadas en condiciones de secano de alta humedad ambiental y en zonas semiáridas.
3. Una vez identificados y priorizados los sistemas, solicite a los grupos que organicen una matriz con las principales características, los efectos sobre el ambiente y las posibles recomendaciones (Ver formato de la matriz de trabajo)
4. En plenaria cada grupo debe presentar los resultados de su análisis y posteriormente con la ayuda del instructor deben tratar de identificar cuáles son las herramientas, políticas o estrategias que se deben seguir para mejorar los sistemas en forma sustentable. En este punto se debe aclarar que no se busca solucionar todos los problemas, sino cuál puede ser una estrategia para iniciar un cambio que posibilite el desarrollo de agroecosistemas sustentables.

Recursos necesarios

- Pliegos de papel
- Marcadores

Tiempo sugerido: Una hora y treinta minutos.

Hoja de trabajo

A continuación se presenta el formato de la hoja de trabajo para la identificación y formulación de estrategias de desarrollo rural sustentable para los principales sistemas de producción en su región.

Sistemas de Producción	Región:				
	Características				
	Uso del suelo	Sistema de cultivo	Manejo de insumos	Efectos sobre el medio ambiente (alta, media, baja)	Posibles soluciones

Bibliografía

- ALTIERI, M. y YURJEVIC, A. 1991. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. *Agroecología y Desarrollo*. Vol 3, No. 25. Santiago de Chile. pp 12-19.
- DOUROJEANNI, Aexel. 1994. Ámbitos para la gestión del desarrollo equitativo y sustentable. CLADES – CIED. Programa de educación a distancia. Lima 11, Perú. pp 12-26.
- ECHENIQUE, Jorge. 1998. Opciones estratégicas de desarrollo rural en América Latina. CLADES – CIED. Programa de educación a distancia. Lima 33, Perú. pp 16-27
- FAETH, Paul. 1994. Análisis económico de la sustentabilidad agrícola. *Agroecología y Desarrollo*. CLADES. No.7. Santiago de Chile. pp 22-33.
- ROSSET, Peter. 1997. Hacia una alternativa agroecológica para el campesinado latinoamericano. Conclusiones de una consulta regional. “El futuro de la investigación y el desarrollo de la agricultura campesina en la América Latina del siglo XXI”. Secretariado del CGIAR – NGO Committee. Cali, Colombia. 89p.
- SANTOS, Blas. 1981. El Plan Sierra: Una experiencia de desarrollo rural en las montañas de la República Dominicana. *Memorias Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. Informe técnico Null Turrialba, Costa Rica. 42p.
- YURJEVIC, A. 1998. Agroecología y desarrollo rural sostenible. CLEDES – CIED. Programa de educación a distancia. Lima 33, Perú. pp 28-36.
- Estudio de base del sector agropecuario y forestal. 1982. Secretariado técnico de la presidencia de la OEA, Santo Domingo, República Dominicana. pp 119-218.
- La agricultura campesina y el mercado de alimentos: El caso de Haití y República Dominicana. 1984. Naciones Unidas. Estudios e informes de la CEPAL. Santiago de Chile. pp 41-143.

Capítulo II



**Conceptualización, surgimiento
y desarrollo de la agroecología**

Capítulo II

Conceptualización, surgimiento y desarrollo de la agroecología

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	44
OBJETIVOS	45
PREGUNTAS ORIENTADORAS	45
2.1 EL ENFOQUE DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE	46
2.2 LA AGRICULTURA MODERNA O DE ALTOS INSUMOS	48
2.3 ¿QUÉ ES LA AGROECOLOGÍA?	48
2.4 BASES FILOSÓFICAS DE LA AGROECOLOGÍA	49
2.5 HISTORIA Y DEFINICIONES DE LA AGROECOLOGÍA	49
2.5.1 CONTRIBUCIONES DEL MOVIMIENTO AMBIENTAL A LA AGROECOLOGÍA	52
2.5.2 OTROS MOVIMIENTOS Y ENFOQUES QUE FORTALECEN LA AGROECOLOGÍA	53
EJERCICIO 2.1 AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA CONVENCIONAL	56
EJERCICIO 2.2 ESCUELAS DE LA AGRICULTURA	58
BIBLIOGRAFÍA	61

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Reflexionar sobre las dificultades que han caracterizado el desarrollo agrícola moderno en el mejoramiento de los sistemas de producción agropecuarios.
- * Explicar los conceptos fundamentales de la agroecología.
- * Conocer el desarrollo histórico de la agroecología.
- * Entender los fundamentos filosóficos y tendencias de las diferentes escuelas de agricultura.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Qué es ecología?
- ◆ ¿Qué es ecosistema? ¿Qué es Agroecosistema?
- ◆ ¿Qué es agroecología?
- ◆ ¿Cuáles son las características de la agricultura convencional o de altos insumos?
- ◆ ¿Qué es la Revolución Verde y cuál es su impacto?
- ◆ Problemas de la agricultura empresarial y campesina en América Latina.

2.1 El enfoque de la agricultura convencional y su impacto en el ambiente.

Durante mucho tiempo los modelos de desarrollo desconocieron la importancia de los factores ambientales para el funcionamiento y mantenimiento del sistema económico y social. De hecho se presumía que el medio ambiente era exógeno al sistema y que la disponibilidad de los recursos naturales no representaba ninguna restricción. Hoy se considera que existe un capital natural, el cual es necesario mantener para asegurar la sostenibilidad del sistema socioeconómico en el largo plazo.

Por otro lado, la experiencia histórica de las últimas cuatro décadas, donde se le dio prelación al modelo conocido como la “revolución verde” en la agricultura por parte de la mayoría de los gobiernos y las instituciones internacionales viene sufriendo transformaciones, ya que no logra reducir la pobreza rural especialmente en los países conocidos como del tercer mundo.

Muchos investigadores, entre los que sobresalen Altieri y Atkins, han demostrado que a pesar de que la revolución verde aumentó la productividad especialmente de algunos cereales cultivados por un reducido número de agricultores que poseen grandes extensiones de tierra y acceso al crédito, las consecuencias para el ambiente y para el ingreso de la gran mayoría de los pequeños productores agrícolas del tercer mundo fueron adversas. Veamos por qué. El empleo de semilla de alto rendimiento ha reducido o desplazado un mayor número de variedades tradicionales, erosionando la biodiversidad de los cultivos. El uso de grandes dosis de fertilizantes inorgánicos y plaguicidas viene causando contaminación química de la tierra y el agua y aumento de las plagas como consecuencia de la creciente inmunidad biológica a los plaguicidas. La alta productividad está ahora cuestionándose ya que los campos no rinden como antes.

El descenso de los rendimientos y el aumento del costo de los insumos son factores que han llevado a la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a la conclusión de que es necesario un nuevo enfoque. Ha llegado la hora de aplicar tipos de agricultura sostenibles desde el punto de vista social y ecológico. En una entrevista con el responsable de la oficina regional de la FAO para Asia y el Pacífico, el señor Obaidullah Khan manifestó que en el Asia el sistema agrícola de arroz de altos insumos se encontraba en declive. Hay una deficiencia cada vez mayor de micronutrientes en el suelo, debido al uso intensivo de fertilizantes minerales, mientras que no es efectivo el uso excesivo continuo de plaguicidas para resolver los problemas de las plagas.

En sus primeros estudios de la revolución verde, la doctora Vandana Shiva, de la India, demostró los costos ocultos del modelo (en términos de subsidios para los insumos e infraestructura) al igual que el defectuoso método utilizado para comparar los rendimientos relativos de los sistemas tradicionales y los de la revolución verde, exagerando el resultado de los últimos a la vez que minimiza los de los primeros.

Al comparar ambos sistemas, el método usual es medir sólo los rendimientos de un cultivo particular y también sólo un componente del cultivo (por ejemplo el grano) dejando aparte el valor de otros cultivos (como otros granos, legumbres o frutales etc.) u otros recursos (usos diversos del cultivo en cuestión, por ejemplo la paja para pienso o fertilizante en el caso del grano; y en los arrozales el pescado), en la misma zona de granja del sistema tradicional que ya no existe o cuya producción se ha reducido por el sistema de monocultivo. Utilizando los cálculos apropiados, el rendimiento total del sistema tradicional se reflejaría de forma más adecuada, se apreciaría mejor su eficacia y se situarían en su justa medida los logros atribuidos a la revolución verde.

La escasez de alimentos, la malnutrición y la pobreza rural son problemas de consideración en América Latina. Estos problemas han sido percibidos como el resultado de un alto crecimiento demográfico y una baja productividad agrícola. Consecuentemente, se implementaron una serie de proyectos internacionales y nacionales siguiendo el modelo de la revolución verde, destinados a mejorar la producción de alimentos básicos y generar excedentes económicos (Binstrup y Anderson). Después de más de tres décadas de innovaciones tecnológicas e institucionales en la agricultura, la pobreza rural y la baja productividad aún persisten en América Latina. Aún más, la distribución de beneficios ha sido extremadamente desigual, favoreciendo a los agricultores que poseen más capital, tierras óptimas y otros recursos. En muchas áreas, el resultado final ha sido un incremento en la concentración de tierras, en la diferenciación y estratificación campesina y en el aumento de campesinos sin tierra.

La necesidad más apremiante de los sectores rurales más desposeídos de América Latina es la sobrevivencia; por consiguiente, es indispensable mejorar la producción de subsistencia para el bienestar de esas poblaciones rurales. Para que el desarrollo agropecuario coincida con las necesidades y posibilidades del campesinado local, se necesita un criterio de desarrollo agropecuario que sea más sensible a las variaciones de la ecología, las presiones demográficas, las relaciones económicas, la globalización y la organización social predominantes en la región. Esta complejidad a menudo se pasa por alto en un enfoque puramente tecnológico. La agroecología,

como nueva estrategia de desarrollo agropecuario, ha ampliado sus criterios de desempeño para incluir cualidades de sustentabilidad, estabilidad biológica, conservación de recursos y equidad, junto con el objetivo de lograr una mayor producción.

2.2 La agricultura moderna o de altos insumos

La terrible hambruna de Europa en los siglos XVIII y XIX, las hambrunas masivas que ocurrieron en la India en 1943 y en China en 1958 de más de 25 millones de personas llevaron a los gobiernos de los países industrializados en colaboración con las transnacionales a invertir en la investigación química y fitotécnica con el fin de disminuir la baja producción de la agricultura. En la década del sesenta y las siguientes se fue estructurando toda una política agrícola liderada por el Banco Mundial a través del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GCIAI) y los Centros Internacionales, los cuales iniciaron un programa para solucionar los problemas del hambre en el mundo con un modelo que fue bautizado con el nombre de Revolución Verde.

Los principales componentes de este modelo se encuentran relacionados con el uso de insumos externos, como fertilizantes sintéticos, plaguicidas y herbicidas, desarrollo de híbridos y variedades de alto rendimiento, mecanización del trabajo y establecimiento de sistemas de siembra basados en el monocultivo, los cuales son más fáciles de manejar, demandan menos tiempo de atención, se prestan más para la mecanización de sus labores y sacan ventaja de las economías de escala.

2.3 ¿Qué es la agroecología?

El término agroecología ha llegado a significar muchas cosas. Definida grosso modo, la agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. A esto podría llamarse el uso normativo o prescriptivo del término agroecología, porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola.

En un sentido más restringido, la agroecología se refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones depredador/presa, o competencia de cultivo/maleza.

En el corazón de la agroecología está la idea que un campo de cultivo es un ecosistema dentro del cual los procesos ecológicos que ocurren en otras formaciones vegetales, tales como ciclo de nutrientes, interacción depredador/ presa, competencia, comensalía y cambios sucesionales, también se dan.

La agroecología se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es iluminar la forma, la dinámica y las funciones de estas relaciones. En algunos trabajos sobre agroecología está implícita la idea que por medio del conocimiento de estos procesos y sus relaciones, los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, más sostenidamente y con menor uso y dependencia de insumos externos.

2.4 Bases filosóficas de la agroecología

De acuerdo con Norgaard (1983) citado por Altieri, la agroecología tiene una base filosófica diferente a la de las ciencias agrícolas convencionales. La agroecología es holística mientras que las ciencias convencionales son atomistas.

La agroecología es un enfoque distinto del desarrollo agrícola convencional, porque se basa en un paradigma científico diferente. En el paradigma holístico los sistemas sociales y agroecológicos se reflejan mutuamente, pues han coevolucionado juntos. La investigación de la ciencia natural y de la ciencia social, lo mismo que sus prescripciones, no se pueden separar. El paradigma es nuevo y está evolucionando todavía, pero la agroecología comparte el paradigma con numerosos otros campos de investigación (Durham, 1978; Lorenz 1977).

2.5 Historia y definiciones de la agroecología

Según Hecht (1998), el uso contemporáneo del término “agroecología” viene de los años setenta, pero la ciencia y práctica de la agroecología son tan antiguas como los orígenes de la agricultura. A medida que los investigadores analizan las agriculturas indígenas, las que son reliquias modificadas de formas agroeconómicas más antiguas, se hace más notorio que muchos sistemas agrícolas desarrollados a nivel local incorporan rutinariamente mecanismos para acomodar los cultivos a las variables del medio ambiente natural, y para protegerlos de la depredación y la competencia. Estos mecanismos utilizan insumos renovables existentes en las regiones, así como los ras-

gos ecológicos estructurales propios de los campos, los barbechos y la vegetación circundante.

En estas condiciones la agricultura involucra la administración de otros recursos además del cultivo propio. Estos sistemas de producción fueron desarrollados para disminuir riesgos ambientales y económicos y mantienen la base productiva de la agricultura a través del tiempo. Si bien estos agroecosistemas pueden abarcar infraestructuras tales como trabajos en terrazas, zanjas e irrigación, el conocimiento agroeconómico descentralizado y desarrollado localmente es de importancia fundamental para el desarrollo continuado de estos sistemas de producción.

El porqué esta herencia agrícola ha tenido relativamente poca importancia en las ciencias agronómicas formales refleja prejuicios que algunos investigadores contemporáneos están tratando de eliminar. Tres procesos históricos han contribuido en un alto grado a oscurecer y restar importancia al conocimiento agronómico que fue desarrollado por grupos étnicos locales y sociedades no occidentales:

a) La destrucción de los medios de codificación, regulación y transmisión de las prácticas agrícolas.

b) La transformación de muchas sociedades indígenas no occidentales y los sistemas de producción en que se basaban como resultado de un colapso demográfico, de la esclavitud y del colonialismo y de procesos de mercado.

c) El surgimiento de la ciencia positivista que impidió que el desarrollo de una agricultura más holística se infiltrara en la comunidad científica formal.

Históricamente, el manejo de la agricultura inducía sistemas ricos en símbolos y rituales, que a menudo servían para regular las prácticas del uso de la tierra y para codificar el conocimiento agrario de pueblos sin tradición escrita (Ellen, 1982; Conklin, 1972). La existencia de cultos y rituales agrícolas está documentada en muchas sociedades, incluso las de Europa occidental. De hecho, estos cultos eran de especial atención para la Inquisición católica. Escritores sociales de la época medieval tales como Ginzburg (1983) han demostrado cómo las ceremonias rituales eran tildadas de brujería y cómo dichas actividades se convirtieron en focos de intensa persecución.

El contacto europeo con gran parte del mundo no occidental no fue benéfico y a menudo involucró la transformación de los sistemas de producción para satisfacer las necesidades de los centros burocráticos locales, los enclaves mineros y de recursos, y

del comercio internacional. En algunos casos se logró por medio de la coerción directa, reorientando y manipulando las economías a través de la unión de grupos elites locales y en otros casos de hombres claves, y por intermedio de intercambios. Estos procesos cambian fundamentalmente la base de la economía agrícola. Con el surgimiento de las cosechas pagadas y la mayor presión ejercida por ítems específicos de exportación, las estrategias para el uso de predios rurales, que habían sido desarrolladas a través de milenios con el fin de reducir los riesgos agrícolas y de mantener la base de recursos, fueron desestabilizadas. Muchos son los estudios que han documentado estos efectos (Watts, 1983; Wolf, 1982; Palmer y Parson, 1977).

Considerando estos aspectos, cabe preguntarse cómo la agroecología logró emerger nuevamente. El redescubrimiento de la agroecología es un ejemplo poco común del impacto que tienen las tecnologías preexistentes sobre las ciencias, donde adelantos que tuvieron una importancia crítica en la comprensión de la naturaleza fueron el resultado de una decisión de los científicos de estudiar lo que los campesinos ya habían aprendido a hacer. En 1979 Kuhm señala que en muchos casos, los científicos lograron meramente validar y explicitar, en ningún caso mejorar, las técnicas desarrolladas con anterioridad.

Cómo emergió nuevamente la idea de la agroecología también requiere de un análisis de la influencia de un número de corrientes intelectuales que tuvieron relativamente poca conexión con la agronomía formal.

Como Altieri (1987), lo ha señalado, el crédito de gran parte del desarrollo inicial de la agricultura ecológica en las ciencias formales le pertenece a Klages (1928), quien sugirió que se tomaran en cuenta los factores fisiológicos y agronómicos que influían en la distribución y adaptación de las especies específicas de cultivos para comprender la compleja relación existente entre una planta de cultivo y su medio ambiente. Más adelante Klages (1942) expandió su definición e incluyó en ella factores históricos, tecnológicos y socioeconómicos que determinaban qué cultivos podían producirse en una región dada y en qué cantidad. Papadakis (1938) recalcó que el manejo de cultivos debería basarse en la respuesta del cultivo al medio ambiente. La ecología agrícola fue aún más desarrollada en los años sesenta por Tischler (1965) e integrada al currículum de la agronomía en recursos orientados al desarrollo de una base ecológica a la adaptación ambiental de los cultivos. La agronomía y la ecología de cultivos están convergiendo cada vez más, pero la red entre la agronomía y las otras ciencias (incluyendo las ciencias sociales) necesarias para el trabajo agroecológico, está recién emergiendo.

En particular fue Azzi (1956) quien acentuó que mientras la meteorología, la ciencia del suelo y la entomología son disciplinas diferentes, su estudio en relación con la respuesta potencial de plantas de cultivo converge en una ciencia agroecológica que debería iluminar la relación entre las plantas cultivadas y su medio ambiente. Wilsie (1962) analizó los principios de adaptación de cultivos y su distribución en relación con factores del hábitat, e hizo un intento para formalizar el cuerpo de relaciones implícitas en sistemas de cultivos. Chang (1968) prosiguió con la línea propuesta por Wilsie, pero se centró en un grado aún mayor en los aspectos ecofisiológicos. Desde comienzos de los años setenta, ha habido una expansión enorme en la literatura agronómica con un enfoque agroecológico, incluyendo obras tales como las de Dalton (1975), Netting (1974), Van Dyne (1969), Spedding (1975), Cox y Atkins (1979), Richards (1984), Altieri y Letourneau (1982), Gliessman (1981), Conway (1985), Lowrance (1984) y Bayliss – Smith (1982).

2.5.1 Contribuciones del movimiento ambiental a la agroecología

El movimiento ambiental de los años sesenta – setenta hizo una gran contribución intelectual a la agroecología. Debido a que los asuntos del ambientalismo coincidían con la agroecología, ellos infundieron al discurso agroecológico una actitud crítica de la agronomía orientada hacia la producción, e hicieron crecer la sensibilidad hacia un gran número de asuntos relacionados con los recursos.

La versión de los años sesenta del movimiento ambiental se originó como consecuencia de una preocupación por los problemas de contaminación. La perspectiva maltusiana ganó una fuerza especial a mediados de la década del sesenta por medio de obras tales como *La bomba poblacional*, de Paul Ehrlich (1966) y *La tragedia de los comunes*, de Garrett Hardin (1968). Estos autores presentaron como principal causa de la degradación ambiental y del agotamiento de recursos, el crecimiento de la población. Este punto de vista fue técnicamente ampliado por la publicación de *Los límites del crecimiento* del Club de Roma, el cual utilizó simulaciones computarizadas de las tendencias globales de la población, del uso de recursos y la contaminación.

Los asuntos ambientales en su relación con la agricultura fueron claramente señalados por Carson en su libro *Primavera silenciosa* (1964), el que planteaba interrogantes sobre los impactos secundarios de las sustancias tóxicas, especialmente de los insecticidas, en el ambiente. Parte de la respuesta a estos problemas fue el desarrollo de enfoques de manejo de plagas para la protección de los cultivos, basados enteramente en teoría y práctica en los principios ecológicos (Huffaker y Messenger, 1976).

El impacto tóxico de los productos agroquímicos era sólo uno de los interrogantes ambientales; era necesario también evaluar los costos energéticos de sistemas de producción específicos. El estudio clásico de Pimentel (1979) demostró que en la agricultura de los Estados Unidos cada kilocaloría derivado del maíz se obtenía a un enorme costo de energía externa. Los sistemas de producción norteamericanos fueron por lo tanto comparados con otros tipos diferentes de agricultura, los que eran de menor producción por área de unidad (en términos de kilocalorías por cada hectárea) pero mucho más eficientes en términos de rendimiento por unidad de energía invertida. El alto rendimiento de la agricultura moderna se obtiene a costa de numerosos gastos, los que incluyen insumos no renovables tales como el combustible de fósiles (derivados del petróleo).

Los problemas de la toxicidad y de los recursos energéticos coincidieron con los problemas de la transferencia tecnológica en contextos del tercer mundo. *La tecnología descuidada* (editada por Milton y Farvar en 1968) fue una de las primeras publicaciones que intentó, en gran medida, documentar los efectos de proyectos de desarrollo y transferencia de tecnología de zonas templadas sobre las ecologías y las sociedades de países en desarrollo. Cada vez un mayor número de investigadores de diferentes áreas comenzaron a realizar comentarios sobre la pobre adecuación entre los enfoques que se dan al uso de la tierra en los países del Norte y en los del tercer mundo. El artículo de Janzen (1973) sobre agroecosistemas tropicales fue la primera evaluación ampliamente difundida de por qué los sistemas agrícolas tropicales podrían comportarse de una forma diferente a los de las zonas templadas.

2.5.2 Otros movimientos y enfoques que fortalecen la agroecología

a) Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema productivo muy antiguo practicado por muchos agricultores desde los tiempos del imperio romano y por las culturas aborígenes que habitaban en el Nuevo Mundo a la llegada de españoles y portugueses. La agricultura orgánica se basa en evitar e incluso excluir totalmente los fertilizantes y pesticidas sintéticos de la producción agrícola. En lo posible, reemplaza las fuentes externas tales como sustancias químicas y combustibles adquiridos comercialmente, por recursos que se obtienen dentro del mismo predio o en sus alrededores. Dichos recursos internos incluyen la energía solar y eólica, el control biológico de las plagas, el nitrógeno y fósforo fijados biológicamente y otros nutrientes que se liberan a partir de la materia orgánica o de las reservas del suelo (humus). Las opciones específicas que fundamentan la agricultura orgánica son la máxima utilización de la

rotación de cultivos, los rastrojos vegetales, el abono animal, las leguminosas, los abonos verdes, los desechos orgánicos externos al predio, el cultivo mecanizado, las rocas calces y fosfóricas y los aspectos del control biológico de plagas con miras al mantenimiento de la fertilidad del suelo y su estructura, el suministro de nutrientes vegetales y el control de los insectos, malezas y enfermedades.

Hoy en día se acepta ampliamente que la agricultura orgánica no representa un retorno a los métodos previos a la revolución industrial, sino más bien combina las técnicas agrícolas conservacionistas tradicionales con tecnologías modernas. Los agricultores que aplican este sistema usan equipos modernos que no deterioran el suelo ni el agua, semillas de buena calidad, prácticas de conservación de suelos y agua y las últimas innovaciones relacionadas con la alimentación y cría de animales, siempre y cuando no afecten la salud de los animales o del hombre.

b) Agricultura biodinámica

Los principios de la agricultura biodinámica son precursores de la agricultura orgánica moderna y se basan en el pensamiento de Rudolph Steiner (1861–1925), filósofo austríaco fundador de la Sociedad Antroposófica, cuyas prácticas todavía son aplicadas fielmente por muchos agricultores europeos. El método de Steiner comprende las ciencias espirituales relacionadas con las fuerzas vitales y los efectos físicos de los cuerpos celestes sobre el crecimiento de las plantas y los animales. La filosofía de Steiner y su aplicación en la agricultura han perdurado por muchos años en Europa y vienen interesando a muchas fraternidades agrícolas.

Cientos de años antes de Steiner, las crónicas latinas de Latón y de Varrón registraban los métodos agrícolas integrados aplicados a los agricultores del imperio romano. La propiedad que tienen las leguminosas de fijar nitrógeno era conocida en la Mesopotamia, Egipto y China hace más de 3000 años y la importancia del abono natural, ya conocida en la antigüedad, en la Europa del siglo pasado se convirtió en la base de las enseñanzas de Steiner.

Los métodos agrícolas integrados predominan en la antigüedad y todos sabían que esos sistemas actuaban en un marco global.

c) Permacultivo

En los últimos años muchos grupos, investigadores particulares, organizaciones no gubernamentales y algunas universidades vienen desarrollando una nueva forma

de agricultura que disminuya el impacto negativo sobre los recursos naturales. Entre esa multitud de ofertas sobresale la de David Holmgren y Bill Mollison, de Australia, los cuales desarrollaron un concepto de cultivo integrado que se llama Permacultura. De los primeros experimentos en su propio huerto pasaron a elaborar un sistema muy perfeccionado que actualmente se enseña en más de sesenta institutos de permacultivo de cincuenta y cuatro países.

Se trata de una metodología que abarca todos los aspectos de los asentamientos humanos y no sólo la agricultura. Permanente equivale a duradera y cultura deriva de agricultura. Pero la cultura, en la acepción plena de la palabra, no es sino el modo en que la sociedad se adapta a su base de recursos, su manera de educar a sus hijos, sus valores, su religión, su cocina, etc. El permacultivo es la adaptación sostenible de una sociedad a su base de recursos; es una ciencia y una ética. Dice dónde colocar los componentes de la máquina para que el conjunto funcione bien. El permacultivo atañe en parte a la agricultura, en parte a la horticultura, los transportes, la arquitectura, las finanzas, la ingeniería social, la producción sin desperdicios, el reciclado de éstos, etc. Es un sistema científico tanto para las personas como para la recuperación de las especies nativas y la restauración de los paisajes, pues la agricultura es la principal responsable de ese deterioro. Lo que hace diferente al permacultivo es que parte de una ética de protección de la tierra, que insiste sobre la protección de las personas y preconiza la reinversión de todo lo que excede a las propias necesidades para beneficio de la población y de la tierra.

d) Agricultura sostenible de bajos insumos

Un número cada vez mayor de agricultores, trabajadores de desarrollo y científicos están llegando a la conclusión de que las técnicas de la revolución verde sobre el uso intensivo de capital no son una alternativa factible para el segmento más pobre de los millones de agricultores que viven en las regiones tropicales en condiciones de producción menos favorables desde el punto de vista ecológico, geográfico y de desarrollo. Para obtener una mayor productividad, los agricultores dependen de los recursos locales y los procesos ecológicos así como del material genético específico de cada lugar. Los insumos externos no deben ser excluidos, pero su empleo debe realizarse de forma estratégica para poder ser un complemento de los insumos internos o actuar en caso de emergencia como, por ejemplo, una plaga inesperada. Los factores sociales deben también ser tomados en cuenta, utilizando recursos como el conocimiento local e institucional para aumentar la cohesión social y las economías locales.

Muchas instituciones y organizaciones en el mundo se pronuncian a favor de un desarrollo equilibrado y de un uso más eficiente de los insumos, pero no de renunciar por completo a los mismos. John Dixon, especialista en producción agrícola de la FAO, se ocupa, por ejemplo, del desarrollo de los sistemas agrícolas y entrevé la posibilidad de adoptar sistemas integrados sin insumos, pero estima que es más interesante reducir el empleo de los productos químicos usándolos con mayor eficiencia. Es imposible producir suficientes alimentos en ciertos países del tercer mundo sin utilizar fertilizantes. “Los métodos orgánicos no podrían satisfacer jamás las necesidades alimentarias de Asia y no basta decir que hace treinta años se aplicaban esos métodos, porque entonces la población era la mitad de la actual”. La tendencia reciente de la investigación hacia lo integrado y sostenible progresa, sin embargo, pero unida a una red de seguridad. Lo que se aconseja es la introducción gradual de algunas prácticas ambientalmente sensibles, completadas con un uso más cauteloso de los insumos inorgánicos. El debate de la agricultura sostenible debe incluir también la demanda de productos alimenticios de una población mundial que crece sin cesar. Los países en desarrollo dispondrán de modelos autóctonos a los modelos clásicos con altos niveles de insumos que, a largo plazo, podrían dar a sus poblaciones en expansión un abastecimiento de alimentos mucho más duradero.

EJERCICIO 2.1

Agroecología y agricultura convencional

Objetivos

- Reconocer las bases conceptuales a partir de las cuales ha sido posible el desarrollo de la agroecología.
- Identificar el impacto que ha tenido el desarrollo de la agricultura convencional en el ambiente.

Orientaciones para el instructor

Para la realización de este ejercicio proceda de la manera siguiente:

1. Explique el objetivo del ejercicio e informe sobre el tiempo de que disponen los participantes para la realización de esta actividad.

2. Divida el grupo en dos subgrupos. Uno de los subgrupos deberá llevar el nombre de **agricultura convencional** y el otro el nombre de **agricultura ecológica**. El nombre corresponde con el tema que deben desarrollar.
3. Entregue a cada subgrupo algunos marcadores y a cada participante una ficha de cartulina (tamaño sugerido: 70 cm de ancho por 20 cm de alto).
4. Solicite a cada subgrupo que en un tiempo de 30 minutos coloque en cada ficha una característica del sistema de agricultura que le corresponde. Cada ficha debe ser discutida y posteriormente asignada a alguno de los participantes para que sea expuesta en público.
5. Coloque enfrente dos pliegos de papel pegados a la pared; uno con el nombre de **agricultura convencional** y el otro con el nombre de **agricultura ecológica**. A continuación solicite a cada uno de los participantes que salga al frente, pegue su ficha en la cartelera correspondiente y explique los efectos positivos o negativos que ha tenido o puede tener en su región. Una vez terminada esta presentación debe haber un espacio para preguntas o ampliación de las diferentes ideas mencionadas.
6. Para finalizar el ejercicio, realice una síntesis sobre los principales puntos mencionados y trate de desarrollar con todo el grupo una definición sobre qué debe ser un sistema agroecológico.

Recursos

- Papelógrafo
- Marcadores
- Cartulina

Tiempo sugerido: 1 hora y 15 minutos

EJERCICIO 2.2

Escuelas de la agricultura

Objetivo

Reconocer las bases teóricas de las diferentes escuelas de agricultura que han influido en el desarrollo del pensamiento agroecológico, comprendiendo sus objetivos, fortalezas y limitaciones.

Orientaciones para el instructor

Para la realización de este ejercicio proceda de la manera siguiente:

1. Explique el objetivo del ejercicio e informe sobre el tiempo de que disponen los participantes para la realización de esta actividad.
2. Divida el grupo en cuatro subgrupos. A cada subgrupo asígnele el nombre de una escuela (agricultura biodinámica, orgánica, permacultura o de bajos insumos) la cual corresponde con el tema que debe desarrollar y solicítele que nombre un coordinador.
3. A cada subgrupo se debe entregar un juego de fichas en las que se encontrarán mezcladas diferentes premisas de cada una de las escuelas. El coordinador será el encargado de ordenar las fichas que los otros participantes deben conseguir con los distintos subgrupos a través del intercambio de información. Los participantes pueden agregar otra información que no se encuentre en las fichas y que ellos consideren importante.
4. Una vez se han reunido todas las fichas para los diferentes temas, el coordinador de cada subgrupo procederá a explicar el tema correspondiente a todo el grupo. Después de cada presentación permita un espacio de cinco minutos para formular preguntas y resolver inquietudes.
5. Posteriormente coloque cada una de las carteleras en un lado del tablero o del escenario donde estén trabajando y en forma conjunta con todo el grupo elabore un cuadro de similitudes y diferencias entre las diversas escuelas.
6. Finalmente, del cuadro de similitudes y diferencias solicite a los participantes que identifiquen qué elementos están a favor o en contra del pensamiento agroecológico y qué otros aspectos se deben tener en cuenta.

Recursos

- Papelógrafo
- Marcadores
- Cartulina
- Fotocopias

Tiempo sugerido: 1 hora y 15 minutos.

Material para el desarrollo del ejercicio

A continuación se presentan las fichas que se pueden utilizar en el ejercicio, agrupadas en cada uno de los temas, para que sirvan de orientación al instructor. Las fichas pueden ser ampliadas según la experiencia y conocimiento del instructor en cada uno de los temas.

AGRICULTURA ORGÁNICA:

- Se practica desde hace miles de años.
- Practicada por aborígenes del Nuevo Mundo a la llegada de los españoles.
- Excluye el uso de fertilizantes inorgánicos e insecticidas sintéticos en la producción agrícola.
- No acepta el uso de insumos externos de síntesis.
- Uso de prácticas como la rotación de cultivos, abonos orgánicos de origen animal o vegetal.
- Combinación de prácticas de conservación tradicionales con tecnologías modernas.
- Uso del control biológico.
- Uso de técnicas que no afecten la salud del hombre, de los animales, ni de los ecosistemas.

AGRICULTURA BIODINÁMICA:

- Sus principios han contribuido al desarrollo de la agricultura orgánica.
- Fundada por Rudolph Steiner en Europa.

- Uso de ciencias espirituales y los efectos de los cuerpos celestes en el crecimiento de las plantas.
- Uso de abonos naturales.

PERMACULTURA:

- Fundada por David Holmagren y Bill Mollison en Australia.
- Tiene en cuenta todos los aspectos de los asentamientos humanos.
- Incluye actividades como la horticultura, transporte, obras civiles, etc.
- Busca la producción sin desperdicios.
- Reciclaje de residuos.

AGRICULTURA DE BAJOS INSUMOS:

- Los insumos externos son un complemento de los insumos internos.
- Se acepta el uso de insumos externos en casos de emergencia como ataques severos de plagas.
- Utilización de recursos como el conocimiento local e institucional.
- Reducción de insumos inorgánicos a través de un uso más eficiente.
- Introducción gradual de prácticas ambientales.

Bibliografía

- ALTIERI, M.A. 1985. Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. CETAL – Chile. 132p.
- ALTIERI, M.A. 1995. Agroecología. Una alternativa dentro del sistema. Revista de la FAO (CERES) No. 154 (Vol 27, No.4). Roma, Italia. pp. 26-31.
- ALTIERI, M.A. 1998. Por qué estudiar la agricultura tradicional. CLADES. Programa de educación a distancia. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo CIED. Lima 33. Perú.
- COLLINSON, M. 1995. La evolución verde. Los planes del CGIAR ante el futuro de la Revolución Verde. Washington. USA. 36p.
- FUKUOKA, M. 1978. The One – Stran revolution. Rodake Books, Inc. Pensylvania USA. 49p.
- GILLMAN, H Y GRIMAUX, H. 1992. La utopía como criterio. Revista de la FAO (CERES) No. 138. Vol 24 No.6. Roma, Italia. pp 18-27.
- GLIESSMAN, S. 1991. Agroecología. Investigando las bases ecológicas para una agricultura sostenible. Agroecología y Desarrollo. Volumen 1, número 1. Santiago de Chile. pp 26-34.
- HECHT, SUSANNA. 1998. Evolución del pensamiento agroecológico. CLADES. Programa de Educación a Distancia. Centro de Investigación y Desarrollo. CIED. Lima 33, Perú. pp 4-18.
- MOLLISON, B. 1987. The permaculture. Institute Tyalgum, New South Wales, Australia. 30p.

Capítulo III



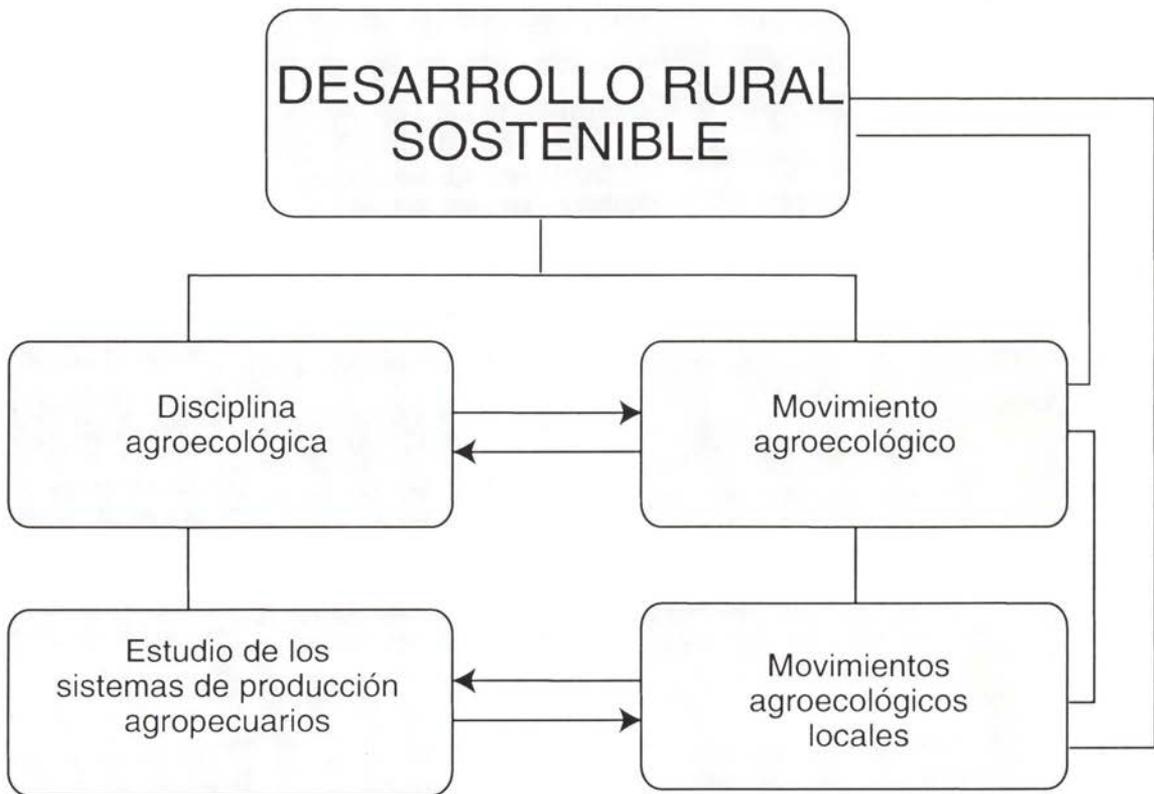
Consolidación de un movimiento agroecológico

Capítulo III

Consolidación de un movimiento agroecológico

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	66
OBJETIVOS	67
PREGUNTAS ORIENTADORAS	67
INTRODUCCIÓN	68
3.1. AGRICULTURA Y AGROECOLOGÍA	68
3.1.1. DESARROLLO SOSTENIBLE	69
3.1.2. SURGIMIENTO DE LA AGROECOLOGÍA EN EL MUNDO	71
3.1.3. EL CASO DE LATINOAMÉRICA	72
3.1.4. ANÁLISIS PARA EL CASO COLOMBIANO	77
EJERCICIO 3.1. MOVIMIENTO AGROECOLÓGICO	80
BIBLIOGRAFÍA	82

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Contribuir a la formación de una visión general acerca de las acciones y pensamientos que promovieron los conceptos de agroecología, desarrollo sostenible y agricultura limpia a diferentes escalas: mundial, latinoamericana y regional.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Cuáles son las principales razones de la crisis actual en la agricultura a nivel mundial? ¿A nivel nacional? ¿A nivel local?
- ◆ ¿Qué soluciones se plantearon?
- ◆ ¿Cuál es el papel de la ciencia en el desarrollo de estos conceptos?
- ◆ ¿Cuál es la importancia de un movimiento agroecológico latinoamericano y regional?

Introducción

En el surgimiento de la agroecología como alternativa a la agricultura industrializada, la ecología tuvo un papel preponderante. La idea era crear una disciplina con un potencial transformador de la sociedad y no que desempeñara el papel de componedora de los problemas de la agricultura química, enfoque con el cual ha sido utilizada durante muchas décadas

Es necesario reivindicar el papel de la agroecología como una manera de usar apropiadamente los recursos, reconociendo algunos saberes culturales populares, para una intervención social congruente y el diseño de metodologías acordes con las necesidades particulares.

Cabe destacar en el movimiento agroecológico la existencia de un número considerable de organizaciones de la sociedad civil comprometidas con la difusión, fomento y adopción de este nuevo enfoque.

3.1 Agricultura y agroecología

El uso del término “agroecología” data de los años setenta desde la óptica de la ciencia, pero en la práctica incluso podría decirse que desde los orígenes de la agricultura se hace uso de él. Según muchas investigaciones sobre la agricultura indígena, los cultivos eran acomodados según las variables del ambiente natural; para protegerlos de la predación y la competencia se utilizaban recursos naturales propios. Estos sistemas de producción fueron desarrollados en pequeñas parcelas, con mínimos gastos económicos y ambientales, con la idea de mantener la agricultura a través del tiempo.

El contacto europeo con gran parte del mundo no occidental no fue benéfico y produjo cambios de fondo en la economía agrícola; el uso de las tierras que a través de milenios se hizo con el fin de reducir riesgos agrícolas y de mantener la base que sustenta la producción, fue desestabilizado, en un afán de producción y extracción de recursos sin medida.

Es así como las actividades agrícolas se desarrollaron a partir de un estudio unilateral del suelo, animales, plantas y métodos de cultivos, además de la elaboración de implementos y productos sintéticos que facilitarían las labores de los cultivos y la

producción de alimentos; este tipo de desarrollo agrícola se intensificó con la adopción de cultivos comerciales, la presencia de problemas fitosanitarios cada vez menos manejables y la demanda cada vez más grande de alimentos para una población humana creciente. Este proceso, junto con los sistemas químicos (pesticidas y herbicidas) para la producción de alimentos que surgieron después de la Primera Guerra Mundial (1914-1918) y se afianzaron en la Segunda (1939-1945), encaminaron a la agricultura y el ambiente hacia un abismo del que ahora busca una salida que comprometa menos la continuidad de la vida.

Las ciencias del agro se desarrollaron desde el siglo XVIII en los países industrializados y posteriormente en el trópico, como única fuente de conocimientos científicos, alejada completamente del mundo natural, lo que produjo que la naturaleza se considerara como una máquina, con graves consecuencias para los ecosistemas de todo el mundo.

Ante la problemática mundial surge el movimiento ambiental de los años 1960-1970, como consecuencia de una preocupación por los problemas de contaminación y se publican obras de gran impacto sociocultural como la *Bomba poblacional*, *La tragedia de los comunes*, *Los límites del crecimiento*, *Anteproyecto de la supervivencia* (El ecologista, 1972), *Lo pequeño es hermoso* (Schumacher, 1973), *La primavera silenciosa*, que motivaron a investigadores a realizar estudios y crear el interés hacia la conservación de los recursos naturales y los ecosistemas.

3.1.1 Desarrollo sostenible

La preocupación por el ambiente y los recursos naturales provocó que en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano y Hábitat (Estocolmo, 1972), la diplomacia internacional reconociera el carácter injusto, depredador y contaminante del desarrollo de las economías industriales.

Como resultado de la discusión internacional, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU dejó establecida en 1983, la noción de desarrollo sustentable como necesidad política mundial frente al consumismo y capacidad de predación y deterioro ambiental de los países desarrollados, en correspondencia con el empobrecimiento de los países depredados. Es así como los sistemas agrícolas sustentables quedan planteados como prioridad mundial frente a los sistemas industriales.

El término “desarrollo sostenible” o “sustentable”, se popularizó con el documento *Nuestro futuro común*, preparado por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo en 1987, conocida como Comisión Brundtland. El término hacía referencia a la creación de estrategias medioambientales para el manejo de los recursos naturales y el ambiente necesarios para alcanzar un desarrollo económico y humano a largo plazo.

En relación con los problemas de deterioro ambiental por las técnicas intensivas de la agricultura proveniente de los países industrializados, Cohen (1977) menciona que la presión demográfica es la principal causa de las modificaciones en las tecnologías agrícolas. Harris (1986) coincide con esta teoría demográfica, pero piensa que las nuevas formas tecnológicas han sido cada vez más intensivas y a la larga han desembocado históricamente en crisis antiproductivas. Mejía (1995) menciona que la agricultura tecnificada de Revolución Verde, típica de sociedades industrializadas, es la que crea la crisis de sostenibilidad en la agricultura, después de varias décadas de destrucción de recursos. Esto nos lleva a pensar que el problema de la agricultura y la utilización de recursos es la aplicación de tecnologías inadecuadas y la generalización para su uso en diferentes ecosistemas.

A pesar de las diferencias entre los países desarrollados y en vía de desarrollo en cuanto a los aspectos económicos y ambientales, al momento de implementar acciones para la sustentabilidad, la Comisión Brundtland permitió el surgimiento de diferentes enfoques, que sumado al cambio de paradigmas sobre la relación sociedad-naturaleza, dio paso a diversas corrientes que interpretaban el término sostenibilidad y dificultaron su adopción.

Al inicio es el sector ambientalista el que desarrolla en varias direcciones el pensamiento en relación con el vocablo “sostenibilidad”; en primer término la *ideología liberal*, de tipo capitalista, es incapaz de concebir la sociedad sin la tasa de ganancia y plantea los términos ecodesarrollo y desarrollo sostenible; promueve la ciencia y tecnología como vanguardias sociales, en particular la biotecnología y la fitoquímica. La *ideología culturista* pone en tela de juicio el economicismo y el cientificismo de Occidente; busca opciones en las diferentes culturas del mundo, reivindicando el derecho a la coexistencia de modos diversos de relacionarse con la naturaleza; explora las formas de vida indígenas y populares; y por último, la *ideología ecosocialista* trata de modernizar el marxismo y teoriza sobre la forma moderna del capital ecológico, es decir, la capitalización de la naturaleza.

El brasilero Eduardo Viola percibe el movimiento ecológico mundial en cuatro vertientes: *ecologistas fundamentalistas*, *ecologistas realistas*, *ecocapitalistas* y *ecosocialistas*.

Dentro de los *ecologistas realistas*, Escobar (1990) cita a Sachs, Galtung, Barho, Schumacher y les atribuye el hecho de propender a un sistema socioeconómico distinto del capitalismo y del socialismo, inspirado en la autogestión, en el poder local y en la propiedad a pequeña escala. Entre los *ecosocialistas* menciona a Dumont, Offe, O'Connor y los califica de ortodoxos que consideran no viable la ecologización progresiva de los realistas.

El surgimiento de todos estos movimientos hizo pensar que el nuevo paradigma para el desarrollo no debía centrarse sólo en las actividades agrícolas y el resto de actividades productivas primarias, sino también en el campo del desarrollo rural, las políticas ambientales y las teorías generales del desarrollo social, estas ideas se plasmaron en el documento de la cumbre de Río de Janeiro de 1992, donde el nuevo concepto de desarrollo sostenible tomó un nuevo enfoque; además se fijaron pautas para el nuevo rumbo en la preservación del medio ambiente y su relación con el crecimiento económico de los países.

3.1.2 Surgimiento de la agroecología en el mundo

Entre los debates de los ambientalistas sobre la Revolución Verde, durante la década de 1960, se dio paso a la idea de agroecología, surgiendo también como una corriente ligada a disciplinas tan diversas como la antropología, la economía y la ecología; apareció además el concepto de ecosistema agrícola o agroecosistema, como un intento de integrar los múltiples factores que afectan los sistemas de cultivo. El surgimiento de la agroecología como alternativa a la agricultura industrializada jugó un papel decisivo durante esta década, y de otro lado los movimientos beat y hippie al plantearse la búsqueda de formas de vida en armonía con la naturaleza y de sistemas agrícolas para la alimentación natural, ayudaron al desarrollo de este movimiento.

Actualmente en el mundo se están desarrollando una gran cantidad de métodos para el análisis ecológico de los sistemas agrícolas. Aun cuando la agronomía ha sido la que ha dado lugar a la agroecología, ésta recibió una fuerte influencia del surgimiento del ambientalismo y la expansión de los estudios ecológicos. El estudio del medio ambiente fue necesario para proporcionar el marco filosófico en el cual el valor

de las tecnologías alternativas y el proyecto normativo de la agroecología pudieran desarrollarse.

3.1.3 El caso de Latinoamérica

En sus inicios la agricultura latinoamericana se basaba en la producción de alimentos, muchos de ellos introducidos de Europa y Asia, con el fin de suplir las necesidades propias y las de regiones cercanas utilizando los recursos disponibles en las fincas, tecnologías tradicionales, y los suelos fértiles de la zona.

Pero a principios del siglo xx, la llegada de científicos europeos a América Latina hizo que todo en la agricultura se quisiera cambiar a fondo, de acuerdo con las tendencias y orientaciones de la agronomía europea, asimilando sus procedimientos agrícolas e inspirándose en las obras de sus sabios y filósofos. Según Angel Marzzoca (1967), salvo algunas excepciones los maestros de la época no añadieron nada esencial en la disciplina, pero en el orden intelectual formaron escuelas y ejercieron por lo tanto una profunda influencia sobre los profesionales del agro de los distintos países en donde les tocó actuar.

En el siglo xx, un ejemplo típico de aquellos pioneros que organizaron la enseñanza agrícola al estilo europeo fue el I.A. Carlos Deneumostier. Su acción en Colombia, así como el devenir de las ciencias agrícolas en el país, podrían muy bien presentarse como una réplica de lo ocurrido en muchos otros países de Latinoamérica.

En general fueron los europeos, principalmente los belgas y franceses, los que actuaron en este período y en la mayoría de los casos han pasado a la historia como los iniciadores y propulsores de las actuales instituciones, facultades de agronomía, centros de investigación y estaciones experimentales.

La influencia norteamericana -consecuencia de la creación de los "Land Grant Colleges"- fue posterior y reducida a casos especiales. El estudio de la agricultura, tal como se concibe en Europa, había adquirido una filosofía propia en Estados Unidos y estaba orientado más bien hacia el servicio público, en contraposición con la búsqueda de la verdad científica por sí misma, que había sido tomada como modelo de las instituciones europeas.

Las influencias externas llevaron al desarrollo y adopción de tecnologías agrícolas totalmente ajenas a las condiciones particulares del trópico, patrocinadas por los nobles de la época en Latinoamérica.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se propiciaron esfuerzos tendientes a la reconstrucción de los países afectados por la contienda y al desarrollo económico de las naciones subdesarrolladas. Los esfuerzos realizados por los Estados Unidos con los programas bilaterales de asistencia técnica a muchos países europeos, originaron una actividad similar en América Latina, en la última parte de la década del cuarenta y durante los cincuenta.

Según muchos analistas de la época, en un seminario realizado en la Universidad de Cornell sobre el potencial de los trópicos húmedos de América Latina, se mencionó que los suelos tenían pobres contenidos minerales, selvas con árboles de poco valor comercial, elevados índices de precipitación, de insectos y enfermedades, etc; en general las condiciones ecológicas para la agricultura eran inadecuadas y los casos en que los trópicos húmedos eran utilizados efectivamente se debían a las inversiones extranjeras, que se encargaban de los obreros y la explotación de los recursos, pero la principal razón estaba relacionada con la orientación inadecuada para el desarrollo de la región.

Las principales causas del subdesarrollo señaladas por Erly Dias Brandao (1967), resultantes del Primer Simposio Brasileiro de Alimentación y Agricultura, eran la baja productividad de los cultivos y de las crías, principalmente debido al deficiente nivel técnico del uso del suelo, empleo de semillas no seleccionadas, cría de animales inferiores, falta de rotación de cultivos, poco uso de fertilizantes y correctivos del suelo, además de la falta de recursos oficiales para investigación aplicada y educación; falta de zonificación agrícola, medios de comunicación eficientes, créditos, tenencia de la tierra y programas de extensión; situación preocupante con las características demográficas de la región, eminentemente agrícola, y con la tasa de crecimiento de población más rápida del mundo. Estas características se señalaban como particulares para todos los países latinoamericanos.

A comienzos de la década de 1950, ante este panorama vislumbrado por los países desarrollados, pero sin darle importancia a la agricultura tradicional, la mayoría de los países de América Latina llegaron a un consenso sobre la estrategia de desarrollo que se iba a adoptar. El enfoque estructuralista para el desarrollo económico logró supremacía intelectual en toda la región, y la estrategia de industrialización basada en la sustitución de importaciones (ISI) fue aprobada como la vía de desarrollo más adecuada para superar la dependencia periférica de América Latina.

Durante esta época las élites locales y los grupos de mayores ingresos, en vez de dedicarse a la producción de bienes y a diversificar las exportaciones, concentraron la economía en la producción de bienes de consumo durables. Esta estrategia llevó a una importante pérdida de confianza en los recursos locales, naturales y humanos, privilegiando en lugar de ellos un tipo de desarrollo altamente intensivo en capital y energía (petróleo). (Altieri, 1991).

La estrategia de ISI creó la imagen de que los recursos naturales de América Latina eran abundantes, que no se podrían agotar jamás, y que las actividades económicas primarias, particularmente la agricultura, poco tenían que ver con el desarrollo económico. Ambas ideas tuvieron gran influencia en la manera como se percibió y utilizó el medio ambiente en la época. Esta estrategia dejó a la agricultura a merced del desarrollo industrial a través de la fijación de precios, las políticas impositivas y las tasas de cambio.

La baja productividad en la agricultura se vislumbró como un obstáculo para el proceso de desarrollo industrial de América Latina. Se desencadena una profunda transformación tecnológica en la agricultura latinoamericana, la cual llevó a aumentos notables en los rendimientos de la mayoría de las actividades agrícolas. Se introdujeron variedades nuevas, creció el uso de fertilizantes, plaguicidas, maquinaria agrícola, se expandió el área con riego y aparecieron sistemas pecuarios intensivos. En el lenguaje popular estos cambios se conocieron como “la revolución verde”. Esta transformación del ámbito agropecuario ocurrió dentro de un marco institucional diseñado específicamente según Agudelo y Kaimowitz (1996) para aumentar la producción de alimentos que mitigarían las hambrunas de los países pobres.

Las instituciones públicas de investigación y extensión agropecuaria se dedicaron a desarrollar y diseminar nuevas variedades de cultivos, con el objetivo de aumentar los rendimientos; por otro lado, las empresas privadas promovían el uso de agroquímicos y maquinaria agrícola como imprescindibles para lograr los objetivos deseados. Dentro de este marco de desarrollo, cada grupo tenía sus responsabilidades; siguiendo una secuencia lógica, los Centros Internacionales de Investigación mantenían bancos de germoplasma, distribuían líneas genéticas promisorias a los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria (INIA) y capacitaban a los investigadores. Los INIA probaban las variedades recibidas, primero a nivel nacional y después a nivel regional, a su vez definían los paquetes tecnológicos para cada una y producían y entregaban semilla básica. Las empresas de semillas multiplicaban y ven-

dían semillas, los extensionistas promovían las variedades y hacían las recomendaciones sobre el uso de agroquímicos, los cuales fueron vendidos por casas comerciales de insumos y financiados en gran parte con crédito estatal. El éxito o fracaso del sistema se medía fácilmente con base en la tasa de adopción de las variedades y los agroquímicos y los cambios que sucedían en los rendimientos (Agudelo y Kaimowitz, 1996).

Después de cuatro décadas de transformaciones, a finales de los ochenta, la mayoría de los latinoamericanos coincidieron que desde el punto de vista económico, la década de los ochenta fue una década perdida (Altieri, 1992), pues se constituyó en un período de crisis que impuso graves costos sociales y ambientales. Las economías latinoamericanas se volvieron importadoras netas de insumos químicos y tecnologías extranjeras, muchos de los cuales tuvieron un grave impacto en el ambiente y el deterioro de los recursos naturales.

Una de las pocas ganancias que dejó esa época es haber puesto en duda la credibilidad de muchas estrategias agrícolas convencionales y paternalistas, así como el aumento de la credibilidad por desarrollar un sistema autóctono de investigación utilizando el enfoque “agroecológico” (Altieri, 1992).

Fue entonces cuando las sociedades latinoamericanas comenzaron a exigir a las instituciones públicas y privadas de generación y transferencia de tecnología, alternativas a los problemas de degradación de los recursos naturales asociados con la agricultura como: erosión, salinización, compactación y acidificación de los suelos, deforestación, sedimentación de los ríos, embalses y zonas costeras, contaminación por desechos agroindustriales, erosión genética de cultivares y razas de animales, sobrepastoreo y problemas causados por el uso inadecuado de plaguicidas y fertilizantes.

A principios de la década de 1970, un numeroso grupo de intelectuales inicia un primer enfoque hacia una óptica sistémica, la literatura ecológica se extiende hacia un enfoque agroecológico, paralelo al cual algunos autores incluían el componente social. Se difunde entonces el concepto de agroecología como un nuevo enfoque para el desarrollo agrícola, más sensible a las complejidades de la agricultura local y de la sociedad en general.

En respuesta a este nuevo paradigma, en diferentes países agricultores y aldeanos en colaboración con las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) comenzaron a

elaborar poco a poco sus propios sistemas locales de cultivo y los han implementado con éxito, basados en la idea de hallar opciones alternativas de desarrollo que vayan creando soluciones particulares a los problemas de contaminación, disminución de la diversidad, inseguridad alimentaria y económicos que viven los campesinos en las zonas rurales.

La proliferación en América Latina de organizaciones no gubernamentales (ONG) en los últimos quince años, según Altieri (1991), ha impulsado una nueva revolución para el desarrollo agrícola, mediante el empoderamiento de la sociedad civil, promoviendo la participación social y estrategias adecuadas de desarrollo, a través de una agricultura regenerativa basada en el conocimiento popular y en los recursos locales y la cultura.

Escobar (1990) cree que las ONG y movimientos populares latinoamericanos presentan una perspectiva favorable para la construcción de una nueva democracia, y considera que es preponderante el papel que ha desempeñado este tipo de organizaciones en la adopción de la nueva visión que se le quiere dar a la agricultura, la cual consiste en que con los menores efectos sobre el ambiente se mantenga una producción agrícola sostenible, satisfaciendo al mismo tiempo las necesidades sociales de toda la población.

A pesar de las discusiones, muchas ONG de la región han hecho esfuerzos para introducir nuevas estrategias agrícolas basadas en la participación local y en sus capacidades y recursos. Su enfoque tiene una importancia sin precedentes para los conocimientos de los cultivadores locales sobre los ecosistemas de su territorio -plantas, suelos y procesos ecológico-, es decir, la agroecología.

De manera conjunta con el trabajo de las organizaciones no gubernamentales de la región, se han originado otros movimientos como el MAELA (Movimiento Agroecológico de América Latina), conformado por los movimientos nacionales existentes en los diversos países de la zona. Su objetivo central es fomentar la agricultura ecológica como eje para el desarrollo rural sostenible a fin de lograr mejor calidad de vida para los agricultores. También se han constituido redes, mesas de trabajo y consorcios como el CLADES (Consortio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo) en diversos países. Muchas de estas organizaciones prestan apoyo para la capacitación, asesoría, información y difusión escritas sobre agricultura con enfoque agroecológico, de gran impacto en las comunidades rurales.

El nuevo enfoque de la producción agrícola es, por lo tanto, muy diferente al de la Revolución Verde o al de otras con alto nivel de insumos externos; tiende a ser más aceptable desde el punto de vista sociocultural, porque se apoya en las tradiciones locales. Las técnicas no dañan el ambiente porque no modifican ni transforman radicalmente el sistema, en cambio se identifican elementos de manejo tradicionales o nuevos que optimizan la producción. También estas tecnologías son más viables económicamente porque utilizan preferentemente los recursos locales en vez de los insumos importados que son caros.

La fase de adopción de estas nuevas tendencias de la agricultura es ya un hecho en varios países de Latinoamérica, y son muchas las experiencias con enfoque agroecológico que se han puesto en marcha y han demostrado ventajas tangibles para las poblaciones donde se han implementado, tanto en la producción de alimentos como en la regeneración y mejor calidad de los recursos naturales y la utilización eficiente de los recursos locales (ver Cuadro 3.1).

Pero aun con la ventajas de la adopción de la visión agroecológica para la producción de alimentos en América Latina, hacen falta políticas agrícolas que la guíen hacia un desarrollo sustentable, que permitan solucionar los grandes problemas de la región como son el hambre, la tierra y el poder. Sólo así se podrá pensar en la conservación de los recursos naturales y el ambiente para el futuro.

3.1.4. Análisis para el caso colombiano

La agricultura de mediados del siglo XIX en Colombia se caracterizó principalmente por la producción de tabaco, algodón, azúcar, caucho, añil, quina para exportación y algo para consumo interno, pero este comercio internacional empezó a desbaratarse con las crisis mundiales. Esta situación es causada, según Bejarano (1985), por la incapacidad de la agricultura colombiana de volcarse de manera estable al comercio mundial. En la época era uno de los países más cerrados para la apertura, y las guerras civiles de 1876, 1878 y 1885 dislocaron completamente la economía, obstaculizaron la producción y desestimularon la inversión y la entrada de capitales extranjeros.

Tres revoluciones surgieron después de 1850 y se convirtieron en los procesos básicos que definieron la estructura agraria del país y fueron: café, tabaco y ganadería.

CUADRO 3.1
Comparación entre la Revolución Verde y las Tecnologías Agroecológicas

Característica	Revolución Verde	Agroecología
<i>Técnicas</i>		
Cultivos afectados	Trigo, maíz, arroz y otros.	Todos los cultivos.
Zonas afectadas	Sobre todo tierras llanas y de riego	Todas las zonas, especialmente las marginales en secano, en pendiente.
Sistemas de cultivo dominante	Monocultivo, genéticamente uniforme	Policultivos genéticamente heterogéneos.
Insumos predominantes	Agroquímicos, maquinaria, gran dependencia de insumos importados y de combustible fósil.	Fijación de nitrógeno, lucha biológica contra las plagas, agregados orgánicos, gran dependencia de los recursos renovables locales
<i>Ambientales</i>		
Peligros sanitarios	Medio a alto (contaminación química, erosión, salinización, resistencia a los plaguicidas, etc) Peligros sanitarios derivados de la aplicación de plaguicidas y de los residuos de éstos en los alimentos.	Bajo a medio (lixiviación de los nutrientes provenientes del estiércol).
Cultivos desplazados	Sobre todo las variedades tradicionales y las razas nativas.	Ninguno
<i>Económicas</i>		
Costos de la investigación	Relativamente altos	Relativamente escasos
Necesidad de efectivo	Grande. Todos los insumos deben ser comprados.	Escasa. La mayor parte de los insumos son locales.
<i>Institucionales</i>		
Desarrollo de la tecnología y su divulgación.	Sector paraestatal, compañías privadas	En gran medida públicos, gran participación de ONG.
Consideraciones de los propietarios.	Variedades y productos patentables y protegibles	Variedades y tecnologías bajo el control de los agricultores
<i>Socioculturales</i>		
Capacidad de investigación requerida.	Cruces convencionales de plantas y otras ciencias agrícolas.	Capacitación en ecología y experiencia multidisciplinaria.
Participación	Escasa (casi siempre el enfoque es desde arriba). Determina barreras a la adopción de tecnología.	Alta, induce la acción de la comunidad.
Integración cultural	Muy escasa	Alta, gran uso del conocimiento tradicional y de las formas locales de organización.

Tomado de Revista CERES, Fao.Nº134 .vol24, Nº2, 1992. p: 35.

Como el principal problema planteado en la época era asignado al bajo nivel de tecnología disponible en la agricultura colombiana, en la primera revolución agrícola se elimina el barbecho y se emplean continuas rotaciones de cultivos, se fomenta la introducción y extensión de nuevos cultivos, la mejora de herramientas, la selección de semillas, la cría de animales. Después se incorporaron otras innovaciones resumidas básicamente en la introducción de nuevas máquinas, mejora de instrumentos tradicionales, uso de tracción animal, introducción de fertilizantes químicos, conocida como “segunda revolución agrícola”, innovaciones que ya no sólo venían de Europa sino también de Estados Unidos y cuyo fundamento estaba en la aplicación de las ciencias al desarrollo de las técnicas agropecuarias.

Los granjeros y agricultores se acostumbraron a comprar semillas a los especialistas y éstos se dedicaron a buscar variedades de mayor resistencia y elevada producción. En la época muchos agricultores mencionaban cómo los arados extranjeros dañaban las tierras y se perdían las cosechas; lo cual era considerado entonces como una mala aplicación de las tecnologías nuevas. Todas estas innovaciones ocurridas a finales del siglo XIX en Europa fueron divulgadas masivamente en las primeras décadas del siglo XX.

Es durante el gobierno del doctor Eduardo Santos cuando definitivamente se acepta la política de impulsar el desarrollo agrícola mediante la modernización y tecnificación del campo y sustitución de importaciones, frente a las penurias de la Segunda Guerra Mundial (Plan Quinquenal de Desarrollo de 1945 -doctor Carlos Sanz de Santamaría-) y se crean una serie de institutos de fomento que se encargarían de ejecutar esas políticas.

La modernización del campo sería entonces tarea del Estado en conjunto con la empresa privada, aboliendo rotundamente la idea de modernización a través de colonos europeos, que dominó durante el siglo XIX. Aún así permanecía la actitud extranjerizante en la formación de las tecnologías agrícolas en el país. Es así como la Misión Rockefeller crea el DIA -Departamento de Investigaciones Agrícolas- en la década de 1950, que después daría origen al ICA en 1965.

La década de 1970 se caracteriza por la proliferación de grupos denominados ONG, los cuales han tenido gran influencia en numerosas experiencias para el cambio de agricultura industrializada a la ecológica, como una forma de introducirse a la agroecología. La tendencia agraria de estos movimientos al inicio estuvo enmarcada en la ideología conservacionista aportando algunas herramientas prácticas en la agricultura.

La década de 1990 marcó la adopción del concepto de desarrollo sostenible, y por otro lado la influencia en las ONG de escuelas alternativas diferentes a la agroecología como la biodinámica, privilegiada por ACABYE (Asociación Colombiana de Agricultura Biológica y Ecodesarrollo); la trofobiosis empezó a ser divulgada por algunos ingenieros agrónomos en el Valle del Cauca.

Actualmente el movimiento agroecológico y de otras corrientes sobre cómo hacer agricultura ha tomado rumbos definidos y hay un creciente antagonismo frente a las transnacionales por parte de las ONG creadas en el país.

En resumen, el movimiento alternativo en Colombia frente a la agricultura industrializada está rebasando los marcos del limitado ecologismo de los años ochenta para entrar a demostrar experiencias viables, las cuales fueron evaluadas en los noventa. Es de desear que el desarrollo sustentable reciba el contrapeso crítico de otras vertientes del ecologismo (escuelas realista, socialista y culturalista), pues no se trata de un simple cambio de técnicas de agricultura química por técnicas alternativas; se trata de decidir sobre proyectos de vida y de construcción social (Mejía, 1995).

EJERCICIO 3.1

Movimiento agroecológico

Objetivo

Enunciar una serie de actividades que es necesario emprender para el fortalecimiento del movimiento agroecológico, a niveles local, regional, nacional e internacional.

Orientaciones para el instructor

1. Divida el grupo de trabajo en cuatro subgrupos. Cada uno de ellos abordará una discusión para el fortalecimiento del movimiento agroecológico a determinado nivel.
 2. Cada uno de los grupos enunciará un conjunto de actividades necesarias para fortalecer el movimiento agroecológico. Cada grupo tendrá un coordinador y un relator.
- 3.1 Agotada esta discusión, después de transcurrida una hora se realizará una plenaria con la intervención de cada uno de los relatores de grupo.

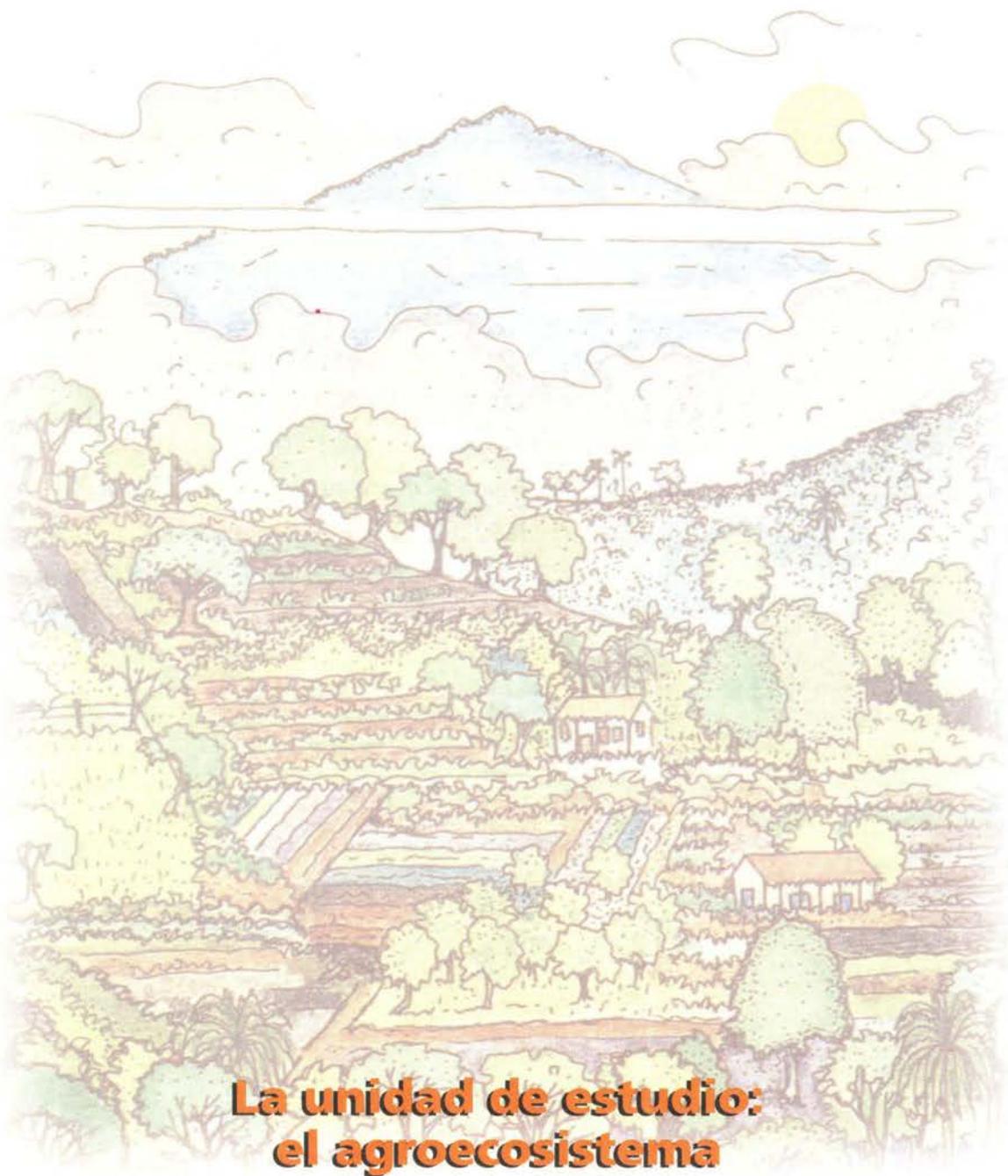
Recursos necesarios

- Hojas para papelógrafo
- Papelógrafo
- Acetatos
- Marcadores para papel y acetatos

Bibliografía

- AGUDELO, Luis Alfonso; KAIMOWITZ, David. Implicaciones institucionales y metodológicas de promover un patrón tecnológico más sostenible para la agricultura (Una reflexión con base en dos casos en Colombia). En: Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios. Rivera, B.; Aubad, R. (eds). El enfoque de sistemas de producción y la incorporación de criterios de política. Santafé de Bogotá, Colombia. CORPOICA. 1996. pp 413-425.
- BEJARANO, Jesús Antonio. Economía y poder: La SAC y el desarrollo agropecuario colombiano 1871-1984. Fondo Editorial CEREC. Bogotá. 1985. 392 p.
- BRANDAO, D. Erly. La Organización de la producción (Administración Rural). En: Las Ciencias Agrícolas en América Latina: Progreso y Futuro. San José, Costa Rica. 7 de Octubre de 1967. Capítulo VII. pp 163-203.
- COHEN, M.N. La crisis alimentaria de la prehistoria. Alianza Ediciones. Madrid. 1977. 337 p.
- ESCOBAR, A. Desarrollismo, ecologismo y nuevos movimientos sociales en América Latina: contribución al debate sobre la naturaleza-sociedad. En: Memorias del Simposio Internacional ECOBIOS COLOMBIA 88. Biblioteca Andrés Posada Arango. Serie Publicaciones Especiales del Inderena. 1990. Bogotá, Tomo 2.
- HARRIS, M. Caníbales y reyes: Los orígenes de la cultura. Salvat Ediciones S.A. Barcelona. 1986. 274 p.
- HECHT, Susana. B. La evolución del pensamiento agroecológico. En: Revista Agroecología y Desarrollo. N°1 de Marzo de 1991. pp 2-16.
- MARZZOCCA, Angel. Los Pioneros. En: Las Ciencias Agrícolas en América Latina: Progreso y Futuro. San José, Costa Rica. 7 de Octubre de 1967. Capítulo I. pp 27-66.
- MEJIA, G. Mario. Agriculturas para la vida: Movimientos alternativos frente a la agricultura química. LED, Asociación para la Cooperación y el Desarrollo, Liechtenstein; Corporación CEPROID, Corporación para la Educación Especial "Mi Nuevo Mundo". F.A.I.D. Feriva. Cali. 1995. 252 p.
- REDCILIFT, Michael. Desarrollo sostenible: ampliación del alcance del debate. En: Agroecología y Desarrollo. N°10. Noviembre de 1996. pp. 48-61.

Capítulo IV

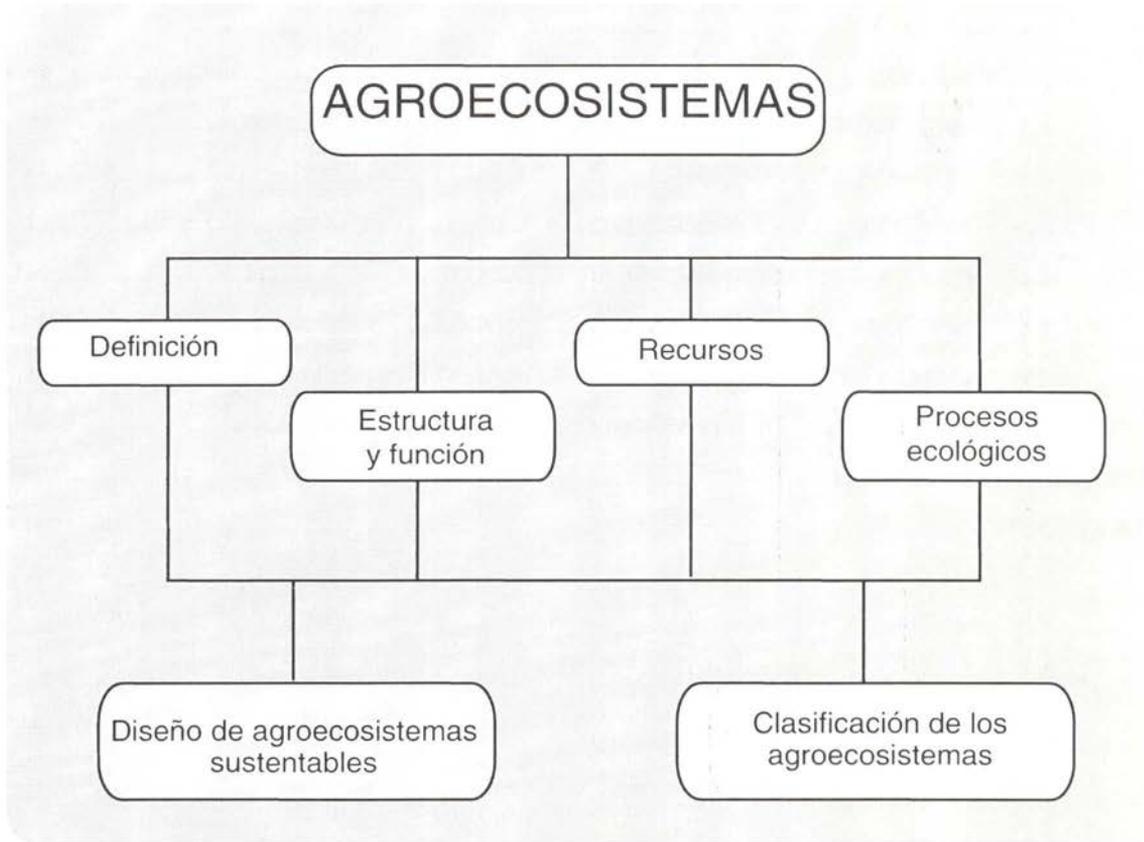


Capítulo IV

La unidad de estudio: el agroecosistema

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	86
OBJETIVOS	87
PREGUNTAS ORIENTADORAS	87
INTRODUCCIÓN	88
4.1 DEFINICIÓN	88
4.2 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN	90
4.3 RECURSOS DE UN AGROECOSISTEMA	93
4.4 PROCESOS ECOLÓGICOS EN EL AGROECOSISTEMA	94
4.5 DISEÑO DE AGROECOSISTEMAS SUSTENTABLES	97
4.5.1 ELEMENTOS DE SOSTENIBILIDAD DE UN AGROECOSISTEMA	98
4.6 CLASIFICACIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS	99
EJERCICIO 4.1 EL AGROECOSISTEMA	100
BIBLIOGRAFÍA	102

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Comprender qué es un agroecosistema en el contexto agroecológico.
- * Entender cómo están estructurados y cómo funcionan.
- * Conocer los diferentes recursos que hacen parte de él.
- * Identificar y explicar los procesos ecológicos que se presentan.
- * Conocer y entender las bases para el diseño de agroecosistemas.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Qué definición conoce de agroecosistemas?
- ◆ ¿Cómo caracterizaría un agroecosistema?
- ◆ ¿Qué recursos hacen parte de un agroecosistema?
- ◆ ¿Qué aspectos tomaría en cuenta para diseñar agroecosistemas sustentables?

Introducción

La ecología es la ciencia que estudia la relación entre los seres vivos y su ambiente involucrando la parte viva (biótica) y no viva (abiótica). El ecosistema natural es, desde el punto de vista ecológico, la unidad funcional básica de estudio. Los ecosistemas naturales que observamos actualmente son el resultado de la evolución conjunta durante millones de años de una enorme diversidad de especies; ellos están en cambio permanente y los procesos de selección natural son continuos. Un ecosistema es más estable cuanto menor sea su artificialización.

Cuando el hombre actúa sobre los ecosistemas naturales alterándolos completamente y volviéndolos artificiales en función de la producción de diferentes cultivos es cuando los llamamos “agroecosistemas”. Este concepto es manejado tanto por la agricultura convencional como por la agroecología; la diferencia radica en que la primera busca como resultado una mayor producción neta con el uso de fuentes de energía externa (maquinaria, fertilizantes, pesticidas, etc.), mientras la segunda desarrolla modelos de producción y aprovechamiento sostenido fomentando los ciclos vitales de la naturaleza.

El concepto de agroecosistema en el contexto agroecológico es más amplio y complejo que lo mencionado hasta ahora. En esta sección se pretende hacer claridad sobre él, partiendo de que es la unidad de análisis principal y que los enfoques agroecológicos buscan simular la estructura y función de los agroecosistemas naturales, reemplazando sus componentes de tal manera que su estructura y función se conserven. Se darán también a conocer los recursos y procesos que hacen parte de los agroecosistemas, y finalmente se harán algunos aportes sobre criterios y bases para el diseño de agroecosistemas sustentables.

4.1 Definición

Un agroecosistema puede ser definido en cualquier escala, pero para empezar lo consideraremos desde el punto de vista del modelo de Odum (1993), basado principalmente en la agricultura moderna del tipo que se practica en los Estados Unidos. Este autor presenta cuatro características que distinguen los agroecosistemas de este tipo:

- a) Requieren fuentes auxiliares de energía que puede ser humana, animal y combustible para aumentar la productividad de organismos específicos.

- b) La diversidad es muy reducida en comparación con la de otros ecosistemas.
- c) Los animales y plantas que dominan son seleccionados artificialmente y no por selección natural.
- d. Los controles del sistema son en su mayoría externos y no internos, ya que se ejercen por medio de la retroalimentación del subsistema.

Para el trópico muchos tipos de agroecosistemas no tienen estas características y, por el contrario, se distinguen por un gran manejo de la diversidad y selección natural que componen una compleja agricultura donde plantas y animales semi- domesticados y silvestres hacen parte del sistema.

Desde el punto de vista agroecológico nos ocuparemos principalmente de los agroecosistemas o sistemas agrícolas dentro de unidades geográficas pequeñas, de tal manera que se tomarán en cuenta las interacciones entre las personas, los recursos naturales y la producción de alimentos dentro de un predio o un campo específico, sin olvidar que estos son sistemas abiertos que reciben insumos de afuera dando como resultado productos que pueden ingresar en sistemas externos (Figura 4.1).

Los sistemas agrícolas o agroecosistemas son una interacción compleja entre procesos sociales y económicos externos e internos y entre procesos biológicos y ambientales; estos pueden ubicarse espacialmente al nivel del terreno de cultivo, pero a menudo también incluyen una dimensión temporal. El grado de control externo versus el control interno puede reflejar la cantidad de administración a lo largo del tiempo, lo que puede ser mucho más variable que lo supuesto por Odum. En sistemas de roza, tumba y quema, por ejemplo, los controles externos tienden a disminuir en los períodos posteriores de barbecho.

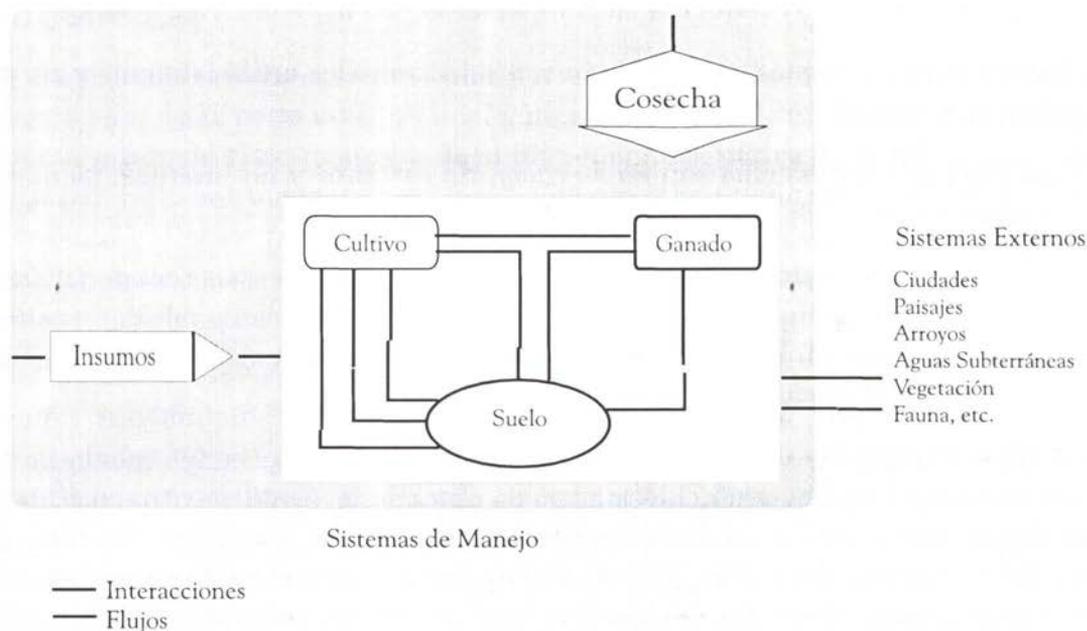


Figura 4.1. Estructura general de un agroecosistema y su relación con los sistemas externos (Briggs y Courtney, 1985)

Los agroecosistemas son entonces “artefactos” humanos y los factores que determinan el proceso de producción agrícola no terminan en los límites de los campos sino que abarcan aspectos del ambiente, presiones bióticas, condiciones económicas, sociales y culturales de gran importancia. (Hecht, 1995).

4.2 Estructura y función

Los agroecosistemas son diferentes para cada zona ya que son producto de muchas variables como el clima, suelo, relaciones económicas, estructura social y la historia (Ver cuadro 4.1).

CUADRO 4.1
Determinantes de un agroecosistema que deciden
el tipo de agricultura de cada región

Tipo de determinantes	Factores
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Radiación • Temperatura • Lluvia, provisión de agua (humedad crítica) • Condiciones del suelo • Pendiente del terreno • Disponibilidad de tierras
Biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Plagas y enemigos naturales • Población de malezas • Enfermedades de plantas y animales • La biota del suelo • Riqueza natural vegetal • Eficiencia fotosintética • Patrones de cultivo • Rotación de cultivos
Socioeconómicos	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad poblacional • Organización social • Económicos (precios, mercado, crédito, capital) • Asistencia técnica • Implementos de cultivo • Grado de comercialización • Disponibilidad de mano de obra
Culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos tradicionales • Creencias • Ideología • Principios de género (aspectos) • Acontecimientos históricos

Los agroecosistemas pueden hacer parte tanto de agricultura de tipo comercial como de subsistencia, empleando altos o bajos niveles de tecnología, dependiendo de la disponibilidad de tierra, capital y trabajo.

Algunas características de ellos, relacionadas con estructura y función, son:

- El agroecosistema es la unidad ecológica principal. Contiene componentes abióticos (sin vida) y bióticos (con vida) que interactúan entre sí, por medio de los cuales se

procesan los elementos químicos (nutrientes de las plantas) y el flujo de energía (a través de las cadenas tróficas).

La función de los agroecosistemas se relaciona con el flujo de energía y con el ciclaje de los nutrientes que pueden sufrir modificaciones mediante el manejo de los insumos que se introducen. El flujo energético se refiere a la fijación inicial a través del agroecosistema por las cadenas tróficas y su dispersión final por la respiración. El ciclaje de nutrientes se refiere a la circulación continua de elementos desde una forma inorgánica a una orgánica y viceversa.

- La cantidad total de energía que fluye a través de un agroecosistema depende de la cantidad fijada por las plantas o productores y los insumos que éstas recibieron durante este proceso. A medida que la energía pasa de un nivel trófico a otro siempre se pierde una cantidad considerable para la futura transferencia. Esto limita el número y cantidad de organismos que pueden mantenerse en cada nivel trófico.
- El volumen total de materia orgánica puede ser expresado en términos de su biomasa. La cantidad, distribución y composición de biomasa varían con el tipo de organismo, ambiente físico, el estado de desarrollo del ecosistema y de las actividades humanas.
- Los agroecosistemas tienden hacia la maduración y pasan de estados menos complejos a estados más complejos. En agroecosistemas donde predomina el monocultivo este cambio direccional es inhibido.
- La principal unidad funcional de agroecosistema es la población del cultivo.
- Cuando una población alcanza los límites impuestos por el agroecosistema su número debe estabilizarse, o si esto no ocurre tiende a declinar debido a enfermedades, depredación, competencia, poca reproducción, etc.
- La diversidad de especies está relacionada con el ambiente físico. Un ambiente con una estructura vertical más compleja alberga en general más especies que uno con una estructura más simple. Los agroecosistemas tropicales muestran una mayor diversidad que los de zona templada.

4.3 Recursos de un agroecosistema

Los recursos combinados comúnmente en un agroecosistema son agrupados de la forma siguiente:

Recurso humano: Conformado por las personas que habitan y trabajan en una parcela y explotan sus recursos para la producción agrícola basándose en sus incentivos tradicionales o económicos. Estos recursos están influidos por:

- a) Número de personas que la parcela debe sostener en relación con la fuerza de trabajo y su productividad.
- b) Capacidad para trabajar de estas personas, la cual está influida por la nutrición y la salud.
- c) Inclinação al trabajo relacionada con el nivel económico y actitudes culturales.
- d) Flexibilidad de la fuerza de trabajo para adaptarse a variaciones de su requerimiento en el tiempo, lo cual se expresa en la disponibilidad de mano de obra a contratar y el grado en que los agricultores se prestan ayuda.

Recurso natural: Son los elementos que provienen de la tierra, el agua, el clima y de la vegetación natural y que son explotados por personas para la producción agrícola. Los aspectos a considerar aquí son principalmente: área de la parcela incluyendo topografía, fragmentación de la propiedad, ubicación respecto a mercados; profundidad, propiedades químicas y físicas del suelo; disponibilidad de agua superficial y en el subsuelo; precipitaciones, evaporación, irradiación solar y temperatura y la vegetación natural como fuente importante de alimento, forraje para animales, materiales para construcción o medicinas para los seres humanos.

Recursos de capital: Son los bienes y servicios creados, comprados o prestados por las personas relacionadas con la parcela para facilitar la explotación de los recursos naturales para la producción agrícola. Estos recursos pueden ser:

- a) Permanentes: como la tierra y el agua al sufrir modificaciones duraderas orientadas hacia la producción agrícola.
- b) Semipermanentes: aquellos que se deprecian y tienen que ser reemplazados periódicamente como almacenes, animales de tiro, herramientas, cercas.

- c) Recursos operacionales necesarios en las labores diarias del predio como abonos, semillas, etc.
- d) Recursos potenciales: aquellos que el agricultor no posee pero de los que puede disponer teniendo que reembolsarlos en el tiempo, como el crédito.

Recursos de producción: Comprenden la producción agrícola de la parcela y también la pecuaria. Se transforman en recursos de capital si se venden y los residuos (rastrojo, estiércol) son insumos nutrientes reinvertidos en el sistema.

4.4 Procesos ecológicos en el agroecosistema

Para producir, un agricultor debe manipular los recursos físicos y biológicos de su parcela. De acuerdo con el grado de manejo tecnológico que se les dé, estas actividades influyen en los siguientes procesos:

Procesos energéticos: La energía ingresa al agroecosistema como luz solar y sufre numerosas transformaciones físicas; la energía biológica se transfiere a las plantas mediante la fotosíntesis y de un organismo a otro a través de la cadena alimentaria. Aunque la mejor fuente de energía es la luz solar, también son fuente de energía el trabajo humano y animal, la energía mecanizada y el contenido energético de los productos químicos utilizados.

Las anteriores fuentes de energía pueden ser cuantificadas en valores energéticos, de igual forma los productos obtenidos, vegetales y animales, también pueden expresarse en términos de energía. El costo y la disponibilidad de insumos para la agricultura provenientes de derivados del petróleo (energía, combustible fósil) han sido cuestionados por ser recursos finitos; por lo que los insumos y los productos se han cuantificado para diferentes tipos de agricultura con el objeto de comparar su intensidad, rendimientos y productividad laboral, así como los niveles de bienestar que ellos proporcionan.

Se han identificado tres etapas en el proceso de utilización de la energía en la agricultura, de las cuales hoy en día se pueden encontrar ejemplos en distintos lugares del mundo:

- a) Preindustrial: Sólo con insumos de mano de obra relativamente bajos.
- b) Semindustrial: Con altos insumos de fuerza animal y humana.

- c) Totalmente industrial: Con insumos muy altos de combustibles fósiles y de maquinaria.

En un sistema de producción agrícola completamente industrializado la eficiencia en el uso de energía es baja, debido a que se gasta demasiada energía en su producción.

Procesos biogeoquímicos: Los principales insumos de un agroecosistema son: los nutrientes liberados del suelo, el nitrógeno fijado por las leguminosas, la fijación de nitrógeno no simbiótico, los nutrientes contenidos en la lluvia y el agua, los elementos nutritivos obtenidos de la incorporación de estiércol y de los fertilizantes. Los productos obtenidos involucran a los nutrientes consumidos por el ganado y los cultivos; mientras los productos perdidos son los nutrientes lixiviados (lavados) en el suelo, las pérdidas de nitrógeno por procesos de desnitrificación (nitrógeno no disponible) y volatilización (evaporados), las pérdidas de nitrógeno y azufre cuando se queman los rastrojos o el bosque, los nutrientes que se pierden en la erosión del suelo; además existe un almacenamiento bioquímico que incluye el fertilizante almacenado y el abono acumulado junto a los nutrientes en la zona radicular del suelo, el cultivo establecido, la vegetación y el ganado.

Durante la producción y el consumo, los nutrientes minerales se trasladan cíclicamente a través de un agroecosistema; los ciclos de nutrientes como el carbono, nitrógeno, fósforo y azufre se presentan en muchos ecosistemas agrícolas y se transfieren de los suelos hacia las plantas y animales y viceversa. Los agricultores incorporan nutrientes al agroecosistema cuando añaden elementos químicos o fertilizantes orgánicos (abono o compost) o remueven la cosecha o cualquier otro material vegetal del predio. En general la optimización del proceso biogeoquímico requiere del desarrollo de una estructura del suelo y de una fertilidad adecuada la cual depende de:

- Provisión regular de residuos orgánicos.
- Nivel de actividad microbial suficiente como para contrarrestar el decrecimiento de los materiales orgánicos.
- *Condiciones que aseguren la actividad continua de las lombrices de tierra y otros agentes estabilizadores del suelo.*
- Cobertura proteccional del suelo.

Procesos hidrológicos: El agua es parte importante de los sistemas agrícolas. Además de su papel fisiológico, el agua influye en la entrada y salida de los nutrientes por medio de la lixiviación y la erosión. El agua ingresa en el agroecosistema en forma de precipitaciones, aguas que fluyen constantemente y por el riego; se pierde a través de la evaporación, la transpiración, el escurrimiento y el drenaje.

El agua se almacena en el suelo, en donde es utilizada directamente por los cultivos y la vegetación en forma de agua subterránea que puede ser extraída para uso humano, del ganado, de los cultivos y en almacenamientos construidos tales como estanques o reservorios.

La conservación del agua en el suelo es afectada por sus propias condiciones, las de la vegetación y por las prácticas agrícolas. El drenaje y la labranza agrícola, por ejemplo, aceleran las pérdidas por percolación profunda; la remoción de los cultivos aumenta la cantidad de lluvia que llega al suelo y reduce la evapotranspiración.

Uno de los controles principales de la acumulación de humedad en el suelo es ejercido por la cobertura de suelos. Al dejar el follaje cortado de las malezas como cubierta o mulch, se reducen las pérdidas de agua provenientes de la evapotranspiración y aumentan los contenidos de humedad del suelo.

Procesos sucesionales: La sucesión es el proceso por el cual los organismos ocupan un sitio y modifican gradualmente las condiciones ambientales de manera que otras especies puedan reemplazar a los habitantes originales. Se modifica radicalmente con la agricultura moderna. Los campos agrícolas generalmente presentan etapas sucesivas secundarias en las que una comunidad existente es perturbada por la deforestación y el arado y por el establecimiento de una comunidad simple (monocultivo), hecha por el hombre en el lugar.

Procesos de regulación biótica: El control de la sucesión (invasión de plantas y su competencia) y la protección contra los insectos plaga y enfermedades, son los principales problemas a vencer para mantener la continuidad de la producción en los agroecosistemas. En general los agricultores han utilizado diversos métodos los cuales son: ninguna acción, acción preventiva (semilla sana, variedades resistentes, fechas de siembra, etc.) o las acciones de control (plaguicidas químicos, técnicas culturales, control biológico). Las estrategias ecológicas para el manejo de plagas emplean una combinación de estos tres métodos, que apuntan a hacer del campo un lugar menos favorable para ellas pero más atractivo para los enemigos naturales.

Los científicos que entienden el agroecosistema como el producto de la coevolución entre procesos sociales y naturales, afirman que estos procesos ecológicos ya mencionados se desarrollan en forma paralela e interdependiente con el flujo socioeconómico. La comprensión de esta coevolución provee las bases para el estudio y diseño de agroecosistemas sustentables.

4.5 Diseño de agroecosistemas sustentables

Teniendo claridad sobre lo que es un agroecosistema y conociendo los diferentes recursos y procesos que en él se dan, vamos a continuación a desarrollar en este tema los pasos sugeridos para diseñar agroecosistemas en el contexto agroecológico o agroecosistemas sustentables.

El primer paso en el diseño de agroecosistemas es su conceptualización, lo cual puede incluir los siguientes aspectos:

- Finalidad: El propósito por el cual se establece el sistema.
- Limites: Dónde comienza y termina el sistema.
- Contexto: Medio ambiente externo en el que opera el sistema.
- Componentes: Los principales constituyentes del sistema.
- Interacciones: Relaciones entre los componentes.
- Insumos: Empleados por el sistema y que vienen de afuera.
- Recursos: Los componentes que se encuentran dentro del sistema y son empleados en su funcionamiento.
- Productos: Productos o resultados esperados.
- Subproductos: Productos útiles pero no esenciales.

El segundo paso es adaptar, en la medida de las posibilidades, las necesidades del sistema conceptualizado a las necesidades, condiciones y recursos disponibles en el área. En el cuadro 4.2 se resumen los factores que influyen en la elección de un agroecosistema (Spedding 1975).

CUADRO 4.2

Factores que afectan la elección de los agroecosistemas

Factores ecológicos	Caracteres infraestructurales	Necesidades económicas externas	Factores operacionales internos	Aceptación personal
Clima	Tenencia de la tierra	Mercados	Tamaño del Predio	Preferencias personales
Suelo	Provisión de agua	Comunicaciones	Disponibilidad de mano de obra	
Biológicos	Abastecimiento de energía	Disponibilidad de crédito		

Los ambientes varían en sus recursos y limitaciones, así como en el grado en que éstos pueden ser modificados. Las exigencias en recursos también pueden ser modificadas; sin embargo, todas esas modificaciones implican algún costo.

4.5.1 Elementos de sostenibilidad de un agroecosistema

Los criterios base de un agroecosistema sostenible son: La conservación de los recursos naturales renovables, la adaptación de los cultivos al medio ambiente y el mantenimiento de un elevado pero sostenible nivel de productividad. Para garantizar la sostenibilidad ecológica a largo plazo sobre la productividad en el corto plazo, el agroecosistema debe:

- Reducir el uso de energía y de recursos.
- Estimular la producción local de artículos alimenticios adaptados al escenario natural y socioeconómico.
- Utilizar métodos de producción que restablezcan procesos homeostáticos que permitan estabilidad en la comunidad y que optimicen el intercambio y reciclaje de materia y nutrientes.
- Reducir costos e incrementar la eficiencia y viabilidad económica de las parcelas de tamaño pequeño y mediano, estableciendo un agroecosistema diverso y potencialmente más flexible.

La sostenibilidad podrá ser alcanzada mediante la comprensión de los cuatro subsistemas de la agricultura:

Subsistema biológico: Plantas y animales, así como los efectos biológicos de los factores ambientales (clima, suelo) y de las actividades de manejo (labranza, fertilización, riego) sobre el desempeño de plantas y animales.

Trabajo: Las labores físicas y mecánicas de la agricultura y cómo es que pueden ser logradas combinando mano de obra, habilidad, maquinaria y energía.

Economía de la granja: Los costos de producción y los precios de los cultivos, las cantidades producidas, los riesgos y todos los demás aspectos que tengan que ver con el ingreso de la parcela.

Socioeconómico: Tiene que ver con los mercados para la producción, derechos de uso de la tierra, mano de obra, maquinaria, combustible, inversiones, créditos, impuestos, asistencia técnica, etc.

4.6 Clasificación de los agroecosistemas

Cada zona tiene una serie de agroecosistemas que son la resultante de variantes locales como el clima, suelo, estructura social, relaciones económicas y la historia (Ver cuadro 4.1). Así, un análisis de los agroecosistemas podrá mostrarnos agriculturas tanto comerciales como de subsistencia utilizando altos o bajos niveles de tecnología dependiendo de la disponibilidad de tierra, capital y trabajo.

Aunque cada parcela es diferente, algunas presentan similitudes pudiendo ser agrupadas juntas como un tipo de agroecosistemas.

Una zona con tipos de agroecosistemas similares puede llamarse entonces región agrícola.

Se conocen cinco criterios que permiten clasificar los tipos de agroecosistemas en una región:

- a) La asociación de cultivos y ganadería.
- b) Los métodos y técnicas de cultivo y crianza.
- c) La intensidad de empleo de trabajo, capital, organización y la producción final.
- d) La disponibilidad de productos para consumo (usados en la parcela para la subsistencia) o para ser vendidos o cambiados por otros bienes.
- e) El conjunto de estructuras empleadas para facilitar las labores en la parcela.

Tomando como referencia estos criterios es posible determinar seis tipos de sistemas agrícolas en una región (Norman, 1979):

- Sistemas de roce, tumba y quema.
- Sistemas de cultivos semipermanentes.
- Sistemas de labranza y riego.
- Sistemas de cultivos perennes.
- Sistemas de pastoreo.
- Sistemas de rotación de cultivos (cultivos anuales con pastos).

Estos sistemas están transformándose continuamente, obligados por los cambios poblacionales, los recursos disponibles, la degradación del medio ambiente, crecimiento o estancamiento económico, los cambios políticos, etc.

Esta dinámica representa las respuestas de los agricultores a las variaciones del medio físico, los precios de los insumos, el valor de los productos cosechados, las innovaciones tecnológicas y el crecimiento poblacional.

EJERCICIO 4.1

El agroecosistema

Objetivo

Conocer, discutir y aplicar los diferentes elementos que contribuyen a conceptualizar lo que es un agroecosistema en el contexto de la agroecología.

Orientaciones para el instructor

Para llevar a cabo este ejercicio, proceda de la siguiente manera:

1. Explique a los participantes que el ejercicio consiste en contestar una serie de preguntas sobre el tema visto.
2. Divida a los participantes en grupos de máximo cuatro personas.
3. Solicite que cada grupo nombre un relator quien presentará las respuestas del ejercicio en plenaria.
4. Entregue a cada grupo sus respectivas preguntas (si el grupo es numeroso no importa que dos grupos contesten las mismas preguntas).

5. Provea a cada grupo de los materiales requeridos para socializar en plenaria las respuestas a las preguntas (hojas de papelógrafo, marcadores).
6. Solicite que en plenaria el relator de cada grupo presente las respuestas.

Instrucciones para los participantes

Para participar activamente de este ejercicio, proceda de la siguiente manera:

1. Nombre un relator para presentar los resultados en plenaria.
2. Comparta con su grupo su respuesta a las preguntas realizadas.
3. Participe activamente en los grupos de trabajo.
4. Busque en el grupo consenso en las respuestas a las preguntas. Estas deberán ser presentadas en plenaria por el relator.

Preguntas para el trabajo de grupo

1. ¿Cuáles son los principales elementos que caracterizan los agroecosistemas?
2. ¿Cómo se relacionan entre ellos los recursos de un agroecosistema?
3. ¿En qué forma las modificaciones tecnológicas afectan los procesos ecológicos de los agroecosistemas?
4. ¿Qué significa “conceptualizar” un agroecosistema?
5. ¿Qué factores afectan la “adaptación” de un agroecosistema a un área o región determinada?

Elabore una lista de prácticas (locales o introducidas) que contribuyan al diseño y desarrollo de agroecosistemas sostenibles en su región.

Recursos necesarios

- Hojas de papelógrafo
- Marcadores
- Papelógrafo

Tiempo del ejercicio: 90 minutos

Bibliografía

- ALTIERI, M.A. 1995. Diseño y manejo de agroecosistemas. Módulo II, II curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. CLADES. pp 11-51.
- ÁNGEL, A. 1993. Bases ecológicas del pensamiento ambiental. Cuadernos Ambientales Serie Ecosistemas y Cultura #1. Ministerio de Educación Nacional. 77p.
- CONWAY, G. 1986. Análisis de agroecosistemas para investigación y desarrollo. Instituto Internacional Winrock para el Desarrollo de la Agricultura. 111p.
- HECHT, S. 1993. La evolución del pensamiento agroecológico, en Módulo I. II curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. CLADES. pp 1-14.
- ODUM, E. 1993. Ecología. Peligra la vida. Instituto de Ecología. Universidad de Georgia. pp 29-56.

Capítulo V



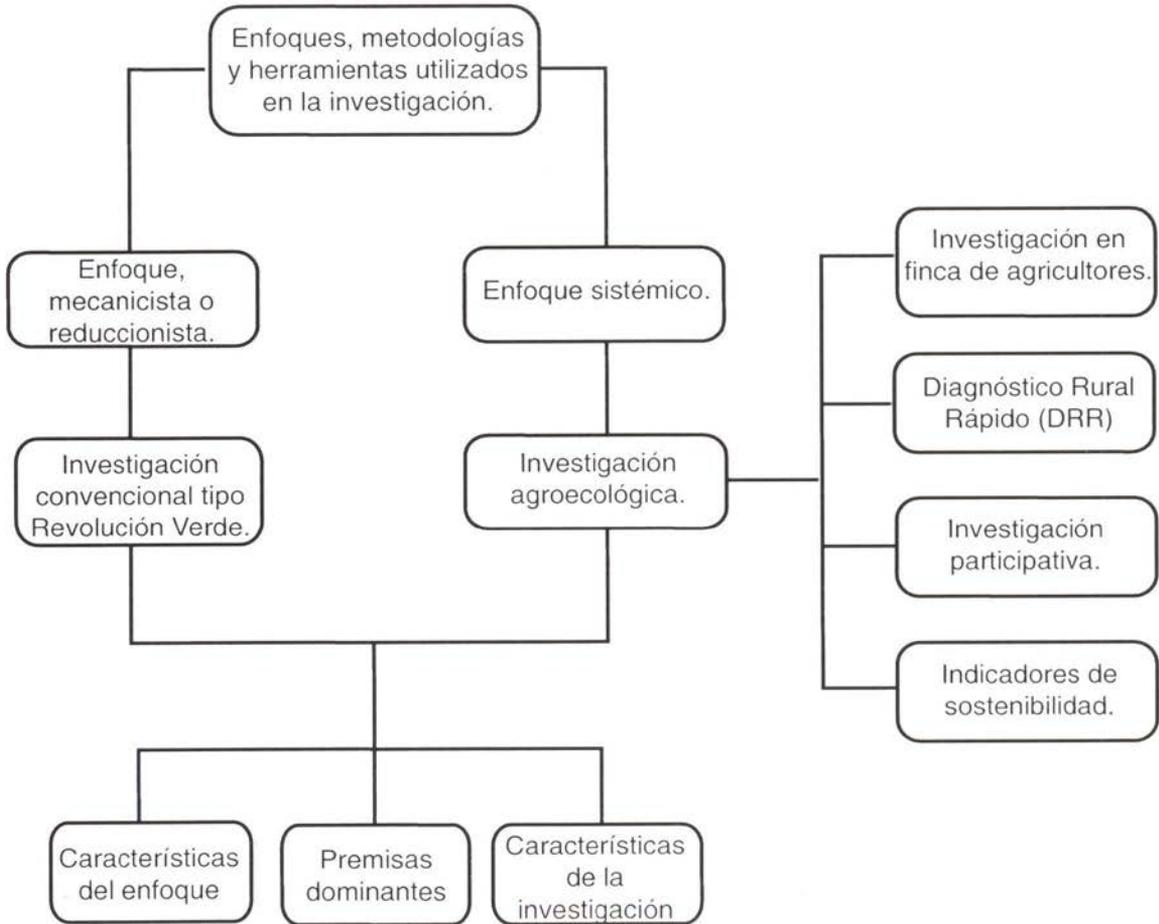
**Metodologías y herramientas que utiliza
la investigación agroecológica**

Capítulo V

Metodologías y herramientas que utiliza la investigación agroecológica

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	106
OBJETIVOS	107
PREGUNTAS ORIENTADORAS	107
INTRODUCCIÓN	108
5.1 ENFOQUES MECANICISTA Y REDUCCIONISTA	108
5.2 ENFOQUE DE SISTEMAS	111
5.2.1 UN POCO DE HISTORIA	113
5.2.2 ¿EN QUÉ CONSISTE EL ENFOQUE DE SISTEMAS?	114
5.2.3 ¿CÓMO SE APLICA EL ENFOQUE DE SISTEMAS?	114
5.3 INVESTIGACIÓN EN FINCAS DE AGRICULTORES	116
5.4 DIAGNÓSTICO RURAL RÁPIDO	118
5.4.1 PASOS PARA DESARROLLAR UN DIAGNÓSTICO RURAL RÁPIDO	119
5.5 INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA	121
5.6 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD	126
5.6.1 AGRICULTURA SOSTENIBLE	126
5.6.2 INDICADORES DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE	128
EJERCICIO 5.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL ENFOQUE, METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN NUESTRO TRABAJO CON AGRICULTORES ..	132
BIBLIOGRAFÍA	134

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Comprender y dimensionar los aportes de las diferentes metodologías y herramientas presentadas a la investigación agroecológica.
- * Establecer las principales diferencias entre el enfoque de investigación sistémico y el enfoque mecanicista – reduccionista.
- * Entender y aplicar la metodología de investigación en fincas.
- * Comprender y llevar a la práctica los pasos para ejecutar un Diagnóstico Rural Rápido (DRR).
- * Reconocer las diferentes líneas de investigación participativa y la importancia de ésta en la investigación agroecológica.
- * Entender los criterios básicos de los indicadores de sostenibilidad
- * Identificar indicadores que permitan determinar la sostenibilidad de un agroecosistema.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Qué enfoque ha regido el proceso de investigación seguido por la agricultura tipo revolución verde?
- ◆ ¿Cuáles son las principales características de este enfoque?
- ◆ ¿Qué otros tipos de enfoque para la investigación conocen y cuáles son sus características?
- ◆ ¿En que consiste la metodología de investigación en fincas? ¿Qué otras metodologías conocen?

Introducción

El desarrollo de la agricultura convencional ha privilegiado la visión del investigador técnico en el desarrollo de las tecnologías sin considerar la mirada de otros profesionales ni del agricultor; tampoco ha considerado el sistema total y sus diferentes componentes sociales, económicos, culturales, ambientales y tecnológicos, sino que se ha concentrado en aspectos específicos de este último. El reto de la “investigación con bases agroecológicas” supone la aplicación de diferentes metodologías y herramientas que cambien esta visión y permitan la participación de equipos multidisciplinarios donde se dé importancia a la participación del agricultor y además del técnico estén presentes investigadores del área de las ciencias sociales, económicas y ambientales que permitan mirar como un todo el agroecosistema.

En esta sección se darán a conocer las metodologías y herramientas que ha apropiado la agroecología en su proceso de investigación y desarrollo, así como los indicadores que permiten evaluar el desempeño de los agroecosistemas sustentables.

5.1 Enfoques mecanicista y reduccionista

El tipo de investigación que hasta ahora ha predominado y que ha sido realizado principalmente en centros de investigación, estaciones experimentales y Universidades ha manejado un enfoque mecanicista y reduccionista, el cual ha mostrado que no es el adecuado para resolver los complejos problemas propios de los agroecosistemas mirados a la luz de la agricultura sostenible; por esto, los resultados de esta investigación y las tecnologías resultantes actualmente están siendo cuestionados por diferentes sectores. La pregunta a formularse es: ¿Qué condiciones han permitido el desarrollo y difusión generalizados de este enfoque de investigación?

Dos situaciones han contribuido a la difusión de este enfoque, el cual aplicado a la producción agrícola ha determinado una mentalidad productivista y cortoplacista.

La primera, común a la ciencia en general, es la influencia de René Descartes cuando al publicar su *Discurso del Método* (1637) sienta las bases del racionalismo científico moderno. Se ha llegado a llamar al enfoque de investigación moderno “Paradigma Cartesiano”. Descartes señalaba que, a través de una filosofía práctica en reemplazo de una “especulativa”, se podía conocer la naturaleza y la conducta de sus elementos y de esta manera podríamos hacernos amos y dueños de ella. En este

contexto señalaba que las matemáticas eran el epítome de la razón pura, el conocimiento más confiable de que podíamos disponer, la certeza era el equivalente a la medición y la ciencia en este sentido se fue convirtiendo en una “matemática universal”.

El método investigativo propuesto por Descartes se basa en un primer paso que es enunciar el problema, el cual inicialmente será confuso y complejo, y un segundo paso que es dividir el problema en sus unidades más simples, partes y componentes. Este último paso implica el estudio de cada componente de la unidad estudiada. Finalmente el método plantea que se puede rearmar la estructura total del objeto de una manera lógica.

Este enfoque podría también llamarse adecuadamente “atomístico”, en el sentido que conocer consiste en subdividir una cosa en sus componentes más pequeños, y la esencia de este atomismo, sea éste material o filosófico, es que una cosa consiste en la suma de sus partes constituyentes; sin embargo, este enfoque no es adecuado para la explicación de muchos sistemas de estudio, incluidos los sistemas de producción agropecuarios. Esta afirmación es especialmente cierta cuando trabajamos con sistemas de producción campesina donde es imposible comprender la conducta global sin considerarse de manera interrelacionada los componentes constituyentes y sus complejas relaciones.

De acuerdo con lo anterior y bajo las premisas de la ciencia moderna, se supone que la producción agrícola puede ser entendida objetivamente sin considerar a los agricultores y su forma de pensar, ni a los sistemas sociales y el agroecosistema que los rodea. Aún más, la agricultura se concibe que puede ser entendida en forma atomística en pequeñas partes; debido a esto se dividen en disciplinas y subdisciplinas estudiando las propiedades físicas del suelo independiente de las propiedades biológicas, examinan la toxicidad de pesticidas sobre los insectos sin considerar la manera como actúan entre sí y con las plantas. Estos supuestos, por separado, conllevan a desarrollar tecnologías aisladas para la nutrición de las plantas y el manejo de plagas.

La segunda situación propia de las ciencias agropecuarias ha sido la influencia de la filosofía de la denominada revolución verde. Bajo esta concepción, la investigación y el desarrollo de los modernos sistemas de producción de alimentos fueron orientados a la búsqueda de paquetes de tecnologías generales y universales, destinados a maximizar el rendimiento del cultivo en una amplia gama de situaciones ecológicas. El énfasis de la revolución verde, entre otras razones, determinó la priorización de cierto tipo de investigación agropecuaria cuyas características se detallan a continuación:

- a) Las condiciones en que se desarrollan los ensayos (parcelas experimentales) no son similares a las condiciones imperantes en los predios de los agricultores.
- b) Se busca encontrar tecnologías universales y buenas per se, independiente de quién las aplique.
- c) El tema o temas a investigar no surgen de la realidad del agricultor sino, muchas veces, de la interpretación de los problemas hecha por los investigadores o de la curiosidad o interés de los mismos.
- d) Existe un divorcio mental e institucional entre investigación y extensión.
- e) No se tienen en cuenta la influencia e interrelación de los factores culturales, socioeconómicos, ecológicos, etc., sino específicamente los biológico – productivos.
- f) No se reconoce la posibilidad de que exista un conocimiento propio de los campesinos que, aunque diferente al científico occidental, explica la lógica de su comportamiento y conforma sus tecnologías autóctonas.

Para finalizar lo relacionado con este enfoque y lo limitado de su aplicación, en la tabla No. 5.1 podemos comparar las premisas dominantes de la ciencia moderna con premisas alternativas que nos permitan contrastar sus radicales diferencias y agudizar nuestra comprensión e interpretación del enfoque dominante.

Los cinco “ismos” dominantes han facilitado un nivel de predicción y control más allá de lo conocido anteriormente, pero la predicción y control de la ciencia que se buscan con estos ismos han probado ser más limitados, sistemática y temporalmente de lo que creen los científicos convencionales. Estas limitaciones son el origen de las inesperadas consecuencias y problemas que se presentan en otras partes del agroecosistema y fuera de la explotación agrícola en los años posteriores.

Si las tecnologías e instituciones agrícolas modernas no se hubiesen basado solamente en esas premisas y se les hubiera dado igual peso a otros patrones de comprensión, las consecuencias sistemáticas y a largo plazo para las personas y para el ambiente hubieran podido ser previstas, aminoradas o evitadas. Los problemas de la agricultura convencional se originan a partir de estos “ismos”.

5.2 Enfoque de sistemas

Mientras una corriente considerable de la ciencia moderna se ha orientado a la explicación del comportamiento de los fenómenos reduciéndolos a unidades o subunidades independientes y autónomas unas de otras, otros enfoques incluyen la totalidad de lo estudiado. Es decir, se plantean problemas de organización, fenómenos no fragmentables con interacciones dinámicas manifiestas en la conducta de las partes o en una configuración superior, que no se pueden comprender por la interpretación de sus respectivos elementos aislados.

TABLA 5.1

Premisas dominantes de la ciencia moderna y sus alternativas

Premisas dominantes	Premisas alternativas
<ul style="list-style-type: none"> - Atomismo: Los sistemas consisten en partes no intercambiables y que son simplemente la suma de sus partes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Holismo: Las partes no pueden comprenderse separadamente de sus todos y los todos son diferentes de la suma de sus partes. Las partes pueden desarrollar nuevas características o pueden surgir partes totalmente nuevas.
<ul style="list-style-type: none"> - Mecanicismo: Las relaciones entre las partes están fijas. Los sistemas se mueven continuamente desde un punto de equilibrio a otro y los cambios son reversibles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los sistemas pueden ser mecánicos pero también pueden ser determinísticos aunque no predecibles o continuos, porque ellos son caóticos o simplemente muy discontinuos. Los sistemas también pueden ser evolutivos.
<ul style="list-style-type: none"> - Universalismo: Los fenómenos complejos y diversos son el resultado de principios universales subyacentes, los que son un número reducido y no cambian en el tiempo ni en el espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualismo: Los fenómenos contingentes sobre un gran número de factores particulares al tiempo y al lugar. Fenómenos similares bien pueden ocurrir en distintos tiempos y lugares debido a factores ampliamente diferentes.
<ul style="list-style-type: none"> - Objetivismo: Podemos permanecer apartados de lo que tratamos de comprender. 	<ul style="list-style-type: none"> - Subjetivismo: Los sistemas sociales y especialmente <u>naturales</u>, no pueden comprenderse como parte de nuestras actividades, de nuestros valores y de cómo lo hemos entendido, actuando sobre estos sistemas en el pasado.
<ul style="list-style-type: none"> - Monoismo: Nuestras formas separadas e individuales de entender sistemas complejos están fusionadas dentro de un todo coherente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pluralismo: Los sistemas complejos sólo pueden conocerse mediante patrones múltiples y diferentes de pensamiento, cada uno de los cuales es necesariamente una simplificación de la realidad. Patrones diferentes son intrínsecamente incongruentes.

El enfoque de sistemas o sistémico a través de su visión holística e integradora, se presenta como una herramienta científica para el conocimiento del comportamiento de los objetos dinámicos con interés de estudio.

5.2.1 Un poco de historia

El concepto de sistemas fue desarrollado inicialmente en las ciencias biológicas alrededor del año 1925 por el científico Ludwing von Bertalanffy a partir de sus trabajos en sistemas biológicos abiertos. Sus ideas en ese entonces no tuvieron una acogida favorable en los ambientes científicos. Sólo en 1968 cuando publicó su libro *Teoría general de sistemas*, considerado como la obra que inauguró el enfoque sistémico, éste despertó interés.

La ecología fue la primera disciplina que incorporó el enfoque de sistemas masivamente para explicar fenómenos dinámicos como la competencia entre especies animales y vegetales y las interrelaciones entre factores físico – químicos y biológicos en lagos, ríos y otros tipos de sistemas ecológicos. También la bioquímica, la fisiología, la física y la química fueron incorporando los principios de este enfoque, el cual ganó tanto espacio dentro de la computación que propició la generación de una nueva disciplina denominada “Ingeniería de sistemas”.

Las primeras referencias de este enfoque en agricultura se dan en la década del sesenta y se encuentran en publicaciones del área de las ciencias silvoagropecuarias de países asiáticos donde se hizo una aplicación importante de él; de ahí se extendió a todo el mundo destacándose su uso en Africa, Europa, en América Central y Brasil. Centros de investigación agrícola de importancia mundial como el IRRI, CATIE, CIAT, IITA y CIMMYT han adoptado también este enfoque al convencerse de las limitaciones que la investigación convencional tenía para dar respuesta a los problemas de producción agrícola.

El enfoque de sistemas ha sido aplicado en investigación, extensión, educación y en el desarrollo agrícola. En la investigación se ha empleado este enfoque en los siguientes campos: producción animal, economía agrícola, forestación, control de plagas, ecología, pasturas, cultivos, pesca, almacenaje, administración rural, conservación, planificación y políticas agrícolas. En la extensión, educación y desarrollo agrícola se han hecho esfuerzos de aplicación en América Latina pero ha habido dificultades en su implementación.

5.2.2 ¿En qué consiste el enfoque de sistemas?

Para comprender en qué consiste y las aplicaciones de este enfoque se debe partir de clarificar qué se entiende por sistema y cuáles son sus características.

Un sistema es un arreglo de componentes físicos organizados y relacionados en tal forma que constituyen y actúan como una unidad, un todo, y que tienen un objetivo.

Las principales características de un sistema son:

- a) Tiene componentes o partes: El concepto de subsistemas se utiliza para designar a esos componentes.
- b) Tiene organización: Es decir, hay un cierto orden en el arreglo de los subsistemas o partes, que se encuentran en proporciones determinadas cumpliendo ciertos roles o funciones específicas.
- c) Tiene relación: Los subsistemas se vinculan unos con otros, se complementan, compiten entre sí, se transfieren elementos (materia y energía) de uno a otro, se ajustan mutuamente.
- d) Como consecuencia de lo anterior se da origen a UNA UNIDAD O UN TODO que es el sistema, cuyas características no son las mismas de las partes que lo conforman.

5.2.3 ¿Cómo se aplica el enfoque de sistemas?

En nuestro caso la validez de este enfoque está relacionada con la posibilidad de aplicarlo en función de los sistemas de producción; por eso antes de conocer la metodología utilizada en éste, aclararemos qué es un sistema de producción.

Un sistema de producción es un conjunto de actividades que un grupo humano (por ejemplo, la familia campesina) organiza, dirige y realiza, de acuerdo con sus objetivos, cultura y recursos, utilizando prácticas en respuesta al medio ambiente físico.

De la anterior definición se desprenden algunas conclusiones:

- a) Para conocer un sistema de producción debemos partir de observar sus componentes: Las actividades allí realizadas, medios y recursos con que se cuenta, características de las personas que en él viven o trabajan, propiedades del suelo, clima, etc.
- b) Como en el sistema hay ORGANIZACIÓN y hay RELACIONES debemos tratar de entender las proporciones y cantidades en que estos componentes están presentes, la función que cada uno cumple y las interacciones que suceden entre los componentes, por ejemplo: cómo se distribuyen los ingresos, cómo se utiliza la mano de obra en las diferentes actividades del predio, en qué se usan los subproductos de la parcela, etc.
- c) Por último, necesitaremos entender la DINAMICA del sistema, es decir su comportamiento a través del tiempo, por ejemplo, meses de mayor y menor actividad, disponibilidad de mano de obra durante el año.

La aplicación del enfoque de sistemas en los sistemas de producción debe tener las siguientes características:

- Conformación de un equipo multidisciplinario: Este equipo debe contar idealmente con especialistas de agronomía, veterinaria, economía, sociología y/o antropología, y otras áreas de acuerdo con el interés de la investigación. Lo importante es que los integrantes del grupo deben lograr un método de trabajo que permita planificar, trabajar, discutir y analizar EN CONJUNTO
- Combinación en cada etapa de labores de investigación (diagnósticos, ensayos agronómicos) con actividades prácticas de desarrollo.
- Ser dinámico y cíclico, es decir, que ni la parte de investigación ni la de desarrollo se ejecutan de una vez, sino que se llevan acabo a través de las diferentes etapas y muchas veces volviendo a fases previas al presentarse una situación determinada.
- Se lleva a cabo dentro de las mismas parcelas de agricultores, en especial los ensayos agronómicos, ajustándolos a esa realidad. Esto tiene un resultado importante: Los conocimientos y tecnologías obtenidos son válidos para ESE sistema de producción.

5.3 Investigación en fincas de agricultores

La investigación en fincas de agricultores es un enfoque de trabajo que identifica tecnologías apropiadas y adaptables para grupos de agricultores. Ha tenido éxito en aumentar la importancia de la investigación agrícola, especialmente para los agricultores de escasos recursos. El interés en este enfoque creció desde el año 1975 aproximadamente y su marco metodológico se originó en las experiencias del CIMMYT, el ICTA en Guatemala, el INIAP en Ecuador y el CATIE en Costa Rica. Hoy en día, su relevancia se sigue incrementando debido a que los pequeños agricultores muchas veces no adoptan tecnologías generadas por un enfoque tradicional.

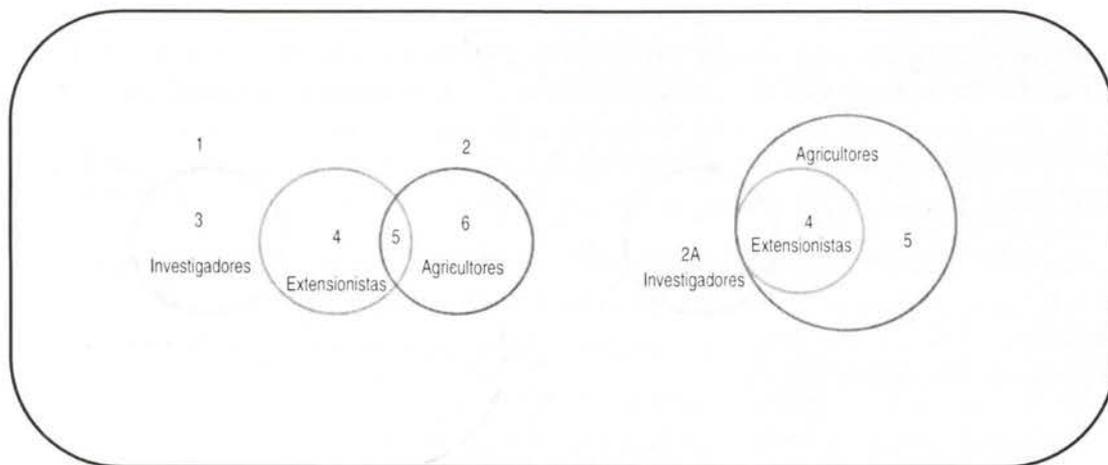
Las razones dadas para explicar la pobre adopción son dos: que la transferencia de tecnologías es inadecuada y que éstas en sí no son aptas para los agricultores de escasos recursos. La transferencia inadecuada puede ser resultado de mala comunicación entre investigadores y extensionistas o entre extensionistas y agricultores.

Tecnologías no aptas para los pequeños productores pueden ser consecuencia de uno o varios de los siguientes aspectos:

- a) No se definieron los problemas y necesidades de los agricultores.
- b) Las tecnologías no se evaluaron durante su desarrollo y adaptación en las condiciones de los agricultores.
- c) Se hizo evaluación de tecnologías en campos de agricultores pero el flujo de información de y hacia la estación experimental fue deficiente.
- d) Las circunstancias, objetivos y recursos de los agricultores no fueron tomados en cuenta durante la evaluación de la tecnología.
- e) Se recomendaron paquetes de prácticas interdependientes en lugar de ofrecer al agricultor componentes individualmente adoptables o información sobre cuáles se tenían que adoptar juntos. Esta información y componentes son más acordes con la adopción escalonada común entre pequeños agricultores.

La experiencia muestra que la tecnología inapropiada es más común que la transferencia inadecuada como causa de su pobre adopción por los agricultores. La investigación en finca de agricultores considera y enfrenta ambos problemas.

Las características principales del enfoque de investigación en fincas se contrastan con las de la investigación convencional en la figura 5.1.



Investigación convencional

1. Investigador inicia idea según principios biológicos.
2. Observa posibilidad de usarla en fincas.
3. Desarrolla tecnología en la estación.
4. Pasa información a extensionistas.
5. Extensionista pasa información al agricultor (a veces por medio de "demostración").
6. Agricultor prueba en escala comercial y adopta (quizás).

Investigación en fincas

1. Problemas de los agricultores se definen hablando con ellos y observando sus cultivos y circunstancias.
- 2A Se desarrollan soluciones en la estación.
- 2B ... O en la misma finca.
3. Se adaptan y verifican las tecnologías en fincas.
4. Siguen días de campo y demostraciones.
5. El agricultor adopta en escala comercial.

Figura 5.1 Contraste entre el enfoque de investigación en fincas y la investigación convencional.

Tradicionalmente el investigador de estación experimental (EE) trabaja en forma reduccionista; inicia una idea en la EE según principios biológicos; luego observa en algunas fincas la parte del sistema que le interesa para adaptar su idea a las condiciones de los agricultores. Con base en sus observaciones desarrolla una tecnología en la EE y pasa la información a extensionistas los cuales se responsabilizan de demostrarla y divulgarla a los productores.

La investigación en fincas de agricultores tiende a unir los tres grupos de personas mencionadas en actividades compartidas; empieza y termina con el agricultor y pasa por las tres etapas: diagnóstico, desarrollo de soluciones, adaptación y verificación de tecnologías en fincas.

La transferencia empieza por la difusión informal tan pronto el agricultor determina una tecnología que lo convence o le gusta a nivel de los ensayos; los días de campo surgen naturalmente de los ensayos cuando hay algo verificado que vale la pena mostrar a otros productores. Es poco probable que las tecnologías que llegan a ser recomendadas durante este proceso sean rechazadas o no se adopten, ya que los mismos agricultores han participado en el proceso de su investigación.

5.4 Diagnóstico rural rápido

Debido a la necesidad de realizar diagnósticos multidisciplinarios, Conway y Barbien (1990) desarrollaron el método de Diagnóstico Rural Rápido (DRR) o Evaluación Rural Rápida (ERR) como también se le conoce. Este es definido como una actividad sistemática y semiestructurada realizada en el campo por un equipo multidisciplinario, y orientada a obtener rápida y eficientemente informaciones, hipótesis o categorías analíticas sobre los recursos y la vida de las comunidades en el campo.

El objetivo del equipo multidisciplinario es avanzar un grado suficiente de conocimiento de los procesos existentes en los agroecosistemas y propiedades relevantes para el objetivo del DRR, y no excederse investigando aspectos irrelevantes o detalles innecesarios. Los datos secundarios, la observación directa en el campo, entrevistas semiestructuradas, preparación de diagramas contribuyen en conjunto a asegurar y clarificar progresivamente el análisis de la situación bajo investigación.

Cinco características de un buen DRR son:

1. Flexible: Los procesos y objetivos del estudio no son prefijados e inmutables, sino modificables según considere el equipo lo que es o no relevante.

2. Innovativo: No es simple, ni es una metodología predeterminada. Las técnicas son desarrolladas para situaciones particulares dependiendo de las habilidades y conocimiento disponibles.
3. Interactivo: El equipo de miembros y disciplinas trabaja en conjunto para beneficio de todos.
4. Informal: El énfasis en entrevistas semiestructuradas e informales evita el uso de cuestionarios predeterminados.
5. En el campo: El objetivo ya no es reunir datos para análisis posteriores. El aprendizaje se obtiene a través del intercambio con campesinos en el terreno.

En forma general y dependiendo del objetivo y de la información requerida existen diferentes clases de DRR:

- a) DRR exploratorio: Para obtener información inicial de un nuevo tópico o agroecosistema, los resultados son usualmente un conjunto de interrogantes o hipótesis preliminares claves.
- b) DRR temático: Usado para investigar un tema específico, a menudo en la forma de una interrogante o hipótesis clave generada por el DRR exploratorio. El resultado es usualmente una hipótesis detallada y extensa que se puede usar como fundamento para la investigación y el desarrollo.
- c) DRR participativo: Usado para involucrar a los agricultores y autoridades locales en las decisiones sobre las acciones a seguir como producto de las hipótesis que resultaron del DRR exploratorio y temático. Lo que se obtiene es un conjunto de ensayos manejados por agricultores o el desarrollo de una actividad que compromete estrechamente a la comunidad.
- d) DRR monitoreo: Usado para vigilar el progreso de los ensayos, experimentos y en la implementación de las actividades programadas. El resultado es usualmente una hipótesis revisada con modificaciones en los ensayos o el desarrollo de intervenciones o charlas, las cuales se espera traigan beneficios.

5.4.1 Pasos para desarrollar un diagnóstico rural rápido

El DRR ha enriquecido notablemente la disponibilidad de métodos de análisis para el desarrollo rural; las técnicas se pueden elegir de acuerdo con la naturaleza del

problema, la situación local y los recursos disponibles. Los pasos para llevar a cabo el DRR son:

- a) Selección del terreno: Los terrenos para desarrollar el DRR se eligen mediante las recomendaciones de la comunidad o de acuerdo con el consejo de las autoridades de extensión o gubernamentales. Las localidades seleccionadas casi siempre son sitios con prolongadas dificultades ecológicas o problemas en la productividad.
- b) Visitas preliminares: Un equipo generalmente de cuatro o seis especialistas en agua, suelo, silvicultura, ganadería, desarrollo de comunidades y otras áreas relacionadas con el manejo de los recursos naturales, que se reúne con los líderes de la localidad antes de empezar el diagnóstico para clarificar aquello que se hará y aquello que no se hará.
- c) Recolección de datos: Existen cuatro grupos de datos que se busca reunir:
 - *Datos espaciales*: Incluyen un mapa de bosquejos de la localidad recopilados en coordinación con los líderes de la comunidad para identificar detalles físicos y económicos y establecer la infraestructura de la comunidad.
 - *Datos relacionados con el tiempo*: El equipo se reúne con la comunidad en general para enterarse de los hechos considerados más importantes en el pasado de la comunidad y preparar las líneas de tendencias y el calendario de temporadas. En las primeras se proyectan los posibles cambios para los próximos treinta o cuarenta años en relación con la lluvia, producción agropecuaria, suelo, bosques, salud, población y otros temas. El calendario se organiza con datos como el uso de la tierra, el hambre, enfermedad, superávit de alimentos, disponibilidad de dinero y los ingresos a una escala de tiempo de 12 a 18 meses.
 - *Datos institucionales*: El equipo reúne datos acerca de instituciones locales y se le pide a la comunidad que clasifique éstas de acuerdo con su importancia y que elabore diagramas que indiquen las relaciones entre ellas y con la población.
 - *Datos técnicos*: Se reúne por parte del equipo información sobre la viabilidad técnica y económica de los sistemas productivos o proyectos a desarrollar.
- d) Análisis y síntesis de datos: El equipo, a veces, junto con uno o dos líderes comunitarios, organiza los datos y recopila una lista de problemas y oportunidades para una posible clasificación que incluye varias actividades.

- e) Clasificación de problemas: La comunidad clasifica los problemas de la lista. En algunos casos los miembros del equipo orientan la discusión. El producto es un conjunto de problemas clasificados de mayor a menor gravedad, en concordancia con los grupos de la localidad.
- f) Clasificación de oportunidades: Los grupos de la comunidad clasifican luego las oportunidades y las soluciones correspondientes a los problemas de mayor prioridad. Los criterios de clasificación incluyen: Estabilidad, equidad, productividad, sustentabilidad y factibilidad. Los técnicos juegan un importante papel en esta discusión, de manera tal que las soluciones sean factibles en términos técnicos, económicos, ecológicos y sociales.
- g) Adopción de un plan de manejo de recursos de la comunidad: Las soluciones prioritarias se organizan en un plan de manejo de recursos de la comunidad (PMRC) que toma la forma de un contrato entre los grupos de la comunidad, los técnicos, las ONG y los grupos externos (agencias donantes).
- h) Implementación: Una vez se ha complementado el plan de manejo de recursos de la comunidad es el momento de efectuar el trabajo. Los mejores resultados en esta etapa se han logrado cuando un líder comunitario ha tomado la dirección y cuando el trabajo ha sido realizado principalmente por los grupos de ayuda de la misma comunidad.

El aspecto más importante del DRR es que facilita el desarrollo de un enfoque para la investigación y adopción de tecnologías realmente participativas.

5.5 Investigación participativa

La participación en la investigación agrícola se nutre de dos corrientes: Estuvo precedida por un movimiento de las ciencias sociales a favor de la participación en la investigación, ya que se pensaba que los métodos de investigación neutrales y cuantitativos tendían a mantener las desigualdades sociales. Sus características incluían una orientación hacia problemas, un respeto por la capacidad de la gente de producir y analizar conocimientos, el compromiso de los investigadores con la comunidad, el rechazo a la “neutralidad valorativa” y el reconocimiento de que la investigación es un proceso educativo tanto para el investigador como para la comunidad.

En consecuencia, un propósito implícito de los enfoques participativos ha sido “proveer a los grupos desfavorecidos con herramientas para la autodeterminación”.

Uno de los principales medios de interacción entre el investigador y la población ha sido la “investigación-acción” técnica ampliamente usada en la investigación científica social y que ha encontrado aplicación en agricultura.

La investigación participativa constituyó el tema central de un seminario internacional realizado en Yugoslavia en 1980 en el cual se definieron tres propósitos paralelos dentro de la participación:

- La participación de la comunidad en la investigación social.
- La acción de la comunidad en el desarrollo.
- La educación de la comunidad como parte de la movilización para el desarrollo.

Los orígenes más cercanos del interés en la investigación participativa están en el convencimiento de que los agricultores de bajos recursos se han beneficiado muy poco de los procesos de desarrollo y transferencia de tecnología característicos de la revolución verde, ya que para estos productores el aumento de la producción en el futuro debe venir más de procesos evolutivos que revolucionarios, basados en el entendimiento de los diversos y complejos ambientes en que operan, para que los procesos tecnológicos puedan ajustarse a sus circunstancias y en lo posible, erigirse sobre el conocimiento técnico autóctono.

A continuación se presentan los conceptos fundamentales de cuatro métodos de investigación agrícola participativa: El de Tripp (1982), manejado por el CIMMYT a través de la experimentación en campos de agricultores; el de Harwood (1979), basado en la experiencia del IRRI; el de Rhoades et al (1985), derivado de su trabajo en el CIP; y de Chambers y Ghildyal (1985).

a) Tripp (1982) enumera las principales ventajas que ofrecen los ensayos de investigación en las parcelas de los agricultores y los métodos más apropiados para aprovecharlas.

Aprender de los agricultores es un proceso fragmentado que requiere de una constante interacción entre el investigador y el agricultor durante un largo periodo. Una honesta actitud de curiosidad en el investigador generará confianza en los agricultores que corresponderán abierta y francamente a su interés. El investigador busca ganar entendimiento acerca del papel de la tecnología que está introduciendo en los muy complejos sistemas agrícolas y profundizar en la forma en que los agricultores podrían adoptarla.

El diseño del experimento es responsabilidad del investigador, como lo es el manejo de aquellas variables que se examinan en el experimento. El agricultor será responsable de las operaciones restantes, pero debe asegurarse de que sus prácticas reflejen lo que es característico de los demás agricultores. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) resalta técnicas tales como el dominio de recomendación, que permite que los costos del enfoque participativo puedan distribuirse entre un número considerable de usuarios.

b) Al tiempo que **Harwood (1979)** reconoce la necesidad continua de una “investigación básica” en el mejoramiento de variedades, manejo de enfermedades e insectos, fisiología vegetal y fertilización de suelos, propone un método en el que “el énfasis principal esté en la investigación en producción, planeada y llevada a cabo por y con los agricultores en sus propios campos”.

Al enfatizar la flexibilidad y la adaptación local como la clave del éxito, toma elementos de tres sistemas de investigación existentes:

- La práctica japonesa de establecer muchas pequeñas estaciones experimentales en todo el país para asegurar la adaptación local.
- La necesidad que ven los chinos de que todos los científicos investigadores pasen por lo menos un año viviendo con los agricultores (aunque él reconoce que puede ser infructuoso enviar investigadores básicos al campo por periodos tan largos).
- El programa del Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI) iniciado en la década de los años 60, de ensayar paquetes tecnológicos de semilla y materiales en las parcelas de los agricultores.

A partir de estas observaciones, Harwood propone una metodología progresiva dentro de una “secuencia lógica de pasos” que empieza con la selección de la población sujeto de investigación, la descripción del ambiente, el diseño, prueba y evaluación de las tecnologías, y su posterior propagación.

El diseño de tecnologías alternativas es de carácter participativo: “Al trabajar de cerca con los agricultores seleccionados, el científico planea los ensayos que hay que realizar para lograr metas específicas comunes con los recursos disponibles... El rango de posibles tecnologías alternativas lo determinan los científicos, con base en su conocimiento del área y del potencial productivo. El agricultor, sin embargo, debe tener la última palabra en cuanto a las innovaciones que se le deban hacer a su parcela”.

La evaluación debe llevarse a cabo con el agricultor y de acuerdo con sus objetivos.

Harwood recalca que este enfoque participativo debe distinguirse claramente de aquellas investigaciones en campos de los productores que son iniciadas y controladas completamente por los científicos.

- c) **Rhoades y Booth (1982)**, al tiempo que acogen muy bien la naciente tendencia en los años setenta hacia la complementación de la investigación con el enfoque de sistemas de producción, reconocen que prácticamente todos los esfuerzos reportados han sido multidisciplinarios más que interdisciplinarios. El desarrollo de tecnologías para el almacenamiento de la papa del Centro Internacional de la Papa (CIP) que ellos describen, es un ejemplo de investigación interdisciplinaria que le dio impulso a su modelo participativo FBTF (método que comienza con el agricultor y regresa a él), donde el agricultor participa en la etapa inicial y final del proceso. Esto ellos lo contrastan con los modelos de transferencia de tecnología impuestos de arriba hacia abajo (estación experimental – extensionista- agricultor) y con los aportes de los agricultores.

Las principales etapas del modelo que comienza con el agricultor y regresa a él son:

• Diagnóstico.	Definición común del problema por agricultores y científicos.
• Equipo interdisciplinario de investigación.	Identificación y desarrollo de una solución potencial al problema.
• Pruebas en la parcela y adaptación	Mejor adaptación de la solución propuesta a las condiciones de los agricultores.
• Evaluación/adaptación por el agricultor.	Modificación de la tecnología para ajustarla a las condiciones locales; entendimiento de la respuesta del agricultor; seguimiento del proceso de adaptación.

Pero en contraste con algunas presentaciones de la investigación en sistemas de producción (FSR), el método que comienza con el agricultor y regresa a él hace hincapié en desarrollar un enfoque suficientemente flexible (si fuera necesario) para empezar con un experimento y terminar con un sondeo, o para abandonar las líneas de investigación que resulten inoficiosas durante el curso del trabajo, reformular el problema y desarrollar nuevas hipótesis.

- d) El método “**el agricultor – primero- y- último**” que tiene en cuenta al agricultor de principio a fin, encierra “reformulaciones fundamentales en el aprendizaje y el lugar”, al modelo puro de transferencia de tecnología (Chambers y Ghildyal, 1985).

Algunos de estos cambios son ya evidentes en “prototipos” del modelo que tiene en cuenta al agricultor de principio a fin, pero no han sido integrados ni desarrollados totalmente.

El modelo que tiene en cuenta al agricultor de principio a fin se caracteriza por tres componentes principales:

- Un procedimiento de diagnóstico que incluye el aprender de los agricultores;
- La generación de tecnología en la parcela del agricultor y con su participación;
- Empleo del grado de adopción del agricultor como criterio para evaluar la investigación.

El trabajo de Chambers/Ghindyal identifica cinco medidas complementarias o de apoyo, como esenciales para una implementación más amplia de este método: flexibilidad metodológica e innovación; interdisciplinariedad absoluta; recursos, especialmente para el transporte; reconocimiento científico con respecto a los logros obtenidos en el campo y no sólo con respecto a las publicaciones; capacitación en técnicas necesarias para aprender de los agricultores.

En el desarrollo del método que tiene en cuenta al agricultor de principio a fin, la complejidad ecológica y social de los sistemas agrícolas de escasos recursos puede enfrentarse adecuadamente sólo a través de una demanda reducida de los recursos de investigación. Para facilitar las necesarias simplificaciones, es esencial motivar y permitirles a las familias de menores recursos identificar temas prioritarios de investigación. Esto requerirá a la vez:

- Capacitación de los científicos para cambiar sus métodos y actitudes. Ej. tratar al agricultor sobre las bases de un respeto mutuo y destinar tiempo para aprender de su sistema de conocimientos;
- Procedimientos para identificar y trabajar con agricultores de menores recursos;
- Estimular a grupos de agricultores para que identifiquen problemas de investigación;
- Difusión de innovaciones (y la generación de hipótesis para nuevas investigaciones) a través de talleres innovadores.

5.6 Indicadores de sostenibilidad

5.6.1 Agricultura sostenible

La agricultura sostenible se refiere generalmente a un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimiento sostenido a largo plazo, mediante el uso de tecnologías de manejo que integran los componentes del predio de manera de mejorar la eficiencia biológica del sistema, el mantenimiento de la capacidad productiva del agroecosistema, la preservación de la biodiversidad y la capacidad del agroecosistema para automantenerse y autorregularse.

Aunque existen muchas definiciones de agricultura sostenible, varios objetivos sociales, económicos y ambientales son comunes a la mayoría de las definiciones:

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

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

Los elementos básicos de un agroecosistema sustentable son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al medio ambiente y el manteni-

miento de niveles moderados, pero sustentables, de productividad. Para enfatizar la sustentabilidad ecológica de largo plazo en lugar de la productividad de corto plazo, el sistema de producción debe:

- a) Reducir el uso de energía y recursos y regular la inversión total de energía de manera de obtener una relación alta producción/inversión.
- b) Reducir las pérdidas de nutrimentos mediante la contención efectiva de la lixiviación, el escurrimiento y la erosión, y mejorar el reciclado de nutrimentos mediante la utilización de leguminosas, abonos orgánicos, compost y otros mecanismos efectivos de reciclado.
- c) Estimular la producción local de cultivos adaptados al conjunto natural y socioeconómico.
- d) Sustentar una producción neta deseada mediante la preservación de los recursos naturales, esto es, mediante la minimización de la degradación del suelo.
- e) Reducir los costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de las granjas de pequeño y mediano tamaño, promoviendo así un sistema agrícola diverso y flexible.

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

- Cubierta vegetativa como medida efectiva de conservación del suelo y el agua, mediante el uso de prácticas de cero-labranza, cultivos con “mulches” (acolchados), uso de cultivos de cubierta, etc.
- Suplementación regular de materia orgánica mediante la incorporación constante de abono orgánico y compost y promoción de la actividad biótica del suelo.
- Mecanismos de reciclado de nutrimentos mediante el uso de rotaciones de cultivos, sistemas de mezclas cultivos/ganado, sistemas agroforestales y de intercultivos basados en leguminosas, etc.
- Regulación de plagas asegurada mediante la actividad estimulada de los agentes de control biológico, alcanzada por la manipulación de la biodiversidad y por la introducción y/o conservación de los enemigos naturales.

5.6.2 Indicadores de una agricultura sostenible

Hay una necesidad urgente por desarrollar un conjunto de indicadores socioeconómicos y agroecológicos para juzgar el éxito de un proyecto, su duración, adaptabilidad, estabilidad, equidad, etc. Estos indicadores de desempeño deben demostrar una capacidad de evaluación interdisciplinaria. Un método de análisis y desarrollo tecnológico no sólo se debe concentrar en la productividad, sino también en otros indicadores del comportamiento del agroecosistema, tales como la estabilidad, la sustentabilidad, la equidad y la relación entre éstos. Estos indicadores se definen a continuación.

a) Sustentabilidad

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

b) Equidad

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

c) Estabilidad

Es la constancia de la producción bajo un grupo de condiciones ambientales, económicas y de manejo. Algunas de las presiones ecológicas constituyen serias restric-

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

d) Productividad

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

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

Hay que tener cuidado de que el bienestar físico y social resultante de proyectos agrícolas pueda ser medido cuantitativamente, en términos de incremento en la alimentación, ingresos reales, calidad de los recursos naturales, mejor salud, sanidad,

abastecimiento de agua, servicios de educación, etc. Que un sistema sea sostenible o no, debería ser establecido por la población local, en relación con la satisfacción de los principales objetivos atribuidos al desarrollo sostenible. Una medida fundamental de la sostenibilidad debería ser la reducción de la pobreza y de sus consecuencias sobre la degradación del medio ambiente. Los índices de la sostenibilidad deberían provenir de un análisis de la manera en que los modelos de crecimiento económico concuerdan con la conservación de los recursos naturales, tanto global como localmente. Es evidente que los requisitos de una agricultura sustentable deben englobar aspectos técnicos, institucionales y de políticas agrarias (Figura 5.2).

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

- Disminución en la capacidad productiva (debido a la erosión, a contaminación con fitosanitarios, etc.);
- Reducción de la capacidad homeostática de adecuarse a los cambios, debido a la destrucción de los mecanismos internos de control de plagas o de reciclaje de nutrientes;
- Reducción en la capacidad evolutiva debida por ejemplo, a la erosión genética o a la homogeneización genética a través de los monocultivos;
- Reducción en la disponibilidad o en el valor de los recursos necesarios para satisfacer las necesidades básicas (por ejemplo, acceso a la tierra, al agua y otros recursos);
- Reducción en la capacidad de manejo adecuado de los recursos disponibles, debido a una tecnología inapropiada o a una incapacidad física (enfermedad, malnutrición);
- Reducción de la autonomía en el uso de recursos y toma de decisiones, debido a la creciente disminución de opciones para los productores agrícolas y consumidores.

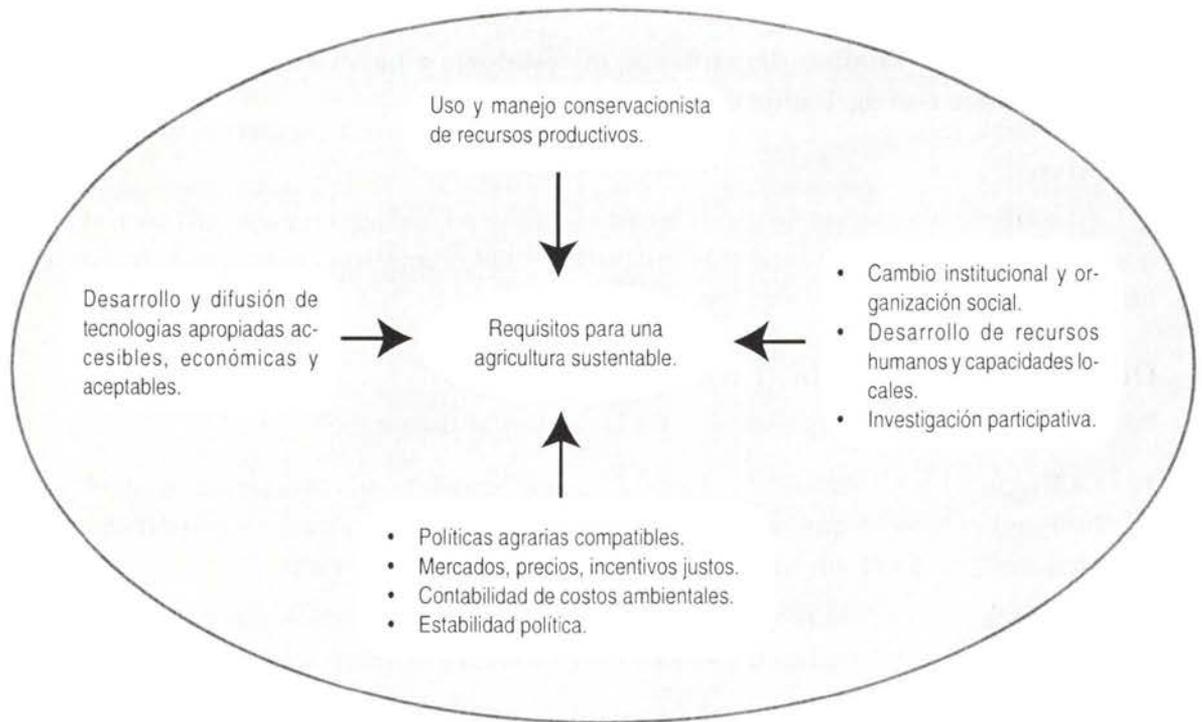


Figura 5.2. Requisitos de una agricultura sustentable

En la medida que se definan los umbrales de “empobrecimiento” social y ecológico de un sistema, se podrá determinar un modelo de desarrollo que minimice la degradación de la base ecológica que mantiene la calidad de vida humana y la función de los ecosistemas como proveedores de servicios y de alimentos. Para lograr esto, los procesos de transformación biológica, desarrollo tecnológico y cambio institucional tienen que realizarse en armonía, de manera que el desarrollo sostenible no empobrezca a un grupo mientras enriquece a otro, y no destruya la base ecológica que sostiene la productividad y la biodiversidad.

EJERCICIO 5.1

Caracterización y análisis del enfoque, metodología y herramientas utilizados en nuestro trabajo con agricultores.

Objetivo

Identificar al interior de nuestra institución y su trabajo con agricultores: el enfoque, metodologías y herramientas utilizados y hacer análisis crítico en función de lo visto en la sección.

Orientaciones para el instructor

Para realizar este ejercicio, proceda de la siguiente manera:

1. Explique a los participantes que el ejercicio consiste en caracterizar a nivel institucional el trabajo que se lleva a cabo con agricultores y hacer un análisis crítico constructivo de él, en función de lo aprendido en la sección.
2. Divida los participantes en grupos por institución (llegado el caso el trabajo puede hacerse individualmente si hay una persona por institución).
3. Solicite que se nombre un relator quien expondrá los resultados del ejercicio en plenaria de una manera bastante sintetizada.
4. Facilite a cada grupo o persona los materiales necesarios para dar a conocer en plenaria los resultados de su caracterización y análisis.

Solicite que cada relator presente los resultados de su ejercicio.

Instrucciones para los participantes

Para lograr su participación en el ejercicio tenga en cuenta lo siguiente:

1. Ponga en práctica su capacidad de autocrítica y amplíela al nivel institucional.
2. Nombre dentro de su grupo un relator para socializar los resultados.
3. Participe activamente.
4. Propicie la consulta en su grupo y un consenso en la caracterización y análisis. Estos deberán ser presentados en plenaria.

Recursos necesarios

- Acetatos
- Marcadores para acetatos
- Proyector de acetatos

Tiempo del ejercicio: 90 minutos.

Bibliografía

- BERDEGUE, J; LARRAIN B. 1988. Cómo trabajan los campesinos. Serie Producción Agropecuaria Campesina. CELATER – 61A 82p.
- CAZCO, C. 1991. Métodos y experiencias de investigación en campos de agricultores. Documento INCAP Ecuador. PP. 191-203.
- CIMMYT 1985. La etapa de planeamiento de un programa de investigación en campos de agricultores. Borrador de un documento de entrenamiento. 25 p.
- FERNÁNDEZ, M; PRAGER, M; GAMBOA, C. 1989. Análisis de la contribución de las organizaciones no gubernamentales en los aspectos metodológicos relacionados con el mejoramiento de la producción agropecuaria campesina. Serie Producción Agropecuaria Campesina. CELATER 96p.
- FARRINGTON, J; MARTÍN, A. 1990. La participación del agricultor en la investigación agrícola: Un examen de los conceptos y prácticas. Serie Producción Agropecuaria Campesina. CELATER – ODI 89p.
- HURTADO, M; RUBIANO, J. 1992. Identificación agroecológica de necesidades de investigación en el norte del departamento del Cauca. Trabajo de grado en Ingeniería agronómica. Universidad Nacional de Colombia, 136p.
- NORGAARD, R; SIKOR, T. 1992. Metodología y práctica de la agroecología. Agroecología y Desarrollo. pp 15-28.
- SARANDON, S. 1997. Retos y desafíos de la investigación agroecológica. Documento. Universidad Nacional de la Plata. Argentina. 11p.
- VENEGAS, R; SIAN, G. 1994. Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. Agroecología y Desarrollo. pp 15-28.
- WOOLLEY, J; PACHICO, D. 1987. Un marco metodológico para la investigación en campos de agricultores. Borrador documento de trabajo, Programa Frijol del CIAT. 45p.
- PETERSON, W; HORTON, D. 1994. Seguimiento y evaluación de la investigación agropecuaria. Manual de referencia. pp 174-181.

Capítulo VI



**Aplicaciones de la agroecología
en los sistemas de producción**

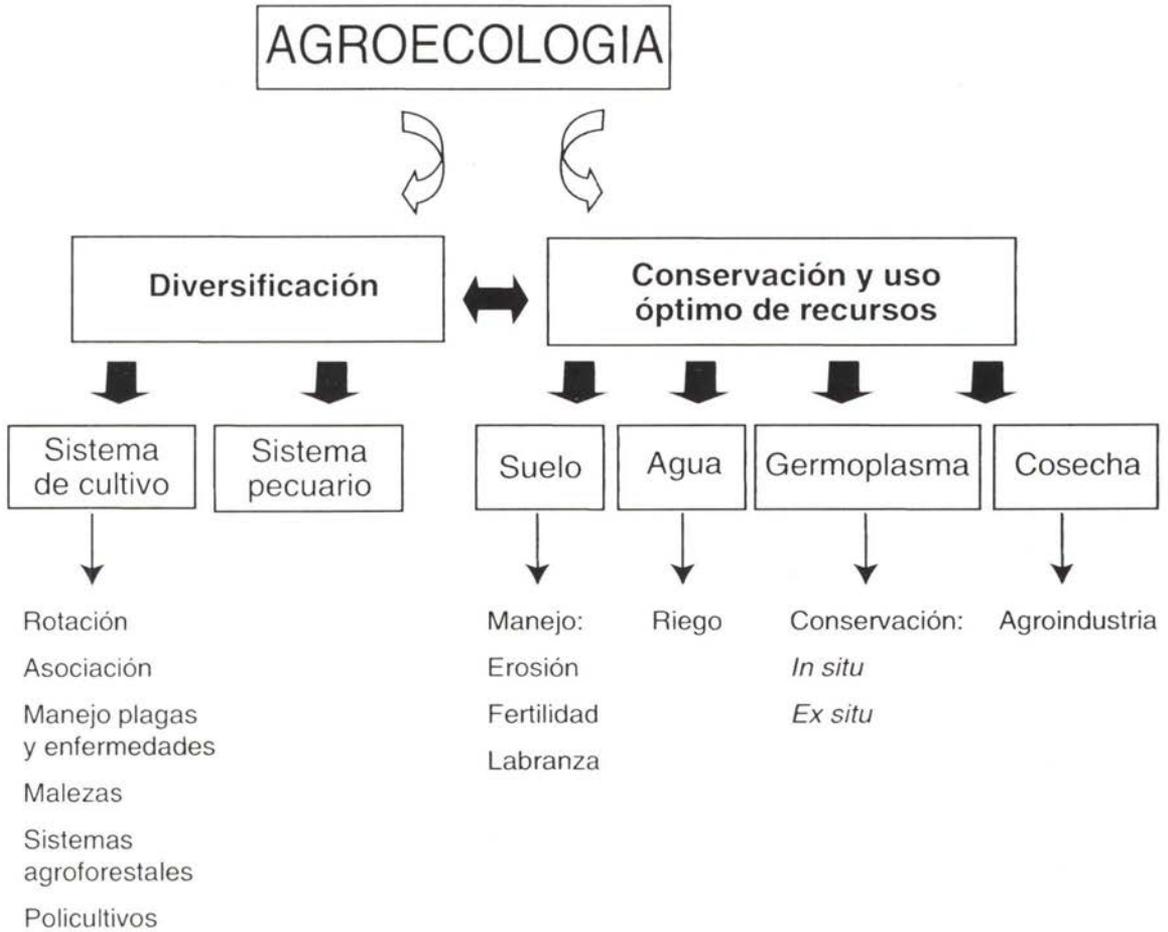
Capítulo VI

Aplicaciones de la agroecología en los sistemas de producción

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	139
OBJETIVOS	140
PREGUNTAS ORIENTADORAS	140
INTRODUCCIÓN	141
6.1 AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE	141
6.2 CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES	143
6.2.1 USO Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	143
6.2.1.1 CONSERVACIÓN "IN SITU"	145
6.2.1.2 CONSERVACIÓN "EX SITU"	146
6.2.1.3 HACIA UN SISTEMA INTEGRADO DE MEJORAMIENTO DE PLANTAS	148
6.2.2 MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO	149
6.2.2.1 USO DEL SUELO	150
6.2.2.2 PREPARACIÓN DEL SUELO	151
6.2.2.3 SISTEMAS DE LABRANZA	153
6.2.2.4 EROSIÓN DEL SUELO	158
6.2.2.4.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EROSIÓN DEL SUELO	158
6.2.2.4.2 CÓMO SE PUEDE EVITAR O CONTROLAR LA EROSIÓN	159
6.2.2.5 FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICIÓN VEGETAL	170
6.3 USO Y MANEJO CONSERVACIONISTA DEL AGUA	176
6.3.1 EL CICLO DEL AGUA EN LA NATURALEZA Y EL BALANCE HÍDRICO	176
6.3.2 BALANCE HÍDRICO EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO	177
6.3.3 IMPORTANCIA DEL RIEGO EN LA AGRICULTURA	178
6.3.4 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL RIEGO	178
6.4 MANEJO DE RECURSOS PRODUCTIVOS	179

6.4.1	DIVERSIFICACIÓN	179
6.4.1.1	SISTEMAS DE CULTIVOS	179
6.4.1.1.1	SISTEMAS AGROFORESTALES	182
6.4.1.1.2	SISTEMAS DE POLICULTIVOS	189
6.4.1.2	PRODUCCIÓN ANIMAL	191
6.4.1.2.1	EL COMPONENTE ANIMAL EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	195
6.4.1.2.2	COMPONENTES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ANIMAL	196
6.4.2	MANEJO DE MALEZAS	196
6.4.2.1	CONTROL DE MALEZAS O ARVENSES	197
6.4.3	MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	199
6.4.3.1	ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	200
6.4.4	MANEJO DE POSTCOSECHA Y AGROINDUSTRIA	203
6.5	TECNOLOGÍAS AUTÓCTONAS	204
6.5.1	TECNOLOGÍA MODERNA	205
6.5.2	AGROINDUSTRIA EN LAS ECONOMÍAS CAMPESINAS	206
EJERCICIO 6.1	TECNOLOGÍAS AGROAMBIENTALES	207
BIBLIOGRAFÍA	208

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Conocer las diferentes estrategias tecnológicas que permiten el establecimiento de sistemas de producción agroecológicos.
- * Identificar el contexto en el cual estas estrategias pueden ser aplicadas.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Cuál es el principio más importante que rige la agroecología?
- ◆ ¿Qué es agroecosistema?
- ◆ ¿Qué prácticas permiten que un agroecosistema sea sostenible a largo plazo?
- ◆ ¿Qué es un sistema de producción?
- ◆ ¿Cuáles son los sistemas de producción que conoce?
- ◆ Según la agroecología ¿cuáles deben ser los componentes de un sistema de cultivo?
- ◆ ¿Por qué es importante la diversidad en los sistemas de cultivo?

Introducción

Desde 1950, gran parte del incremento de la producción en la agricultura se originó por la necesidad imperiosa de los países desarrollados de erradicar la pobreza y el hambre del mundo con la producción de alimentos. La solución fue el aumento en la productividad o rendimiento por hectárea, en lo que se conoce como revolución verde. Esto implicó establecer monocultivos de plantas hibridizadas y adoptar un sinnúmero de tecnologías que consistían en aplicar grandes cantidades de fertilizantes, agua de riego y plaguicidas (Miller, 1994).

Pero estas tecnologías no consideraron la fragilidad de los ecosistemas tropicales, sus limitantes agronómicas y económicas, en la producción de alimentos, lo que condujo a la destrucción de las selvas y la diversidad de nuestros países.

Para la consolidación de una nueva manera de intervenir la naturaleza para nuestro propio provecho, es necesario cambiar de fondo la forma como se adoptan las tecnologías y no cometer los errores del pasado.

La agroecología es una disciplina que nos da herramientas para el manejo de los recursos en los sistemas de producción, pero para su adopción es necesario considerar un proceso inicial de diagnóstico que permita caracterizar los problemas y potencialidades del sistema de producción; y una segunda fase donde el agricultor comenta sus necesidades básicas, limitantes e innovaciones tecnológicas.

Una vez conocidos los problemas, el análisis y las prioridades del agricultor, se empiezan a diseñar las estrategias que permitan iniciar un proceso de cambio gradual, donde se van a disminuir las prácticas agrícolas dependientes de insumos externos (fertilizantes químicos, hormonas) y apoyar los mecanismos de control internos del sistema productivo (manejo biológico, reciclaje de desechos vegetales y animales, rotación). Esto implica que es necesario considerar al predio como un ecosistema donde hay que potenciar sus mecanismos internos positivos, de tal manera que las prácticas de manejo sean más sustentables y económicamente rentables.

6.1 Agricultura y medio ambiente

La agricultura surge como una creación del hombre para poder establecerse en un sólo sitio y obtener el alimento necesario para sobrevivir, sin tener que recorrer grandes distancias en su búsqueda. Esta actividad se basa en la creación de un

agroecosistema donde los recursos suelo, agua y planta son aprovechados para la obtención de una mayor producción neta de alimentos en relación con lo que ocurre en un ecosistema natural (selva).

El arte de una agricultura bien lograda es mantener el ecosistema o agroecosistema en un estado intenso de producción, sin agotarlo. Este sistema de producción fue ideado para disminuir riesgos ambientales y económicos manteniendo la base productiva en la agricultura a través del tiempo.

La característica más importante de un sistema agrícola es que está conformado por varios componentes; estos presentan un orden y una organización, lo cual significa que sus partes o componentes no se acomodan desordenadamente sino que están articulados e interrelacionados dentro de una determinada estructura.

La problemática ambiental asociada a la agricultura moderna ocurre por la pérdida de la visión de sistemas y el tipo de relaciones complejas que se establecen entre sus componentes. Cualquier variación implica una consecuencia, las excesivas modificaciones provocan desequilibrios los cuales hay que suplir con gastos excesivos de energía (insumos, laboreo) y recursos (agua, suelo) para mantener un nivel de producción adecuado en los agroecosistemas.

Es así como la agricultura moderna o convencional recurre a fuentes de energía externa como son los agroquímicos y la maquinaria, para mantener el equilibrio dentro del sistema, mientras que por otro lado ha permanecido latente la agricultura ecológica donde el equilibrio se logra fomentando los ciclos vitales de la naturaleza.

La agroecología o agricultura ecológica ha surgido como una disciplina científica que proporciona una metodología para obtener un conocimiento profundo de la naturaleza de los agroecosistemas y los principios mediante los cuales funcionan. La idea principal consiste en desarrollar sistemas agrícolas complejos con dependencia mínima de agroquímicos e insumos energéticos externos.

Los sistemas sostenibles son producto del balance adecuado entre los cultivos, suelos, nutrientes, luz solar, agua y los organismos coexistentes. Para hacer frente a los desbalances que ocurren como parte de la dinámica de los sistemas naturales, la agroecología ha creado un conjunto específico de principios y técnicas, donde la biodiversificación es el principio más importante para asegurar la autorregulación y sostenibilidad.

6.2 Conservación y manejo de recursos naturales

6.2.1 Uso y conservación de la biodiversidad

La biodiversidad se refiere a la variedad de todas las especies de plantas (flora), animales (fauna) y microorganismos que conviven e interactúan dentro de un ecosistema.

Desde que empezó la agricultura, hace unos diez mil años, se han ido reduciendo las selvas, especialmente las tropicales y con ello el albergue del 50% al 90% de las especies que constituyen la valiosa biodiversidad del planeta. Pero además de esta destrucción y degradación de estas formas vitales de la tierra (selvas), el hombre con la agricultura también ha ido reduciendo de manera continua el número de especies cultivadas, limitando cada vez más su alimentación. De acuerdo con estadísticas de Fowler y Mooney (1990) en el mundo se vienen cultivando doce especies de granos, veintitrés especies hortícolas y cerca de treinta y cinco especies de árboles productores de frutas y nueces.

Aunque unas ochenta mil especies de plantas son comestibles, son sólo unas pocas variedades cultivadas las que alimentan el mundo y menos de veinte especies producen el 90% de nuestro sustento. En lo referente a animales se obtiene alimento de tan sólo ocho especies de ganado doméstico.

Este panorama es muy preocupante y es consecuencia de la pérdida de diversidad en casi todos los ámbitos agrícolas donde se desenvuelve el hombre, situación que se evidencia en fenómenos como los cambios ambientales y la inestabilidad de los agroecosistemas.

En los últimos años se ha venido retomando el concepto de que la diversidad es la clave de la seguridad alimentaria y de la sostenibilidad de los ecosistemas creados por el hombre para la producción de los alimentos; el primer paso para el cambio consiste en mantener la biodiversidad natural ya que ésta provee la base genética de todas las plantas agrícolas y animales.

La totalidad de nuestros cultivos domésticos se derivan de especies silvestres que han sido modificadas a través de los años por procesos de domesticación, y en los pocos relictos de biodiversidad que aún quedan en el mundo, existen poblaciones madre variables y adaptables de esa especies, además de parientes silvestres.

La diversidad presente en nuestras selvas y ecosistemas naturales, además de proveernos de especies valiosas de plantas y animales, también presta otros servicios como proporción de medicamentos, alimentos, madera, fibras, resinas y otros insumos. (Figura 6.1)

En los países en desarrollo, la biodiversidad de los ecosistemas de selva y agrícolas fue la base del sustento de las comunidades indígenas y campesinas, y de la estabilidad de los recursos por muchas décadas; pero ella se vio reducida drásticamente con la agricultura dependiente de insumos, los sistemas de monocultivos y un sinnúmero de prácticas inadecuadas. Para poder regresar a esa estabilidad es necesario hacer algo para frenar la pérdida de aquellos recursos bióticos que aún quedan.

Con el fin de disminuir estas pérdidas, el hombre se ha ideado algunas estrategias para conservar los recursos genéticos todavía existentes, pretendiendo así evitar la erosión genética de especies que son valiosas o que podrán serlo en el futuro.

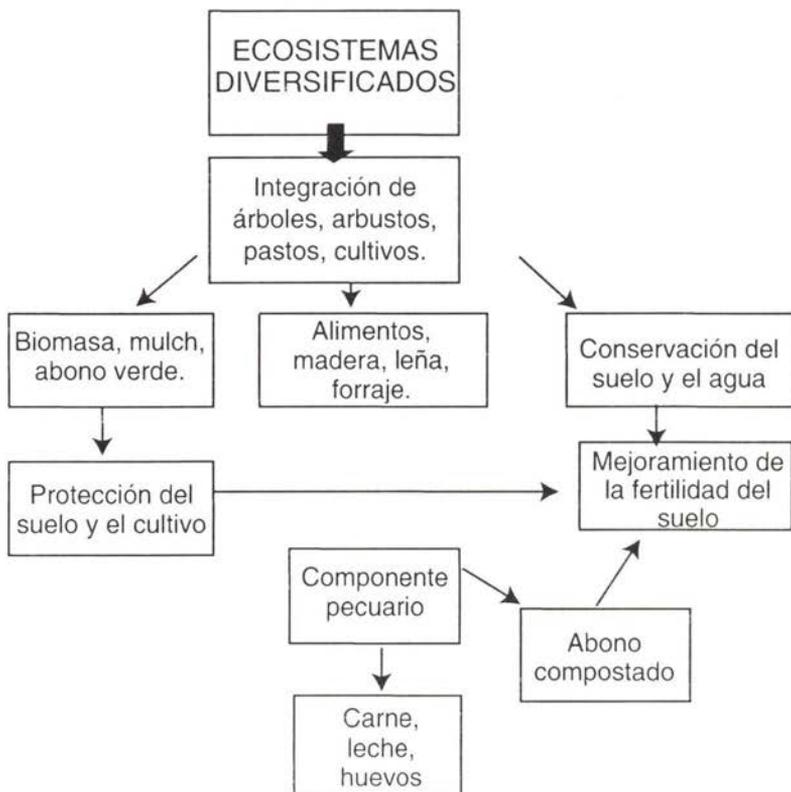


Figura 6.1. Interacciones y productos de los sistemas diversificados.

Para la preservación de material vegetal inicialmente surgieron dos sistemas de conservación: los informales y los formales. Las actividades de conservación de los recursos fitogenéticos iniciadas por gobiernos, instituciones de investigación, universidades y científicos hacen parte del sistema formal. El sistema informal, por muchos años ignorado, está constituido por aquellas iniciativas desarrolladas y conducidas por agricultores, que incluyen prácticas tradicionales del pasado. El trabajo se desarrolla en áreas marginales, fruto del esfuerzo colectivo por recuperar la diversidad genética de los cultivos y el control de sus sistemas agrícolas. Por lo general estas actividades son apoyadas por las ONG.

Posteriormente, mediante el reconocimiento del papel de los campesinos en la eficiencia de los programas de preservación de los recursos genéticos, se reconocen actualmente dos sistemas considerados complementarios: Del sistema formal se desprenden los sistemas de conservación “ex situ” y del informal la conservación “in situ”.

6.2.1.1 Conservación “in situ”

La conservación *in situ* consiste en mantener las plantas en su hábitat natural o, mejor aún, en los campos de los agricultores; también es conocida como conservación en campo y permite teóricamente preservar especies silvestres y cultivadas sin necesidad de grandes inversiones económicas (Figura 6.2).

Generalmente este proceso se desarrolla con apoyo y reglamentación del Estado. En el caso de las especies silvestres, se manejan reservas ecológicas que necesitan un gran espacio puesto que las plantas no se encuentran en altas densidades. La conservación de frutales y especies utilizadas en los huertos familiares es realizada en los campos de agricultores con el control de germoplasma por parte de científicos.

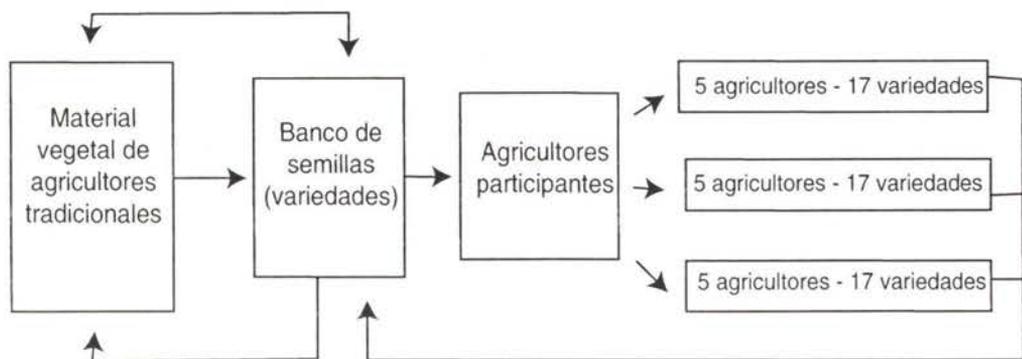


Figura 6.2. Estrategia de conservación “in situ” impulsada por el Centro de Educación y Tecnología CET.Chile.

El caso de las especies cultivadas semestralmente (maíz, trigo, soya, frijol, etc) es más complicado, porque debe controlarse constantemente el medio donde se conserva el material y cuidar que no se mezcle con nuevas variedades.

Este sistema de conservación también se sigue realizando indirectamente en los campos de zonas marginales con agricultores sin la intervención del sector formal, como se hacía en épocas pasadas, obteniendo una diversidad en los cultivares de acuerdo con sus condiciones de producción, actividad que genera cada vez más biodiversidad en los agroecosistemas.

6.2.1.2 Conservación “ex situ”

Consiste en recolectar variedades tradicionales remanentes de los principales cultivos y ponerlas en bancos; a través de esto se pretende conservar los cultivares locales y los parientes silvestres durante tiempos prolongados y que a la vez permanezcan disponibles para los mejoradores.

Existen dos tipos de conservación *ex situ* dependiendo del tipo de plantas a conservar:

a) Almacenamiento en colecciones o bancos de campo.

Las colecciones o bancos de campo son jardines de colección (jardines clonales), y se emplean para especies de reproducción vegetativa o de semillas recalcitrantes, que no toleran procesos de almacenamiento; como por ejemplo el coco, aguacate, mango, cacao, caucho y algunos árboles forestales. Estas plantas son propagadas vegetativamente y establecidas en grandes áreas destinadas a su conservación.

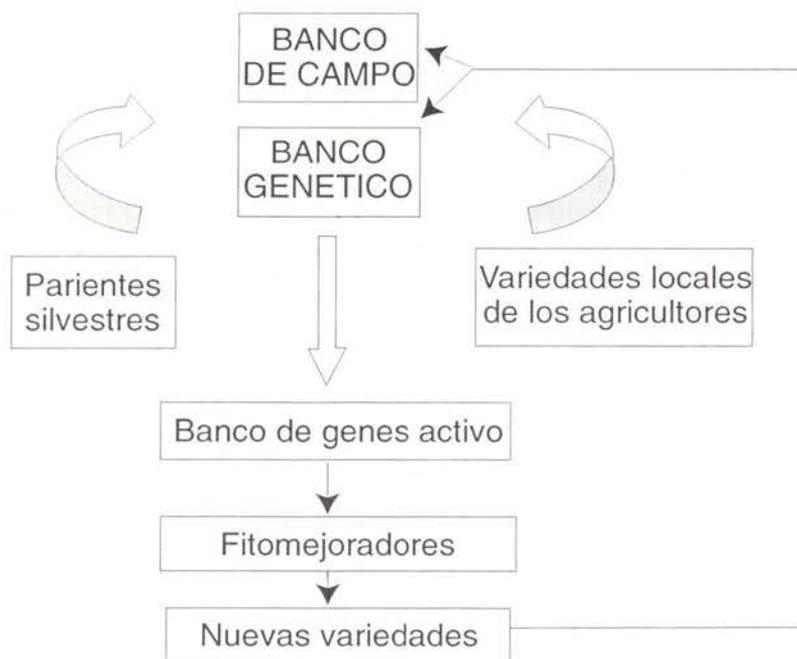


Figura 6.3. Proceso de conservación "ex situ"

Recientemente se han utilizado también técnicas de conservación *in vitro* para la preservación de estas plantas recalcitrantes, que consisten en la reproducción en medios artificiales (agar, nutrientes varios y hormonas) y en condiciones controladas de humedad y temperatura. Este sistema permite el almacenamiento en un área pequeña y evita la propagación de enfermedades.

También existe el almacenamiento a temperaturas ultra bajas (-196°C en nitrógeno líquido) y se utiliza para conservar semillas, polen, células aisladas y tejidos. Este sistema se conoce con el nombre de criopreservación.

b) Almacenamiento en bancos de germoplasma

Al considerarse que la semilla es la forma en que se perpetúan las plantas, se constituye en el medio más idóneo para almacenar especies en los bancos. Las semillas de la mayor parte de los cultivos pueden almacenarse con este sistema, incluyendo los cereales, pues son plantas de semillas ortodoxas (que pueden ser deshidratadas).

Estos bancos de germoplasma o de genes son almacenes en frío, comprenden generalmente tres áreas: una sala fría, una antecámara y un cuarto de máquinas; en

estos compartimentos se pretende mantener las semillas en condiciones controladas de temperatura y humedad. Estos bancos trabajan según el principio de que las semillas deshidratadas son capaces de permanecer viables por largos períodos en condiciones de frío.

Para este tipo de conservación es necesario recolectar un número significativo de semillas, dado que aun en las condiciones más estrictas de conservación durante períodos largos, las semillas pierden viabilidad y mueren. Por esta razón las muestras son regeneradas regularmente, plantándolas para obtener nuevas semillas; sin embargo esto puede afectar la diversidad genética porque las condiciones de reproducción pueden ser diferentes a las del lugar de origen.

Los bancos de genes pueden guardar distintos tipos de colecciones. Las colecciones activas y de trabajo permiten fácilmente el acceso a los fitomejoradores, quienes utilizan esta materia prima para desarrollar nuevas variedades. Las colecciones de base, en cambio, son las más importantes porque son las destinadas a conservar la biodiversidad para las generaciones actuales y futuras, para lo cual es necesario un manejo estricto, adecuado y llevar un registro de la información de las muestras que se almacenan, que incluye:

- **Pasaporte:** datos básicos como fecha y lugar de recolección.
- **Caracterización:** datos sobre propiedades taxonómicas, independientes del ambiente, que describen la variedad o especie.
- **Evaluación:** datos de propiedades agronómicas de las muestras, generalmente relacionadas con el ambiente.

6.2.1.3 Hacia un sistema integrado de mejoramiento de plantas

La conservación de material vegetal, además de servir para perpetuar el material genético existente en los diferentes ecosistemas terrestres, también tiene como finalidad el proporcionar material que contribuya en la búsqueda de nuevas variedades de las plantas comerciales.

Desafortunadamente estos dos sistemas de conservación “formal” e “informal” se han desarrollado de manera aislada; como la agroecología promueve la integración de los sistemas y la conservación del germoplasma es una de las bases de la produc-

ción sostenible, es necesario desarrollar de manera conjunta las labores de mejoramiento de germoplasma asignando el programa básico del sistema formal e informal a profesionales y las labores de selección final y prueba de variedades a los agricultores.

Este sistema tendría, según Cooper (1993), las siguientes ventajas:

- Se produciría un gran número de variedades heterogéneas adaptadas a las condiciones locales en lugar de las pocas del sistema formal.
- Sería rápido. Actualmente el sistema formal necesita entre diez y veinte años para que un programa de mejoramiento tenga resultados que lleguen al agricultor. El sistema integrado acortaría estas fases y las variedades rápidamente llegarían a ser ampliamente disponibles mediante los mecanismos de intercambio de agricultor a agricultor.
- La sobredependencia de los bancos genéticos se reduciría y la base de recursos genéticos sería tomada en custodia por millones de agricultores. El control de los recursos genéticos estaría a nivel del agricultor

El sistema no garantizaría la conservación de las razas locales; sin embargo aseguraría que fuera mantenido un amplio rango de diversidad genética y que la evolución continúe en el campo.

6.2.2 Manejo y conservación del suelo

Durante muchas décadas la revolución verde, ignorando el concepto de ecosistema, tomó el suelo como un simple soporte con capacidad infinita de recibir y asimilar abundantes insumos; sumado a esto, la concentración industrial y agropecuaria obligó a utilizar el suelo como botadero de desechos.

Con el tiempo, empezaron a aparecer los primeros síntomas de deterioro ambiental; por la falta de conocimiento se intoxicaron muchos suelos, a otros incluso los llevó a su muerte.

Los principios para un manejo agroecológico de suelos parten de la siguiente consideración: **El suelo es un sistema vivo.**

Dentro de este contexto de sistema, el suelo tiene una dinámica representada en una gran actividad biológica, producto de la enorme cantidad de macro y microorganismos que lo habitan como: bacterias, hongos, algas, protozoarios, anélidos,

etc; y el conjunto de relaciones e interacciones que se suceden entre ellos, la materia y los factores externos. De tal manera que cualquier acción humana tiene una repercusión positiva o negativa sobre la evolución y equilibrio del suelo.

La principal preocupación en el manejo del suelo está relacionada con la capa superficial edafizada “viva” de la corteza terrestre, en la que pueden desarrollarse las plantas fuertes y vigorosas.

Es en esta capa superficial donde los componentes agua, aire, material mineral, materia orgánica y edafón (flora y fauna del suelo en su forma macro y micro) llevan a cabo procesos de solubilización y mineralización de las fuentes nutritivas, así como la mejora de la estructura del suelo.

La transformación de la materia orgánica en los ecosistemas es parte importante de su fertilidad, tema que se detallará más adelante.

Partiendo de estas consideraciones agroecológicas acerca de la nueva manera de ver el recurso suelo, se plantean un sinnúmero de principios de uso y manejo, entre los que encontramos los siguientes.

6.2.2.1. Uso del suelo

El uso adecuado del suelo tiene una importancia fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores, especialmente en aquellos ubicados en zonas de riesgo o frágiles de ladera.

Para una solución definitiva del problema de degradación de la tierra es necesario delimitar las áreas aptas para la agricultura; así, aquellas que tienen un grado de erosión aceptable y se pueden mantener en niveles adecuados mediante prácticas de lucha contra la erosión se dedicarían a la agricultura; las tierras no aptas se mantendrían en estado de pradera o en bosques para la explotación de árboles maderables, y otras se destinarían a fauna silvestre.

De acuerdo con esto, los suelos se deben clasificar según sea su capacidad de uso, cada uno de ellos determinado por factores físicoquímicos, topografía, disponibilidad de agua, nutrientes, textura, profundidad, salinización, posibilidades de mecanización y resistencia a la erosión. La **Figura 6.4** muestra la relación entre las clases de capacidad de uso del suelo -según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)- y la intensidad con la cual cada uno de ellos puede ser empleado sin riesgos.

Es necesario que se conozcan los recursos de suelos de un país y a su vez sus posibilidades de uso y de degradación; de esta manera las actividades agrícolas no afectarían la permanencia de los recursos y esto se reflejaría en producciones más rentables y sostenidas.

6.2.2.2 Preparación del suelo

De acuerdo con investigaciones de la científica brasilera Ana Primavesi, en todas las zonas tropicales del mundo se están buscando nuevos caminos para preparar los suelos, pues quedó confirmado que no es el clima lo que impide una producción adecuada de la tierra, sino el manejo equivocado de los suelos. En los países del hemisferio norte como Estados Unidos y Europa donde predomina el clima templado, el suelo debe ser expuesto al sol lo máximo posible para recibir un poco de calor, pues lo necesita. En los climas tropicales, el suelo debe ser protegido del sol para evitar su recalentamiento exagerado.

El suelo compactado no produce en los trópicos y produce poco en los países templados.

Cuanto mayor es la resistencia al laboreo, tanto más compactado está el suelo. El manejo del suelo tiene por principio preparar adecuadamente el lecho para la semilla y mantener el cultivo libre de plantas que puedan competir por luz, agua y nutrientes.



Figura 6.4. Relación entre las clases de capacidad de uso del suelo y la intensidad con la que cada clase puede ser utilizada (Vink, 1975).

Para el mantenimiento de la productividad del suelo en las zonas tropicales es imprescindible que su bioestructura grumosa sea conservada en la superficie, evitando que sea enterrada al revolver el suelo. Eso se consigue mediante los siguientes pasos:

- Estableciendo una siembra o plantación directa que puede ser usada en suelo grumoso.
- Una arada mínima especialmente en suelos compactados, con una capa grumosa en su superficie. Posteriormente se debe pasar un subsolador o pie de pato, para romper las compactaciones superficiales.
- Una arada corriente cuando toda la capa arable está compactada y su peso específico está por encima de 1.05. Esta arada se debe complementar con la siembra de una leguminosa de crecimiento rápido o una mezcla de forrajeras para mantener el suelo abierto. Sin embargo, el mantenimiento de la estructura grumosa no

depende sólo de su conservación en la superficie, sino también de un suministro periódico de materia orgánica para su renovación, como por ejemplo, la materia orgánica del cultivo anterior.

- d) En suelos sueltos con cenizas volcánicas no es necesario el uso del arado, sólo se requiere limpiar el terreno y roturar la cama donde se va a depositar la semilla. Posteriormente se debe colocar una cobertura o mulch del cultivo anterior o de leguminosas sembradas en los bordes.
- e) Aplicación de fertilización fosforácica o de otros elementos que el suelo requiera, según su análisis.
- f) Protección de la superficie del suelo contra la insolación directa y el impacto de las lluvias por medio de los siguientes elementos:
 - Establecimiento de una cobertura muerta (mulch) proveniente de la paja picada del cultivo anterior (cobertura muerta) o de un cultivo protector (cobertura viva).
 - Empleo de cultivos asociados o cultivos protectores, especialmente cuando el cultivo principal es perenne.
 - Por la rotación dirigida y planeada de los cultivos establecidos.

6.2.2.3 Sistemas de labranza

En las primera etapas de la agricultura, la vegetación que rodeaba las plantas cultivadas y competía con ellas era aplastada o arrancada a mano. En tales condiciones la producción de alimento era escasa. Cuando el hombre aprendió a cultivar ciertas plantas alimenticias en los lugares más convenientes, fue preciso eliminar la vegetación existente, lo cual anunciaba el comienzo de la labranza del suelo.

Los primeros agricultores utilizaban aperos toscos de madera o piedra para trabajar el suelo; con ellos trituraban la tierra, sin enterrar profundamente las materias orgánicas existentes sobre su superficie, y la producción agrícola estaba generalmente en equilibrio con las condiciones reinantes.

Aunque inicialmente las tierras se labraron para combatir las malas hierbas, descompactar el suelo y preparar el lecho de siembra, otro objetivo implícito era el de estabilizar e incrementar la producción agrícola. Con el paso del tiempo la búsqueda de una producción agrícola estabilizada e incrementada estuvo acompañada de mejo-

res aperos para labrar la tierra; de los palos puntiagudos y azadones se pasó a los metales: arados, discos y otros instrumentos removedores del suelo.

Pero este tipo de prácticas, conocidas como labranza convencional, al dejar que la superficie del suelo quedara descubierta de malezas y residuos de cosecha, permitió la pérdida de suelo por erosión; además el uso incorrecto de otras prácticas agrícolas como el riego excesivo también contribuyó a incrementar el problema, a tal punto que la cantidad de tierras cultivables cada día es menor, con consecuencias nefastas para una producción agrícola sostenida.

Para poder incrementar la producción agrícola de manera sostenible, es decir sin afectar los recursos suelo y agua, es necesario establecer prácticas encaminadas a mantener su fertilidad y productividad, además de la reducción de los riegos, todo con miras a minimizar los impactos ambientales que se han venido generando por las deficientes prácticas agrícolas actuales.

El método para la preparación de los suelos depende de muchos factores, tales como zona climática, cultivo que se ha de producir, factores edáficos, nivel económico del agricultor, preferencias de éste, influencias sociales y políticas. No obstante, de la elección del sistema de preparación del suelo dependerá su conservación y la del agua.

Para el mantenimiento de la productividad del suelo en las condiciones tropicales, la agroecología menciona que las prácticas de labranza deben conservar la bioestructura grumosa en la superficie, evitando que sea enterrada; esto se consigue mediante algunos principios.

Principios de la labranza para la conservación del suelo, según Kolmans y Vásquez (1996):

- Invertir la capa superficial del suelo con una mínima alteración o mezcla de los horizontes. Cuanto más pesado sea un suelo más superficial debe ser su remoción.
- Evitar el exceso de labranza en suelos pesados (uso de labranza mínima).
- Utilizar implementos que no causen efectos nocivos de importancia en la actividad biológica del suelo (uso de cincel, chuzo).
- En períodos de desarrollo vegetativo intensivo se deben limitar las labores superficiales.
- Evitar la labranza en suelos secos, duros e impermeables en estado de humedad, por las consecuencias para la estructura del suelo.
- Debe prepararse el suelo de la manera más rápida posible para que la actividad de los organismos se distorba lo menos posible (Maquinaria de múltiple uso: sembradora+surcadora+abonadora).
- Uso de coberturas vivas o muertas para proteger el suelo del lavado e insolación.
- No quemando los residuos de las cosechas anteriores por el aporte de nutrientes.

En general la labranza altera el funcionamiento del suelo, por lo que es conveniente evitar acciones innecesarias y escoger aquellas que contribuyan a la activación del edafón y al mejoramiento de sus propiedades físicas y químicas a fin de que propicien la germinación y el desarrollo de las plantas.

Sin embargo, también se considera que la elección del método de labranza más apropiado está en función del suelo y sus propiedades, para lo que cada región en particular debe desarrollar una estrategia.

La agroecología ha desarrollado tecnologías agrícolas tradicionales para la preparación del suelo, que reducen su pérdida, como alternativa a los sistemas convencionales, entre las que se destacan la labranza reducida y la mínima.

La labranza reducida es un sistema donde con las preparaciones primarias (arado) se intenta reducir o eliminar las preparaciones secundarias (rastra). La superficie arada es menos pulverizada que en la convencional, quedando el suelo con mayor rugosidad y capacidad de almacenamiento de agua superficial y algunas veces con la presencia de alguna cobertura por rastrojo.

La labranza mínima es todo aquel sistema que reduce las prácticas de laboreo del suelo y conserva en él los residuos de plantas no incorporados y su superficie permanece lo más áspera posible. En la **Tabla 6.1** se presentan las diferencias generales con el sistema convencional.

Al dejar residuos sobre la superficie se permite la acumulación de materia orgánica, lo cual tiene efectos positivos sobre sus propiedades físicas; también se producen distintos niveles de humedad, temperatura, tasa de descomposición y población microbiana, lo cual influye en la disponibilidad de nutrientes y por ende en la necesidad de fertilizantes. También se producen efectos relacionados con enfermedades, malezas y dinámica de insectos; además sobre la velocidad de infiltración y la retención del agua en el suelo, favoreciendo la disminución de la escorrentía y la erosión.

Es conveniente aclarar que estos efectos producidos por la labranza mínima son muy particulares de la zona donde se realiza y de la dinámica presentada por el resto de componentes del agroecosistema.

Este sistema es recomendable en suelos con propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas; por el contrario, no es recomendable en suelos muy agotados y aquellos que se endurecen mucho durante la época de sequía.

Dentro de este sistema de mínima labranza se incluye la siembra directa o cero labranza, práctica que puede realizarse en condiciones de suelos sueltos o derivados de cenizas volcánicas; la práctica consiste en sólo limpiar el terreno de las malezas y roturar la cama donde se va a depositar la semilla. Posterior a la preparación se colocan coberturas o mulch del cultivo anterior o de leguminosas sembradas en el borde. Con este sistema se reduce la erosión, se conserva la humedad, se reduce la compactación de los suelos y hay un incremento en el potencial para los cultivos múltiples.

El sistema sin labranza causa muy pocas alteraciones al suelo y según Derpsch (1995) es necesario aplicar esta técnica como un sistema y no simplemente dejar de trabajar el suelo antes de las siembras.

De manera general lo más importante en estos sistemas de preparación es lograr mantener buenas condiciones bioestructurales, una permanente cobertura y una efectiva represión de las malezas.

TABLA 6.1

Comparación de efectos de labranza con los factores que influyen en la productividad del cultivo.

Factores	Labranza convencional	Labranza mínima
Factores del suelo		
• Temperatura	Días cálidos, noches heladas	Poca variación
• Consumo de agua	Alto, después de la labranza, decrece el encostramiento.	Tasa inicial baja mantenida a través de la temporada.
• Minerales aplicados superficialmente.	Combinados con suelo a profundidad de la siembra.	Filtrar lentamente
• Densidad del suelo	Disminuida por la labranza primaria	Poco efecto
• Compactación	Alterada por la labranza	Poca alteración
• Aireación	Incremento inicial	Poco efecto
• Tasa de descomposición de la materia orgánica	Combinada con el suelo	Cerca de la superficie
Factores biológicos		
• Control de malezas	Excelente inicialmente	Confiable en los herbicidas
• Enfermedades	Inóculo enterrado	A nivel de la superficie
• Invertebrados del suelo benéficos	Ciclo de vida disturbado	Poco efecto
• Invertebrados del suelo destructivos.	Igual que los benéficos	Poco efecto
Función Maquinaria		
• Siembra	Máquina diseñada para suelo suelto	Equipo especial para suelo no alterado
• Cultivación	Efectivo en suelo suelto, corte de raíces	Más difícil por el mulch
• Resistencia al pisoteo (en suelo húmedo).	Pobre	Buena
Manejo		
• Operaciones a tiempo	Pueden atrasarse	Más a tiempo para ser seguras
• Demanda de fuerza	Incrementada por operaciones sucesivas	Mínima
• Demanda de mano de obra	Incrementada por operaciones sucesivas	Mínima
• Confiabilidad	Alta	Errática

Fuente: Altieri, 1995.

6.2.2.4 Erosión del suelo

La erosión del suelo o edáfica es el movimiento (desprendimiento, arrastre) de sus componentes, en especial del suelo superficial, de un lugar a otro.

La agricultura, la tala forestal, las construcciones rurales y otras actividades humanas que eliminan la cobertura vegetal incrementan la tasa a la que se erosiona el suelo.

La erosión hídrica es la forma más común de degradación del suelo, y no es más que el desprendimiento y arrastre de sus partículas por acción del agua, siendo el resultado final la pérdida de fertilidad y la reducción de los rendimientos de los sistemas de producción agropecuarios.

Aunque el viento causa cierta erosión, la mayor parte de ésta se debe a la fuerza del agua en movimiento (escorrentía).

El principal problema de la erosión es que es un proceso superficial; como el suelo es un recurso que se regenera de manera lenta por procesos naturales, la tasa media de erosión superficial no debe superar la tasa de formación o regeneración del mismo, para no incurrir en su agotamiento.

En áreas tropicales y templadas la renovación de 2.54 cm de suelo toma de doscientos a mil años dependiendo del clima y tipo de suelo; sin embargo, las medidas para su protección han sido escasas lo que ha llevado a tasas de erosión dobles en relación con la tasa de renovación, lo que ha ocasionado graves problemas para la producción sostenible.

6.2.2.4.1 Factores que influyen en la erosión del suelo

Los principales factores que propician la erosión están relacionados con:

- Intensidad y cantidad de la precipitación
- Calidad del suelo y susceptibilidad a la erosión
- Longitud y grado de la pendiente
- Clase y cantidad de cubierta vegetal
- Sistema de cultivo establecido
- Manejo del suelo (labranza)
- Prácticas de control de erosión.

Estos factores determinan la cantidad de agua que ingresa al suelo, cuánto se pierde y el impacto potencial de ésta. Es importante evaluar la erosión actual y potencial cuando se habla de sistemas agrícolas sostenibles.

Una herramienta que nos permite estimar la erosión actual promedio a largo plazo en cualquier país o región, es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), diseñada por Wischmeier y Smith (1978). Aunque existen muchas variables en la erosión del suelo, la ecuación agrupa seis factores de erosión principales y el producto de estos representa pérdidas anuales promedio y se presenta de la siguiente forma:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

- A: Pérdida total de suelo
- R: Factor de erosibilidad de la lluvia
- K: Factor de erodabilidad del suelo
- L: Factor de longitud de la pendiente
- S: Factor de inclinación o pendiente
- C: Factor cultivo
- P: Factor de manejo

6.2.2.4.2 *Cómo se puede evitar o controlar la erosión*

La erosión puede controlarse reduciendo las fuerzas mecánicas del agua o el viento, aumentando la resistencia del suelo a la erosión, o una combinación de lo anterior. La erosión causada por el agua puede controlarse impidiendo el chapoteo (golpe de gota), por medio de una cobertura vegetal o una capa o cubierta muerta (residuos vegetales), a través de las cuales el agua percola (se filtra) en el suelo.

Otro medio de controlar la erosión por agua es impedir cualquier escurrimiento que siga excediendo la tasa de infiltración. Esto puede hacerse con barreras físicas tales como: curvas a nivel, acequias de ladera, terrazas reforzadas, camellones, barreras vivas de pastos o arbustos.

La cobertura muerta y los cultivos de cobertura detienen frecuentemente tanto la erosión eólica como la causada por el agua. La erosión eólica también puede reducirse plantando barreras rompevientos con árboles o arbustos, los cuales pueden servir como ingreso adicional para la finca (leña, madera, forraje, alimento, etc.).

Existen varias formas de controlar la erosión causada por el agua, las cuales se han desarrollado bajo los siguientes criterios:

Criterios para la escogencia de prácticas en el control de erosión:

- *Evitar el arrastre de suelos*
- *Favorecer la rápida infiltración del agua*
- *Asegurar una lenta esorrentía superficial de aguas*
- *Evitar el impacto directo de rayos solares, aguas lluvias y vientos fuertes.*

Para un control más eficiente del proceso degradativo de la erosión es necesario integrar una serie de prácticas agroecológicas, entre ellas:

- *Aumentar la cubierta vegetal.*
- *Usar residuos vegetales para proteger el suelo.*
- *Usar técnicas mejoradas de labranza, como la labranza en contorno, mínima, cero.*
- *Rotar los cultivos y sembrar especies de cobertura.*
- *Sembrar árboles con raíces profundas para estabilizar terrenos en declive.*
- *Establecimiento en terrazas*
- *Construcción de canales de drenaje y desviación de corrientes de aguas a zonas protegidas.*
- *Siembra de cultivos en contornos o en franjas.*
- *Siembra de gramíneas o arbustos como barreras vivas.*

A continuación se detallan algunas de esas prácticas.

a) Cultivos de cobertura o coberturas vivas

Es una técnica que consiste en sembrar plantas herbáceas perennes o anuales en cultivos puros o mezclados para cubrir el suelo durante todo o parte del año. Las plantas pueden incorporarse al suelo por medio de la labranza, como en los cultivos de cobertura por estaciones, o pueden conservarse durante varias temporadas.

Se utilizan como cultivos de cobertura las leguminosas, los cereales o las mezclas de plantas de crecimiento denso para proteger el suelo contra la erosión, mejorar su estructura, mejorar el microclima, aumentar su fertilidad y controlar plagas, malezas y agentes patógenos. La finalidad de estos cultivos no es cosechar productos sino llenar vacíos, sean de espacio o de tiempo, al dejar las siembras comerciales al desnudo.

Los diversos beneficios de los cultivos de coberturas se resumen en la **Figura 6.5**; la flora del cultivo de cobertura funciona como un activador de procesos y componentes claves del agroecosistema, que a su vez potencian los rendimientos de los cultivos.

Las plantas útiles para esta práctica son: leguminosas, pastos, cereales que no compitan excesivamente por nutrientes y agua con el cultivo de importancia, por el contrario es ideal que aporten nutrientes, como el caso de las leguminosas y la fijación de nitrógeno.



Figura 6.5. Efectos y beneficios ecológicos promovidos por un cultivo de cobertura.

Entre otras están: soya, frijol, arveja púrpura, centrosema, pasto johnson, etc. La escogencia del tipo de plantas a utilizar está muy ligada a los resultados que se den con el cultivo comercial.

Las leguminosas usadas comúnmente como cultivo de cobertura incluyen especies anuales, bianuales o perennes como el trébol blanco, el trébol rosado, el maní forrajero, alfalfa, añil, kudzu. La fijación de nitrógeno está entre 76 a 367 kilogramos de nitrógeno por hectárea/año, cantidad suficiente para satisfacer las demandas de los cultivos tradicionales en muchas zonas del país.

Los cultivos de cobertura con leguminosas pueden incorporarse en sistemas de cultivos anuales mediante la siembra intercalada (entre siembra), rotaciones de leguminosas, cultivos en hileras.

b) Mulch o acolchados (coberturas muertas)

Se denomina así a la utilización de material orgánico de cobertura permanente en el suelo desnudo, evitando con ello el sellamiento de las superficies; inducido por la destrucción de agregados y el taponamiento de sus poros en la superficie por acción de las gotas de lluvia; también ofrece otros beneficios mencionados en la **Figura 6.6** Su uso en general ofrece un gran potencial para la producción sustentable de los cultivos y la autosuficiencia para obtener nutrientes del suelo.

Los materiales usados como coberturas muertas de los suelos cultivados pueden ser residuos de cultivos, pajas, abonos verdes secos, hojas verdes y ramas. También pueden utilizarse estiércol, compost u otros materiales de cobertura de los que pueda disponer el agricultor. De acuerdo con el material se obtienen distintas fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo, potasio y azufre.

La cobertura se puede aplicar entre filas en el cultivo, a lo largo de las líneas de nivel o alrededor de cada planta cuando se trata de árboles.

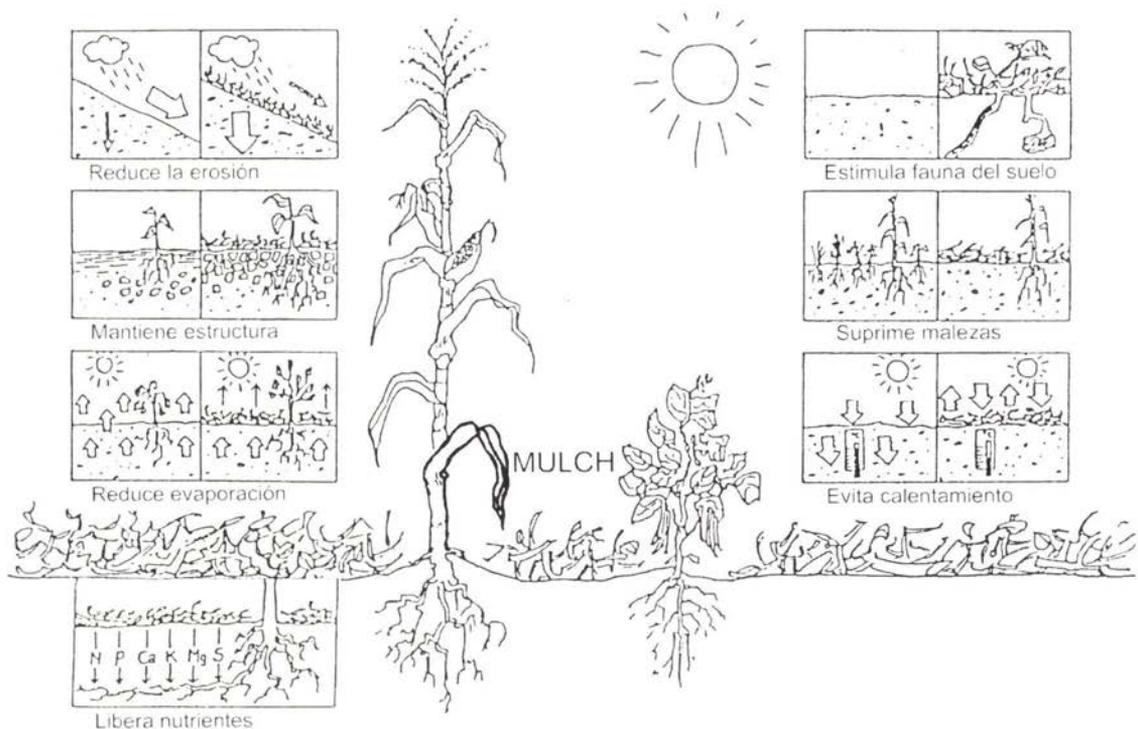


Figura 6.6. Efectos de la aplicación de residuos de material vegetal o "mulch" (Fuente: Müller-Samann y Kotschi, 1994).

Los suelos con excelente humedad no deben ser cubiertos inmediatamente con mulch y mucho menos con materiales impermeables que incrementen o conserven la humedad en exceso. También es necesario tener cuidado con capas demasiado gruesas que impidan una aireación adecuada del suelo.

c) Rotación y asociación de cultivos

La rotación es un conjunto de secuencias donde los cultivos se suceden dentro de un determinado terreno; mientras la asociación consiste en la realización de arreglos espaciales de combinaciones de cultivos.

Con ambas se trata de incorporar la diversificación presente en la naturaleza a los sistemas de cultivos, para de esa manera entregar nutrientes y manejar las plagas del predio. Por lo general las asociaciones y rotaciones incluyen especies perennes; las

combinaciones de árboles y arbustos con cultivos agrícolas se contemplan dentro de los llamados sistemas agroforestales.

La **rotación** de cultivos tiene la finalidad de mantener la fertilidad del suelo, por tanto la planificación adecuada de un plan de rotación permitirá que este sistema se ajuste a los requerimientos del predio en particular. Es conveniente rotar cultivos extractivos con cultivos generadores de fertilidad como es el caso tradicional de la rotación maíz-fríjol.

En cuanto a las **asociaciones** de dos o más cultivos en un campo, éstas deben ir integradas en un plan de rotación y considerando el principio de la biodiversidad ordenada; para esto deben considerarse factores como: compatibilidad, beneficio mutuo, distanciamiento, características aéreas y radicales de las plantas. En lo posible deben asociarse cultivos que presenten características vegetativas y desarrollo radicular diferentes, para aprovechar los diversos niveles tanto en la superficie como dentro del suelo, utilizando mejor la disponibilidad de nutrientes y la humedad en los diferentes estratos del suelo (**Figura 6.7**).



Figura 6.7. Asociación maíz + frijol + ahuyama. (Fuente: Kolmans y Vásquez, 1996)

Es conocida la tradicional asociación maíz + frijol + ahuyama de la **Figura 6.7**, donde el maíz aprovecha la luz en la parte más alta, le sigue el frijol en la parte media que usa el maíz como tutor, y la ahuyama con menor requerimiento de luz en la parte inferior. En el sistema radicular, observamos el enraizamiento superficial del maíz y

de la ahuyama que enraiza a mediana profundidad, por lo que el aprovechamiento de nutrientes se realiza a diferentes niveles.

Existen algunas reglas básicas que se deben tener en cuenta al momento de establecer rotaciones y asociaciones dentro de un predio (Kolmans y Vásquez,1996), así:

- Cultivos de enraizamiento profundo, después y junto a los de enraizamiento superficial.
- Rotar y asociar plantas de reducido desarrollo radicular con plantas de gran desarrollo.
- Cambio secuencial y combinación de cultivos fijadores de nitrógeno con cultivos extractores de nitrógeno (40% de la proporción de cultivos como mínimo deben ser leguminosas).
- La siembra de cultivos de largo estadío juvenil, debe hacerse después de cultivos con efectos represores hacia las malezas.
- Instalar cultivos susceptibles a determinados patógenos, junto a aquellos que tienen un efecto represor.
- La proporción de cereales no debe ser mayor al 60%.
- No dejar descubierto el suelo dentro de dos cultivos principales, completar con cultivos intermedios cortos (cobertura -abono verde)
- Una secuencia y asociación equilibrada de cultivos son de gran importancia para el control de malezas.
- Determinados cereales (sorgo, trigo) son cultivos altamente extractivos, por lo que deben sembrarse con cultivos incrementadores de fertilidad.
- Establecer planes de rotación y asociación de una duración mínima de 5 – 7 años.
- Mantener la cobertura del suelo el mayor tiempo posible.
- Lograr una máxima interceptación de luz por área foliar, mediante el óptimo aprovechamiento del espacio aéreo.
- Obtener una máxima producción de biomasa, para aportarla como materia orgánica al suelo.

Las asociaciones y rotaciones pueden variar de acuerdo con el clima, la tradición, la economía y otros factores.

Son diversos los beneficios que se reciben de estas prácticas basadas en las complejas interacciones que suceden entre los componentes de una secuencia de cultivos.

La diversidad de cultivos con base en la rotación y asociación conducida ecológicamente asegurará lo siguiente:

- *Uso más eficiente del suelo.*
- *Mejor conservación del suelo.*
- *Regulación adecuada de malezas, plagas y enfermedades.*
- *Buena fijación de nitrógeno (leguminosas)*
- *Óptimo aprovechamiento de la energía solar.*
- *Mayor producción de materia orgánica*
- *Mejoramiento de la bioestructura del suelo*
- *Máxima estimulación de la actividad del edafón.*
- *Buena movilización de las reservas de nutrientes en el suelo.*
- *Mejor regulación y retención de humedad*

d) Labranza en contorno o en curvas a nivel

Consiste en efectuar la arada, la siembra y las labores culturales perpendicularmente a la pendiente del terreno, de manera que las elevaciones a lo largo de las hileras sean lo más horizontales posibles (**Figura 6.8**). Con esta técnica el potencial de erosión disminuye considerablemente, sobre todo en condiciones de ladera, tormentas de poca intensidad o moderada.

También se conoce con el nombre de labranza en curvas de nivel. Cuando es utilizada debidamente, fomenta el almacenamiento del agua en todo el terreno, aunque los efectos son más notorios con la adición de otras prácticas de conservación de suelo como las barreras, surcos inclinados, cultivos en fajas, coberturas, etc.



Figura 6.8. Labranza en contorno (Fuente: Vallecillo, et al, 1998)

e) Cultivo en fajas o en curvas a nivel

Una vez labrado el suelo en contorno se cultiva alternado en las fajas; en unas se siembran cultivos protectores y en otras cultivos comerciales en hilera, por lo general en fajas de igual anchura. Sin embargo la anchura de las fajas depende de la pendiente del terreno (Tabla 6.2).

TABLA 6.2

Límite de anchura de las fajas según la pendiente del terreno (de Wischmeier y Smith, 1978, citado por Unger)

Pendiente del terreno (%)	Anchura de las fajas (metros)
1 a 2	40
3 a 5	30
6 a 8	30
9 a 12	24
13 a 16	24
17 a 20	18
21 a 25	15

Los cultivos de césped y de cereales de grano pequeño tienden a ser más eficaces para combatir la erosión. El efecto de control ocurre cuando el suelo es arrastrado por los procesos erosivos del agua y es depositado en la faja de protección; por consiguiente el cultivo en fajas reduce las pérdidas de suelo del terreno, pero no impide necesariamente el desplazamiento del mismo entre fajas. Se requiere el uso de otras prácticas para complementar el efecto.

f) Barreras

Consiste en establecer estrechas fajas protectoras alternadas con fajas cultivadas más anchas. Las fajas amortiguadoras o barreras generalmente ocupan áreas de corrección en las tierras en declive y se siembran de gramíneas (pasto de corte) y de leguminosas perennes (bancos de proteína) (**Figura 6.9**). El forraje obtenido en estas áreas de gramíneas o leguminosas puede servir de alimento al ganado o como cobertura en las fajas cultivadas.

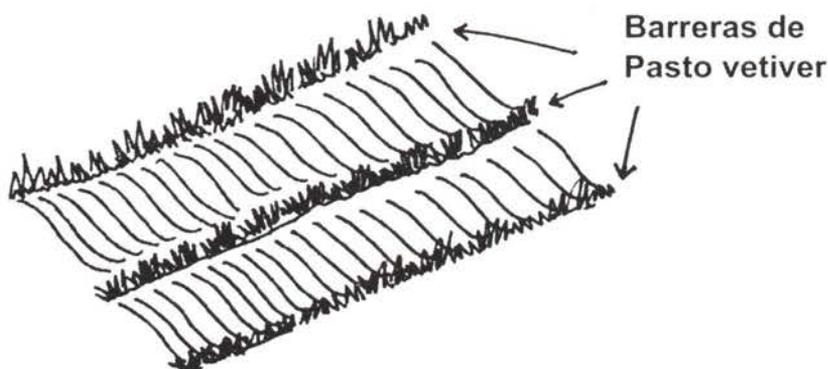


Figura 6.9. Uso de barreras de pasto vetiver *Vetiveria zizanioides* en zona de ladera.

El uso de plantas altas en las barreras sirve para disminuir la erosión eólica y mejorar la conservación del agua, lo cual ocurre mediante la acumulación de ésta en las depresiones del terreno.

g) Terrazas

Cuando las pendientes son más pronunciadas el potencial de esorrentía y erosión se acrecienta, por tanto es necesario realizar prácticas intensas como es el caso de la utilización de las terrazas (**Figura 6.10**).

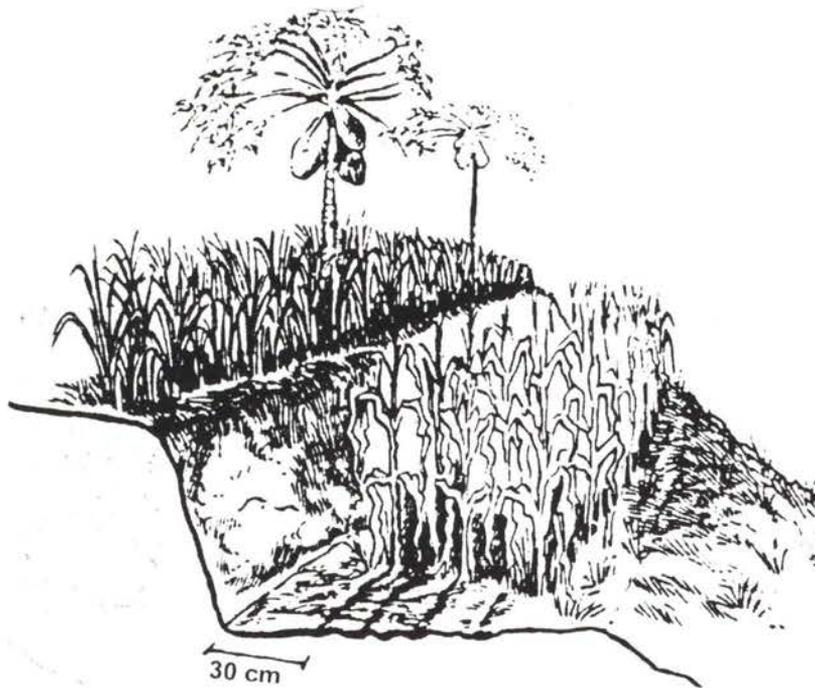


Figura 6.10. Uso de terrazas con cultivos temporales y permanentes (Fuente: Vallecillo, et al., 1998)

La finalidad de esta práctica es disminuir las pérdidas de suelo y agua por acción de la escorrentía. Las terrazas pueden diferir en su diseño en cuanto a la anchura de la base, la pendiente a lo largo del canal y la colocación respecto de la línea de nivel del terreno. Los cultivos se siembran en los espacios dejados entre las terrazas.

Cuando las terrazas tienen por finalidad evacuar el agua excedente de un terreno se construyen con una ligera pendiente a lo largo del canal.

h) Canales de drenaje y acequias de ladera para desviación de corrientes de agua.

Son obras diseñadas a propósito, establecidas transversalmente en una ladera para llevar el agua de escorrentía hasta un punto donde no afectan el sistema de cultivo y las terrazas construidas para el control de la erosión (**Figura 6.11**).

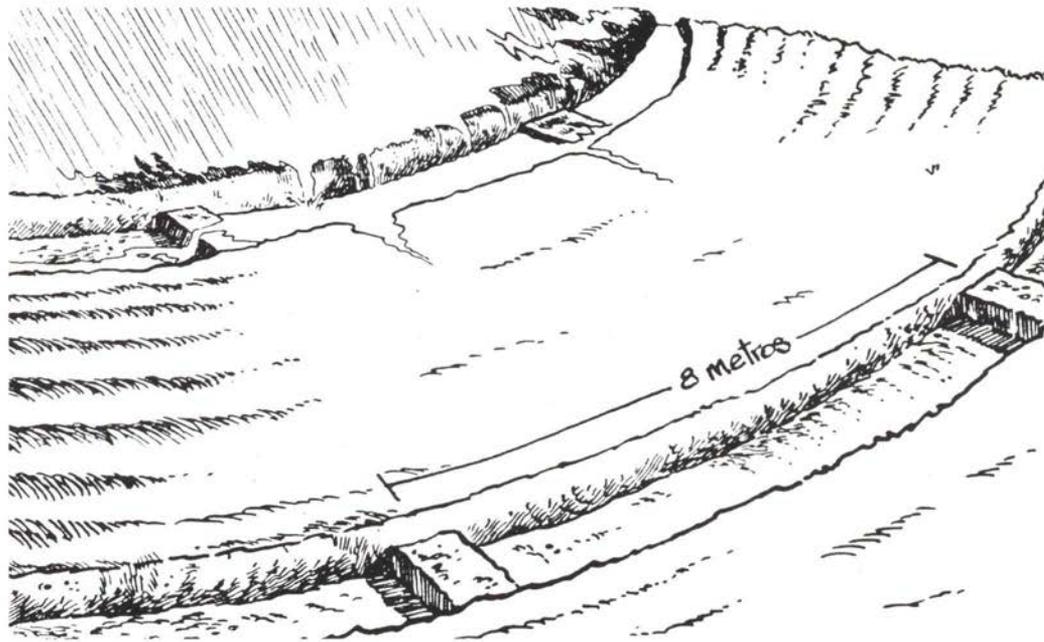


Figura 6.11. Zanjas reguladoras del agua en zonas de pendiente (Fuente: Vallecillo, et al., 1998)

El agua deberá sacarse del terreno de manera que no erosione para la conservación general del suelo. En los declives de pendiente suave el agua generalmente puede verterse con seguridad a las áreas adyacentes cespedadas o microcuencas, pero si no los hay se requiere el empleo de cauces de desagüe como prolongaciones de las terrazas, las cuales pueden ser anchos y poco profundos, cubiertos de gramíneas resistentes a la erosión y adaptadas a la localidad donde se vayan a utilizar.

Los cauces de desagües cubiertos de vegetación que son anchos, poco profundos y transitables por las máquinas, son eficaces para combatir la erosión en declives de hasta 15% de pendiente; en los de pendiente mayor se necesitan cauces de desagüe cubiertos de vegetación con aliviaderos de piedras o de otros materiales.

6.2.2.5 Fertilidad del suelo y nutrición vegetal

Las plantas para su desarrollo requieren de un suelo fértil y éste a su vez necesita de las plantas para mantener su fertilidad natural. Este proceso ocurre de manera cíclica y es lo que permite la existencia de “ecosistemas estables”.

Por la continua extracción de nutrientes por parte de los cultivos es necesario restablecer la fertilidad. Sin embargo la intensificación de los cultivos, el monocultivo comercial, la creciente escasez de materia orgánica incorporable, el deficiente manejo de estiércol han llevado al empobrecimiento progresivo de los suelos.

Para comprender mejor la importancia de la fertilidad del suelo, es necesario conocer el proceso que se lleva a cabo en él. El suelo posee una diversidad de organismos; este conjunto de organismos que Kolmans y Vásquez (1996) denominan edafón, cumple una función primordial al descomponer y desintegrar la materia orgánica produciendo su mineralización y humificación (**Figura 6.12**), influenciadas por las condiciones medioambientales así como por las características físicas y químicas del suelo.

La importancia de la producción de humus en el suelo radica en que la nutrición natural de las plantas se basa en ese producto de la descomposición de la materia orgánica por parte de los organismos; las sustancias inorgánicas juegan un rol complementario o secundario. Esto ocurre de manera natural en los suelos, sin embargo, cuando el hombre modifica el ambiente natural para sembrar uno o varios cultivos, necesita adicionar nutrientes minerales para equilibrar los desbalances que se presentan.

Con las cosechas muchos minerales son enviados en mayor o menor proporción a los centros de consumo de los cuales no regresan. Pero como lo demuestran las diversas experiencias en agricultura ecológica, los minerales extraídos por las cosechas pueden ser sustituidos con prácticas de adición de fertilizantes, mediante el uso de abonos orgánicos o dosis de minerales naturales.

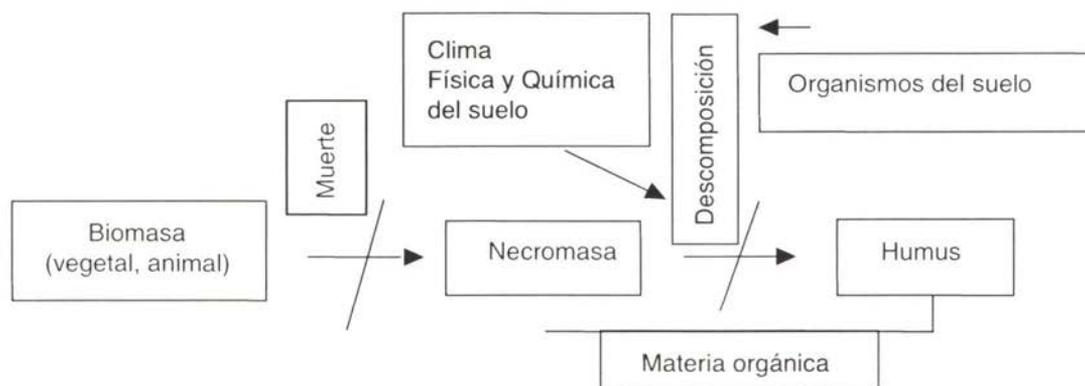


Figura 6.12. Génesis simplificada del humus (Adaptado de Gómez, J., 2000)

Al hacer uso de este tipo de prácticas es necesario tener en cuenta los siguientes criterios:

- Suministrar alimento de manera permanente para mantener y reproducir los microorganismos del suelo.
- Asegurar el reciclaje de nutrientes desde las capas profundas del suelo sobre la capa superficial.
- Favorecer el establecimiento y reproducción de microorganismos benéficos en los terrenos de siembra.
- Suministrar a las plantas fuentes ricas de nutrientes minerales.
- Alimentar las plantas tanto por vía radicular como por vía foliar.
- Aumentar la fijación biológica del nitrógeno atmosférico y la asociación con hongos micorrizales.

Como la materia orgánica es la fuente de los nutrientes, ayuda a almacenarlos y los protege de la lixiviación por efecto del agua, se constituye en el componente principal para el ciclaje de nutrientes, así como lo son los micro y macroorganismos del suelo; favoreciendo estos procesos es como desde el punto de vista de la agroecología se debe hacer frente a los problemas de disponibilidad de nutrientes en la agricultura. Anexo a este proceso se debe disminuir la entrada de insumos de fuera del predio y hasta donde se pueda, usar nutrientes provenientes de un ciclo interno del predio o de fijación biológica del nitrógeno, para evitar desequilibrios en los procesos biológicos.

Entre las prácticas que se pueden llevar a cabo con el criterio de sostenibilidad para mantener y potencializar la fertilidad de los suelos están:

- Incorporar residuos de cosecha.
- Adicionar altas cantidades de materia orgánica en lotes pobres.
- Usar abonos orgánicos (compostaje)
- Adicionar a los lotes de cultivos las cantidades posibles de humus.
- Cultivo e incorporación de abonos verdes, principalmente leguminosas rastreras o arbustivas.

- Hacer colchones “mulch” en lotes sembrados.
- Introducir árboles, especialmente leguminosos, en los sistemas de cultivo.
- Reproducir cepas de microorganismos benéficos para ser inoculados en lotes cultivables de la finca.
- Reproducción de microorganismos descomponedores de materia orgánica que de manera natural se encuentran en la capa de mulch.
- Inocular terrenos con micorrizas.
- Utilización de fuentes primarias para el suministro de minerales, especialmente fósforo, potasio y micronutrientes: roca fosfórica, caliza, dolomita, basalto.
- Uso de biofertilizantes foliares como el caldo supercuatro, biofertilizantes anaeróbicos (estiércol bovino a fermentación).

De los cuales se detallarán:

a) Residuos vegetales

Las hojas, raíces y otros componentes de las plantas mejoran la estructura del suelo al proveer a éste de materia orgánica. A medida que estos materiales se descomponen se liberan nutrientes cuya cantidad varía mucho, dependiendo del tipo de planta, temperatura, precipitación y de si son incorporados al suelo o no.

El suelo cubierto de residuos vegetales infiltra todas las lluvias y permite que el aire y la humedad faciliten a las bacterias, hongos y otros microorganismos la descomposición de los residuos (mulch) en humus o materia orgánica. Ella es la fertilidad básica del suelo. Tienen macro y micronutrientes básicos para la raíz.

En suelos ácidos conviene agregar cal apagada y fósforo (fosfato de calcio). En suelos alcalinos se recomienda la aplicación de sulfato de amonio. También se recomienda aplicar estimulantes de microflora y microfauna como suero o leche diluida, melaza o estiércol fresco con agua. No se debe enterrar la hojarasca o residuos vegetales, pues se absorbe agua y seca el suelo y las bacterias quedan sin oxígeno y empobrecen el suelo de nitrógeno.

b) Abonos verdes

El concepto de **abono verde** hace referencia a los cultivos de corto período vegetativo, generalmente leguminosas, que se incorporan en un estado de poca

lignificación, contrario a lo que ocurre con las coberturas vivas que llegan a procesos de lignificación, cuya utilización e importancia ya se mencionaron anteriormente.

Los efectos principales de los abonos verdes son: abastecimiento de materia orgánica al suelo; constituyen la sustancia orgánica para el suelo y las plantas; enriquecen el suelo con nutrientes y oligoelementos disponibles; mejoran la estructura del suelo; aumentan la actividad biológica; reducen el lavado de nutrientes; suprimen la mala hierba; se pueden utilizar como forraje.

c) Desechos animales

Los desechos animales, tales como el estiércol, son fuente de materias orgánicas que pueden descomponerse proveyendo de nutrientes al suelo. El estiércol se ha usado durante siglos como fertilizante debido a su utilidad ya que no provoca alteraciones en el medio ambiente, si no se usa en cantidades excesivas.

El contenido nutritivo del estiércol depende del animal, el tipo de alimento dado y la cantidad de agua consumida por éste. Organismos patógenos que afectan a los humanos pueden ser transportados en el excremento del animal, por lo cual se debe utilizar estiércol de animales sanos.

Una forma de eliminar las bacterias patógenas es emplear el sistema conocido como compostaje aeróbico. El procedimiento consiste en hacer una pila donde se intercalan capas de diferentes materiales (vegetales – estiércol – vegetales) a los cuales se les agrega agua hasta completar una altura de un metro y luego cubrirla con suelo.

d) Abonos orgánicos

Se denominan así los abonos que provienen de fuentes orgánicas (residuos vegetales, animales). Reportan grandes beneficios sobre la nutrición de las plantas, ocasionados directamente por la mejora de las propiedades físicas del suelo, lo que conduce a una mejor retención de agua y nutrientes. También se ha comprobado que estos abonos les confieren ventajas a los cultivos frente a los insectos-plaga.

Se obtienen mediante el proceso de compostaje, que consiste en habilitar ciertos elementos denominados en los sistemas agrícolas e industriales como “desperdicios”; en realidad la técnica intenta imitar el proceso que ocurre en la naturaleza para la regeneración de suelo, mediante la descomposición de materia orgánica en condiciones controladas.

Generalmente se utilizan tres tipos de residuos para compostaje: residuos de cosecha; desperdicios domésticos e industriales y estiércoles de animales. Para la elaboración se pueden hacer mezclas de los tres con tierra, principalmente para la formación de complejos nutritivos más estables.

Existen varios tipos de compost:

- **Aeróbicos:** Cuando el proceso se desarrolla en presencia de oxígeno, fomentando el crecimiento de microorganismos que descomponen la materia orgánica y sintetizan nuevos compuestos orgánicos.
- **Anaeróbicos:** El grupo de microorganismos mediante el proceso de fermentación (ausencia de oxígeno) digiere la materia orgánica.
- **Vermicompost:** Proceso realizado por lombrices que digieren la materia orgánica; el producto de su digestión se llama humus de lombriz y tiene altas cualidades para mejorar los suelos y el crecimiento de las plantas.

Los compost aeróbicos son los más empleados para obtener abonos de uso en la agricultura.

e) Biofertilizantes

Se refiere a la aplicación de hongos y bacterias benéficos al edafón del suelo, los cuales pueden producirse en laboratorios a bajo costo y después multiplicarse en bancos en el campo. Las más conocidas son las bacterias del género *rhizobium*, que se puede inocular especialmente a las leguminosas con el fin de aumentar o capturar nitrógeno del aire. Las micorrizas favorecen la captura del fósforo y otros nutrientes en la mayoría de las plantas cultivadas.

Fertilizantes inorgánicos o de síntesis química

Los fertilizantes inorgánicos son productos químicos con poca o ninguna materia orgánica. Los fertilizantes químicos proveen nutrientes disponibles inmediatamente después de la aplicación en cantidades y proporciones que se controlan con mayor facilidad.

Algunos suelos tropicales (suelos sueltos y arenosos) no retienen por mucho tiempo los fertilizantes químicos, especialmente en épocas de lluvias intensas, de allí la necesidad de integrar en algunos casos la fertilización química y orgánica. Los fertilizantes

químicos son eficientes para la mayoría de los cultivos, pero sus residuos a largo plazo pueden contaminar las aguas subterráneas y en algunos casos su uso masivo disminuye las poblaciones de microorganismos del suelo.

El tipo o clase de fertilizante debe escogerse de acuerdo con análisis de suelos y debe aplicarse en el momento correcto. Por ejemplo el nitrógeno, que se mueve rápidamente a través del suelo, debe aplicarse justo antes o durante el inicio del cultivo. Los fertilizantes a base de fósforo y potasio pueden aplicarse durante el ciclo del cultivo.

La decisión de aplicar o no fertilizantes químicos depende de varios factores como el costo, la disponibilidad en la región, suelos con problemas de fertilidad o erosión severa, la falta de abonos orgánicos en la finca o de mano de obra.

6.3 Uso y manejo conservacionista del agua

6.3.1 El ciclo del agua en la naturaleza y el balance hídrico

El agua es el recurso dador de vida que cubre cerca del 71 % de la superficie de la Tierra. Este preciado recurso ayuda a mantener el clima, diluye los contaminantes y es esencial para toda forma de vida.

La cantidad de agua dulce en la Tierra, relativamente pequeña, se recicla y purifica de manera constante en el ciclo hidrológico (**Figura 6.13**).

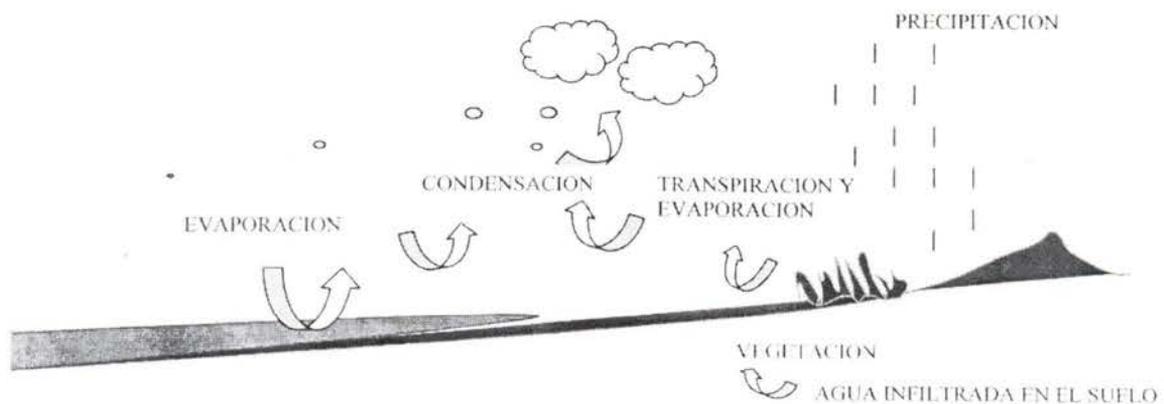


Figura 6.13. El ciclo del agua.

Las rutas principales del movimiento del agua en este ciclo son la evaporación y la transpiración; la mayor cantidad de agua evaporada proviene de los mares. La transpiración es la difusión del agua a través de membranas de los tejidos de los seres vivos; esta agua se integra a la atmósfera en forma de vapor. Este proceso es de gran importancia para las plantas, ya que la relación entre fotosíntesis y transpiración es un fenómeno fisiológico vital.

El agua dulce es un recurso clave para la agricultura, la industria, el transporte y muchas otras actividades humanas. Los procesos de reciclaje y purificación naturales se efectúan y proporcionan abundante agua dulce en tanto no contaminemos el agua con mayor rapidez de la que se reemplaza, la sobrecarguemos con desechos de degradación lenta y no la extraigamos de mantos subterráneos de lenta renovación. Desafortunadamente se ha venido perturbando este ciclo con inadecuadas prácticas agrícolas en las labores de riego y fertilización edáfica.

6.3.2 Balance hídrico en los sistemas de cultivo

El balance de agua o cantidad disponible de ésta para un sistema agrícola, refleja los factores que afectan las fuentes (suelo, reservorios, ríos, quebradas) en un período dado.

La cantidad de agua que puede ser utilizada por la zona de raíces de los cultivos, puede calcularse balanceando lo siguiente:

- Lo que queda del agua lluvia después de que escurre (agua que se mueve por la superficie del suelo hacia una corriente).
- Percolación debajo de la zona de raíces (agua subterránea)
- Evaporación desde el suelo.
- Transpiración (humedad liberada por el cultivo)

Del balance entre los eventos mencionados de pérdida de agua del suelo y la precipitación se determina inicialmente la cantidad de agua disponible para el crecimiento de los cultivos.

Desde el punto de vista de la conservación de agua, el suelo debe manejarse de forma que los contenidos de humedad sean máximos al momento de la siembra, y aunque la precipitación no puede manejarse, unas prácticas adecuadas permiten apro-

vecharla al máximo mediante la reducción de las pérdidas por evaporación, escorrentía superficial y drenaje.

6.3.3 Importancia del riego en la agricultura

El manejo del recurso agua en la agricultura busca asegurar el uso adecuado del agua disponible durante las épocas críticas del desarrollo de los cultivos. En muchas áreas agrícolas el problema principal es el abastecimiento de agua; en respuesta a ello el hombre se ideó la agricultura de riego, aunque el uso de sistemas de cultivo que conservan el agua y de cultivos tolerantes a la sequía es otra manera de hacer frente a esta problemática.

Antes de tomar la decisión de hacer uso del riego, es importante saber la cantidad y el período de las precipitaciones que se pueden esperar durante el ciclo del cultivo y qué tan rápido desaparecerá el agua. Muchas veces, aunque la precipitación parezca ser apropiada, su distribución mensual debe considerarse en relación con la evapotranspiración potencial.

Para el manejo adecuado del agua de riego, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aprovechar los períodos lluviosos del año para la máxima captación de aguas de reserva.
- Suministro parcial de agua en periodos de prolongada sequía mediante mecanismos de uso eficiente.
- Evitar al máximo pérdidas por evapotranspiración.
- Mantener los terrenos en su capacidad de campo, evitando excesos hídricos.

6.3.4 Recomendaciones para mejorar la eficiencia del riego

Existen diferentes prácticas para reducir la cantidad de agua empleada para riego o para conservar el agua. Estos métodos de manejo pueden ser usados para aminorar la pérdida de agua debida al escurrimiento, evaporación, percolación profunda, riego y agua almacenada en el suelo.

Entre las prácticas que permiten una mayor eficiencia del agua en los sistemas agrícolas están:

- Determinar calendarios de siembras en concordancia con los periodos lluviosos.
- Excavación de reservorios de agua aprovechando relieves bajos y trazando zanjas de desagüe que confluyan en ellos.
- Excavación de pozos profundos para el aprovechamiento de aguas subterráneas con equipos de energía eólica.
- Coberturas vivas de crecimiento rastrero que tapicen los suelos.
- Realizar riegos superficiales y frecuentes o profundos y escasos de acuerdo con el sistema radicular del cultivo.
- Uso de sistemas de riego por goteo con aguas reservadas en tanques altos.
- Uso de recipientes incrustados en las camas de cultivo que liberen agua en forma lenta.
- Establecimiento de cultivos multiestrato que permitan sombreamiento.
- Adición de altas cantidades de materia orgánica a los suelos.
- Zanjas de infiltración.
- Riego por goteo.
- Mulch, labranza mínima, mejor contenido de materia orgánica en el suelo, manejo de la cobertura del suelo, uso de barreras rompevientos, cosecha de agua, aplicación de cantidades requeridas de agua de acuerdo con las necesidades del cultivo y contenido de humedad del suelo, reducción de pérdidas por evapotranspiración.

6.4 Manejo de recursos productivos

6.4.1 Diversificación

6.4.1.1 Sistemas de cultivos

El término sistema de cultivo se utiliza para describir las actividades agrícolas dentro de un cultivo realizadas al interior de un predio, que hace parte de un sistema agrícola. Se trata de sistemas abiertos que reciben insumos del exterior, dando como resultado productos que pueden ingresar en sistemas externos (**Figura 6.14**).

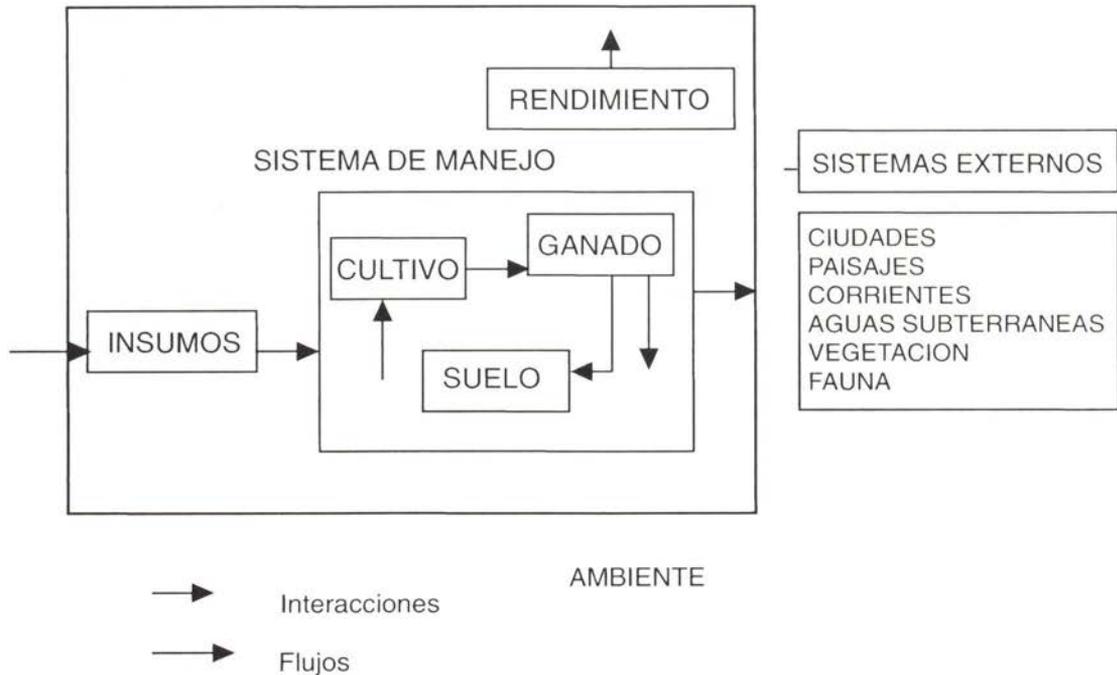


Figura 6.14. Estructura de un sistema agrícola y su relación con los sistemas externos (Adaptado de Altieri, 1995).

Los sistemas agrícolas tienen como base para su accionar una estructura definida por la ecología agrícola como agroecosistema; se denomina así porque es un ecosistema artificial ocasionado por la intervención del hombre. Mediante esta artificialización se busca una mayor producción neta comparado con un ecosistema natural.

Según Altieri (1996) estos son algunos de los principios básicos relacionados con la estructura y función de los agroecosistemas:

1. Es una unidad ecológica principal, que contiene componentes abióticos y bióticos, por medio de los cuales se procesan los nutrientes y el flujo de energía.
2. La función se relaciona con el flujo de energía y con el ciclaje de los materiales a través de los componentes estructurales del ecosistema, el cual se modifica mediante el manejo del nivel de insumos.

3. La cantidad total de energía que fluye a través de un agroecosistema depende de la cantidad fijada por las plantas o productores y los insumos provistos mediante su administración.
4. La cantidad, distribución y composición de la biomasa varían con el tipo de organismo, el ambiente físico, el estado de desarrollo del ecosistema y de las actividades humanas. Una gran proporción del componente orgánico en el ecosistema está formado por materia orgánica muerta.
5. Los agroecosistemas tienden hacia la maduración de formas menos complejas a estados más complejos. Este cambio es inhibido en la agricultura moderna al mantener monocultivos caracterizados por la baja diversidad y la baja maduración.
6. La principal unidad funcional del agroecosistema es la población del cultivo, aunque la biodiversidad asociada también juega un rol funcional.
7. Un nicho dentro del ecosistema dado no puede ser ocupado simultánea e indefinidamente por una población autosuficiente de más de una especie.
8. Cuando una población alcanza los límites impuestos por el ecosistema, su número debe estabilizarse o debe declinar debido a enfermedades, depredación, competencia, poca reproducción.
9. Los cambios y fluctuaciones en el ambiente representan presiones selectivas sobre la población.
10. La diversidad de especies está relacionada con el ambiente físico.
11. En situaciones de cultivos que están aislados, las tasas de migración tienden a equilibrar las tasas de extinción.

Cada región tiene una configuración única de paisaje que es el resultado de las variaciones locales en el clima, suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia.

Así como los agroecosistemas varían, los sistemas agrícolas también cambian, influenciados por la población itinerante, la disponibilidad de recursos, la degradación ambiental, el crecimiento económico, el cambio político, etc.

Con esta visión, se puede deducir que los sistemas agrícolas comprenden un conjunto de actividades complejas influenciadas por multitud de factores; es así como el

desarrollo de la economía mundial durante muchas décadas fomentó los sistemas agrícolas especializados en sectores poblacionales que tenían fácil acceso al capital, promocionando el uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades, herbicidas, maquinaria, riegos excesivos, semillas costosas y los sistemas de monocultivo; pero este tipo de sistemas tiene mayor probabilidad de desestabilizarse debido a que una sola especie representa una alta proporción del número total de plantas del lugar. Con estos sistemas ha ocurrido que, a pesar de sus altas producciones originales, su funcionamiento depende de la continua intervención humana mediante la adición de infinidad de productos y manejos, lo que ha ocasionado problemas para su sostenibilidad.

Existen sin embargo, otros sistemas agrícolas alternativos que integran los sistemas tradicionales con los modernos, incluyendo el concepto de biodiversidad con el fin de disminuir el impacto sobre los recursos naturales y el uso excesivo de insumos externos. Veamos algunos de ellos:

6.4.1.1.1 Sistemas agroforestales

Cuando se piensa la producción teniendo como referente el manejo racional de los recursos de la biodiversidad, oferta edáfica y medio ambiental presentes en una región determinada, surgen como alternativas la agroforestería y los sistemas agroforestales.

Según la FAO (Food Agriculture Organization), “Agroforestería es un sistema de manejo sostenido de la tierra, que incrementa el rendimiento de ésta, combina la producción de cultivos y plantas forestales y/o animales, simultáneamente o consecutivamente, en la misma unidad de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local”.

También se considera como una técnica que combina los principios de la agricultura, ganadería y la silvicultura, para aumentar la productividad de las tierras conservando los suelos, las aguas y la vegetación.

Pero es necesario precisar que los términos agroforestería y sistemas agroforestales son diferentes. **Agroforestería** es la disciplina que estudia y desarrolla los sistemas agroforestales, y los **sistemas agroforestales** son una serie de técnicas tradicionales de manejo de la tierra que combinan componentes agrícolas, pecuarios y forestales, en forma simultánea y secuencial (Rubiano, J., 2000).

Un sistema agroforestal es un sistema agropecuario, como tal sus componentes son árboles, cultivos o animales y en él distinguimos límites, componentes, ingresos y egresos, interacciones, relaciones de jerarquía y dinámica.

Como ejemplo de sistema agroforestal tradicional está el cultivo de café bajo sombra de árboles como el guamo o el nogal; donde los componentes son el café y los árboles que se encuentran dentro de los límites de la finca.

Las entradas incluyen agua, energía solar, insumos y mano de obra. Las salidas incluyen las cosechas de café, la leña y madera resultantes de la poda de los árboles y de los cafetos. Son interacciones de reciclaje de nutrientes, la descomposición e incorporación de la hojarasca de los árboles al suelo. La dinámica del sistema podría incluir cambios como densidad de árboles, tipo de cultivos asociados, fertilidad de los suelos, podas.

Entre las interacciones que pueden presentarse en los sistemas agroforestales están las de tipo complementario (sinérgicas), las neutras y las competitivas (antagónicas). (Ver Cuadro 6.1). La relación neutra implica que no hay ningún tipo de efecto en el sistema, como lo indica su nombre.

CUADRO 6.1

Interacciones

Complementarias	Competitivas
Simbióticas	Parasitismo
Reciclaje de nutrientes	Comensalismo
Sombrío	Alelopatías
Protección contra vientos	Competencias por luz
Protección contra heladas	Competencias por agua
Protección contra plagas	Competencia por suelo
Protección contra ganado	Competencia por nutrientes
Regulación de aguas	Competencia por espacio aéreo
Conservación de suelos	

Tomado de Sistemas Agroforestales II (Rubiano,2000).

La inclusión de los árboles en los sistemas agrícolas se debe a las virtudes y efectos que brindan dentro de ellos (**Figura 6.15**); sus frondosas copas influyen en la radiación solar, la precipitación y el movimiento del aire, mientras que sus extensos sistemas radiculares llenan grandes volúmenes del suelo, alterando la absorción de agua y de nutrientes; contribuyen a la redistribución de estos últimos con desechos de hojas, al igual que con el movimiento disturbador de las raíces y sus posibles asociaciones con hongos y bacterias.

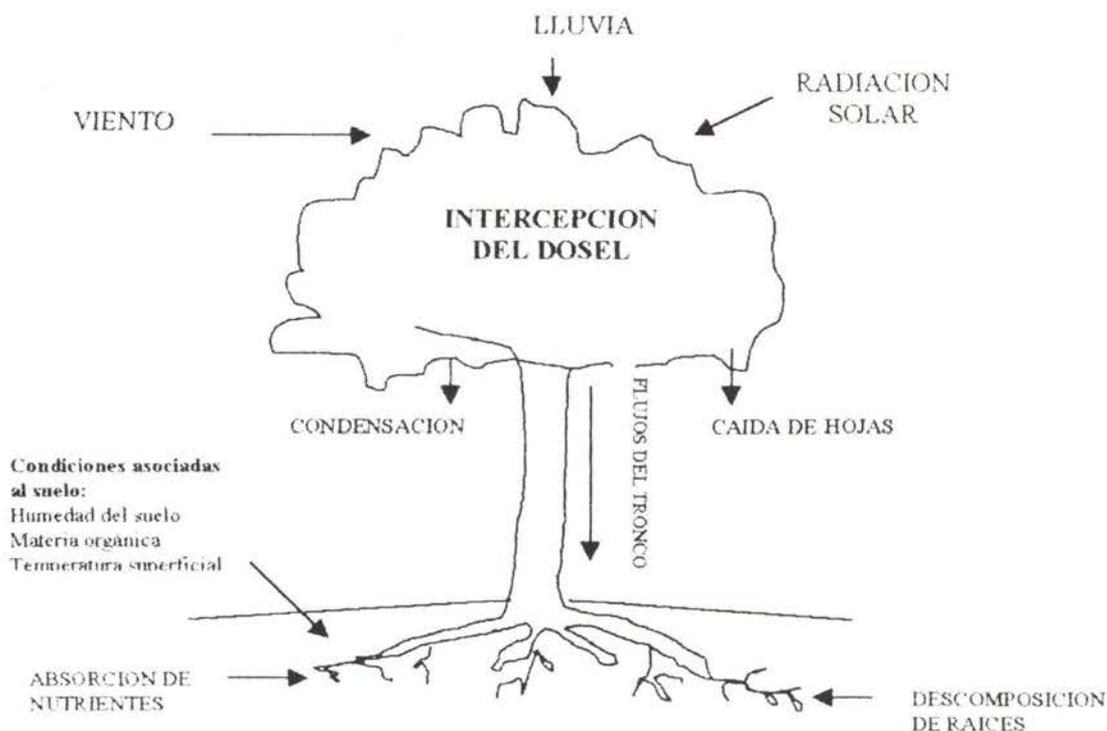


Figura 6.15. Influencia de los árboles en el ecosistema (Adaptado de Farrel, 1984)

Los árboles pueden mejorar la productividad de un agroecosistema debido a su influencia en las características del suelo, microclima, hidrología y otros componentes biológicos asociados.

Con base en consideraciones sobre la utilidad de los árboles, los diversos tipos de sistemas agroforestales buscan cumplir los siguientes objetivos:

- Aumentar la productividad vegetal y animal.
- Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra.
- Asegurar la sostenibilidad de la explotación.
- Conservar o propiciar un microclima.
- Diversificar la producción de alimentos.
- Integrar la producción forestal con la producción agropecuaria.
- Disminuir los riesgos del agricultor.
- Mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos.
- Regular la escorrentía del agua y minimizar la pérdida de suelo.
- Combinar mejor la experiencia tradicional con los conocimientos modernos.
- Producir leña, madera y otros materiales diversos que sirvan para la subsistencia del agricultor, el uso industrial o la exportación.

La integración del árbol a los sistemas agropecuarios conlleva a seleccionar especies en función de las necesidades y requerimientos. Para la selección de las especies a integrar no existen recomendaciones rígidas pero es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Utilidad: alimento, forraje, leña, abono verde, fijación biológica de nitrógeno, medicina, multipropósito, miel, refugio de insectos controladores, protección del suelo.
- Rusticidad: resistencia a la sequía, exceso de humedad, pH extremo (acidez o alcalinidad), pedregosidad, compactación.
- Velocidad de crecimiento: rápido, medianamente rápido, lento.
- Tipo y forma de crecimiento: árbol, arbusto, coposo, erecto.
- Facilidad de asociación: buena, regular, mala.
- Calidad de la madera: para árboles maderables, leña.
- Forma de la raíz: superficial o profunda (preferible de enraizamiento profundo).
- Efectos alelopáticos: no deben presentarlos.

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras, pero los principales criterios en los que coinciden la mayoría de autores están relacionados con aspectos estructurales, funcionales, socioeconómicos, agroecológicos y temporales.

Una clasificación en la que se toman en cuenta aspectos estructurales y funcionales como base para agrupar los sistemas por categorías es recomendable (Nair, 1985, citado por Rubiano, 2000) y las categorías son:

Sistemas agrosilvícolas (combinaciones de árboles con cultivos)

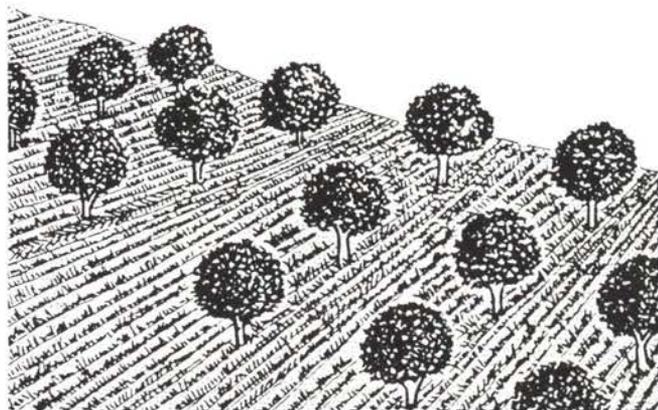


Figura 6.16. Sistema agrosilvícola (Fuente: Kolmans y Vásquez, 1996)

Silvopastoriles (árboles con ganadería)



Figura 6.17. Sistema silvopastoril (Fuente: Kolmans y Vásquez, 1996)

Agrosilvopastoriles (árboles con cultivos y ganadería).

Estas categorías a su vez se subdividen según los siguientes criterios:

- Arreglo espacial (sistemas mixtos densos, sistemas en franjas).
- Arreglo temporal (sistemas secuenciales, simultáneos, interpolados).
- Funciones de los componentes (leña, forraje, cercas vivas, conservación de suelos).
- Zonas agroecológicas donde se practican (sistemas agroforestales para zonas de altura, para zonas de altura media, para zonas semiáridas, para zonas húmedas tropicales).
- Aspectos socioeconómicos (sistemas para altos y bajos insumos, etc.).

En la conformación de los sistemas agroforestales, ya sea en hileras, franjas, barreras o cualquier otro ordenamiento, lo principal es que las especies estén multiestratificadas y asociadas considerando su compatibilidad y productividad. Las combinaciones de especies arbóreas multipropósito, maderables, frutales, arbustos, diversas leguminosas, así como gramíneas para pasto, aseguran una producción diversificada y estable.

El arreglo de cada sistema agroforestal va a depender de las condiciones locales como clima, topografía, requerimientos propios y de mercado.

A continuación se describen algunos ejemplos de sistemas agroforestales.

Sistemas agroforestales secuenciales: son aquellos en los que existe una relación cronológica entre las cosecha anuales y los productos arbóreos, es decir que los cultivos y las plantaciones se suceden en el tiempo.

SISTEMA AGROFORESTAL SECUENCIAL



Figura 6.18. Sistema agroforestal secuencial: cultivo con manejo de barbecho.(Fuente: Rubiano, 2000)

- Sistemas agroforestales simultáneos, que consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales de uso múltiple, y/o ganadería; también incluyen sistemas agrosilvopastoriles y huertas caseras mixtas.
- Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos: Consisten en hileras de árboles que pueden delimitar una propiedad o servir de protección para otros componentes u otros sistemas; se los puede considerar como **sistemas complementarios** de los nombrados anteriormente.

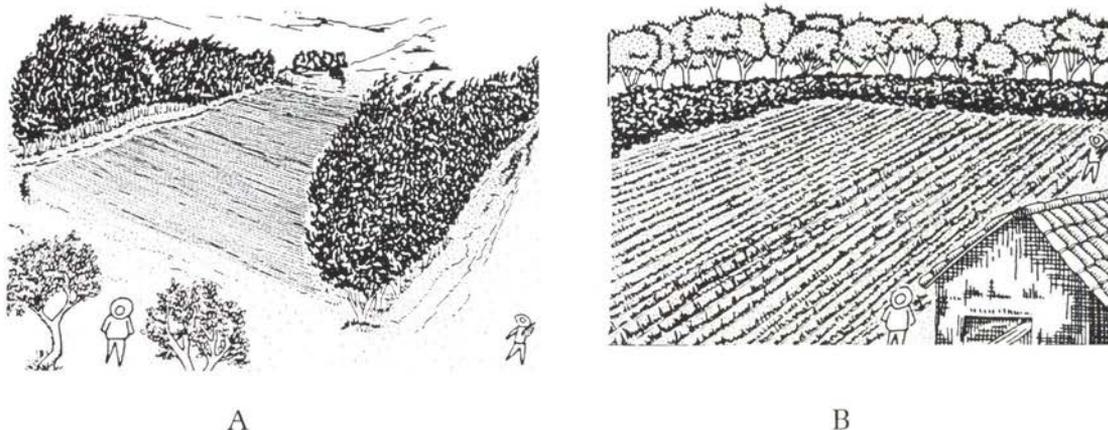


Figura 6.19. Uso de cercas vivas (A) y barreras cortavientos (B). (Fuente: Kolmans y Vásquez, 1996)

- Sistemas agroforestales en barreras para formación lenta de terrazas: Aquí las especies arbóreas están multiestratificadas y asociadas considerando su compatibilidad y productividad; el objetivo es contribuir a formar terrazas a través del tiempo que permitan crear condiciones favorables para los cultivos anuales a la vez que se controla la erosión del suelo.

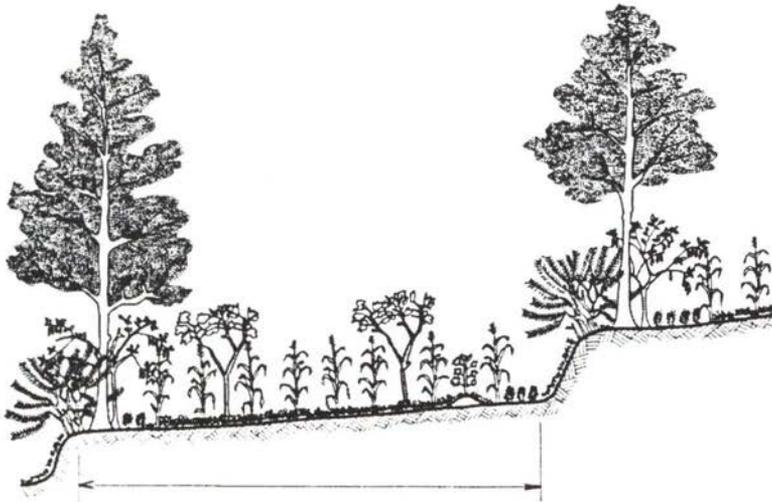


Figura 6.20. Sistema agroforestal en barreras para formación lenta de terrazas a través del tiempo, en asocio con cultivos temporales y permanentes.

Las ventajas que los sistemas agroforestales tienen en relación con otros sistemas de producción agropecuaria se pueden resumir en tres:

- Conservación y manejo del suelo.
- Mejoramiento del microclima en áreas de producción o de vivienda.
- Diversificación de productos.

Estas prácticas permiten la generación de empleo y la provisión de productos básicos para las poblaciones campesinas, pudiendo de esta manera estabilizarse las situaciones de conflicto con la tenencia de la tierra y la necesidad de buscar la subsistencia alimenticia en los bosques naturales remanentes, con la consecuente pérdida de los recursos naturales.

6.4.1.1.2 Sistemas de policultivos

Los policultivos son sistemas tradicionales usados por los campesinos durante muchas décadas, que incluyen mezclas de cultivos en sus campos en vez de una sola

especie. Esta metodología era desconocida y algunas veces ignorada por los investigadores agrícolas.

Existe una enorme variedad de policultivos, fiel reflejo de la gran gama de cultivos y de prácticas de manejo que los agricultores han empleado durante muchos años para satisfacer sus necesidades alimenticias, de fibras, medicinas, combustible, forraje y dinero. Los policultivos pueden comprender mezclas o asociaciones de cultivos anuales con otros también anuales y especies perennes con especies anuales o con especies perennes. Es así como, por ejemplo, se pueden cultivar cereales en asociación con leguminosas, o tubérculos con árboles frutales.

El sistema de siembra también es muy diverso, desde mezclas simples de dos cultivos en hileras alternas, hasta conjuntos o asociaciones complejas de una docena o más de especies entremezcladas. Sus componentes pueden ser sembrados en fechas diferentes o en la misma fecha. La cosecha puede ser simultánea o escalonada.

Los policultivos han existido durante mucho tiempo como parte del paisaje y quehacer agrícola en por lo menos el 80% del área cultivada en África; algo muy similar ocurre en los trópicos latinoamericanos. A pesar de que en ellos los policultivos predominan donde los predios son pequeños y los agricultores no tienen los suficientes recursos para comprar insumos, el uso de los mismos no se restringe a este tipo de predios; es así como en zonas templadas se incluye la siembra de forraje o leguminosas como abono verde sobre un cultivo de cereales o de leguminosas de grano.

Una de las principales razones por las que se adopta este sistema entre los agricultores está relacionada con que se puede cosechar una mayor producción por unidad de superficie que en las áreas dedicadas a monocultivo.

Algunos autores mencionan que entre los componentes de los policultivos ocurre una especie de compensación en los rendimientos de modo que la pérdida de uno de ellos debido a la sequía, plagas u otros factores adversos puede quedar compensada con el incremento en el rendimiento del otro componente, aunque todavía se requiere de más investigaciones para poder generalizar esta característica para todos los policultivos.

En lo que respecta al uso de los recursos se puede decir con propiedad que las ventajas en el rendimiento con este sistema son muy superiores a lo que ocurre en un

monocultivo, debido a una mayor eficiencia en el uso de los recursos disponibles de luz, agua y nutrientes.

Además existen otras ventajas con respecto al control de plagas, enfermedades y malezas, demostrándose con varios estudios que en la mayoría de los casos los efectos que estos factores producen en el rendimiento de los policultivos son mínimos y que su manejo es más fácil con este sistema.

El hecho de utilizar los policultivos en la agricultura no resuelve los problemas de producción y protección del cultivo, pero es una alternativa que ofrece a los agricultores la disminución del uso de insumos externos, reduce la exposición a productos tóxicos para el control de enfermedades y plagas, disminuye los gastos y protege los recursos naturales indispensables para la sostenibilidad agrícola.

6.4.1.2 Producción animal

La domesticación de plantas y animales marca una diferencia significativa en la vida del hombre, ya que la interdependencia creada es una expresión de un proceso de evolución; en la actualidad ni el ser humano, ni los cultivos, ni el ganado, pueden crecer asilados ya que por muchos años se han desarrollado de manera paralela.

El desarrollo del hombre es inconcebible sin procesos de domesticación y crianza, actividad que le permite sacar beneficios múltiples como la carne, leche, transporte, abono, huevos, lana, calor, compañía. Pero la introducción masiva de especies domésticas no propias a los ecosistemas naturales locales y el manejo inapropiado, como pastoreo no regulado, quema de pastos fibrosos, pisoteo del suelo, tuvieron gran impacto ecológico en zonas muy vulnerables de los trópicos. Igualmente la falta de integración entre los sistemas de producción pecuaria y los sistemas agrícolas, trajo como consecuencia la utilización de tierras aptas para la agricultura usadas en pastoreo o zonas de vocación forestal usadas en pastoreo.

En América Latina Kolmans y Vásquez (1996) mencionan que dos millones de hectáreas de bosque primario desaparecen cada año y son reemplazados en principio por cultivos temporales y después por ganadería extensiva. Son muchas las pérdidas de suelo por erosión producto de actividades pecuarias realizadas sin criterio.

Los sistemas pecuarios manejados óptimamente permiten el aprovechamiento de la energía y de la materia orgánica, porque tanto la tracción como los abonos producidos son transferidos a las áreas de praderas y campos de cultivo; este proceso

permite el aprovechamiento de recursos imposibles de asimilar por los humanos, en productos alimenticios aptos para su consumo (**Figura 6.21**)

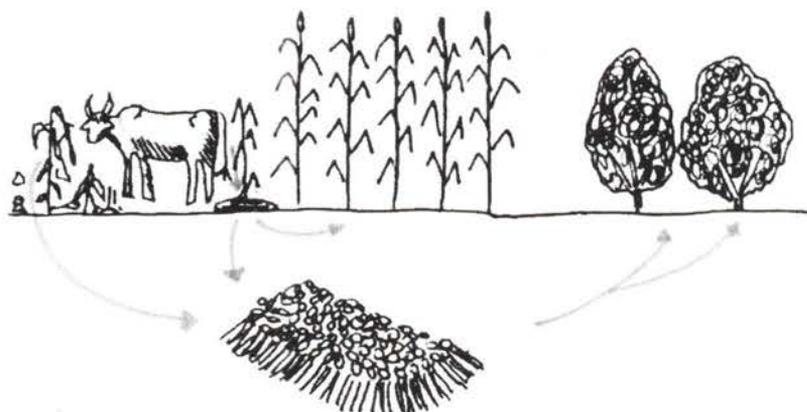


Figura 6.21. Aprovechamiento óptimo de la energía y la materia orgánica en los sistemas pecuarios.

La integración de estos sistemas de producción agrícola hace que los recursos de la finca sean aprovechados al máximo y que los recursos empleados para la alimentación animal no compitan con los recursos necesarios para el hombre.

Dentro de este marco de optimización del uso de los recursos, los animales de crianza tienen múltiples utilidades, entre ellas: recoger sus propios alimentos; facilitar las labores de labranza previas como limpieza del campo de los residuos de cosecha; incorporación de abonos verdes; servir de reserva monetaria para los momentos de bajos ingresos; como fuente de abono orgánico (activador de la biología del suelo) y para el uso apropiado de las zonas marginales (suelos rocosos, muy húmedos, en descanso) del predio.

En los países tropicales, las estrategias para el desarrollo de la producción animal del futuro deben basarse en mayor grado en los sistemas integrados. Para ello es necesario adaptar y desarrollar los sistemas de producción animal y agrícola que sean compatibles, buscando minimizar la compra de insumos químicos, reducir la contaminación y la destrucción de los recursos naturales.

En las últimas décadas se ha creado la necesidad de desarrollar tecnologías ambientalmente sostenibles, que sean económicamente competitivas y atractivas para el productor, buscando de esta manera detener el acelerado ritmo de deforestación y disminuir las extensas áreas de pasturas degradadas, especialmente en zonas de ladera.

Una alternativa que ha surgido es la incorporación de árboles, cultivos, pasturas y animales, en sistemas integrados, cuyo objetivo principal es desarrollar tecnologías que busquen compatibilizar la silvicultura, la agricultura y la ganadería en los sistemas de producción, mejorando el nivel alimenticio y productivo de los componentes, la utilización de los recursos y el desempeño económico y ambiental del sector agropecuario.

Sin embargo, la integración de sistemas agrícolas, forestales y pecuarios también debe prever que durante el proceso biológico de la producción animal (leche y carne) a través de bovinos, se producen desechos gaseosos (CO₂ y CH₄) que pueden ser comparables con las emisiones producidas por los automóviles. Entonces se hace necesario considerar un manejo óptimo de la nutrición, dirigido a la reducción en la producción de CO₂ y CH₄ por los bovinos, para el futuro desarrollo de tecnología pecuaria sostenible.

Con los criterios de sostenibilidad se han venido construyendo una serie de conceptos básicos a considerar para los sistemas pecuarios, entre los cuales se pueden mencionar:

- Integrar la producción pecuaria con la producción agrícola.
- Sistemas de alimentación que usen eficientemente forrajes tropicales que no compitan con fuentes alimentarias humanas.
- La carga animal no debe exceder la capacidad alimenticia de la finca.
- Uso eficiente de los recursos locales para la producción y reproducción animal.
- Aprovechamiento eficiente de subproductos animales, estiércoles, pieles, plumas, huesos, sangre.
- Cría de animales suplementarios para cubrir requerimientos alimenticios de la familia.

Para poner en práctica estos criterios se han diseñado unos procedimientos, entre ellos:

- Alimentación equilibrada: mediante la utilización de alimentos ricos en fibra, energía, proteína, vitaminas y minerales; provenientes de pastos, árboles y arbustos forrajeros cultivados en áreas de la finca destinadas para tal fin. También contemplar la posibilidad de producir heno para los períodos de escasez.
- Diseñar áreas de cultivos donde los animales puedan ocasionalmente aprovechar los subproductos de las cosechas.
- Definir el manejo de las áreas de pastoreo: haciendo pastorear los animales durante tiempos no muy largos; que no tengan pasto muy joven, por posibles intoxicaciones; la altura del pasto después de que coman los animales debe ser del alto de un puño para un fácil rebrote; y por último rotar los lotes de pastoreo.
- Proveer subproductos de la agroindustria a la alimentación animal: suero de queso, salvados de cereales.
- Aprovechamiento de estiércoles mediante la permanente incorporación o cobertura con residuos vegetales y estiércoles al suelo; preparación de compost, etc.
- Zoocría de especies menores (conejos, cuyes, patos, palomas, codornices) que por sus cortos periodos de reproducción proveen de alimento rápidamente a la familia; también se aprovechan todos los espacios disponibles en la finca y se logra un reciclaje más eficiente de los nutrientes.
- Selección de especies y razas de acuerdo con la rusticidad y la adaptación a las condiciones locales, promoviendo la recuperación de las especies nativas.

Si se tienen en cuenta los criterios y las prácticas señalados se pueden lograr diversos beneficios como: la alimentación variada con gramíneas y leguminosas hace que el resultado de esa transformación (excrementos) tenga características nutricionales que ayudan a incrementar la fertilidad de los suelos; al igual que ocurre en las asociaciones de cultivos, la diversificación en la producción animal tiene incidencia directa en la salud y la producción. Es necesario hacer las combinaciones adecuadas para que los resultados sean benéficos; se reducen los problemas de enfermedades de acuerdo con los cuidados proporcionados; la calidad gustativa de los productos es mucho mejor que los de la crianza convencional.

Con lo señalado anteriormente observamos los beneficios que se pueden obtener de la integración del sistema pecuario con los sistemas agrícolas y forestales, además

de la importancia de las interrelaciones que se dan entre los componentes de un sistema agrícola, procesos que son vitales para la conservación de los recursos de las fincas.

6.4.1.2.1 *El componente animal en los sistemas de producción*

Los animales juegan un importante rol en los sistemas agrícolas, al menos por su habilidad para convertir alimentos fibrosos de bajo valor en alimentos de alta calidad para consumo humano.

Por otra parte, los animales también contribuyen significativamente tanto por los desechos que aportan directamente al sistema, como por medio de los residuos de la pradera o de la alimentación que se van incorporando a él a lo largo del tiempo.

Los animales de mayor importancia por la capacidad de digerir fibra, celulosa y hemicelulosa, son los rumiantes y en este sentido no se establece una competencia con el hombre por carbohidratos de reserva, ya que principalmente están consumiendo elementos vegetales de estructura. Como consecuencia de esto, los rumiantes han podido colonizar una amplia gama de ambientes donde se han adaptado, entregando al hombre la posibilidad de explotar ecosistemas marginales desde el punto de vista de su utilización agrícola. En la medida que los ecosistemas han sido modificados en función de las necesidades de producción de alimentos para el hombre, se ha impuesto sobre ellos una simplificación y una separación productiva en que distintas áreas de la agricultura son desarrolladas por diferentes unidades; ganadería, cultivos, fruticultura o producción forestal. En este sentido se ha perdido la sinergia que se desarrolla en los sistemas integrados de producción.

Una buena alternativa de desarrollo en el diseño de sistemas agroecológicos sería la combinación de los sistemas agrícolas y ganaderos, para lo cual es necesario evaluar diferentes sistemas asociativos y compararlos con sistemas productivos independientes.

La innovación que habría que plantear se refiere esencialmente a la integración de áreas de la producción agrícola, que la especialización productiva ha separado.

Además de lo antes mencionado, se debe destacar que al integrar estos sistemas productivos se mejoran las relaciones de intercambio de nutrientes y energía dentro del sistema, favoreciendo la estabilidad del mismo, disminuyendo el requerimiento de insumos y mejorando su sostenibilidad en el tiempo.

En forma general se busca una mejor utilización del recurso suelo y una diversificación y aumento de la producción por unidad de superficie, lo que redundará en una disminución en los costos de producción debido a la mejora en el reciclaje y transferencia de nutrientes y energía.

6.4.1.2.2 Componentes del sistema de producción animal

Los sistemas de agricultura y ganadería forman parte de otros sistemas y son influidos por ellos y por condiciones como el medio ambiente físico, sociocultural y político institucional. Vanegas R. (1997) considera cómo el ambiente físico (humedad, temperatura y luz solar) al igual que los insumos externos como las enmiendas, fertilizantes, semillas y concentrados influyen sobre un complejo formado por tres componentes del sistema suelo-planta-animal. Según las condiciones agroecológicas de la zona existirá un potencial productivo para praderas y cultivos, produciendo un volumen de forraje con ciertas características desde el punto de vista de la concentración calórica y proteica, el cual será utilizado con distintas eficiencias (K) por rumiantes y monogástricos obteniéndose por una parte productos como fibra, leche, carne, huevos, así como la posibilidad de utilizar tracción animal.

Por otra parte existe una cierta ineficiencia del sistema expresada como calor y desechos, producto del nivel de indigestibilidad de la dieta y de la excreción de metabolitos endógenos del animal, resultado del mantenimiento de tejidos y mucosas (nitrógeno endógeno urinario, nitrógeno metabólico fecal).

Los desechos vegetales como rastrojos y residuos de pastoreo constituyen la “ineficiencia del sistema de cultivos y praderas”, en el sentido de que hay una proporción de su masa vegetal que no es consumible ni digerible por los animales. Sin embargo, es utilizable en procesos de fermentación aeróbica a través de la mezcla de los desechos animales y vegetales para la obtención de abonos orgánicos, elemento que restituye la fertilidad, además del aporte directo de orina y estiércol al sistema durante el pastoreo.

6.4.2 Manejo de malezas

El surgimiento de las “malas hierbas” es una autodefensa de la naturaleza y tiene por objeto compensar los desequilibrios en el suelo y hacerlo reverdecer. Se puede deducir, entonces, que cuanto mejor sea el equilibrio en el suelo y la diversidad en los cultivos, menor será el problema de las malas hierbas.

Otra forma de compensación de la naturaleza es la formación de resistencia de las malezas a los productos químicos aplicados para su control.

6.4.2.1 Control de malezas o arvenses

La función principal del control de malezas está relacionada con:

- Mantener una gran diversidad de plantas herbáceas que aseguren el equilibrio de insectos, la generación de biomasa vegetal en los agroecosistemas y la permanente protección del suelo.
- Impedir la competencia de otras plantas diferentes a las cultivadas en épocas críticas para el cultivo como lo es la plantación joven.

Para tomar una decisión oportuna y eficaz en el control de plantas indeseables es necesario establecer el período crítico de competencia como un elemento básico de apoyo. Vidal (1998) considera que este conocimiento es primordial para realizar un control racional de la vegetación acompañante que redundará en un menor costo en mano de obra para desyerbas, además de protección del suelo contra erosión, mantenimiento del nivel de fertilidad del mismo al incorporarlas y evitar pérdidas de nutrientes por lixiviación.

La determinación del período crítico de competencia tiene exigencia de carácter local, dadas las situaciones particulares que se presentan en clima, disponibilidad de factores de crecimiento, cultivo y la variedad, su densidad, especies de arvenses, el vigor de las malezas, sistema de cultivo y control de insectos y enfermedades.

El período crítico se establece con dos metodologías: **umbral biológico**, que consiste en encontrar el número mínimo de días que debe permanecer el cultivo libre de la presencia de plantas nocivas para obtener producciones deseables, y además la época inicial en la que la competencia de las arvenses no afecta el rendimiento; los resultados se obtienen a través de la experimentación en campo. El **umbral económico** se define como la densidad de malezas a partir de la cual empiezan a ser rentables económicamente las medidas de control; y depende del rendimiento potencial del cultivo, precio pagado por éste, costo del control y eficiencia del control de una maleza (Vidal, 1998).

Una vez se establece el período crítico de las arvenses en un sistema de cultivo se puede poner en práctica cualquiera de los siguientes métodos:

Mecánico: Se basa principalmente en extraer las malezas bien sea con la mano o con implementos mecánicos (machete, guadaña). Es el método más antiguo y de bajo costo, además puede usarse cuando es imposible utilizar otros métodos de control. Lo negativo es que es una labor dispendiosa, su empleo depende de las condiciones climáticas, puede causarse daños a los cultivos con los implementos o se destruyen plántulas del cultivo al confundirlas con malezas.

Biológico: Consiste en la introducción deliberada de especies de insectos o patógenos que no se encontraban en la zona y son capaces de atacar determinadas especies de malas hierbas, reduciendo sus poblaciones hasta niveles menos nocivos. Es un método que no ha sido muy aceptado, porque la eventualidad de que el agente biológico se traslade a otro lugar donde la planta no es maleza es muy probable, convirtiéndose en un riesgo para la producción agrícola.

Cultural: Por medio de un conjunto de prácticas se intenta alterar las condiciones de crecimiento de las malezas para reducir sus poblaciones y su poder de competencia con el cultivo. Entre ellas se pueden mencionar:

- Preparación del terreno después de la primera lluvia, dejar emerger las semillas de las malas hierbas y luego incorporarlas al suelo.
- Rotar las especies cultivadas en un mismo terreno.
- Seleccionar especies de cultivos que compitan eficazmente con malas hierbas (ahuyama o batata frente a coquito).
- Usar cultivos altamente competitivos como algunos abonos verdes (leguminosas rastreras de hábito vigoroso).
- Realizar cubrimiento de los terrenos con cascarillas de arroz o maní, aserrín u otro mulch.
- Diseñar policultivos con densidades adecuadas de siembra que permitan un sombreado rápido del terreno.
- Siembra de semillas pregerminadas y/o trasplante de semilleros.
- Eliminar malas hierbas sólo en épocas en que los cultivos son más susceptibles a la competencia, por medios mecánicos o manuales.
- La alelopatía puede convertirse en una estrategia útil en el manejo de malezas.
- Niveles óptimos de fertilización.
- Trasplantes rápidos de plántulas vigorosas para sitios libres de arvenses.

Químico: Consiste en la aplicación de productos de síntesis químicas denominados “herbicidas”, los cuales se clasifican de acuerdo con su comportamiento, acción sobre las plantas, época y forma de aplicación con relación al cultivo, formulación comercial, extensión de aplicación, proceso fisiológico dañado, familias o grupos químicos.

Aunque este último método es el que más auge ha tenido por las ventajas ofrecidas como economía, rapidez de aplicación, acción, seguridad, amplitud y oportunidad de control, es necesario considerar que debe usarse racionalmente para evitar la acumulación de residuos y el perjuicio a organismos benéficos al hombre, a los animales y al cultivo.

El manejo de arvenses requiere de un método integrado que incluye la utilización de diferentes prácticas de control para evitar procesos de tolerancia en las especies que se están controlando.

6.4.3 Manejo integrado de plagas y enfermedades

En los ecosistemas naturales los organismos débiles son atacados por plagas y enfermedades y sólo los más fuertes y resistentes persisten; lo mismo ocurre con las plantas y los cultivos, cuyos agentes seleccionadores están representados por los llamados agentes patógenos: hongos, bacterias, insectos, virus, ácaros, etc. Para estos agentes patógenos existen enemigos naturales denominados “organismos benéficos”, que actúan regulando su población. Esto ocurre en la naturaleza para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas.

Sin embargo en los agroecosistemas, creados por el hombre, el equilibrio muchas veces se rompe con la aplicación de prácticas en los cultivos que interrumpen este proceso natural. Para propiciar el reinicio de este proceso con los criterios de sostenibilidad se debe pensar en soluciones basadas en los siguientes aspectos:

- Mantener alta población de insectos y microorganismos benéficos que garanticen el equilibrio natural entre la microfauna y microorganismos en los agroecosistemas.
- Reducir a niveles de daño no económicamente importante las poblaciones de insectos plaga y microorganismos parásitos de cultivos.
- Introducir al agroecosistema microorganismos e insectos benéficos que aumenten los niveles de control de fitoparásitos por medios biológicos.

6.4.3.1 Estrategias para el manejo de plagas y enfermedades

Dentro de las diversas alternativas que se ofrecen para hacer frente a los problemas fitosanitarios de los cultivos se pueden mencionar:

- Mantener una alta población de hierbas espontáneas en el lote, que actúen como hospederos de organismos benéficos
- Seleccionar y reproducir microorganismos que actúen como parásitos de plagas o enfermedades.
- Uso de productos repelentes de plagas como el fermentado anaeróbico.
- Uso de protectantes de cultivos contra enfermedades fungosas.
- Uso de cebos y trampas.
- Seleccionar variedades con altos grados de resistencia al ataque de plagas y enfermedades.
- Prácticas agronómicas para fomentar el equilibrio natural: cultivos asociados, rotación de cultivos, labranza de conservación, mantenimiento de los niveles de fertilidad de suelos.
- Recolección manual de estados de larvas y pupas.
- Protección de fauna silvestre benéfica como sapos, lagartijas.
- Liberación de insectos benéficos.
- Utilizar dentro y alrededor del cultivo barreras de olor que actúen como repelentes de plagas.
- Eliminación de residuos de cosecha y focos de la enfermedad.
- Tratamiento de las semillas.

Este tipo de prácticas en conjunto con la biodiversidad de los cultivos permiten que el agroecosistema mantenga su equilibrio, de tal manera que pueda hacer frente a cualquier problema relacionado con los agentes patógenos, a diferencia de lo que sucedería en un monocultivo, ya que estos sistemas carecen de recursos para poder responder efectivamente.

Algunas de las más conocidas se detallan a continuación.

a) Rotación de cultivos

Los cultivos se rotan, generalmente, por razones económicas y del manejo de los nutrientes. La rotación también puede usarse como método para controlar insectos, malezas y enfermedades de las plantas. Las rotaciones de los cultivos no hospederos han probado ser efectivas contra los patógenos que habitan en el suelo y algunas plagas como los trozadores del maíz.

b) Establecimiento de policultivos y variedades resistentes

El cultivo intercalado o policultivo también puede controlar la expansión de los insectos plaga y de los organismos patógenos. Al mezclar plantas no susceptibles a una plaga con plantas que suelen hospedarla en el mismo campo se puede reducir considerablemente la expansión de la plaga y de los organismos patógenos en los cultivos susceptibles.

El establecimiento de variedades resistentes a determinadas plagas y al ataque de ciertas enfermedades también favorece el ambiente, porque estas variedades necesitarán menor aplicación de pesticidas.

c) Epoca de siembra

Otra práctica de manejo integrado del cultivo es cambiar las épocas de siembra para evitar el ataque de insectos y enfermedades. Los ciclos de reproducción de los insectos están a menudo sincronizados con el crecimiento de las plantas. Si los cultivos pueden sembrarse unas semanas antes o después de la época normal de siembra, los agricultores pueden evitar la plaga de crecimiento del insecto que causa mayor daño a esos cultivos. Las variedades de maduración temprana pueden así escapar del ataque de los insectos.

d) Eliminación de plantas hospederas

Por medio del seguimiento frecuente (monitoría) de los cultivos se puede identificar la plaga que está reproduciéndose o pasando su ciclo vital en otra especie vegetal. Si el hospedero alternativo es otro cultivo, sería mejor no cultivar ninguna planta de ese cultivo en la misma área. Si ese hospedero es una maleza, es posible controlarla reduciendo así la población de la plaga.

e) Prácticas mecánicas de control

Los métodos culturales y mecánicos resultan también ser eficientes para el control de insectos y malezas. Algunos de los más comunes son los siguientes:

- Control manual de adultos y posturas en pequeñas áreas sembradas.
- Empleo de trampas a base de luz, de pegantes o de formas geométricas que capturen insectos adultos.
- Control de malezas con implementos o láminas de plástico.
- Inundación del campo.
- Empleo de plantas repelentes.

f) Control biológico

También se promueve el uso de biopreparados y otras sustancias, que utilizan bacterias como *Verticillium lecarfii*, *Bacillus thuringiensis*, para el control de insectos y ácaros y el hongo *Paecilomyces lilacinus* para nematodos.

Para el control de las enfermedades se hacen biopreparados con hongos como *Trichoderma harzianum*.

También se hacen caldos, infusiones, macerados a base de hierbas secas o frescas (ejemplo: ortiga, diente de león).

g) Control químico

Se basa en la utilización de productos de origen químico en el manejo de los problemas fitosanitarios en los cultivos. El uso de estos productos no contradice la agricultura ecológica, pero no se deben descuidar los aspectos que permiten el equilibrio ecológico para la regulación natural de plagas y enfermedades.

Los fungicidas cuyos ingredientes activos a base de cobre y azufre controlan los hongos al afectar los conductos germinativos de los mismos, se deben utilizar en casos extremos para no afectar los organismos benéficos. También se usa el permanganato de sodio como aditivo del azufre mojable, y se emplea en semillas y como repelente.

Los insecticidas, aun los obtenidos de algunas plantas, deben ser usados con cautela, pues algunos afectan la fauna benéfica o perturban de alguna manera el equilibrio del agroecosistema.

6.4.4 Manejo de postcosecha y agroindustria

El problema de la contaminación ha llegado en nuestros días a grandes proporciones. Los alimentos, los productos para la salud y los tejidos, nos ponen en contacto con muchas sustancias ajenas a nuestro organismo y en muchos casos, peligrosas. La tecnología ofrece permanentemente en el mercado nuevos productos cuya asimilación o tolerancia no pueden ser completamente garantizadas por los organismos encargados, desbordados por la velocidad de la producción. Sin embargo, es evidente que muchos de ellos son nocivos, pues cada día los científicos nos advierten de haberlo comprobado en productos que en muchos casos llevan largo tiempo en uso. El caso de los alimentos es quizás el más agudo. Las dosis legales de productos artificiales empleados en todas las fases de la producción, elaboración y envasado, se van acumulando en el organismo del consumidor de una forma imprevisible. Los efectos a largo plazo no pueden ser controlados. Ningún especialista pone hoy en duda que la alimentación con base en alimentos con preservativos y colorantes artificiales es fuente de gran parte de las enfermedades degenerativas que nos aquejan. Muchos de los productos artificiales a que nos referimos podrían ser evitados o sustituidos por otros naturales que no contengan sustancias que puedan afectar a largo plazo la salud animal y humana.

Puede decirse que la tecnología de transformación de los alimentos surge cuando aparece el hombre. Desde sus comienzos, y para sobrevivir y desarrollarse, el hombre ha tenido que resolver problemas de alimentación, vivienda y vestido.

Desde el principio de su existencia ha inventado formas diversas para cazar animales, pescar o conservar alimentos. Estas fueron, en realidad, las primeras tecnologías de transformar los alimentos.

La tecnología del ahumado y del secado viene de épocas prehistóricas. Los egipcios, seguidos por los griegos y los romanos, conocían muy bien cómo fermentar uva, miel y cereales para preparar vino, cerveza y pan. En Asia ya se sabía extraer el azúcar de la caña (Sarkara) y hacer fermentar la leche en yogur (Kefir).

En esta sección vamos a presentar lo importante que puede ser para los productores latinoamericanos la transformación y presentación adecuada de sus productos primarios (leche, frutas, grano, etc.), para obtener precios y mercados equitativos y justos con su inversión.

6.5 Tecnologías autóctonas

En la definición etimológica se ha visto que tecnología viene de tekhné y logos, y autóctona de auto y khton. Del griego auto (de sí mismo o por sí mismo) y khton (tierra o región). No hace falta insistir mucho en el hecho de que la tecnología es una de las formas de expresión cultural de una sociedad; tan es así que la historia de las civilizaciones se conoce sobre todo gracias a las técnicas por ellas implantadas. En el terreno de la alimentación, la relación tecnología – cultura es aún más evidente.

Por lo tanto, cuando se habla de valorizar las tecnologías autóctonas se habla de rescatar las tecnologías apropiadas de un país o de una región, o sea, valorizar parte del patrimonio cultural, lo cual no implica juicio alguno sobre el tamaño o la complejidad técnica de los equipos; implica, por el contrario, la capacidad de creación, de control y dominio de los medios técnicos. La crisis de los modelos de desarrollo constituidos más “mirando hacia afuera” que hacia las características propias de las sociedades latinoamericanas, plantea el interés de buscar también “hacia adentro”, conocer nuestras propias fuerzas en lo que concierne a los recursos tecnológicos. Es importante destacar que las tecnologías autóctonas constituyen un elemento esencial en la alimentación de las poblaciones latinoamericanas. Si se toma el ejemplo de la transformación del maíz en México, se comprueba que el consumo de tortillas es estimado en 330 gramos por habitante por día, lo cual representa aproximadamente el 50% de las necesidades calóricas de un 80% de la población.

En el caso de la panela (tapa dulce) en Colombia muestra que su producción para el año dos mil es de 1.200.000 t/año, abastecidas por 250.000 hectáreas sembradas en caña panelera las cuales ocupan 360.000 personas por año. En el caso de mandioca o yuca en Brasil, la conocida farinha, el consumo estimado es de 43 kg por habitante y por año producidos por 73.000 microempresas familiares las cuales ocupan 600.000 personas durante cien días por año. Otros ejemplos de agroempresas familiares en Latinoamérica de gran importancia para su población son el casabe en Santo Domingo y Haití, la papa chuño en Perú, Bolivia y Ecuador, el pulque en México, el tasajo chonque en Argentina y Brasil.

Teniendo en cuenta estos ejemplos, se pueden determinar los siguientes conceptos sobre estas tecnologías autóctonas:

- Los productos transformados por estas micro o famiempresas son la base de la alimentación de millones de personas.

- Se encuentran asociadas a la elaboración de productos arraigados culturalmente en las tradiciones alimenticias de la población.
- Constituyen una fuente de trabajo e ingresos en las zonas rurales.
- Están asociadas a una mejor utilización de los recursos regionales y a la descentralización geográfica de la producción.
- Existe un control de la tecnología. Los equipos son fabricados, en su mayor parte, en el orden local, lo cual implica inducción de otras actividades económicas.

6.5.1 Tecnología moderna

Se considera como tecnología moderna la originada en los países industrializados y que permite más eficiencia y mayor rentabilidad de las empresas. Tanto la tecnología de procesos como la tecnología de equipos están en manos de poderosas empresas, la mayoría transnacionales, que funcionan sobre bases comerciales de alta eficiencia y de alto rendimiento económico; su mercado está orientado a la población de medianos y altos ingresos, en particular al nuevo estilo de vida (comidas rápidas y últimamente comidas dietéticas). Esta tecnología busca incidir sobre los siguientes aspectos:

EFICIENCIA	—→	• Automatización
RENTABILIDAD	—→	• Disminución del costo energético • Disminución de mano de obra
COMPETITIVIDAD	—→	• Productos adecuados al estilo de vida actual. • Buena presentación.
CALIDAD	—→	• Control de calidad de la materia prima y los ingredientes.

En resumen, este tipo de empresas modernas productoras o transformadoras de los principales cultivos alimenticios buscan la producción en grandes cantidades de productos normalizados mediante procesos continuos, mecanizados y automatizados. La necesidad de incrementar el valor agregado genera la aparición de productos cada vez más elaborados, el empleo de preservativos, colorantes químicos y la adición de componentes primarios como proteínas, aminoácidos y vitaminas.

6.5.2 Agroindustria en las economías campesinas

Corresponde a todos los agricultores, técnicos e investigadores interesados en una producción limpia y de bajos insumos, fortalecer y recuperar las tecnologías autóctonas relacionadas con la post cosecha y transformación de alimentos. Estas acciones deben estar encaminadas a la búsqueda de la eficiencia en sus procesos y al mejoramiento de la presentación, con el fin de tener acceso al mercado. Se debe tener prioridad hacia la población local y sus excedentes pueden colocarse en otros países o regiones, resaltando el origen de la producción, la ausencia de insumos químicos y si es posible la certificación de sus productos, con el fin de conquistar nichos de mercado que van en aumento en todo el mundo, relacionados con el consumo de productos orgánicos, biológicos o libres de productos químicos.

Se pueden resumir como criterios básicos para el manejo de agroempresas campesinas los planteados por el Instituto de Tecnologías Intermedias de Londres (ITDG).

CAPITAL: Necesidad pequeña: sea por unidad de trabajo, por unidad de producto o por nivel de inversión.

MANO DE OBRA: Deben generar un máximo de empleos, con un nivel de calificación lo más bajo posible y lo más cercano posible al “saber hacer” adquirido por la artesanía local.

CARACTERISTICAS DE LA MAQUINARIA: Resistente, sencilla, fácil de manejar, con poca necesidad de mantenimiento.

ENERGIA: Economizar al máximo la energía proveniente del petróleo. Utilizar fuentes energéticas como el sol, viento, geotermia e hidráulica.

MATERIA PRIMA: Utilizar y valorar principalmente las materias primas locales. Evitar el uso de insumos químicos.

ESCALA DE INSTALACIONES: Pequeñas unidades de acuerdo con los recursos.

BIENES PRODUCIDOS: Priorizar los alimentos de primera necesidad con el fin de asegurar los requerimientos alimenticios locales.

AMBIENTE: Procurar mantener el equilibrio ecológico, evitar la contaminación y darles uso a los desechos orgánicos y artificiales (reciclaje).

EJERCICIO 6.1

Tecnologías agroambientales

Se van a formar grupos de estudiantes para el análisis y discusión de los siguientes temas:

- Manejo de recursos locales
- Manejo y conservación de suelos
- Manejo de problemas fitosanitarios
- Sistemas de cultivo y crianza
- Beneficio de las cosechas

Cada grupo debe responder las siguientes preguntas:

- Realice un listado de las tecnologías que sobre el tema de estudio se están practicando en su región.
- Cuáles considera ud (s) que son tecnologías autóctonas.
- Cuáles tecnologías están teniendo mayor impacto en la conservación del ambiente.
- Cuáles tecnologías, de acuerdo con lo discutido en esta sección, se podrían implementar en la región.

Consignen sus respuestas en una cartulina.

Al final de este ejercicio se debe realizar una plenaria y presentar a los compañeros los resultados de su discusión. Para el cumplimiento de este propósito se debe nombrar un coordinador y dos relatores, quienes sistematizarán la información y al final de la sesión la presentarán al grupo.

Recursos necesarios:

- Cartulinas de colores variados
- Papelógrafo
- Marcadores variados

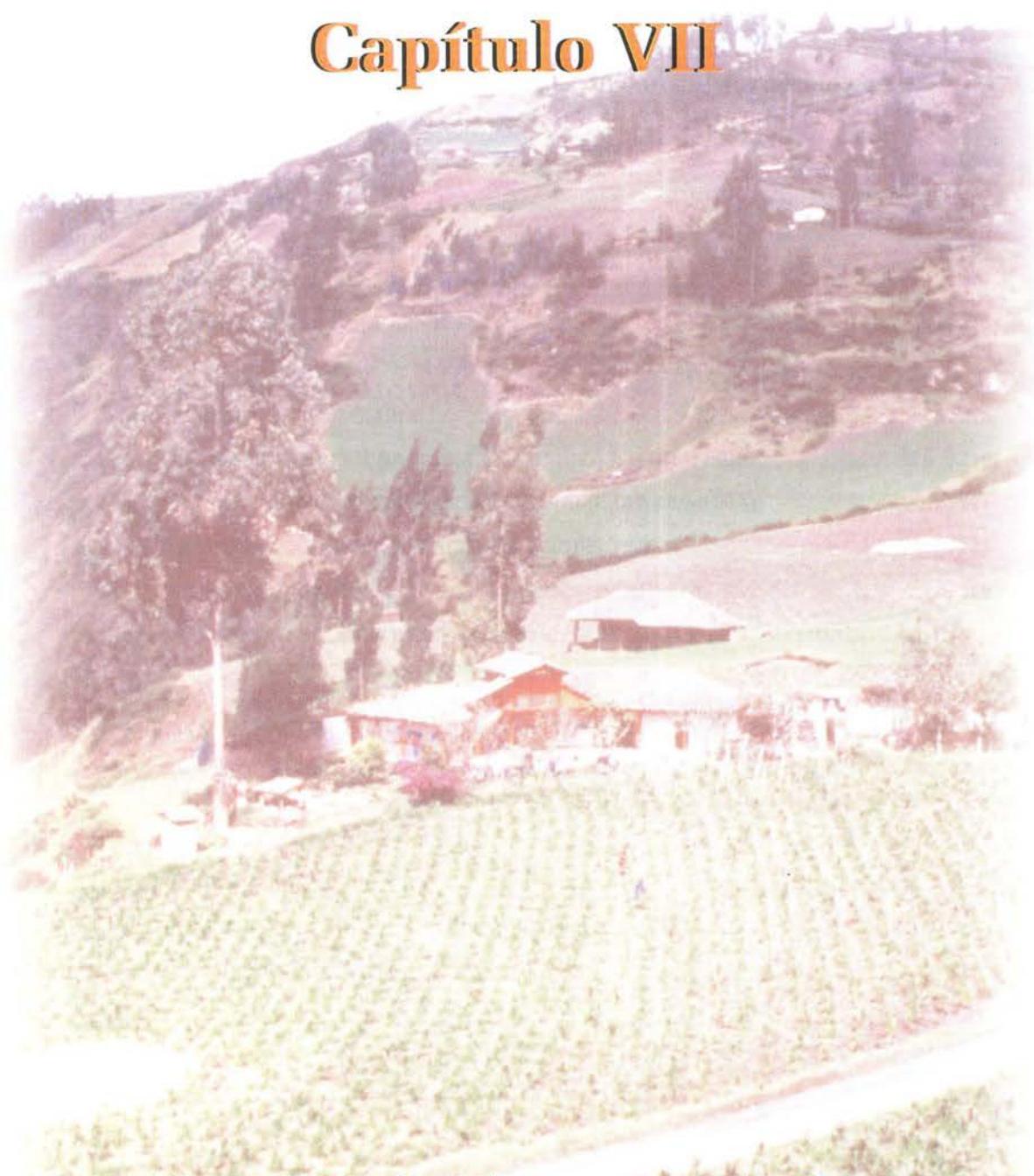
Tiempo del ejercicio: 3 horas

Bibliografía

- ALTIERI, Miguel. A. Agroecología: Creando sinergias para una agricultura sostenible. Cuaderno 1. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. 1995. 63 p.
- ALTIERI, Miguel.A. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo(CLADES) . Chile. 1995. Segunda edición. 281 p.
- COOPER., David; VELLVE, Renee; HOBELINK, Henk. Cultivando diversidad. Intermediate Technology Development Group; Comisión de Coordinación de Tecnología Andina. Lima. 1993. 209 p.
- FARRELL, John.G. Sistemas agroforestales. En: Curso de Educación a Distancia sobre Agroecología. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES). Lima, Perú. Módulo II.1994. pp 87-95
- FUENTES, P.; MARRERO, P. La utilización de arropo en los cultivos : otra alternativa ecológica. En: Revista Agricultura Orgánica. Año 2 N°1 de abril de 1996. pp. 18-20.
- GARCÍA, L.; GONZÁLEZ, P. Agricultura de conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. España: Asociación Española Laboreo de Conservación(AELC) y Suelos Vivos (SV). 1997. 371 p.
- Genetic Resources Action International (GRAIN). Conservación *ex situ*, del campo al refrigerador. En: Revista Biodiversidad, Cultivos y Culturas. N°8 de julio de 1996. pp 12-19.
- GIRALDO, Alfonso. El papel de la agroforestería en la producción animal y el medio ambiente. En: Memorias del Primer Seminario Nacional Agroambiental: "El manejo ecológico de la producción y la sanidad agropecuaria". Medellín. Agosto 21 al 23 de 1996. pp 51-67.
- GÓMEZ, Z. Jairo. La materia orgánica en los agroecosistemas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. 2000. 70 p.
- KOLMANS, Enrique.; VÁSQUEZ, Darwin. Manual de agricultura ecológica: una introducción a los principios básicos y su aplicación. Nicaragua: MAELA y Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS). 1996. 222 p.

- LIEBMAN, Matt. Sistemas de policultivos. En: Curso de Educación a Distancia. pp 97-107.
- MILLER, G.Tyler. Ecología y medio ambiente. Séptima edición. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A de C.V. México. 1994. 867 p.
- OROZCO, FRANCISCO.H. Suelo Vivo: Microbiología del suelo. En : Memorias del Primer Seminario Nacional . Medellín. Agosto 21 al 23 de 1996. pp. 69-80.
- RUBIANO, José.M. Sistemas agroforestales II. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y Produmedios. Bogotá. 2000. 422 p.
- SALAZAR, René. Manejo de los recursos fitogenéticos de la comunidad: experiencias en Asia Sudoriental. En: Cultivando Diversidad. Lima: Tecnología Intermedia y Comisión de Coordinación de Tecnología Andina. 1994. pp. 39-52.
- UNGER., Paul. Sistemas de labranza para la conservación del suelo y del agua. Boletín de Suelos de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).Roma. 1988. 285 p.
- VALLECILLO,Roberto.; CHAPUT, Pascal.; CAMPOS, Mercedes.; FANDIÑO, Manuel.; IZQUIERDO, Sofía. Tierra Fresca. Colección Agricultura Sostenible. Editorial Enlace y Centro de Intercambio Cultural y Técnico (CICUTEC). Nicaragua. 1998. 177 p.
- VÁSQUEZ, Guadalupe A.M. Ecología y formación ambiental. McGraw-Hill. México. 1993. 303 p.
- VIDAL., Alejandro. Manejo de las arvenses. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 1998. 218 p.

Capítulo VII



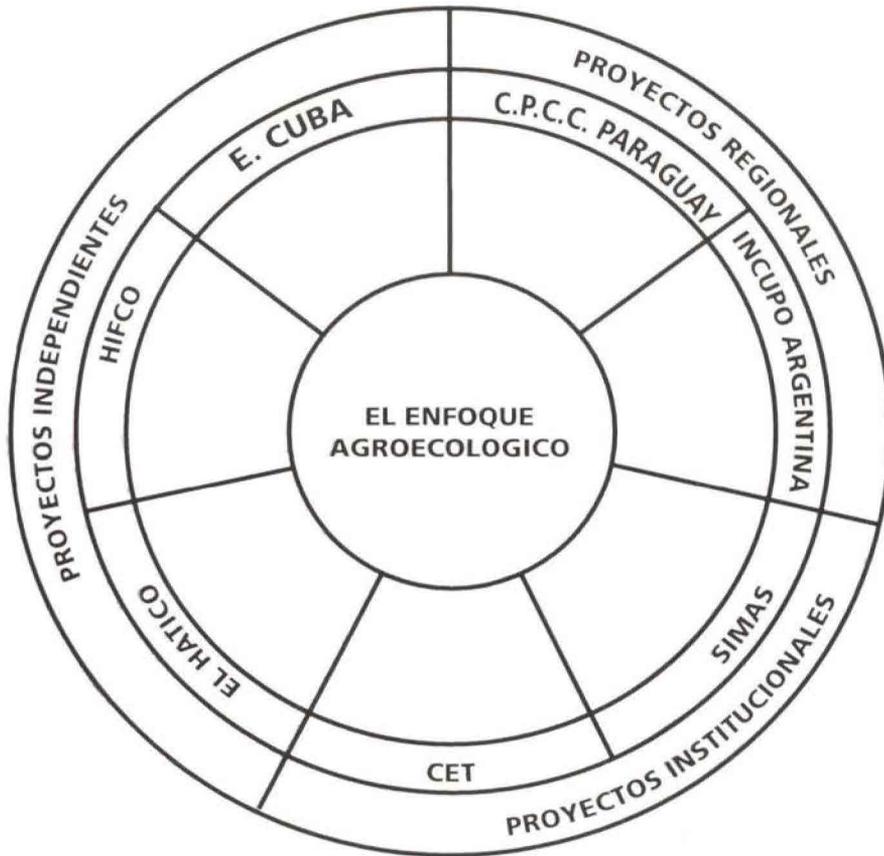
**Presentación de algunas experiencias
con enfoque agroecológico**

Capítulo VII

Presentación de algunas experiencias con enfoque agroecológico

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	214
OBJETIVOS	215
PREGUNTAS ORIENTADORAS	215
7.1 PROYECTOS INDEPENDIENTES	216
7.1.1 ALTERNATIVAS DE INTEGRACIÓN AGROPECUARIA EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA, RESERVA NATURAL "EL HATICO", COLOMBIA	216
7.1.2 NICOLÁS GUERRERO GARCÍA, CENTRO IDEAS, PIURA, PERU	219
7.1.3 PROYECTO HIFCO HUERTA INTEGRAL FAMILIAR COMUNAL	221
7.1.4 IGNACIO A FAVOR DE LOS ABONOS VERDES. CUBA	223
7.2 PROYECTOS REGIONALES	225
7.2.1 MINIFUNDIO AGROECOLÓGICO: SUSTENTABILIDAD Y RENTABILIDAD. CET, CHILE	225
7.2.2 LA AGROFORESTERÍA COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO CAMPESINO, CPCC, PARAGUAY	228
7.2.3 APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL MONTE NATIVO, INCUPO, ARGENTINA.	231
7.3 PROYECTOS INSTITUCIONALES	233
7.3.1 LA EXPERIENCIA DEL CET	233
7.3.2 EL SIMAS, UNA MIRADA HACIA ADENTRO	234
EJERCICIO 7.1 EXPERIENCIAS AGROECOLÓGICAS	236
BIBLIOGRAFÍA	238

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Analizar un conjunto de proyectos y procesos agrícolas que se han desarrollado con los conceptos de la agroecología en América Latina.
- * Discutir las metodologías, recursos utilizados y los resultados obtenidos por diferentes grupos, al momento de implementar diversas prácticas de agricultura ecológica.
- * Categorizar las experiencias según el nivel de impacto: 1) pequeña escala; 2) gran escala; 3) experiencias institucionales.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Qué experiencias de agricultura ecológica conoce usted a nivel individual, regional o institucional?
- ◆ ¿Cuáles han sido los principales aportes de estas experiencias?
- ◆ ¿Cómo podemos colectivizar estas experiencias?

7.1 Proyectos independientes

Los proyectos que a continuación se mencionan están encaminados a mejorar la calidad de vida de un grupo familiar con propuestas agroecológicas productivas.

7.1.1 Alternativas de integración agropecuaria en el Valle Geográfico del Río Cauca, Reserva Natural “El Hatico”, Colombia.

Localización

La Reserva Natural “El Hatico” se encuentra ubicada en el departamento del Valle del Cauca, municipio de Cerrito, a 1000 m.s.n.m, con temperatura promedio de 24 °C y una humedad relativa de 75%.

Características de la población beneficiada

Agricultores propietarios medianos y grandes de la zona plana del Valle del Cauca.

Objetivo

Desarrollar un modelo de producción integral entre las diferentes partes del sistema de producción: agrícola, pecuaria y forestal.

Meta

Encontrar un sistema de producción que responda a una mayor exigencia de alimentos para satisfacer la demanda de la población, pero que sea respetuoso de los recursos naturales presentes en él, que cada día tenga una menor dependencia de insumos y tecnologías derivados de combustibles fósiles no renovables, con alta capacidad de generar empleo y que como fruto de lo anterior le vaya apostando a alternativas de una producción agropecuaria sostenible.

Medios utilizados

- Análisis económico ambiental donde se consideran los aspectos sociales y biológicos, logrando de esta forma que cuando se tomen decisiones se haya considerado la repercusión o impacto sobre los recursos que están en juego.
- Especies vegetales perennes para lograr un uso eficiente de la radiación, el agua y el suelo.

- Especies con cualidades para producir alimento, forraje y potencial como combustible fósil renovable.
- Especies leguminosas y no leguminosas, que por asociaciones simbióticas fijen nutrientes al suelo.
- Asociación de especies vegetales para mantener la fertilidad del suelo, utilizando especies con sistemas radiculares de profundidad diversa que favorezcan el ciclaje de nutrientes.
- Uso del componente animal en el sistema para la producción de carne, leche, otros productos y excretas como fuente de energía y abono orgánico.
- Utilización de especies monogástricas para aprovechar los elementos nutritivos en el racionamiento de especies vegetales y aprovechar su capacidad de recicladoras de subproductos del sistema de producción.
- Suplementación de rumiantes que optimicen los procesos de fermentación del rumen (urea, gallinaza, etc.) y por tanto obtener una mayor digestibilidad de los recursos forrajeros.
- Utilización de herbívoros pequeños.
- Valoración y utilización de razas locales.
- Tratamientos de agua con programas de acuicultura.

Resultados

Se utiliza la caña de azúcar como eje principal del sistema de producción integrado. Por ser una especie C4 con máxima capacidad de captar energía solar, llegó a producir más de 300 toneladas de biomasa por ha/año (los promedios en el Valle están entre 110 y 120 t/ha/año). Fija eficientemente CO₂ en cantidades que superan los 500 kg/tonelada producida, cualidad importante en la reducción de los gases de invernadero. Se utilizan los residuos de cosecha como cobertura del suelo y se obtienen varios beneficios como: 1) Ahorro del 25% del agua de riego; 2) Control de malezas; 3) Mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; 4) Disminución de la fertilización química por las asociaciones simbióticas con bacterias como *Azotobacter*.

Establecimiento de sistemas agroforestales con especies multipropósito, de gran riqueza nutricional (hasta 30% de proteínas en base seca) y que contribuyen a la conservación de la fertilidad del suelo (fijación de nitrógeno); se implementaron bancos de proteína de corte con matarratón *Gliricidia sepium* y nacedero *Trichanthera gigantea* y se establecieron 20 árboles por hectárea de 60 especies distintas entre gramíneas y leguminosas donde predominan las especies algarrobo forrajero *Prosopis juliflora*, la leucaena *Leucaena leucocephala* y el pasto estrella africana *Cynodon plectostachyus*.

Estos dos sistemas son utilizados principalmente para la alimentación animal (pastoreo debajo de los árboles), obtención de leña y postes provenientes de las podas; además de su gran importancia en el ciclaje de nutrientes, por efecto de las podas, flores y frutos que retornan al suelo. También se presenta un efecto en el balance hídrico de la reserva, que es notable en la época de baja precipitación, lo que ha alargado la periodicidad de los riegos.

La raza de ganado bovino utilizada es la colombiana “lucerna” de doble propósito, desarrollada en el Valle del Cauca, escogida principalmente por las tasas reproductivas de las vacas y su adaptación a las condiciones ambientales. Los animales se han venido alimentando en bosques multinutricionales. El principal resultado en novillos de 250 kilos de peso es la ganancia en peso desde 100 a 800 gramos por animal/día, dependiendo de la combinación de forrajes que se haga y la presencia de nitrógeno no proteico (urea). Los forrajes que han presentado mejores resultados son la caña y el matarratón.

Para un mejor aprovechamiento de la caña se incorporó la producción porcina al sistema para la utilización del jugo de la caña, y los restos fibrosos usarlos en la alimentación bovina. Con el jugo de caña utilizado en la época de levante y ceba en cerdos con una suplementación de proteína (matarratón, urea y salvado de arroz + gallinaza) de 200 gramos de proteína por animal día, se obtienen ganancias de 600 gramos diarios.

Desde el punto de vista social, los sistemas de ceba de novillos con caña y el fraccionamiento de la caña para bovinos y porcinos, genera 4 a 6.5 veces más empleo que el sistema de pastoreo intensivo.

También se incluyeron herbívoros pequeños como el carnero africano (ovino de pelo) que por su rusticidad, adaptación y capacidad de seleccionar especies forrajeras para consumo se convirtieron en elementos controladores de malezas en los cultivos

de caña, bancos de proteína, cultivos de frutales, canales de riego y drenaje; además de brindar la posibilidad de obtener carne de manera económica.

Conclusiones

El Valle del Cauca cuenta con las condiciones y recursos para la implementación de sistemas de producción agropecuaria integrada como los realizados en la Reserva Natural El Hatico, como una opción para diversificar y recuperar la seguridad alimentaria regional.

Aunque a corto plazo la caña de azúcar genere mayores divisas, es conveniente fortalecer la integración agropecuaria del cultivo para poder responder al evento de una caída mayor en el precio internacional del azúcar.

La integración de especies animales y vegetales permite el manejo de sistemas limpios y de menor dependencia en la producción agropecuaria, más estables biológica y económicamente en el mediano y largo plazo.

Son necesarias mayores investigaciones para mejorar los parámetros técnicos, biológicos y económicos, para que estas alternativas puedan consolidarse y difundirse.

7.1.2 Nicolás Guerrero García, Centro Ideas, Piura, Perú

Localización

El predio “El Lucero”, con una extensión de 5.3 hectáreas en la comunidad campesina de Andanjo. Su altitud es de 223 m.s.n.m. y forma parte de la subcuenca del río Bigote, cuenca alta del río Piura. El centro político es el distrito de San Juan Bigote, provincia de Morropón, departamento de Piura, Región Grau.

La temperatura media anual en la zona es de 24° C. La precipitación es variable de año en año, alternándose sequías con inundaciones. Hay escasez de agua entre agosto y diciembre.

Características de la población beneficiada

El agricultor Nicolás Guerrero y su familia se dedican a las actividades agrícolas del predio, principalmente cultivos anuales.

Objetivos

Iniciar una transformación en las prácticas agrícolas convencionales realizadas en la zona para la producción de arroz y maíz.

Metas

1. Incorporar rastrojos de cosecha, estiércol y humus de lombriz para mejorar la actividad biodinámica del suelo y su fertilidad.
2. Realizar prácticas de asociación y rotación de cultivos, para contribuir al mejor equilibrio (insecto benéfico - plaga), reduciendo la incidencia de plagas y enfermedades que afectan los principales cultivos.
3. Implementar un adecuado manejo del agua y producción diversificada (cultivos, crianzas, forestales), para rentabilizar positivamente el predio.

Medios utilizados

Semillas, herramientas, alambre y asistencia técnica por parte del centro IDEAS.

El agricultor se compromete con los trabajos programados y parte del costo de los plántones, además asume la responsabilidad de difundir sus prácticas agroecológicas entre otros productores vecinos.

Resultados

La aplicación de estiércol en una proporción de dos kilos por m², ha mejorado sustancialmente los suelos, tanto por la estructura como por el color.

El agricultor instaló lecho de lombriz y dos composteras. El humus producido fue empleado para frutales y hortalizas notándose rápidos cambios en las plantas.

Con el empleo de rastrojos de la cosecha como cubierta del suelo se ha comprobado una mayor retención de humedad, de modo que el riego pudo ampliarse de 18 hasta 25 días. Otro efecto del mulch es que se incorpora nitrógeno y se controlan malezas abaratando los costos de la deshierba.

Las prácticas de conservación de suelos y protección de taludes de canal con hierba luisa han tenido efectos positivos en el suelo. Se mejoró la infraestructura de almacenamiento de agua con la rehabilitación de un pequeño estanque de almacenamiento.

El diseño del plan de rotación y asociación se efectuó con aquellos cultivos que el agricultor conocía mejor. Se puso énfasis en la presencia de leguminosas. La principal asociación fue de la yuca con maíz y fríjol.

La yuca se siembra en caballones de 50-60 cm de altura y cubiertos por mulch. Se siembran tres plantas de yuca asociadas con cuatro de fríjol. Entre los caballones se siembra maíz cada dos metros, se mantiene adicionalmente un área para producción de hortalizas.

La mejora en las prácticas de manejo de los sistemas de cultivo ha permitido obtener rendimientos 50 % mayores de los promedios regionales. El sistema ha sido ampliamente difundido y reproducido entre los agricultores vecinos.

El sistema agroforestal incluye roble, leucaena y aguacate en las divisiones de cada lote y en el perímetro de la finca; se está intentando propagar mucuna y cannalia, especies muy utilizadas como abono verde por su gran cantidad de follaje. Se conserva un pequeño bosque tras su huerto de hortalizas con especies como charán negro, cedro, chamelico, charán blanco, naranjo.

Se adoptó el sistema silvopastoril en una parcela llamada "El Limón", donde para la alimentación del ganado se asoció en dos hectáreas pasto elefante con leucaena y se instalaron corrales para acopio de estiércol.

Con la difusión de los controladores biológicos se observó una reducción en la incidencia de plagas y enfermedades avanzándose hacia un equilibrio natural entre plaga-depredador. También se efectuaron controles con remedios caseros. Para controlar la mosca minadora del tomate, se empleó un preparado de tabaco, laurel y ají. Para combatir la queresá del repollo se le agregó jabón de ropa rallado.

7.1.3 Proyecto HIFCO (Huerta Integral Familiar Comunal) Asociación de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDSESEP), Perú

Localización

El predio materia de esta experiencia es uno de los cinco proyectos piloto de HIFCO, es la parcela institucional localizada en San Pablo de Tushmo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento y región de Ucayali. El predio cuenta con 7.5 hectáreas, de las cuales 4 están dedicadas a la experiencia agroecológica con diversidad de especies forestales y arbustivas.

Características de la población beneficiada

Los indígenas de la selva manejan varias chacras simultáneamente y en diferentes etapas de producción. Por lo general cada año se prepara una nueva chacra, mientras otras están en producción, y se la utiliza hasta en tres cosechas. Después de tres años se abandona la chacra y son visitadas para la recolección de frutos, maderas y otros productos de uso medicinal o ritual que fueron sembrados con los cultivos anuales.

Con la incursión de las nuevas tecnologías agrícolas, se han introducido métodos no indígenas en las comunidades como la deforestación por la tumba y quema. Por esto se está destruyendo el bosque.

Objetivos

El objetivo del proyecto es rescatar los valores culturales de cada pueblo en agricultura y manejo de bosques. Desarrollar y enseñar tecnologías de pequeña escala para huertas de auto-subsistencia, incorporando animales y plantas, sin aplicar la quema.

Medios utilizados

1. Se cultiva una gran variedad de plantas (policultivo o cultivos asociados) con alto valor nutritivo, repelentes y aromáticas. El propósito es revalorar las plantas y semillas nativas tradicionales y no híbridas.
2. No se emplean pesticidas de síntesis.
3. Se crían animales menores acuáticos y terrestres adecuados al medio.
4. Producción de semillas nativas.

Resultados

Los suelos degradados son recuperables en un 90% con los policultivos y uso de abonos verdes. Además los terrenos se pueden seguir utilizando con sistemas de rotación y descanso del suelo por corto tiempo.

Con el sistema de curvas a nivel y camas elevadas se ha logrado controlar la erosión; de esta manera la chacra se autoabastece de abonos y nutrientes naturales.

Se incluyeron plantas alimenticias, medicinales, ornamentales y frutales en los sistemas de cultivo asociados y en la rotación de especies.

Las camas elevadas suman 2500 metros lineales y produjeron 3000 kg de alimentos hortícolas y frutícolas en tres años. En 1600 m² de chacra se pueden producir cerca de dos toneladas de alimentos de pancoger (yuca, sacha-papa, papa) utilizando sistemas agroecológicos.

Se logró obtener y usar bioabono en la producción de hortalizas con buenos resultados. En las acequias se retiene el limo que se utiliza como abono natural, lo que fue aplicado a las camas elevadas para acelerar la fertilidad de los suelos.

Se implementaron germinadores y viveros utilizando los recursos de la zona (tallos de plátano, bambú) favoreciendo la producción de plántulas y evitando el uso de bolsas de polietileno.

Se experimentó la recuperación de suelos, utilizando el bioabono líquido y abonos verdes. Se experimentaron doce clases de insecticidas naturales elaborados por el proyecto para el control de insectos.

Se logró un buen resultado en el manejo y adaptación de peces silvestres en cautiverio con quince especies nativas de la región.

7.1.4 Ignacio a favor de los abonos verdes. Cuba

Localización

La finca está ubicada a cuatro kilómetros del poblado de Catalina de Güines en la provincia de La Habana.

Características de la población beneficiada

La familia de Ignacio Gil, cuya actividad principal es el cultivo de papa.

Objetivos

- Aumentar los contenidos de materia orgánica en el suelo.
- Mejorar la estructura del suelo.

Metas

- Obtener la materia orgánica de una fuente diferente a las excretas de animales por la difícil consecución en la zona y los costos.

- Que el material se pueda incorporar al suelo con las labores de preparación del terreno que se realizan para el cultivo de papa y no interfiera con las otras actividades del agricultor.
- Disminuir las pérdidas de suelo y materia orgánica por efecto del agua de riego.

Medios

Se cogió media hectárea sembrada de maíz y con el último aporque se sembraron semillas de mucuna *Stizolobium spp.* y canavalia *Canavalia ensiformis*. Se cosechó el maíz tierno y se dejaron las leguminosas a libre crecimiento; al momento de la floración se cortaron y se incorporaron al suelo con la preparación del terreno para la papa.

Resultados

CUADRO 7.1

Rendimientos (t/ha) de varios abonos verdes

Abono verde intercalado	Rendimiento en grano maíz (15% humedad) t/ha	Abono verde	# papas/m	Peso de papa(g)	Rend. Total t/ha
Mucuna	3.2	Mucuna	38	91.2	29.75
Canavalia	2.1	Canavalia	36	88.6	26.65
Testigo	1.6				

Abono verde intercalado	Rend. t materia seca/ha	Aporte kg/ha		
		N	P	K
Mucuna	14.7	450	50	320
Canavalia	7.3	215	23	86

Donde se sembró la mucuna, el rendimiento de la papa fue mayor. También hubo un incremento de la materia orgánica de 0.96% a 1.38%, además del nitrógeno, fósforo y potasio disponibles.

El agricultor no tuvo que incurrir en labores excesivas para la incorporación de la práctica de abonos verdes en el suelo y los costos fueron mínimos.

El suelo estuvo cubierto después de la cosecha del maíz hasta el momento de la preparación para la papa, protegido de los agentes externos, además de controlar el crecimiento de malezas.

Conclusiones

Los abonos verdes son una buena práctica para la conservación de los suelos y en este caso aumentaron los rendimientos del cultivo principal.

Aunque la mucuna rinde más, sería bueno seguir probando con la canavalia porque ella no se enreda mucho en el maíz y podría recogerse maíz seco, contrario a lo que ocurre con la mucuna que se enreda demasiado y exige cosecha de maíz tierno.

7.2 Proyectos regionales

Son propuestas realizadas para dar solución a problemas de índole comunitario o regional, mediante propuestas de desarrollo sustentable.

7.2.1 Minifundio agroecológico: Sustentabilidad y rentabilidad. CET, Chile

Localización

La experiencia se ubica en Colina, zona central de Chile, región metropolitana, a quince kilómetros de la capital. Se trata de una zona de clima templado con una precipitación media de 250 mm, concentrada en cuatro meses de invierno. Los suelos corresponden a clase IV, arcillosos con una pendiente entre 15 y 29%, drenaje externo fuerte y fácil compactación. Su pH varía entre 8.0 y 8.2 y la salinidad entre 1 y 2 mmhoms.

Características de la población beneficiada

Familias que poseen alrededor de media hectárea en la zona o con condiciones climáticas similares en las áreas vecinas.

Objetivos

Fortalecer la seguridad alimentaria familiar y aumentar los ingresos, mediante la transformación de una unidad productiva de media hectárea manejada en forma convencional, con baja eficiencia productiva y escasa viabilidad económica, en una unidad productiva manejada en forma agroecológica, con un uso eficiente de sus recursos locales y viable económicamente.

Metas

Manejar 5000 m² de tierra de la siguiente manera:

- a) 4200 m² divididos en 6 lotes de 700 m² con una rotación de cultivos a 6 años, en que la pradera cubre un 50% de la superficie en verano y un 66% en invierno.
- b) 800 m² destinados a la casa de habitación, corrales, jardines, árboles frutales y a un huerto familiar intensivo de 200 m².
- c) 300 m lineales a árboles frutales y forestales ubicados en los cercos.
- d) Un componente animal formado por un bovino híbrido (Jersey x Hollstein), una cerda mestiza (Criollo x Duroc Jersey), diez gallinas para producción de huevos, tres conejos (dos hembras y un macho), para producción de carne.
- e) Dos colmenas del tipo Langstronh con abejas italianas.

Medios utilizados

El conocimiento agroecológico, asociación y rotación de cultivos; reciclaje de desechos; control biológico de plagas e integración de animales y cultivos.

Trabajo familiar: mano de obra entre 12 a 15 horas semanales por predio.

Resultados

a) *Mejoramiento del suelo*

Aumento en los niveles de fósforo disponible (soluble) de 5 ppm. a 15 ppm. Los niveles de nitrógeno varían entre una temporada y otra, pero no se observan deficiencias en los cultivos. Los niveles de materia orgánica han aumentado levemente y se mantienen cercanos al 1.5 %. Mejoramiento de la estructura del suelo, la conductividad eléctrica no ha variado y el pH no ha bajado a niveles entre 7.4 y 7.7.

b) Productividad

Las cosechas obtenidas en prácticamente todos los cultivos varían de medias a altas.

El rendimiento en praderas ha sido superior al promedio de la zona, lo mismo que en la mayoría de las hortalizas.

En el huerto familiar intensivo de 200 m² se produce más de una tonelada de hortalizas al año, equivalente a 57 t/ha; más de 800 Kg de fruta y 3200 litros de leche/año/vaca. El sistema ha funcionado sin ningún fertilizante sintético durante 16 años.

c) Regulación biótica

El sistema presenta cada vez menos incidencias de plagas y enfermedades, observándose una ausencia total de enfermedades del suelo, incluidas las de los almácigos.

d) Indicadores nutricionales

La producción total obtenida transformada en indicadores nutricionales señala que las proteínas cubren las necesidades familiares (una familia típica) en un 223%, las calorías en 125%, la vitamina A en 180%, el calcio en 334% y el hierro en 256%.

e) Rentabilidad

La tabla 7.1 muestra el ingreso neto de US\$ 1.640 (ingreso bruto menos los costos). Este monto sumado al ingreso extra predial que alcanza a US\$1.500, permite percibir un ingreso per capita anual de US\$785, que resulta de dividir el ingreso familiar total por el número de miembros de la familia (4).

f) Difusión

El CET ha difundido esta propuesta a diversas instituciones públicas y privadas chilenas y latinoamericanas, a grupos de campesinos, profesionales y técnicos a través de visitas y cursos de capacitación. Ellos a partir de su realidad, intereses y posibilidades, han realizado el proceso de apropiación, transferencia y divulgación.

TABLA 7.1

Ingresos, Costos e Ingreso Neto (en US\$)

Producto	Valor Comercial
Crías de animales	540
Leche	646
Huevos	111
Legumbres	300
Hortalizas	523
Frutas	195
Trigo	45
Miel	75
Total	2.435
Costos directos	795
Ingreso neto	1.640

Conclusiones

La alta productividad lograda, sumada a la posibilidad de que la familia venda una jornada completa de trabajo extra- predial, hacen posible que la calidad de vida mejore significativamente y que este tipo de minifundio se transforme en una unidad productiva rentable.

7.2.2 La agroforestería como estrategia de desarrollo campesino, CPCC, Paraguay

Localización

Región de la cordillera, zona de trópico húmedo con una topografía suave. La ciudad es Caacupé, distante 60 kilómetros de la capital, Asunción.

El proyecto se realizó con el Comité de Productores Campesinos de la Cordillera (CPCC), institución que cuenta con un equipo técnico para la implementación de sus programas de desarrollo.

Características de la población beneficiaria

Son 6000 pequeños productores que poseen entre 0.5 y 1 Wa, lo que significa que este programa tuvo un cubrimiento de 3640 ha.

Objetivo

Permitir que el minifundista algodonero empobrecido pueda convertirse en un pequeño productor, eficiente, organizado territorialmente e integrado a una organización representativa.

Metas

La estrategia de desarrollo plantea tres líneas de acción:

- a) Establecimiento de un sitio o parcela agroforestal, en la que siembran árboles nativos y frutales.
- b) Superar el monocultivo del algodón, integrando cultivos como la yuca, el frijol, el maíz y la arveja.
- c) Enriquecer el bosque nativo con yerba mate, plantas medicinales, árboles frutales y especies nativas y exóticas con un manejo racional.

Medios utilizados

- a) Capacitación agroecológica para el manejo de recursos naturales y establecimiento de los sitios o parcelas agroforestales.
- b) Capacitación en la técnica del injerto en árboles frutales.
- c) Manejo de viveros comunitarios para el abastecimiento de plantas a los socios y para la venta.
- d) Manejo productivo del bosque nativo.
- e) Sistema de crédito.
- e) Información actualizada sobre oportunidades de mercado internas y en los países limítrofes.
- g) Articulación al Ministerio de Agricultura y Ganadería con agencias de cooperación técnica de Suiza y Alemania, así como con agencias de cooperación financiera en el marco del proyecto Planificación del Uso de la Tierra.

Resultados

- a) Más de doscientos injertadores, hombres, mujeres y niños, altamente capacitados para el desarrollo de la fruticultura en la zona, que incluye cítricos, ciruelos, peras, papaya, aguacates, guayabas y nísperos, entre otros.

Noventa y cinco viveros forestales y frutales familiares y cinco comunales. Adicionalmente se produjeron 15.000 plantas/ año ornamentales y medicinales y se reforestaron 70 ha de suelos pedregosos, con mucha pendiente, áreas de recuperación de cárcavas y humedales.

- b) El apoyo para implementar el sitio o parcela agroforestal produjo un cambio cultural importante en monocultivadores de algodón. Los mejores resultados obtenidos fueron con la combinación de plantaciones de cítricos de variedades tempranas y tardías con árboles nativos y exóticos, acompañados de cultivos anuales de subsistencia y renta como algodón, maíz, yuca, frijol, arveja, entre líneas de cítricos y árboles forestales. La difusión de estos resultados fue rápida y exitosa.

La agroforestería ha incentivado la apicultura como un medio para mejorar la polinización, reduciendo el uso de pesticidas e incorporando el control biológico. De hecho se han logrado 384 colmenares con un producción promedio de 20.000 kg de miel. Estos sistemas se han implementado en 722 predios que pertenecen a 578 socios de CPCC.

- c) La utilización productiva de áreas boscosas ha sido un logro importante para su preservación. El enriquecimiento alcanzó a 185 ha con yerba mate, especies forestales, frutales, medicinales y otras de uso diverso.
- d) Se plantaron 1800 árboles en lugares comunitarios como escuelas, sedes sociales e iglesias.
- e) Creación de 73 comités locales, que han reforzado el tejido social campesino y permitido una verdadera identificación del productor con su ambiente.

Conclusiones

Esta experiencia entrega dos lecciones importantes, la primera relacionada con el tipo de organización que logró el CPCC, que siendo de tipo representativo con una agenda gremial, fue capaz de cumplir el rol de cooperativa, resultando de gran utilidad para sus socios.

La segunda tiene que ver con los sistemas agroforestales logrados, los cuales han sido sistemas eficientes, desde el punto de vista económico, ecológico y social. Se han vuelto a integrar elementos ignorados por el monocultivo, llegando a manejar la agricultura en el propio sentido de la palabra cultura y no como mera aplicación de recetas.

7.2.3 Aprovechamiento sustentable del monte nativo, Incupo, Argentina.

Localización

La experiencia se llevó a cabo en el Chaco argentino, conocido también como Gran Selva Chaqueña. Está ubicada en el centro de América del Sur y ocupa alrededor de un millón de kilómetros cuadrados, se la encuentra en cuatro países —Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay— estando aproximadamente la mitad de su extensión en territorio argentino.

Características de la población

Antes de la colonización europea, la abundancia y diversidad de especies leguminosas del monte chaqueño aseguraban la cobertura y la fertilización de los frágiles suelos subtropicales y tropicales. Asimismo los lugareños aprovechaban la variada flora y fauna del lugar, asegurándose una alimentación balanceada todo el año. Con las corrientes migratorias y la influencia europea, las etnias aborígenes del Chaco y los criollos que se asentaron posteriormente, adoptaron los cultivos alimenticios y las técnicas agrícolas de los inmigrantes y los cultivos dirigidos a la comercialización.

A pesar de esta situación, algunos aborígenes han sido capaces de conservar los conocimientos tradicionales sobre los usos alimenticios de los productos del monte (bosque nativo) y recurren a ellos en situaciones de escasez.

Objetivos

1. Devolver el conocimiento a los sectores populares, revalorizándolo, mediante la publicación de cartillas y artículos.
2. Socializar los conocimientos con los sectores campesinos que aún no han tomado conciencia del recurso que ofrecen los alimentos silvestres.
3. Organización de trabajos de campo con baquianos (lugareño conocedor del lugar donde vive) y botánicos para aprender a reconocer dichos recursos.

4. Realización de jornadas didácticas de cocina y alimentación utilizando los alimentos recuperados.
5. Evaluar el valor nutricional de siete especies nativas para su utilización en la alimentación humana.

Metas

- Elaborar publicaciones sobre la importancia de los materiales vegetales silvestres en la alimentación.
- Introducir tres vegetales de hoja: *Rumex sp.*(lengua de vaca), *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado) y *Taraxacum officinale* (diente de león); tres frutos: *Morrenia odorata* (doca, tasi o tase), *Passiflora sp.*(mburucuyá o maracuyá) y la flor de *Typha domingensis* (totora o espadaria), de la que se evaluó el polen.
- Evaluar el contenido de humedad, cenizas, proteínas totales, lípidos totales, fibra bruta, azúcares totales y reductores, almidón, valor energético, ácido ascórbico, pectinas totales, Ca, Mg, Fe, K y provitamina A.

Resultados

1. Publicación del material de apoyo titulado Tendencias Nutricionales de las Plantas Alimenticias Silvestres, El monte nos da la comida y Conservar los alimentos, que provocó un impacto positivo popular, al ver su propio saber revalorizado por el aporte científico.
2. Se multiplicaron las jornadas pedagógicas sobre alimentación, se inventaron nuevas recetas, nuevas formas de transformar y conservar los alimentos.
3. Los resultados de los análisis del valor nutricional de las plantas de hojas nativas mencionadas justifican su inclusión como complemento alimenticio de la población rural y aborígen. Las especies frutales estudiadas pueden sustituir perfectamente a otros frutos comerciales, que resultan de difícil acceso, en especial por razones socioeconómicas.
4. Es necesario profundizar los estudios acerca de ciertos factores que pudieran afectar la biodisponibilidad de los minerales encontrados en los vegetales de hoja.
5. Para efecto de disponer con mayor facilidad y abundancia de las especies aprovechables identificadas, se pensó inicialmente en establecer pequeñas huer-

tas, pero hace falta el estudio del comportamiento de cada especie en asociación con otros vegetales.

6. Aunque a primera vista la realización de huertas no parece resultar un aporte a la conservación de la biodiversidad, cabe recalcar que en este caso se trata de un recurso renovable que puede seguir siéndolo mediante un manejo adecuado. El campesino valora lo que le gusta y lo que se valora se defiende.
7. El proyecto ha servido para frenar el desmonte de la selva chaqueña y mejorar la convivencia del trabajo con técnicos y educadores. A su vez se ha logrado un alivio de la pobreza en aquellas comunidades que han comenzado a utilizar los recursos silvestres, manifestado en una mejora de la alimentación y la salud.

La conservación de la biodiversidad no es sólo tema de la flora y la fauna, sino que incluye la defensa de la biodiversidad cultural, manifestada en el reconocimiento de determinadas conductas en materia de alimentación, producción, economía, en fin, en maneras de sentir y vivir particularidades de cada pueblo y que son la base del cuidado y la promoción de la biodiversidad silvestre y cultivada.

7.3 Proyectos institucionales

El papel de las instituciones en el desarrollo sostenible y la adopción de nuevas tecnologías en la agricultura, es de gran importancia porque de su estilo de trabajo, solidaridad y compromiso con el mundo campesino, depende que el conocimiento circule hacia los pequeños productores y que las opciones de mercado sean más accesibles. El desarrollo y aceptación de las instituciones relacionadas con el agro son de vital importancia para este tipo de transformaciones a largo plazo.

7.3.1 La experiencia del CET

La experiencia de desarrollo humano y agroecológico del Centro de Educación y Tecnología (CET) de Chile, es de resaltar sobre todo en lo referente al trabajo en zonas ecológicas diversas y con diferentes tipos de campesinos, el papel articulador que ha jugado en varias regiones del país, su rol como institución capacitadora de ONG de América Latina y sus responsabilidades en CLADES (Consortio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo) y en FIAD (Facultad Internacional de Agroecología y Desarrollo).

El planteamiento transformador, humano y ecológico, consiste en permitir una transferencia de poder hacia quienes han sido marginados de las oportunidades que ofrece la sociedad, que responda a las necesidades y aspiraciones de las personas y sus comunidades y que no prive a las generaciones futuras de los servicios del medio ambiente.

Su planteamiento es articular el esfuerzo de las comunidades con las políticas públicas, ya que éstas pueden potenciar o frenar el trabajo realizado por las familias campesinas.

En los programas de CET, los conceptos de eficiencia, equidad y sustentabilidad han sido ensamblados para garantizar una calidad de vida digna a las generaciones presentes y futuras. El énfasis es mejorar la calidad y disponibilidad de los medios de producción de la unidad campesina, donde la familia asigne su mano de obra en las labores que más le retribuyen, promueve el uso de tecnologías ecológicamente compatibles y apropiadas a las condiciones particulares y privilegia las acciones que permiten al campesino articularse con otros sectores productivos.

Basados en este plan han desarrollado diferentes experiencias intentando abarcar las diversas situaciones del mundo campesino y mejorar su nivel de vida.

7.3.2 El SIMAS, una mirada hacia adentro

El Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible es un proyecto de CICUTEC (Centro de Intercambio Cultural y Técnico), creado en abril de 1992, con la intención de servir en el intercambio, circulación y producción de información técnica sobre temáticas de agricultura sostenible.

En los países mesoamericanos existen múltiples conocimientos empíricos, prácticas y saberes tradicionales, experiencias novedosas, proyectos de desarrollo, organizaciones campesinas y programas estatales que tratan de promover, rescatar o desarrollar modelos de agricultura sostenibles ecológicamente, viables económicamente y justos socialmente.

Pero existen muy pocos canales de comunicación para este tipo de información. También existe poca voluntad para documentar y sistematizar las experiencias, sean positivas o negativas y mucho menos instancias especializadas en el rescate, recopilación, sistematización y difusión de la información.

Para suplir estas falencias surge el SIMAS, desempeñando las siguientes funciones:

- Facilitador en el rescate, producción y difusión de la información científica y técnica.
- Creador de foros de intercambio y coordinación entre los diversos actores de las experiencias.
- Productor de materiales para todo tipo de lectores y asesorías en documentación.

Cuenta con dos estructuras básicas:

1. Secretariado, que organiza, apoya procesos de los miembros y sistematiza las experiencias.
2. Centro de Documentación, que recopila, analiza, procesa, clasifica y difunde la información disponible.

Los principales retos que han asumido para el cambio de mentalidades y de prácticas institucionales, son:

- Fomentar el acercamiento y el intercambio entre actores.
- Promover la coordinación sectorial y territorial.
- Rescatar y procesar la información producida por los miembros.
- Establecer mecanismos y canales de difusión, abiertos y transparentes, para democratizar el acceso a la información.
- Complementar y asesorar, en el campo metodológico especialmente, los proyectos de desarrollo sostenible.

Las acciones que han realizado en su papel de animadores de procesos de coordinación e intercambio han estado encaminadas hacia:

- Creación de comisiones temáticas interinstitucionales como instancias autónomas, para el intercambio, reflexión y organización de acciones conjuntas de capacitación, intercambio y publicación.
- Organización de encuentros nacionales y locales sobre diversas temáticas.

- Oferta de una capacidad de producción de materiales didácticos y técnicos dirigidos a productores.
- Difusión sin restricción de la información recolectada, por diferentes medios: Servicio pregunta-respuesta, publicaciones, boletín informativo mensual El Güis y su suplemento El Guacal, etc.
- Oferta de capacitación en manejo interno y clasificación de documentación.
- Realización de consultoría, asesorías y acciones pilotos a fin de validar y ejemplificar ciertas propuestas metodológicas.

En la actualidad el SIMAS, tiene contacto con 228 organizaciones de las cuales 121 son nicaragüenses y 107 mesoamericanas. El Centro de Documentación cuenta con 6000 títulos, entre libros y documentos; 200 títulos de revistas especializadas, 200 videos y 10 bases de datos.

Todas las acciones realizadas por el SIMAS han contribuido al reencuentro de dos mundos, el científico y el empírico, potenciando de esta manera los medios para llegar a un producción sostenible y poder enfrentar las crisis de la agricultura del trópico.

EJERCICIO 7.1

Experiencias agroecológicas

Objetivos

Enunciar un conjunto de experiencias agroecológicas particulares que permitan enriquecer las que se han presentado en este capítulo.

Orientaciones para el instructor

1. Discuta con sus estudiantes cuáles experiencias locales deben ser analizadas.
2. En cada experiencia analice los siguientes aspectos:
 - Historia (cómo surge, en qué contexto y cómo ha evolucionado)
 - Participantes
 - Cuáles han sido los principales alcances y logros.

- Cómo se han sorteado las principales dificultades
 - Cuál ha sido el principal impacto logrado
3. Para cada experiencia se debe elaborar una ficha resumen
 4. Al final coordine la actividad para que se presente una síntesis ordenada de cada experiencia.

Recursos necesarios

- Hojas para papelógrafo
- Papelógrafo
- Acetatos
- Marcadores de papel y acetatos

Bibliografía

- ALVARADO DE LA FUENTE, Fernando, WIENER, Hugo. Ofertas agroecológicas para pequeños agricultores: Doce experiencias exitosas de agricultura ecológica. Centro Ideas (Centro de Investigación, Documentación, Educación, Asesoría y Servicios). Lima, Perú. 1998. 213 p.
- La agroforestería como estrategia de desarrollo campesino, Paraguay. En: Revista Agroecología y Desarrollo, N°13. Diciembre de 1998. CLADES, Chile. pp 25-26.
- CHARPENTIER, Margarita. Aprovechamiento sustentable del monte nativo, Incupo, Argentina. En: Revista Biodiversidad, Cultivos y Culturas. N° 8 de julio de 1996. REDES-AT y GRAIN . España. pp. 31-33.
- MOLINA, Enrique J. Alternativas de integración agropecuaria en el valle geográfico del río Cauca. Reserva Natural El Hatico. En: Memorias del I Seminario Taller sobre Región y Estructura de la Agricultura. Octubre 26 y 27 de 1998. Cali. pp. 18-46.
- SÁNCHEZ, Roberto. Ignacio a favor de los abonos verdes. En: Revista Agricultura Orgánica. Año2.(1) Abril de 1996. pp 3-4.
- Yurjevic, Andrés. Un desarrollo rural humano y agroecológico. En: Revista Agroecología y Desarrollo. N°8-9. Octubre 1995. pp. 2-16.
- YURJEVIC, Andrés. Minifundio agroecológico: sustentabilidad y rentabilidad CET, Chile. En Revista Agroecología y Desarrollo, N°13 diciembre de 1998. CLADES, Chile. pp. 23-24.

Capítulo VIII

Metodología para la identificación de indicadores de sostenibilidad de los sistemas agropecuarios

Capítulo VIII

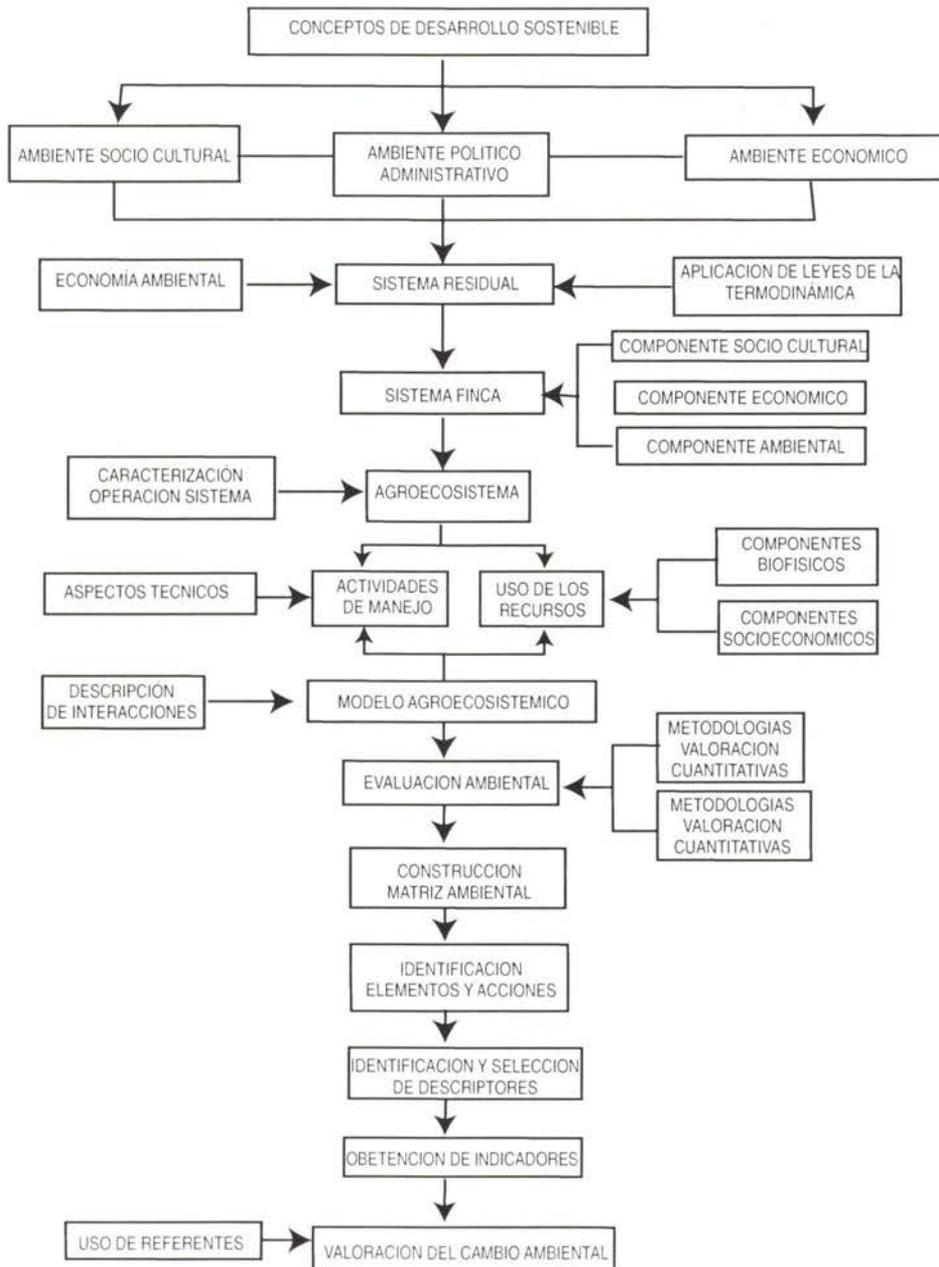
Metodología para la identificación de indicadores de sostenibilidad de los sistemas agropecuarios

Página

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	243
OBJETIVOS	244
PREGUNTAS ORIENTADORAS	244
INTRODUCCIÓN	245
8.1. LA SOSTENIBILIDAD	246
8.1.1 DEFINICIÓN	246
8.1.2 LAS LEYES DE LA TERMODINÁMICA Y LA SOSTENIBILIDAD.....	247
8.1.2.1 PRIMER PRINCIPIO: LA LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA	247
8.1.2.2 SEGUNDO PRINCIPIO: LA LEY DE LA DEGRADACIÓN DE LA ENERGÍA	248
8.1.2.2.1 EL CONCEPTO DE ENTROPÍA Y NEGUENTROPÍA (ORDEN Y DESORDEN)	249
8.2. REFLEXIONES SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE REGIONAL	250
8.2.1 UNA REVISIÓN CONCEPTUAL DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	250
8.3. EL DESARROLLO SOSTENIBLE MICRORREGIONAL	251
8.3.1 CONCEPTOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE MICRORREGIONAL	251
8.3.2 DIMENSIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	252
8.3.3 ATRIBUTOS GENERALES DE LA SOSTENIBILIDAD	253
8.3.4 ECONOMÍA Y PLANTEAMIENTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE MICRORREGIONAL	254
8.3.4.1 EL LIBRE COMERCIO	256
8.3.4.2 LAS EXTERNALIDADES	256
8.3.4.3 LAS TENDENCIAS	257
8.3.4.4 PARETO ÓPTIMO	258
8.3.4.5 LOS RECURSOS NATURALES	258
8.3.4.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	258
8.3.4.5.2. RECURSOS RENOVABLES Y NO RENOVABLES	259
8.3.4.6 BIENES PÚBLICOS Y BIENES PRIVADOS	260
8.3.4.7 LOS DERECHOS DE PROPIEDAD	261

8.3.4.8	LA INEFICIENCIA DEL MERCADO CON LAS EXTERNALIDADES	262
8.3.4.8.1	MEDIDAS PARA CORREGIR LAS EXTERNALIDADES	262
8.3.4.8.1.1	PROGRAMAS PÚBLICOS	263
8.3.4.8.1.2	ENFOQUES PRIVADOS	263
8.3.4.9	PAUTAS PARA EL MANEJO DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS	264
8.4.	EL DIAGNÓSTICO: UN MOMENTO EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	265
8.4.1	RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE	265
8.4.2	VARIABLES Y FUNCIONES INVOLUCRADAS EN LAS DEFINICIONES DE SOSTENIBILIDAD Y SUS NIVELES DE AGREGACIÓN	266
8.4.3	NIVELES DE AGREGACIÓN	269
8.4.3.1	NIVEL REGIONAL	269
8.4.3.2	NIVEL LOCAL	270
8.4.3.3	NIVEL DE FINCA	270
8.4.3.4	NIVELES DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	270
8.4.3.5	EL MANEJO DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS	271
8.4.4	ESQUEMA PARA LA DEFINICIÓN DE INDICADORES	274
8.4.5	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	276
8.4.6	ELEMENTOS DE CATEGORÍA	277
8.4.7	CALIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LAS INTERVENCIONES	280
8.4.8	DESCRIPTORES E INDICADORES	283
8.4.8.1	CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES	285
8.4.8.2	TIPOS DIFERENTES DE INDICADORES	286
8.4.8.3	PONDERACIÓN DEL VALOR DE LOS DIFERENTES RECURSOS DEL SISTEMA	286
8.4.9	VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS AGROECOLÓGICOS	287
8.5.	EJEMPLO DE MEDICIONES DE SOSTENIBILIDAD	291
8.5.1	LOS ESTUDIOS DE CASO	291
8.5.2	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	291
8.5.3	EJEMPLOS	296
EJERCICIO 8.1 VALORACIONES AMBIENTALES		298
BIBLIOGRAFÍA		300

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Reconocer la importancia del término desarrollo sostenible y su aplicación a los procesos de producción agroecológica.
- * Identificar y analizar la importancia que tienen las leyes de la termodinámica en la caracterización de sistemas agroecológicos y su relación con los procesos de sostenibilidad.
- * Relacionar la economía ambiental con los procesos en los que intervienen los recursos naturales como insumos, tanto a nivel regional como local y de finca y la importancia que tienen los derechos de propiedad.
- * Dar a conocer, dentro de los procesos de planificación, la importancia que tienen las variables, las categorías de análisis, los elementos, sus descriptores e indicadores en la evaluación de sostenibilidad de un agroecosistema.
- * Presentar un ejemplo metodológico del análisis de sostenibilidad de un agroecosistema.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿En qué consiste el desarrollo sostenible?
- ◆ ¿Qué papel juega la economía ambiental en los logros de actividades de producción agroecológica relacionadas con el desarrollo sostenible?
- ◆ ¿Cuál es la importancia de conocer los aspectos técnicos de manejo en la valoración de la sostenibilidad de agroecosistemas?
- ◆ ¿Cómo se identifican los recursos del agroecosistema (elementos) que intervienen en los procesos de medición de la sostenibilidad?
- ◆ ¿Qué características deben tener los descriptores e indicadores para realizar un buen análisis de sostenibilidad?
- ◆ Nombre y explique algunas metodologías de análisis de sostenibilidad para agroecosistemas campesinos tropicales.

Introducción

Hoy día parece ser que la necesidad de “hacer” agricultura sostenible, especialmente de tipo orgánico, es cada vez más apremiante. Muchos movimientos agroecológicos latinoamericanos y mundiales están realizando investigaciones, especialmente de tipo tecnológico, encaminadas a fortalecer el establecimiento de estos sistemas, donde los saberes campesinos toman gran importancia.

Sin embargo, uno de los principales problemas está en cómo saber si se está avanzando en el sentido correcto hacia la obtención de modelos sostenibles y cómo poder evaluar tales impactos, tanto cualitativa como cuantitativamente, dentro de cada uno de los atributos de la sostenibilidad. Esta situación implica, en primer lugar, revisar los conceptos existentes sobre sostenibilidad y determinar las variables y elementos comprometidos en este paradigma, para llegar a determinar descriptores e indicadores apropiados para cada situación.

Parte de la consecución de dichos resultados se relaciona con la habilidad del investigador para la obtención del modelo de producción actual, basado en los niveles jerárquicos, la estructura y la función de producción del mismo. Esta situación permitirá entonces un análisis de tipo holístico, en el cual se toma el sistema como un todo y no como la suma de las partes, contrario al sistema actual en el cual se realizan valoraciones concretas.

Igualmente, dentro de dichas evaluaciones se presentan dificultades en el momento de valorar un recurso y de asignarle un rango dentro del sistema, ignorándose que los mismos tienen una ponderación diferente de acuerdo con el momento histórico de la evaluación; no obstante lo anterior, existen mecanismos de integración de los diferentes indicadores que permiten realizar dichas evaluaciones para un momento determinado sin tener que esperar el corto o el mediano plazo para saber el rumbo del sistema.

En el presente documento se pretende guiar al lector hacia la forma metodológica como podría abordar una evaluación integral de este tipo, estimulándolo a reflexionar sobre el sentido del “Desarrollo Sostenible” y sobre cómo construir el modelo actual de producción basado en las definiciones dadas por otros investigadores sobre el tema.

Por último, cabe destacar que cada evaluación de sostenibilidad debe darse con relación a un referente, de manera que se puedan determinar los avances y propuestas

hacia la consecución de modelos sostenibles, especialmente en el área de la agroecología y su relación con el medio externo.

8.1. La sostenibilidad

8.1.1 Definición

De acuerdo con el estudio sobre sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales realizado por Camino y Müller (1995), se llegó a establecer que “la falta de una definición precisa y objetiva de la cual se puedan derivar implicaciones operacionales claras, es una de las primeras dificultades a resolver en el esfuerzo por definir una estrategia de acción para el desarrollo sostenible”, ya que las diferentes definiciones se han hecho con propósitos distintos, muchos de los cuales también se usan con significados y alcances variados.

No obstante lo anterior, una de las definiciones más claras es la presentada por la WCDE (1987), la cual manifiesta que:

“Desarrollo sostenible es un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la orientación de las inversiones y del desarrollo tecnológico y el cambio institucional están en armonía y mejoran el potencial corriente y futuro para satisfacer las necesidades humanas. El concepto supone límites que imponen a los recursos del medio ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biosfera para absorber los efectos de las actividades humanas. Pero tanto la tecnología como la organización social pueden ser ordenadas y mejoradas de manera que abran el camino a una nueva era de crecimiento económico”.

Sin embargo, las definiciones encontradas en las múltiples bibliografías consultadas por estos investigadores, presentaron características comunes, las cuales se categorizaron de la siguiente manera:

- Desarrollo humano.
- Desarrollo sostenible y sociedad sostenible.
- Desarrollo regional sostenible.
- Programas y proyectos sostenibles.
- Ecodesarrollo.
- Uso sostenible de la energía.
- Agricultura sostenible.

Este mismo estudio indica que, en general, las diversas definiciones de sostenibilidad incluyen algunos o todos los conceptos relacionados con la sostenibilidad ecológica, económica y social. Sostenibilidad ecológica, en el sentido de que el ecosistema en uso mantiene a través del tiempo las características fundamentales en cuanto a componentes e interacciones en forma indefinida; sostenibilidad económica, en el sentido de que el sistema en uso produce una rentabilidad razonable y estable a través del tiempo para quien lo maneja, lo que hace atractivo continuar con dicho manejo en el tiempo; y sostenibilidad social, en el sentido de que el manejo y la organización son compatibles con los valores culturales y éticos del grupo involucrado y de la sociedad (equidad), lo que lo hace aceptable por esas comunidades u organizaciones y da continuidad al sistema en el tiempo.

Finalmente, llegan a proponer una definición de trabajo que toma los elementos principales de las múltiples definiciones consultadas, la cual se presenta a continuación:

“La sostenibilidad de la agricultura y de los recursos naturales se refiere al uso de los recursos biofísicos, económicos y sociales según su capacidad, en un espacio geográfico, para mediante tecnologías biofísicas, económicas, sociales e institucionales obtener bienes y servicios directos e indirectos de la agricultura y de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras. El valor presente de los bienes y servicios debe representar, más que el valor de las externalidades e insumos incorporados, mejorando o al menos manteniendo en forma indefinida la productividad futura del ambiente biofísico y social. Además, el valor presente debe estar equitativamente distribuido entre los participantes del proceso”.

8.1.2 Las leyes de la termodinámica y la sostenibilidad

Hay leyes naturales sobre la energía, de acuerdo con Odum (1981), que nos dan conocimiento de los límites de la vida humana y de la naturaleza en nuestro planeta. El conocimiento de estas leyes puede servir para desarrollar un “sentido común” sobre el futuro y sobre los planes y proyectos que se pretenda realizar y sobre cómo la energía afecta el desarrollo sostenible.

8.1.2.1 Primer principio: La ley de la conservación de la energía

La ley de la conservación de la energía plantea que “la energía que entra a un sistema tiene que evaluarse como energía acumulada ahí, o que fluye hacia afuera”.

por lo que se dice que la energía no es creada ni se destruye. Esta energía puede entrar desde varias fuentes, incluyendo la que fluye con los materiales, y se evalúa como alimento que sale, más la energía degradada en forma de calor disipado; es decir, la cantidad que entra debe ser igual a la cantidad que sale.

Este análisis implica que el flujo de materiales (insumos) procedentes del medio ambiente que se incorporan al sistema económico tienen dos destinos alternativos: o se acumulan en el sistema o vuelven al medio ambiente como productos, subproductos y residuos de producción.

En el caso de la acumulación, cuando se alcanza su límite máximo, todo el volumen de material que entra en el sistema es igual al que es expulsado hacia el medio ambiente. En su límite máximo, el volumen de residuos de producción se transforma en un problema de depreciación del inventario de recursos naturales, tierra, agua, aire, bosques, etc., ya que hace que estos receptores pierdan su calidad intrínseca y, por lo tanto, su valor de uso.

8.1.2.2 Segundo principio: La ley de la degradación de la energía

Esta segunda ley, según Odum (1981), plantea que en todos los procesos una parte de la energía pierde su capacidad para realizar trabajo y queda degradada en calidad. La energía que tiene capacidad para realizar un trabajo se denomina energía potencial y tiene una utilidad, en contraste con la energía degradada que ha realizado un trabajo y que ya no tiene utilidad alguna.

De la misma forma que la energía que es potencialmente capaz de hacer un trabajo no puede hacerlo una vez que éste ya ha sido hecho, la energía potencial no puede ser empleada una y otra vez. A pesar de que la energía que entra es igual a la que sale, por la primera ley de la energía, gran cantidad de ella pierde su capacidad de hacer trabajo después de los procesos.

Un ejemplo que presenta Odum (1981) es el del trabajo para la producción de alimento, el cual tiene como consecuencia que la mayor parte de la energía potencial que entra hacia el proceso sea degradada a energía calorífica y cedida a baja temperatura al medio ambiente. Una parte de la energía queda retenida, después de realizado el trabajo, en forma de alimentos de alta calidad que salen para el consumo.

De acuerdo con la segunda ley, la cantidad de energía de alto grado que ha resultado de los procesos de producción es menor que la energía que entra. Todo proceso

tiene que degradar parte de su energía. El flujo de energía a través de la biosfera está manteniendo continuamente el orden, construyendo estructuras a partir de la materia prima desordenada, las cuales se ponen juntas en un nuevo orden. Estos materiales desordenados se obtienen a partir del reciclaje del producto de desecho de las cosas que se han degradado después de un empleo efectivo. Esto es lo que se puede observar en un sistema natural de bosque, aun cuando en sistemas humanos pueden existir aportes externos de energía concentrada y de reservas que se emplean para tal fin. El orden generado por el flujo de energía representa un incremento en la calidad de ésta.

Dentro de la perspectiva agroecológica, esta ley sugiere que todos los sistemas altamente ordenados se desarrollan y crecen a expensas de un desorden creciente en los niveles más altos de la jerarquía de los sistemas, por lo que sistemas dinámicos complejos permanecen en un estado de no equilibrio a través de una continua disipación de energía disponible y de materia extraída de los ambientes que los hospedan, por lo que requieren de un constante input de energía y materia para mantener su orden interno, frente a la disipación entrópica espontánea. Esta ley es imprescindible para entender la capacidad de carga humana, como se verá posteriormente.

8.1.2.2.1 El concepto de entropía y neguentropía (orden y desorden)

Otra forma de describir la tendencia de la energía potencial a ser usada y degradada, consiste en decir que la entropía aumenta siempre en los procesos reales, siendo la entropía una medida técnica de la cantidad de desorden, de acuerdo con Boltzmann (1984). Esta otra manera de exponer este segundo principio de energía consiste en decir que la estructura ordenada, las distribuciones y las ordenaciones tienen tendencia a derivar hacia el desorden. Por lo tanto, la entropía (de EN, en; TROPÉ, transformación) es una medida de la energía no disponible resultante de las transformaciones.

La concentración y la ordenación tienden a evolucionar por separado. Toda situación concentrada y organizada tiene una energía potencial con relación a un estado desordenado, y esta energía tiende a reducirse a medida que se pierde el orden. Debido a que todas las cosas ordenadas se degradan, el mantenimiento del orden requiere un suministro mayor de energía potencial para efectuar el trabajo de ordenación. Los organismos, los ecosistemas y la biosfera entera poseen la característica termodinámica esencial de que pueden crear y mantener un alto grado de orden interno, es decir, una baja condición de entropía (una baja magnitud de desorden o energía no disponible en un sistema). La baja entropía se logra a través de la continua y efi-

ciente disipación de la energía de gran utilidad (luz o alimento) hacia energía de baja utilidad (calor).

En un agroecosistema, el “orden” dentro de una compleja estructura de biomasa se mantiene gracias a la respiración total de la comunidad, que “bombea” continuamente el desorden hacia afuera, como lo presenta Odum P.E. (1986). En consecuencia, añade, los ecosistemas y los organismos son sistemas termodinámicos abiertos, no equilibrados, que intercambian materia y energía con el medio en forma ininterrumpida para reducir su entropía interna e incrementar la externa (al hacerlo así se apegan a las leyes de la termodinámica).

En relación con la neguentropía, Shrödinger (1945), inventó este término para designar el orden o entropía negativa que los organismos vivos extraen del ambiente al disipar más entropía de la que producen en su interior.

La implicación que tiene esta segunda ley sobre el desarrollo sostenible es que si nuestras sociedades están funcionando en un sistema cerrado sin nuevas fuentes de energía, su vida depende de ella, y deben propiciar una mejor gestión de la eficiencia y eficacia con que son utilizados los recursos de producción.

8.2. Reflexiones sobre desarrollo sostenible regional

8.2.1 Una revisión conceptual del desarrollo sostenible

La visión espacial y el manejo territorial del concepto de desarrollo rural sostenible tienen como punto de partida los principales planteamientos teóricos y metodológicos del desarrollo económico (mercados) regional y son complementados con algunos elementos de geografía moderna.

Estos elementos tienen a su vez, como fundamento, el análisis de los problemas económicos y sociales geográficamente localizados, para lo cual se utilizan modelos económicos y matemáticos, siendo su objetivo global el bienestar de la sociedad, para lo cual muchas disciplinas prestan especial atención al análisis de sistemas económicos - ecológicos y a la formación de grupos de negociación y de resolución de problemas o conflictos.

La ordenación de los elementos económicos tradicionales y la especial atención a los actores sociales, al mismo tiempo que se da el análisis de interfases entre la

agricultura, la base de los recursos y el comercio (los sectores de la producción), implican mirar los diversos procesos de cambios que se dan en las dimensiones socioeconómica, la ecológica, la político - institucional y la técnica - productiva, así como también sus interacciones.

Luego, el desarrollo sostenible, tal como lo plantean Trigo et al (1991), debe ser referido en términos de aquel proceso de transformación de las diferentes dimensiones o componentes del "sistema de la sociedad" que implican cambios en la asignación de las inversiones, cambios institucionales o políticos que conjugados con las transformaciones de orden tecnológico e informativo, garanticen un uso racional de la base de recursos medioambientales y, con éstos, satisfacer las necesidades y aspiraciones de todos los grupos sociales en el presente y el futuro.

Sin embargo, en la vertiente de la nueva economía ecológica, el desarrollo sostenible enfatiza no sólo la importancia de la ineficacia del mercado como causa de la degradación de los recursos naturales, sino también, como sostienen Plaza y Sepúlveda (1996), la necesidad de una gestión eficiente.

En síntesis, según estos investigadores, para que el desarrollo sea sostenible, éste debe ser concebido como un proceso multidimensional e intertemporal, en el cual la trilogía de atributos (equidad, sostenibilidad y competitividad) se sustente en principios éticos, culturales, socioeconómicos, ecológicos, institucionales, políticos y tecnológico - productivos.

8.3. El desarrollo sostenible microrregional

8.3.1 Conceptos del desarrollo sostenible microrregional

Se define el desarrollo sostenible microrregional como el proceso de transformación de las unidades territoriales, fundamentado en estrategias regionales diseñadas especialmente para superar los factores responsables de los desequilibrios espaciales, sociales, económicos e institucionales que impiden el pleno desarrollo del sector rural e inhiben una efectiva participación de su población en los beneficios del proceso de crecimiento.

El concepto de microrregión se concibe como aquel espacio mínimo en el cual es posible ejecutar actividades de naturaleza diversa, tales como la protección de los recursos naturales estratégicos (suelos, fuentes de agua, la biodiversidad presente en

el ecosistema), y el desarrollo de programas orientados a potenciar las capacidades productivas de la comunidad y de combate a la pobreza, entre otros, según Plaza y Sepúlveda (1996).

Desde el punto de vista operativo, la definición de la unidad de análisis y operación debe ser vista de manera pragmática y flexible. En algunos casos, la microrregión puede corresponder al espacio físico de una microcuenca; en otros, esta unidad podrá equivaler a un municipio o a un grupo de ellos.

Aquí se pretende establecer la integración entre la dimensión político - administrativa y aquellas que se relacionan con el manejo de los recursos naturales y la organización social y que, al mismo tiempo, constituyen un escenario apropiado para la ejecución de actividades de planificación con plena participación de la población local.

8.3.2 Dimensión del desarrollo sostenible

De acuerdo con Plaza y Sepúlveda (1966), se conciben cuatro dimensiones del desarrollo sostenible microrregional que corresponden, a su vez, a igual número de componentes del sistema de ordenamiento de cualquier sociedad. Estas son:

- **Dimensión socioeconómica:** son los mecanismos de articulación entre los diversos grupos, para cumplir con las actividades básicas de producción y reproducción. Así mismo, esta dimensión incorpora actores de desarrollo, con especial énfasis en las diversas formas de participación y organización, como también en el tipo y fuerza de las interacciones entre la sociedad civil y los gobiernos locales y nacionales.
- **Dimensión institucional y política:** cobra interés en los procesos de democratización y participación ciudadana, ya que éstos viabilizan la reorientación del camino del desarrollo, y por lo tanto la reasignación de recursos hacia diferentes actividades y grupos sociales.
- **Dimensión productiva y tecnológica:** se vincula con la capacidad productiva y el potencial económico de las regiones y microrregiones, visualizadas desde una perspectiva multisectorial que involucra las interfases de las actividades primarias con aquellas propias del procesamiento y comercio, relacionándolas con la base del uso de los recursos naturales.
- **Dimensión ecológica:** surge del postulado de que el futuro del desarrollo depende de la capacidad que tengan los actores institucionales y los agentes económicos

para conocer y manejar, según una perspectiva de mediano y largo plazo, su inventario de recursos naturales renovables y su medio ambiente.

8.3.3 Atributos generales de la sostenibilidad

Desde una perspectiva sistémica, la aplicación de conceptos sostenibles a un agroecosistema en particular o un conjunto de ellos debe presentar como resultado, tanto en el corto como en el mediano y largo plazo, la posibilidad de encontrar una serie de **atributos generales** que son el producto de las interacciones entre los elementos o componentes del sistema y el grado de interacción con el medio externo; entre ellos se pueden encontrar:

- **La productividad:** entendida como la capacidad que tiene un agroecosistema para proveer un nivel requerido de bienes y servicios que demanda el medio externo, manteniendo una producción estable a través del tiempo.
- **La equidad:** es la habilidad que tiene el agroecosistema para distribuir la productividad (costos y beneficios) de una manera justa dentro y fuera del sistema.
- **La estabilidad:** es la propiedad del agroecosistema de mantenerse en equilibrio dinámico en el corto y largo plazo. Guarda relación con la producción y la productividad.
- **Resiliencia:** es la capacidad intrínseca que tiene el agroecosistema para retornar al estado de equilibrio inicial después de que el mismo ha sido sometido a perturbaciones provenientes del medio externo.
- **Confiabilidad:** es la certeza de que el sistema volverá a su nivel de equilibrio después de pasar por periodos de perturbaciones.
- **Adaptabilidad:** es la posibilidad de que el sistema, ante cambios inminentes de su productividad originados por perturbaciones externas, adquiera un nuevo nivel de equilibrio manteniendo estable el nuevo nivel de productividad.
- **Autogestión:** se relaciona con la capacidad de regulación y control sobre las entradas y salidas del sistema con su entorno.

Una observación es que muchos de los anteriores atributos tienen elementos en común, por un lado, y por el otro pueden tener indicadores heterogéneos, razón por la cual es necesario llevarlos a unidades homogéneas para poder mirar las tendencias de las mismas en el tiempo; sin embargo, parece ser que todos los atributos tienen igual

peso cuando se determina una valoración de sostenibilidad, y por otro lado no es fácil incluirlos en su totalidad en dicha evaluación.

8.3.4 Economía y planteamiento del desarrollo sostenible microrregional.

La conservación del ambiente, el manejo más benigno de los recursos naturales y la sostenibilidad de la producción agropecuaria en el largo plazo constituyen desafíos críticos ya que los mismos evidencian estilos de vida y niveles de consumo, formas de producción y explotación de los recursos, lo cual tiene un impacto significativo sobre la base de los recursos naturales y sistemas ambientales que dependen del hombre para su supervivencia (Trigo y Kaimanowitz, 1994).

Si bien existen elementos comunes (vistos anteriormente) en las definiciones sobre sostenibilidad, la diferencia radica en precisar cómo evaluar el grado de “desarrollo” asociado con el uso de los recursos naturales y dentro de los atributos de “equidad” que la misma definición trae consigo. Estos recursos, que incluyen el capital físico, el capital humano, recursos naturales renovables y no renovables, servicios ambientales, tradiciones e instituciones, en su conjunto deben mantener, por lo menos, el mismo nivel de vida de la población a través del tiempo.

En las economías de mercado, las decisiones sobre la producción, consumo e inversión se adoptan en función de los precios relativos y resultan de procesos de optimización de los recursos invertidos. Lamentablemente los mercados presentan “fallas” que distorsionan sistemas de precios y limitan la posibilidad de que sirvan de guía efectiva para alcanzar el desarrollo sostenible (Trigo y Kaimanowitz, 1994).

Uno de los puntos clave para emprender acciones tendientes a la valoración de la sostenibilidad en sistemas agroecológicos tiene que ver con las relaciones de propiedad, las cuales se constituyen en el punto de partida, ya que el resultado de este tipo de sistemas lleva consigo la venta de bienes y el ofrecimiento de servicios, ocasionados por la transformación de unos recursos mediante unas técnicas.

Tradicionalmente, las sociedades sólo se han preocupado por asignar derechos claros con respecto a los recursos que se consideran escasos, mientras que el resto de los recursos pueden ser usados libremente por todos los que así lo deseen. Algo que no tiene dueño, o cuyo dueño no tiene la capacidad de hacer valer sus derechos, siempre tendrá un precio cero, y por lo tanto, inevitablemente, habrá una tendencia a sobreexplotarlo y mal utilizarlo.

No obstante lo anterior, hoy día se dan manifestaciones indudables de que en la práctica no existen recursos inagotables, y la sostenibilidad exige reconocer que todos los recursos son escasos y que deben ser manejados cuidadosamente para evitar su mala utilización. En el caso de los sistemas agroecológicos, el tema de los nutrientes en el suelo es un área que se ha aprendido a manejar muy bien con el concepto de sostenibilidad (Trigo y Kaimanowitz, 1994).

En relación con otros impactos resultantes de las acciones de determinadas técnicas sobre los recursos, resulta prematuro valorar tales resultados y aún es más difícil estimar un precio, dada la complejidad no de la técnica sino de vincularlos a “los derechos de propiedad”. En estos casos la legislación actual sobre los recursos es insuficiente y la misma puede presentar, en ocasiones, ambigüedades con respecto a la necesidad de protegerlos. Es el caso de un productor orgánico que aplique control biológico, causando efectos favorables para la salud humana y para el ecosistema, sin que esta actividad se refleje directamente en beneficios económicos.

Esta situación puede afectar sus decisiones de producción e incentivar para que ciertas actividades no se desarrollen más allá de lo que harían si el productor tuviera que cubrir otros costos involucrados en mantener una línea de producción orgánica. En ocasiones los efectos surgidos de otras prácticas tecnológicas dentro de la agricultura sobre componentes ambientales pueden traer consigo externalidades negativas, en cuyo caso el impacto no alcanza a ser valorado, y difícilmente puede dársele un precio.

Como tal, el desarrollo sostenible es esencialmente un proyecto de inversión, en el cual se limita en cierto grado el uso de los recursos existentes como una posibilidad de manejo adecuado para mejorar o mantener un cierto nivel de vida. Sin embargo, cuando una persona es pobre o enfrenta una pérdida brusca de ingresos sin tener mecanismos de seguro, puede encontrarse en una situación en que para simplemente sobrevivir está forzada a consumir su capital físico, humano y natural, entrando en un proceso de descapitalización que disminuye el stock de recursos y por tanto la posibilidad de un desarrollo sostenible.

Si bien es cierto que el ritmo del cambio tecnológico se ha acelerado mucho en los últimos años, también se ha acelerado la presión sobre los recursos naturales, como resultado del crecimiento de la población y los ingresos; sin embargo, ciertos recursos naturales y servicios ambientales son difícilmente sustituibles con la tecnología existente o la que se puede prever a mediano plazo, como en el caso de ciertos recursos genéticos (Trigo y Kaimanowitz, 1994).

Este perfil temporal surge por definición propia del desarrollo sostenible y el tiempo significativo que requieren los procesos. El punto de partida de dicho proceso es una situación del escenario observada en un momento pasado T_0 y su tendencia al presente, T_1 ; esta es la función central que da origen al diagnóstico. Entre los principales aspectos relacionados con el DSM están:

8.3.4.1 El libre comercio

Este paradigma está referido a la disponibilidad e intercambio que se puede hacer de un producto o factor que se desea tener.

8.3.4.2 Las externalidades

Dentro de cualquier sistema económico, la totalidad de los elementos de producción se encuentran inmersos dentro del ambiente natural. La economía los ha dividido en dos amplios segmentos: **productores** y **consumidores**.

Los productores incluyen a todas las unidades que toman insumos y los convierten en productos útiles; también comprende unidades como entidades públicas, organizaciones sin ánimo de lucro y empresas que prestan servicios como el transporte. En resumen, abarca todas las entidades económicas del sistema que van hasta los mismos consumidores.

Los insumos primarios, tomados del ambiente natural para el sector de la producción agrícola, son materiales en forma de combustibles, minerales y madera, líquidos como el agua y el petróleo, y gases de diversos tipos, como el gas natural y el oxígeno. Todos los bienes y servicios son derivados de materiales y de la aplicación de los insumos energéticos.

Los bienes y servicios producidos, incluyendo una parte de estos materiales y energía, fluyen hacia los consumidores; luego se puede decir que estos últimos también utilizan materiales de insumo directamente de la naturaleza sin la intermediación de los productores.

En cualquier caso, la producción y el consumo generan residuos, la cual es otra forma de denominar a los desechos. Estos incluyen todos los tipos de residuos materiales que pueden arrojarse al aire o al agua, o depositarse en la tierra.

Cuando los empresarios de una economía de mercado toman decisiones con relación a qué y cuánto producir, ellos normalmente tienen en cuenta el precio de lo que

van a producir y el costo de los bienes o insumos por los cuales tendrán que pagar: mano de obra, materias primas, maquinaria, energía y otros insumos. Estos pueden denominarse los costos privados de la empresa.

Sin embargo, en muchas operaciones de producción existen otros tipos de costo que, aunque representan un costo verdadero para la sociedad, no aparecen en el estado de pérdidas y ganancias de la unidad agrícola. Son los **costos externos**.

Estos se denominan externos porque, aunque son costos reales para algunos miembros de la sociedad, las unidades agrícolas generalmente no los tienen en cuenta cuando van a realizar sus decisiones sobre la tasa de producción. Hay costos que son externos para las unidades agrícolas pero internos para la sociedad. A este tipo de costos se les denomina como **externalidades**.

En consecuencia, la denominación de costos externos es porque existen residuos de producción que alteran la capacidad productiva de otras unidades agrícolas o de la sociedad en general, y cuyo retorno a la calidad ambiental, tal como era antes de ser emitidos dichos residuos, requiere de costos económicos de mitigación de las alteraciones producidas.

Hay muchos tipos diferentes de externalidades ambientales. La mayoría, pero no todas, se expresan mediante vínculos físicos entre las partes involucradas: el contaminador y la persona afectada. Hay casos de contaminadores individuales y múltiples partes afectadas, aunque hay externalidades que no involucran aspectos físicos. Un ejemplo es la degradación del ambiente paisajístico mediante el desarrollo desordenado de construcciones.

La situación que se plantea entonces es hasta dónde pueden existir límites que no produzcan externalidades y la forma como el medio natural puede absorber algunas de ellas. Un planteamiento para resolver este tipo de efectos es "internalizar las externalidades", es decir, incluirlas en los cálculos económicos para que el proceso de toma de decisiones se realice con base en información total de los procesos productivos.

8.3.4.3 Las tendencias

Este análisis se hace necesario para evaluar la dinámica temporal inherente en el proceso de desarrollo sostenible en sus cuatro dimensiones. En el caso específico de esta metodología, ella tiene como base apenas una extrapolación lineal entre los valo-

res observados, o la apreciación cualitativa de una variable, conjunto de variables o de un fenómeno determinado en dos o más momentos.

8.3.4.4 Pareto óptimo

Este criterio económico permite clasificar ciertas situaciones como preferibles a otras; simplemente se define una situación como pareto óptimo cuando, para mejorar las condiciones de cualquiera de los individuos involucrados en ella, alguien debe empeorar la propia. Esto tiene una implicación de Perogrullo: cualquier individuo prefiere una situación mejor.

Este criterio es importante, ya que se ha transformado en la base teórica para justificar las intervenciones del Estado en aquellas situaciones en las cuales el mercado opera con deficiencias que conducen a resultados que no constituyen un pareto óptimo, tal como lo proponen Pierce y Turner (1986).

8.3.4.5 Los recursos naturales

Se refiere a los bienes y medios de subsistencia correspondientes a los ecosistemas como tales; los recursos naturales se relacionan estrechamente con los ecosistemas (espacio ocupado por los seres vivos), dando lugar al estudio de sus interacciones en conjunto, lo cual lleva a una complejidad. El carácter interactuante de los recursos naturales dentro de los ecosistemas cobija tanto los componentes bióticos como abióticos, dando lugar al concepto de medio ambiente, el cual se define como “el elemento en que vive o se mueve una persona, animal o cosa”, o a las “circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales que rodean a las personas y a los seres vivos”.

Por lo anterior, los recursos naturales conforman el medio ambiente que implica directa e íntimamente al hombre, ya que se concibe no sólo como aquello que lo rodea en el ámbito espacial sino que además incluye al factor tiempo, es decir el uso que de los recursos naturales hace la humanidad.

8.3.4.5.1. Clasificación de los recursos naturales

- **Recursos naturales apropiables:** una mercancía se denomina apropiable cuando las empresas o los consumidores pueden recoger todo su valor económico. Son recursos apropiables la tierra (cuya fertilidad puede ser recogida por el agricultor que vende los cultivos producidos por la tierra), los recursos minerales como el petróleo y el gas, los árboles a los cuales se les puede fijar un valor económico.

- **Recursos naturales inapropiables:** estos recursos pueden causar claramente problemas económicos, y son aquellos cuyo uso es gratuito para el individuo pero costoso para la sociedad. Los recursos inapropiables son los que generan externalidades y entre los más conocidos están el aire y la biodiversidad.

Samuelson y Nordhaus (1996) señalan que cuando los recursos son inapropiables y muestran externalidades, los mercados transmiten unas señales incorrectas.

8.3.4.5.2. Recursos renovables y no renovables

En las sociedades modernas suele subestimarse el hecho de que la actividad económica haga uso de gran variedad de insumos provenientes de los recursos naturales, especialmente la producción de alimentos, bien sea mediante la cosecha directa, o para suministrar los insumos esenciales para el cultivo de las plantas y la cría de animales.

Sin embargo, existe una gran variedad de recursos naturales que juegan un papel importante dentro de la economía ambiental, cuya importancia en los procesos de producción con criterio sostenible hace que se tenga un mejor aprovechamiento de los mismos. Las técnicas para gestionar los recursos dependen de que éstos sean o no renovables (Samuelson A., P. y Nordhaus D., W., 1996).

- **Un recurso no renovable** es aquel cuya oferta es esencialmente fija y que no se regenera suficientemente de prisa para que sea económicamente relevante. Ejemplos importantes son los combustibles fósiles, los recursos minerales no combustibles como el cobre, la plata, el oro, la piedra y la arena.
- **Los recursos renovables** son aquellos cuyos servicios se reponen periódicamente y que si se gestionan debidamente, pueden prestar útiles servicios indefinidamente. La energía solar, el suelo agrícola, el agua, los bosques y la pesca son algunos de los más importantes. Un aspecto característico es que dependen del tiempo en forma considerable.

Los principios de la gestión eficiente de estas dos clases de recursos presentan retos muy diferentes: la utilización eficiente de un recurso no renovable conlleva la distribución de una cantidad finita del recurso a lo largo del tiempo. En cambio, la utilización prudente de los recursos renovables implica asegurarse de que se mantiene eficientemente el flujo de servicios.

8.3.4.6 Bienes públicos y bienes privados

- **Bienes públicos:** son aquellos cuyos beneficios se extienden de manera indivisible a toda la comunidad, independientemente de que los individuos deseen o no comprarlos.
- **Bienes privados:** son aquellos que pueden dividirse y suministrarse por separado a diferentes individuos sin que produzcan beneficios ni costos externos a otros.

Para suministrar eficientemente bienes públicos suele ser necesaria la intervención del Estado, mientras que los bienes privados pueden ser asignados eficientemente por los mercados. Una forma de ilustrar el concepto de efectos externos, es considerando algunos ejemplos extremos de un bien público, que es una mercancía que puede suministrarse a todo el mundo con tanta facilidad como a una persona.

El ejemplo por excelencia de bien público es la defensa nacional. No hay nada más vital para la sociedad que su seguridad. Pero la defensa nacional, como bien económico que es, se diferencia radicalmente de un bien privado, como el pan. Diez barras de pan pueden dividirse de muchas formas entre los individuos, y lo que alguien no come puede comerlo otra persona. Pero la defensa nacional, una vez que se suministra, beneficia automáticamente a todas las personas, independientemente de su edad, credo o raza; ignorantes o instruidos, todos ellos recibirán la misma cantidad de seguridad nacional que todos los demás residentes de todo el país.

La decisión de consumir un bien privado, como el pan, es un acto individual; una persona puede no comer nada, comer dos rebanadas o comer el pan entero: su decisión es puramente personal y no compromete a nadie más a consumir una determinada cantidad de pan. A continuación se presenta un cuadro de dicho análisis.

CUADRO 8.1

Clasificación de los recursos naturales (Samuelson A., P y Nordhaus D.,W. 1996)

	Renovables	No renovables
Apropiables	Bosques, suelo, agrícola, energía solar	Petróleo, gas natural, cobre, tierra
Inapropiables	Pesquería, calidad del aire, soledad, vistas panorámicas	Aguas freáticas, clima, residuos radiactivos.

8.3.4.7 Los derechos de propiedad

Los derechos de propiedad definen la capacidad de los individuos o de las empresas para poseer, comprar, vender y utilizar los bienes de capital y demás propiedades en las economías de mercado (Samuelson A., P. y Nordhaus D., W., 1996).

En una economía de mercado, el capital generalmente es de propiedad privada y la renta que genera va a parar a los individuos. Cada parcela de tierra tiene su escritura o título de propiedad; casi todas las máquinas y los edificios pertenecen a una persona o a una sociedad comercial. Los derechos de propiedad permiten a los dueños de bienes de capital utilizarlos, intercambiarlos, pintarlos, cavarlos, taladrarlos o explotarlos.

Estos bienes de capital también tienen un valor de mercado, por lo que pueden comprarse o venderse al precio que tengan. La capacidad de los individuos para poseer capital y beneficiarse de él es lo que da su nombre al capitalismo.

Pero aunque nuestra sociedad se asienta sobre la propiedad privada, los derechos de propiedad son limitados. La sociedad determina la parte de nuestras propiedades que podemos legar a nuestros herederos y la que debemos pagar al Estado en impuestos sobre herencias y transmisiones patrimoniales. Decide cuánta contaminación puede emitir nuestra fábrica y dónde podemos aparcar nuestro automóvil. Ni siquiera nuestra casa es nuestro castillo. Debemos obedecer las normas de ordenamiento urbano y, si es necesario, ceder terreno para la construcción de una carretera.

La propiedad privada de la tierra también es un acuerdo con el que se es familiar. Si alguien posee un terreno, esa persona tiene el incentivo de buscar que esa tierra se administre en forma que maximice su valor. Si alguien viene y amenaza con arrojar

desperdicios allí, el propietario, si lo desea, posiblemente recurra a la ley para prevenirlo. Entonces, para que un enfoque de derecho de propiedad funcione correctamente (es decir, para que suministre una aproximación al nivel eficiente de la contaminación ambiental), en esencia deben satisfacerse tres condiciones fundamentales.

- Los derechos de propiedad deben ser claramente definidos, ejecutables y transferibles.
- Debe haber un sistema razonablemente eficiente y competitivo para las partes interesadas a fin de que se reúnan y negocien la manera como deben utilizar los derechos ambientales de propiedad.
- Debe haber un conjunto completo de mercados, de manera que los propietarios privados puedan capturar todos los valores sociales asociados con la utilización de un activo ambiental.

8.3.4.8 La ineficiencia del mercado con las externalidades

El control de la contaminación es un caso de la ineficiencia del mercado, pues éste no controla debidamente a los agentes que contaminan. Las unidades agrícolas no limitan voluntariamente las emisiones de sustancias químicas nocivas ni se abstienen de verter residuos tóxicos. Se considera, pues, en general que el control de la contaminación es una función legítima del Estado (Field C., B., 1995).

Dado que las decisiones privadas sobre el control de la contaminación son ineficientes, en general, los economistas tratan de averiguar el nivel socialmente eficiente de contaminación sopesando los costos y los beneficios.

Una economía de mercado no regulada generará unos niveles de contaminación (o de otras externalidades) en los que el beneficio privado marginal derivado de su eliminación será igual a sus costes privados marginales. En este tipo de economía, por lo tanto, habrá demasiada contaminación con poca eliminación.

8.3.4.8.1 Medidas para corregir las externalidades

Actualmente los gobiernos toman distintas medidas para luchar contra las externalidades, recurriendo al control directo o a los incentivos financieros para inducir a las empresas a reducir las externalidades perjudiciales o a aumentar las actividades beneficiosas. Nos referiremos a las medidas destinadas a limitar la contaminación y otras actividades nocivas (Samuelson A., P. y Nordhaus D., W., 1996).

8.3.4.8.1.1 Programas públicos

- **Los controles directos:** por lo que se refiere a la contaminación, así como a las externalidades existentes en el campo de la salud y la seguridad, los gobiernos recurren a los controles directos, que suelen denominarse regulaciones sociales, por medio de disposiciones o leyes sobre la contaminación. La forma en que el gobierno aplica las normas sería a través de una orden de dirección y control que limite el nivel de la externalidad, dando detalladas instrucciones al respecto y realizando un constante monitoreo de las emisiones causantes de las externalidades.
- **Impuestos sobre las emisiones:** para evitar algunos de los inconvenientes de los controles directos, muchos economistas han sugerido una política que se basa más en incentivos económicos que en órdenes. Un método son los impuestos sobre las emisiones, que obligaría a las empresas a pagar un impuesto sobre la contaminación igual a la cuantía del daño externo. Se trata de hecho de internalizar la externalidad, haciendo que la unidad agrícola afronte los costos sociales de sus actividades. Si el impuesto sobre la contaminación se calculara correctamente, las unidades agrícolas maximizadoras del beneficio se verían obligadas a buscar un punto eficiente en el que los costos y beneficios sociales marginales de la contaminación sean iguales.

8.3.4.8.1.2 Enfoques privados

No todas las soluciones implican la intervención directa del Estado. Hay dos enfoques privados que pueden dar un resultado moderadamente eficiente: las negociaciones privadas y las normas de responsabilidad (Samuelson A., P. y Nordhaus D., W., 1996).

- **La negociación y el teorema de Coase:** supongamos que el Estado decide no intervenir; la celebración de unas negociaciones voluntarias entre las partes afectadas daría en algunas circunstancias un resultado eficiente.

Se dan estas condiciones cuando hay unos derechos de propiedad perfectamente definidos y los costos de las negociaciones son bajos. Supongamos, por ejemplo, que estoy vertiendo productos químicos y matando muchos peces en estanques que quedan aguas abajo. Supongamos, además, que usted puede demandarme por dañar a sus peces. En este caso, según Coase, los dos tendríamos un poderoso incentivo para re-

unirnos y acordar el nivel eficiente de vertidos. Este incentivo existiría sin ningún programa público de lucha contra la contaminación.

- **Sistema de responsabilidades:** este método se basa en el marco jurídico o en el sistema de daños más que en reglamentaciones públicas directas. En este caso, el causante de las externalidades estaría obligado por la ley a pagar los daños causados a otras personas.

En algunas áreas esta doctrina está bien establecida: si una empresa causa enfermedades a los trabajadores por negligencia, éstos pueden reclamar una indemnización. Desgraciadamente, las normas de responsabilidad tienen tantos defectos como otros métodos para luchar contra las externalidades. Su principal dificultad reside en sus elevados costos judiciales, y, en el caso de la contaminación, en la ausencia de derechos de propiedad.

8.3.4.9 Pautas para el manejo de la sostenibilidad de sistemas de producción agropecuarios.

En opinión de Herman Daly, citado por Meadows et al (1993), es preciso cuando se desea definir los límites a largo plazo o los límites sostenibles de insumos totales, tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Para una fuente renovable** (tierra, aire, bosques, peces) el ritmo o tasa sostenible de explotación no puede ser mayor que la tasa de regeneración. De esta forma, por ejemplo, la explotación de árboles de uso múltiple dentro de un sistema agroforestal es sostenible cuando el derribe o su utilización como fuente de abastecimiento de madera para combustible se hacen a una tasa que puede ser menor que la capacidad de regeneración de material vegetal por parte de la planta, o que la tasa de reemplazo de la especie por parte del agricultor.
- **Para una fuente no renovable** (combustible fósil, agua del subsuelo y de elementos minerales) la tasa sostenible de explotación o uso no puede ser mayor que la tasa a la cual una fuente renovable, usada en forma sostenible, puede sustituir al elemento no renovable. Por ejemplo, los elementos minerales serán utilizados en forma sostenible si parte de los beneficios que se producen por los bienes de mercado, representados en las salidas del sistema (relacionados con la función de producción), fueran invertidos en forma sistemática en el desarrollo de acumuladores orgánicos, de tal forma que cuando no se disponga de abonos químicos, un flujo equivalente de minerales esté disponible.

- **Para un elemento contaminante** la tasa sostenible de emisión no puede ser mayor que la tasa a la cual el elemento contaminante pueda ser reciclado, absorbido o esterilizado por los ecosistemas presentes. Por ejemplo, el gas metano originado por los procesos metabólicos de la rumia en sistemas agrosilvopastoriles o silvopastoriles, no debe ser mayor a la capacidad de las plantas (o arreglos de las mismas) en la fijación del carbono atmosférico mediante el proceso de fotosíntesis.

8.4. El diagnóstico: Un momento en el proceso de planificación del desarrollo sostenible.

8.4.1 Recursos naturales y desarrollo sustentable

La existencia de una problemática sobre la utilización de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables, a niveles críticos, ha dado como consecuencia grandes impactos ambientales, especialmente por el deterioro paulatino de los mismos y por las externalidades causadas sobre otros, como consecuencia de los procesos productivos y de consumo que se dan dentro de una economía de mercado actual, lo cual ha afectado los niveles de vida de grandes comunidades, tanto local como regional y mundialmente.

Esta situación introduce nuevos requerimientos en cuanto a incorporar el tema en el análisis agrícola, de manera de hacer posible el planteamiento de estrategias alternativas fundamentadas en claros principios de sustentabilidad del crecimiento sectorial.

Sin embargo, existe la creencia de que gracias a la tecnología y al comercio se logran satisfacer necesidades humanas, por lo cual se asegura una capacidad de carga que es infinitamente expandible e independiente del tipo de desarrollo, sin contar que la capacidad de carga ecológica es una de las bases fundamentales de la contabilidad demográfica, la cual se basa en el capital natural de Rees (1996).

Según esta apreciación, Rees (1996) plantea que la evaluación de las reservas del capital natural mediante flujos físicos puede llevar a determinar el tipo de intervención y de sostenibilidad de los ecosistemas por medio de la **huella ecológica**, por lo que, pese al incremento de la sofisticación tecnológica, la humanidad permanece en un estado de obligada dependencia de la productividad y de los servicios vitales de la ecosfera.

Una forma en que dicho investigador plantea este análisis se basa en la perspectiva ecológica, donde un suelo adecuado y la producción de capital natural asociado a éste, son fundamentales para las perspectivas de continuidad de los sistemas que garanticen mejoras en el nivel de calidad de vida de las personas.

Un paso importante en el planteamiento de la edición de la sostenibilidad está en el diagnóstico previo y en la identificación de las variables que pueden ayudar en la gestión del desarrollo sostenible. A continuación se presentan las principales variables susceptibles de ser trabajadas.

8.4.2 Variables y funciones involucradas en las definiciones de sostenibilidad y sus niveles de agregación.

El logro de la sostenibilidad se basa en el manejo racional de las interacciones entre los componentes y por lo tanto repercute en la región/cuenca, en los sistemas de finca y en su integración vertical con otras cadenas de producción, como puede verse por medio de los niveles jerárquicos utilizados por la Teoría General de Sistemas propuesta por Bertalanffy (1980).

El estudio de la sostenibilidad, y en especial la definición del anterior concepto, llevan a la necesidad de determinar variables tanto de tipo independiente como dependientes, que permitan medir cualquier tipo de sistema en estudio, **desde el punto de vista social, económico, natural, como también sus interacciones y su balance en el mediano y largo plazo.**

Entre las variables más comunes, que se desprenden de las definiciones revisadas por Camino y Müller (1995), para un estudio de sostenibilidad, se pueden ver las siguientes:

- **Población:** Se hace referencia a un nivel actual de población y a las generaciones futuras; por lo tanto, a una población dinámica que varía y crece a una determinada tasa. La población es una variable central al concepto de sostenibilidad, pues influye sobre otras funciones y variables sociales, la demanda (necesidades de consumo) y las instituciones.
- **Necesidades y consumo:** Es una variable dependiente de la población; se habla de necesidades humanas, las cuales no son estáticas sino dinámicas. La satisfacción de necesidades puede ser para alcanzar niveles mínimos, para alcanzar o aumen-

tar el bienestar, para la continuación de la raza humana sobre el planeta o lograr la felicidad.

La satisfacción de necesidades es el consumo, pero hay necesidades de muy variada naturaleza, como la justicia, la libertad, la calidad de vida, el mejoramiento intelectual, que también deben considerarse como tales y que implican cambios institucionales más que de otro tipo.

- **Recursos:** Es también central al concepto de sostenibilidad. Los recursos procesados en productos son los satisfactores de las necesidades. Las definiciones revisadas hablan de la base de los recursos, de los recursos físicos, bióticos y abióticos.

También se refieren al mantenimiento del capital natural, en forma indefinida, a la renovación del capital natural¹, al mejoramiento del potencial de los recursos naturales; además de los recursos endógenos y exógenos a un sistema.

La variedad de los recursos es enorme y los conceptos relacionados sobre la cantidad y la calidad de esos recursos son: flora, fauna, suelos, aguas, atmósfera, sistemas ecológicos, biodiversidad, recursos genéticos, complejidad, energía, capital físico, capital natural, cultura y otros.

- **Tecnologías:** En opinión de Rees (1996), los análisis convencionales a menudo argumentan que el comercio y la tecnología expanden la capacidad de carga de un agroecosistema, cuando en la realidad el papel de la tecnología se traduce en la eficiencia de los recursos. Por lo tanto, las tecnologías² movilizan y transforman los recursos para que el hombre pueda satisfacer sus necesidades. Las tecnologías son dinámicas y evolucionan. Una forma de tecnología permite mejorar la capacidad de los recursos para satisfacer las necesidades. El manejo de los recursos y la regulación de su uso son parte de la tecnología.

Las tecnologías afectan al medio de muchas maneras. En algunos casos lo deterioran y en otros permiten evitar desarrollos no sostenibles. Hay una estrecha relación entre la sostenibilidad y la intensidad de las tecnologías y sus instrumentales (bienes de capital, insumos, otros, etc.).

1. Por capital natural se entiende el stock de activos naturales que producen un flujo de valiosos bienes y servicios para el futuro. Igualmente se debe destacar que dicho capital tiene funciones como el amortiguamiento y capacidad asimilatoria. Rees (1996).

2. La tecnología se puede entender como la forma de hacer las cosas, es decir, el conjunto sistemático de conocimientos, métodos, instrumentos y actividades cuya aplicación permita la transformación de insumos en el producto deseado. Malagón y Práger (2000)

- **Producción:** El resultado de la aplicación de la tecnología a los recursos es la producción, variable que depende de las tecnologías y de los recursos. La producción significa crecimiento económico, y se puede perseguir producción máxima o continua a un determinado nivel o flujos continuos, iguales o mayores. La producción es de bienes y servicios que son satisfactores directos con precios en los mercados o como bienes y servicios intangibles o de tipo ambiental.
- **Productividad:** “Es una función (cociente) que relaciona la producción con los factores e insumos empleados en ella”. La evolución de la productividad en relación con los insumos y recursos principales dentro de un sistema agrícola es una señal clara de la operación del sistema con la tecnología accesible en un determinado momento y circunstancia. La evolución de la productividad, es decir, la productividad actual con respecto a la pasada o con respecto a los supuestos de productividad futura, es una información importante sobre la sostenibilidad de un sistema. Malagón y Práger (2001)
- **Capacidad de carga:** “Es la carga máxima que se puede soportar indefinidamente” (Catton, 1986, citado por Rees, 1996). Por lo tanto, se suele definir como la máxima población de una especie concreta que puede ser soportada indefinidamente en un hábitat determinado sin disminuir permanentemente la productividad de éste. No obstante, Rees (1996) plantea que ella debe ser vista no como la máxima población sino como la máxima carga que puede ser impuesta por la población al medio sin estropearlo. Luego, la carga humana es función no sólo de la población sino también del consumo per cápita, el cual está aumentando debido a la expansión del comercio y de la tecnología. (Rees, 1996).
- **Distribución y acceso a los recursos y la tecnología:** Es una variable que afecta muchas otras, pues recursos generales teóricamente disponibles que entran en el cálculo de la capacidad de carga, pueden estar no disponibles para la producción. Mientras otros recursos se sobreutilizan, otros se subutilizan.
- **Rentabilidad:** Es una expresión económica de la productividad que relaciona no los insumos con los productos, sino los costos con los ingresos. Es la productividad del capital invertido. Socialmente, sin embargo, el capital natural no se considera dentro de la dotación general de capital de la economía y la mayor parte de la rentabilidad se atribuye al capital manufacturado.

La rentabilidad y su evolución son también elementos importantes que pueden ser relacionados con otras variables. En la selección de criterios o estrategias de

desarrollo, se podrá postular un máximo de rentabilidad absoluta sujeto a restricciones relativas al medio ambiente y/o a la sociedad, una rentabilidad mínima aceptable y una evolución creciente o decreciente de cualquiera de los criterios elegidos.

- **Instituciones:** Representan la organización para la producción, para la integración horizontal y vertical de los productores, para la comercialización y comercio de productos, así como también todo el sistema de facilitadores potenciales representados por las instituciones de servicios, las que canalizan los incentivos, el cobro de cargas sociales, etc.
- **Variables sociales:** Además de las variables asociadas con la población, su dimensión y su crecimiento, hay un conjunto de variables que relacionan a la sociedad con las instituciones y la economía, y que muestran, por ejemplo, la calidad de vida, el nivel cultural y de salud, el grado de organización, el nivel de ingresos, la aceptabilidad social de los sistemas y su persistencia en el tiempo.
- **Tiempo:** El concepto de sostenibilidad plantea un problema intergeneracional, el cambio o permanencia de un estado en el tiempo, de manera que la variable central para la determinación de la condición de sostenibilidad es el tiempo. Se trata de relacionar o comparar la situación actual con el pasado (tendencia), o con el futuro previsible (proyección).

Prácticamente todas las variables se tienen que relacionar en forma directa (comparación de dos puntos en el tiempo) o en forma continua (funciones de tendencia o proyección en el tiempo) con el tiempo. Las relaciones marginales con respecto al tiempo serán indicadores importantes de sostenibilidad, pues serán las funciones de variación o crecimiento de las variables dependientes.

8.4.3 Niveles de agregación

8.4.3.1 Nivel regional

La situación de sostenibilidad de los recursos de un país puede ser crítica o aceptable; sin embargo, la distribución de los impactos depende de lo que ocurre internamente en regiones significativas, como lo expresan Camino y Müller (1995). El análisis regional puede hacerse para una región administrativa mayor o menor (estado o un municipio), para alguna categoría de cuenca hidrográfica (cuenca, subcuenca o microcuenca), o para áreas de programas o proyectos específicos, como se pudo ver

en los DMS. Este análisis puede ser global o por sector de la economía regional y también ex ante o ex post, si se refiere a análisis del pasado o a proyecciones, respectivamente.

8.4.3.2 Nivel local

La distinción entre análisis regional y local dentro de un país se justifica dependiendo del tamaño del área en estudio o el ambiente inmediato de una acción concreta de desarrollo. Un estudio de esta índole también corresponde al tamaño del desarrollo del proyecto, el cual puede estar actuando en comunidades específicas que justifican un análisis local de sostenibilidad.

8.4.3.3 Nivel de finca

Los sistemas de finca se caracterizan porque comprenden la producción y consumo de bienes y servicios en la finca propiamente dicha (parcelas, establos, otros) y en el hogar del productor. Hay un intercambio entre la producción afuera y la producción adentro. La disponibilidad de la mano de obra en la finca depende del tamaño y composición de la familia y de las posibilidades del empleo fuera de ella. Un sistema finca puede formarse por varios sistemas de producción.

Existen múltiples criterios para la clasificación de sistemas de finca. La relación entre ingresos provenientes de la actividad agropecuaria propiamente dicha y los que provienen de otras fuentes, como procesamiento, comercialización, empleo fuera de la finca y otros, pueden constituir criterios de clasificación.

El análisis de sostenibilidad a nivel de finca tiene gran importancia en la revisión de las modalidades de explotación pasadas, presentes y futuras y en la determinación del impacto de las tecnologías en la finca o fuera de ella. El cambio en los sistemas de finca es un elemento fundamental de análisis. En general, los sistemas de finca basados en varias fuentes de ingresos tienden a ser más sostenibles que los de fincas que dependen de una única fuente.

8.4.3.4 Niveles de sistemas de producción

La categoría menor de análisis es el sistema de cultivo y/o crianza, es decir, el análisis de los resultados de los diferentes cultivos específicos del sistema de producción. El sistema de producción puede representar un sólo cultivo o estar formado por

varios de ellos. Este puede ser bastante complejo e incluir actividades pecuarias, como animales en pastoreo.

Los sistemas de producción pueden ser analizados económica y ecológicamente, como en el caso de los sistemas de finca, donde existen múltiples criterios para clasificarlos. Un aspecto de gran importancia para el análisis de dicho sistema consiste en la determinación de lo que es el manejo (Malagón y Prager, 2001)

8.4.3.5 El manejo de sistemas agroecológicos

Consiste en el tipo de intervención que hace el hombre sobre el agroecosistema; para ello es importante conocer lo que son las tecnologías y la forma en que dichos conocimientos logran entrelazar los diferentes componentes. Para lo anterior se debe partir del conocimiento de las condiciones biofísicas y del contexto social, político y económico en el que se desarrollan.

Un sistema de manejo de un agroecosistema con características de sostenibilidad será aquel que permita evaluar simultáneamente los atributos anotados en “la sección 3.3”, el cual puede ser construido a partir del numeral 3.3, diagramas de flujos, y del calendario de actividades agrícolas, tal como lo presentan en el Cuadro 8.2 Malagón y Prager (2001).

CUADRO 8.2

Calendario de actividades agrícolas para un sistema tradicional agrosilvícola:
café, plátano, cítricos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz
(Tomado de Krishnamurthy, 1998)

Cultivo/ actividad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Café												
Deshierbe	●	●	●									
Poda		●	●									
Fertilización	●					●						
Cosecha								●	●	●	●	●
Plátano												
Deshierbe	●	●				●				●		
Poda			●			●			●			●
Fertilización	●					●						
Fumigación	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cosecha	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cítricos												
Deshierbe	●	●										
Poda	●	●										
Fertilización	●											
Fumigación	●											
Cosecha	●				●				●	●	●	●
Maíz												
Siembra		●				●						
Cultivo			●	●	●		●	●	●			
Cosecha						●				●		
Fríjol												
Siembra		●				●						
Cultivo			●	●			●	●				
Cosecha					●				●			
Otros cultivos asociados												
Flores						siemb.	trasp. 1	cultivo	corte			
Pimienta								cosecha				
Mamey			corte			corte						
Guanábana								corte				

Habida cuenta que los agroecosistemas con carácter sostenible basan su evaluación en resultados de las intervenciones realizadas por las diferentes técnicas contempladas en los planes de manejo, surge la necesidad de relacionar el cómo estas técnicas manifiestan un manejo ambiental acertado de los diferentes recursos del sistema, los cuales pueden causar efectos directos e indirectos, por lo que dichos recursos pueden ser agrupados en diferentes variables y a su vez en categorías con la inclusión de elementos sobre los cuales se identifiquen descriptores y la manera de efectuar mediciones.

Dentro de las acciones tecnológicas que pueden ser aplicadas a sistemas agroecológicos con manejo sostenible, Malagón et al (2001) presentan algunas de ellas, las cuales pueden variar de acuerdo con el agroecosistema en estudio.

- **Acciones que modifican el uso del suelo:** ya sea por nuevas ocupaciones, por desplazamiento de algunas poblaciones de plantas y/o animales o por nuevas interacciones surgidas del planteamiento de arreglos especiales.
- **Acciones que implican emisiones de contaminantes:** especialmente de formas indirectas y relacionadas con procesos sinérgicos, los cuales pueden identificarse en la atmósfera, en las aguas, en el suelo y en la salud de productores, plantas, animales, insectos y otros organismos presentes e identificados como recursos del sistema.
- **Acciones derivadas del almacenamiento de residuos:** dentro del agroecosistema, en aquellos puntos catalogados como almacenamiento de carga sistémica, tales como las mismas plantas o animales y especialmente el suelo.
- **Acciones que implican la sobreexplotación de los recursos:** y que tienen que ver con las cargas y descargas sistémicas³, con los balances de nutrientes⁴, con las eficiencias en el uso de ciertos recursos como el agua y la energía, y con la variabilidad genética y biodiversidad.

3. El concepto de carga y descarga sistémica está asociado a procesos de entrada, almacenamiento y salida de recursos de los agroecosistemas y que guardan alta relación con los procesos productivos. Para mayor información ver **Cargas y descargas en sistemas agroforestales**. Malagón (2000).

4. Un texto de gran utilidad en el tema es **Modelos edafológicos para sistemas agroforestales**, por Fassbender (1994).

- **Acciones que implican la subutilización de los recursos:** específicamente sobre la aplicación de técnicas sostenibles y de los tipos de arreglos agroecosistémicos, los cuales se reflejan en las variables socioeconómicas y culturales.
- **Acciones que actúan sobre el medio biótico:** como las migraciones de especies de aves e insectos, la disminución de las poblaciones de plantas y animales, y la disminución o desaparición de la actividad de la fauna asociada al suelo, entre otros.
- **Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje:** asociadas con los tipos de arreglos de plantas y animales, el número de las mismas, la diversidad de elementos bióticos, la transparencia del paisaje y el grado de articulación con el paisaje de la zona tales como la naturalidad y la singularidad.
- **Acciones que repercuten sobre las infraestructuras:** nuevas planeaciones sobre el uso del suelo, sistemas internos y externos de transporte de insumos, nuevos usos o ampliación del recurso agua, etc.
- **Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural:** como la introducción de nuevas variedades de plantas o animales, uso de nuevos controles sanitarios, técnicas relacionadas con procesos de cosecha y post cosecha, apertura de nuevos mercados, entre otras.
- **Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad medioambiental vigente:** validaciones de prácticas tecnológicas, manejo de medidas de mitigación de acciones derivadas de las prácticas agroforestales, decremento de la biodiversidad, usos inadecuados de los recursos del sistema (agua, suelo y aire especialmente).

8.4.4 Esquema para la definición de indicadores

Un indicador tiene por objetivo dar a entender una cosa por medio de indicios o señales. En este enfoque, la evaluación de la sostenibilidad (impactos sobre los recursos) debe ser concebida como un proceso de generación de conocimientos para la gestión, orientado a comprobar mediante los indicadores, las hipótesis implícitas contenidas en los objetivos del agroecosistema, a fin de validar, mejorar y replicar sus estrategias en otros ámbitos (Claverías, 2001).

La construcción de indicadores se convierte entonces en parte de un proceso de planificación basado en un marco teórico de desarrollo, que empieza por priorizar las

necesidades y problemas en forma participativa con los productores, para luego definir los objetivos y continuar con el monitoreo y evaluación de los cambios producidos por la experiencia.

Sin embargo, uno de los problemas que surgen con la evaluación de la sostenibilidad está relacionado con la forma en que ésta debe ser medida; para algunos la dificultad de dicha medida está relacionada con el uso y manejo de datos, entre los que figuran:

1. La falta de comprensión de la estructura y función de los agroecosistemas.
2. La variabilidad natural inherente que confunde la reacción del ecosistema a las intervenciones del hombre.
3. La demanda de tiempo en el estudio de las causas y efectos.
4. El ruido causado por errores de muestreo y análisis y las dificultades en la medición de indicadores de campo.
5. La dificultad en definir el conjunto de valores que cada tipo de sociedad considere justo.
6. Los desacuerdos acerca de la relación entre las medidas biofísicas y las económicas.

Frente a estas dificultades es posible identificar y medir grupos de datos mínimos o indicadores para cada tipo de ecosistema, siempre y cuando se acepte cierto grado de incertidumbre y la condición de que cada sistema sostenible no se considere fijo sino sujeto a constantes adecuaciones y mejoras.

Igualmente dichos indicadores pueden seleccionarse en función de las causas de insostenibilidad, de los factores de presión sobre la sostenibilidad o por los impactos de estas causas y factores de presión, por lo que dependiendo de los problemas a analizar, la sostenibilidad se puede determinar por la calidad y la cantidad de los recursos del sistema y/o por los parámetros de desempeño del mismo. Otra forma es la presentada por Camino y Müller (1993), quienes manifiestan que la importancia en la determinación de indicadores radica en saber establecer y aplicar criterios sobre lo que es la sostenibilidad, mediante dos aproximaciones no excluyentes:

- La definición de conjuntos de indicadores específicos para casos concretos (estudio de casos).

- El desarrollo de una metodología general que permita la definición de indicadores para cualquier sistema que se analice.

De acuerdo con lo anterior y mirando las definiciones sobre el concepto de desarrollo sostenible, éste requiere que el stock de capital que pasa de una generación a otra se mantenga o mejore. En este sentido, debe tenerse en cuenta que dicho stock de capital esté compuesto por la suma del capital manufacturado y el capital natural.

En opinión de Víctor (1991), citado por Camino y Müller (1995), es manifiesta la importancia de establecer y aplicar criterios para la definición de indicadores globales de sostenibilidad, aplicables a cualquier tipo de economía y de nivel jerárquico. Dado que todo tipo de desarrollo implica riesgos, por ello existe la necesidad de mantener la situación controlada dentro de límites tolerables para los grupos de variables más críticas en relación con la sostenibilidad.

8.4.5 Categorías de análisis

Para la interpretación de las categorías de análisis, Camino y Müller (1995) presentan una definición de trabajo que integra elementos económicos, sociales y ambientales que permitan identificar las variables principales del concepto de sostenibilidad, tal como aparecen en el punto 4.2 y a partir de ellas iniciar la identificación de las categorías de análisis.

En este sentido, Avila (1989) y Torquebiau (1989), citados por Camino y Müller (1995), definen unas categorías de análisis para cualquier sistema o sistemas asociados a un aspecto de un sistema, que puede ser una propiedad, y que resulta significativo desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Como resultado de los conceptos expuestos por ambos investigadores, Camino y Müller (1995) resumen, en su opinión, los criterios de categorías más importantes que pueden encontrarse en un agroecosistema, los cuales sirven para cualquier sistema y nivel de organización o agregación. Estos son:

Los relacionados con el interior del sistema:

- **La base de recursos del sistema:** relacionado con la estructura y las interacciones entre los componentes.
- **La operación del sistema propiamente:** se determina por la función de producción, la productividad y la tecnología empleada.

Los relacionados con el exterior del sistema:

- **Otros recursos exógenos al sistema (de entrada o salida):** tienen que ver con el control y manejo de ciertos insumos y medidas preventivas relacionadas con factores biofísicos.
- **La operación de otros sistemas exógenos:** se da en los procesos de intercambios de materia y energía, de canales de mercadeo y de información necesaria para la toma de decisiones sobre qué producir, cuánto y cómo.

8.4.6 Elementos de categoría

Se define como elemento a un componente de una categoría significativa desde el punto de vista de la sostenibilidad. Esta definición implica determinar los tipos de recursos del sistema y de su entorno. En este caso, tales recursos pueden asumir las veces de variables, ya que las mismas implican una perspectiva de presente y futuro. Dichas variables están relacionadas con las propiedades del sistema y manifiestan sus relaciones con base en las interacciones que puedan causarse por las acciones tecnológicas desarrolladas dentro del agroecosistema.

Por lo tanto, estas variables deben expresar diversas dimensiones de la sostenibilidad relacionadas con el manejo de los recursos naturales, tecnología, organización social, gestión y necesidades humanas, entre otras. En el caso de agroecosistemas campesinos, la diversificación de los mismos hace que exista la posibilidad de encontrar un número mayor de variables.

Algunos investigadores han considerado que elementos como el agua, el suelo y el ciclaje de nutrientes juegan un papel primordial en torno a la sostenibilidad; se evalúan los contenidos de materia orgánica en el suelo, los niveles de erosión y la contaminación del agua y la respuesta que los contenidos de los mismos tienen con respecto a la productividad. No obstante lo anterior, existen múltiples variables (elementos del sistema) que en un momento determinado pueden ser consideradas de gran importancia. Para efectos de una mejor clasificación de las variables se presenta la siguiente división: Aguirre y Londoño (2000):

CUADRO 8.3

Ejemplo de valores de ponderación de componentes ambientales para una unidad de producción.
Tomado de Aguirre y Londoño (2000).

COMPONENTES			VALORES DE PONDERACIÓN	
MEDIO BIOFISICO	Medio abiótico	Aire	Partículas en suspensión	35
			Contenido de amoníaco	45
			Niveles de ruido	11.2
			Total aire	91.2
		Agua	Calidad agua subterránea	30.5
			Calidad agua superficial	47
			Total agua	77.5
		Suelo	Características físicas	38.7
			Total suelo	38.7
			Aporte de materia orgánica	41.6
		Procesos	Total procesos	41.6
			Total medio abiótico	249.1
	Medio biótico	Fauna	Presencia de roedores	63
			Presencia de insectos	32
			Presencia de reptiles	10.4
			Total fauna	105.4
		Microorganismos	Flora del suelo	35
			Fauna del suelo	35
			Microorganismos del aire	31.2
			Total microorganismos	101.2
			Total medio biótico	206.6
			Total medio biofísico	554.1
	Medio perceptual	Paisaje	Unidad de paisaje	58.3
			Total paisaje	58.3
Intervisibilidad		Entorno del proyecto	20	
		Accesibilidad	20	
		Total Intervisibilidad	40	
		Total medio perceptual	98.3	
MEDIO SOCIOECONOMICO	Medio rural	Productivo	Valor económico de la tierra	50
			Ubicación bio geográfica	40
			Potencialidad otros usos del suelo	36.6
			Total producción	126.6
	Medio económico	Economía	Mano de obra	20
			Empleos fijos y temporales	15
			Ingresos del productor	20
			Retorno social	15
			Estabilidad económica	12.1
			Inversión	17
		Total economía	99.1	
		Población	Bienestar familiar	18.3
			Bienestar social	18.3
			Seguridad social	25
			Total población	61.6
		Infraestructura	Procesos de mercadeo	26.5
			Calidad en los servicios	8
			Distribución áreas internas	3
	Total infraestructura		37.5	
	Total medio económico	198.3		
	Medio sociocultural	Aspectos culturales	Nivel educación básica familiar	30
			Estilo de vida	14
			Capacitación	25.1
			Total aspectos culturales	69.1
Aspectos humanos		Integración familiar	60	
		Total aspectos humanos	60	
		Total socio cultural	120.8	
		Total socio económico	445.8	
	Total Impacto Ambiental	1000		

En relación con el manejo y el rendimiento técnico, Avila (1989) se refiere a los elementos biofísicos del sistema y su operación, y el manejo y el rendimiento socioeconómico a los elementos sociales y económicos de los sistemas implicados. A continuación Claverías (2001) da a conocer el proceso de operación de los conceptos en variables e indicadores.

Tomado de Claverías (2001)

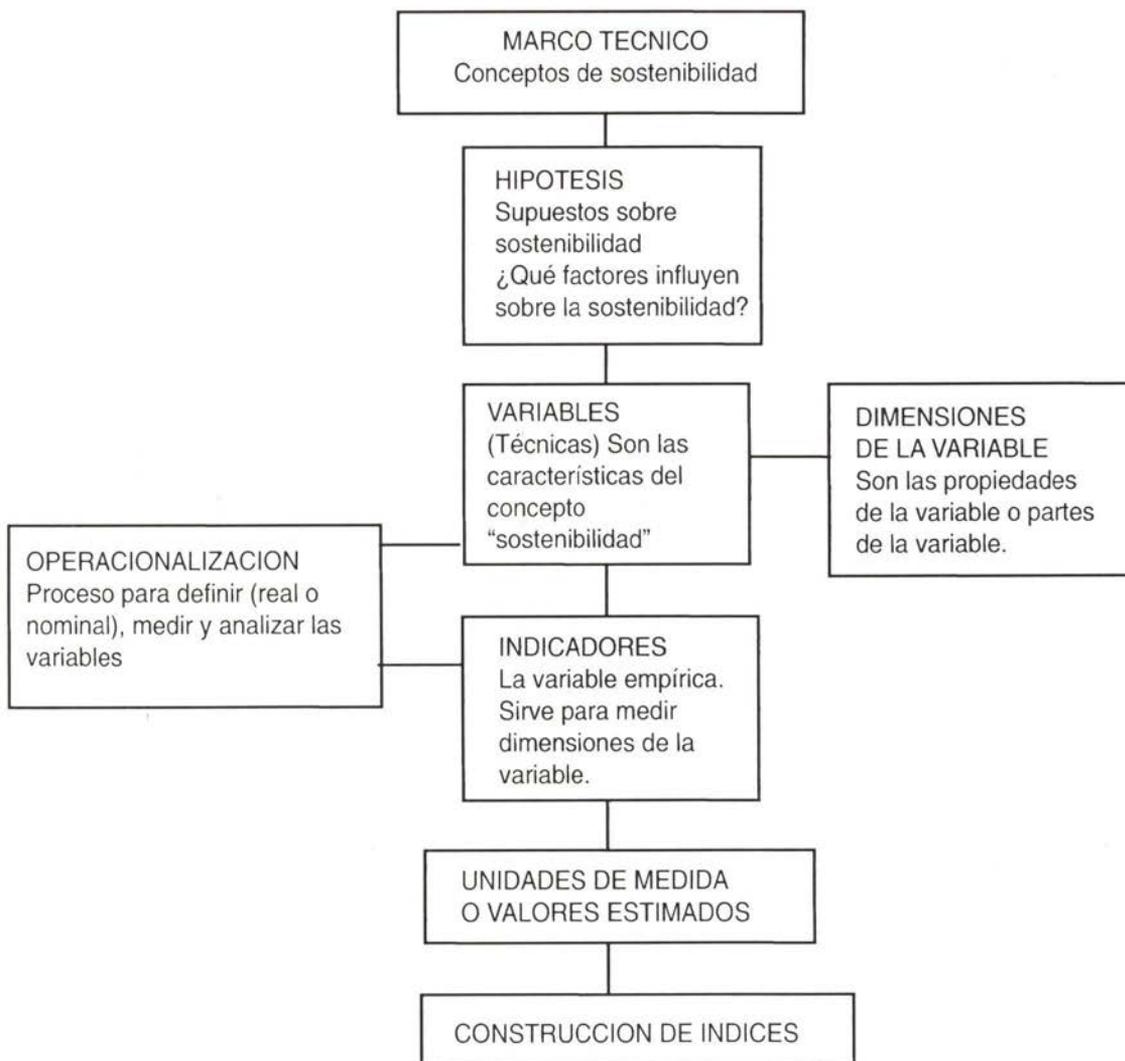


Figura 8.1. Proceso de operación de los conceptos

8.4.7 Calificación de los impactos de las intervenciones

Una vez identificadas las acciones tecnológicas o intervenciones para el cumplimiento de los objetivos del agroecosistema (ver 4.3.5), basados en el modelo de producción actual, como también categorizados los recursos (componentes del agroecosistema, vistos en 4.5), se hace necesario determinar cuáles de las acciones pueden causar efectos sobre los elementos.

Es claro que no todas las acciones afectarán por igual a un recurso; es más: un recurso puede ser afectado por una o varias acciones (Herrera, 1994), lo que en otras palabras quiere decir que una acción puede afectar diferentes tipos de recursos (elementos del agroecosistema), pudiéndose observar un comportamiento específico sobre algunas categorías en especial.

La forma más práctica de llegar a identificar tales relaciones es la construcción de una tabla de doble entrada, como la matriz de Leopold (Conessa, 1996), para lo cual se puede contar con un grupo de expertos en el tema. Esto ayudaría a seleccionar aquellas variables (elementos) y categorías susceptibles de ser impactadas dentro del agroecosistema y por lo tanto, ser manejadas con valores ya no concretos sino genéricos para ponderar la sostenibilidad del agroecosistema en estudio. Un ejemplo de lo anterior lo podemos ver a continuación en el Cuadro 8.4 (Malagón et al, 2001).

CUADRO 8.4.

Ejemplo de una matriz depurada para la elaboración y valoración de un análisis de impacto ambiental (Aguirre y Londoño, 2000).

ACCIONES IMPACTANTES		A1	A2		A3		A4	A5		A6		A7			TOTAL	
MEDIO BIOFISICO	Medio abiótico	Aire	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Agua	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Suelo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Medio biótico	Procesos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Fauna	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Micro-organismos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Medio perceptual	Paisaje	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Intervisibilidad	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		TOTAL MEDIO BIÓFISICO	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	ACCIONES IMPACTANTES		A1	A2		A3		A4	A5		A6		A7			TOTAL
	A1 Acciones que modifican el uso del suelo.		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	A2 Acciones que implican origen de contaminación.		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	A3 Acciones derivadas del almacenamiento de residuos.		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
A4 Acciones que implican sobreexplotación de recursos.		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
A5 Acciones que actúan sobre el medio biótico.		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
A6 Acciones que repercuten sobre la infraestructura.		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
A7 Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CONSTRUCCIONES DE GALPONES E INSTALACIONES		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
PREPARACIÓN Y EMPAQUE DE ALIMENTO		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
FLAMIGACIONES CONTROL PLAGAS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
LAVADO Y DESINFECCIÓN DE EMP/HUEVO Y COAGULOS/CAL		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CONTROL DE PLACAS EN GRANOS ALMACENADOS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
MANEJO DE AVES MUERTAS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
MANEJO DE RESIDUOS DE GALPONES E INSTALACIONES		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CANALES VERTEDEROS AGUAS RESIDUALES		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
ACTIVIDAD DE MANEJO MUJERAS FORZADAS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
ERRADICACIÓN DE ROEDORES		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
PROGRAMAS DE VACINAS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
USO DE MEDICAMENTOS PARA CONTROL DE ENFERMEDADES		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
DESINFECCIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
TRAFFICO INTERNO		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
MANTO Y MANT. DE INSTALACIONES Y GALPONES		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CAMERA DE INSUMOS PARA PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
ADQUISICIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CAPACITACIÓN DE PERSONAL		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
GENERACIÓN DE EMPLEO		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

8.4.8 Descriptores e indicadores

Los descriptores son categorías significativas de un elemento, de acuerdo con los principales atributos de sostenibilidad de un sistema determinado. Camino y Müller (1995).

Además de lo anterior, en opinión de Torquebiau (1989), los descriptores pueden ser diferentes aun entre sistemas similares, de acuerdo con los atributos particulares de los mismos. Los descriptores también dependerán en gran manera del nivel de agregación del sistema bajo análisis. En el caso de agroecosistemas tropicales, se presentan algunos de los posibles descriptores e indicadores en el Cuadro 8.5.

Como puede verse, cada descriptor seleccionado como relevante, se debe definir con uno o varios indicadores. En este caso, un indicador es una medida del efecto de la operación del sistema sobre el descriptor; si el sistema es sostenible, tiene un efecto positivo sobre el descriptor y un efecto negativo si no lo es.

Camino y Müller (1995) plantean que debe quedar claro que no existen indicadores universales, sino que cada sistema, dependiendo de su nivel de agregación, sus categorías y elementos específicos, así como de los descriptores seleccionados, tendrá su propio conjunto de indicadores.

Además de lo anterior, citan que los indicadores pueden variar según el problema o el objetivo de análisis. Por ejemplo, en el caso de indicadores que deben medir la sostenibilidad de un sistema de producción, la cantidad y precisión de ellos será diferente si se trata de un proyecto de investigación donde se pretende analizar ensayos con diferentes tecnologías todavía no probadas, o si se trata de un proyecto de desarrollo rural donde se quiere monitorear la sostenibilidad de los sistemas de producción promovidos por el proyecto.

CUADRO 8.5

Descriptorios e indicadores de impacto ambiental para algunos componentes.
(Aguirre y Londoño, 2000)

ELEMENTO	COMPONENTE	INDICADOR	UNIDAD MEDIDA	FUENTE
AIRE	• Partículas en suspensión	Concentración media en 24 hr.	mg/m ³	Conesa, 1995
	• Contenido de amoníaco	Nivel de inmisión ponderado por el número de personas afectadas.	p.p.m	Conesa, 1995
	• Niveles de ruido	Nivel de presión acústica	Decibeles	Conesa, 1995
AGUA	• Calidad agua subterránea	Índice de calidad de agua	%	Conesa, 1995
	• Calidad agua superficial	Índice de calidad de agua	%	Conesa, 1995
SUELO	• Características físicas	Productividad	%	Conesa, 1995
PROCESOS	• Aporte de materia orgánica	Acumulación de materia orgánica	%	Conesa, 1995
FAUNA	• Presencia de roedores, insectos y reptiles.	Valor ecológico del biotopo	%	Conesa, 1995
MICRO-ORGANISMOS	• Flora y fauna del suelo	Valor ecológico del biotopo	%	Conesa, 1995
	• Microorganismos del aire	Concentración (valoración subjetiva)	ppm.	Conesa, 1995
PAISAJE	• Unidad de paisaje	Valor relativo del paisaje	%	Conesa, 1995
INTERVISIBILIDAD	• Entorno del proyecto	Valor absoluto	%	Conesa, 1995
	• Accesibilidad	Paisaje (valor subjetivo)	%	Conesa, 1995
PRODUCTIVO	• Valor económico de la tierra	Suelo afectado revalorizable	%	Conesa, 1995
	• Ubicación bio-geográfica	Oportunidad	%	Conesa, 1995
	• Potencialidad otros usos del suelo	Suma ponderada de la superficie de cada tipo de uso del suelo	%	Conesa, 1995

Al respecto, añaden que el conjunto de indicadores debe ser robusto y no exhaustivo. Robusto en el sentido de que los indicadores realmente cumplen con las condiciones descritas y que, además, son sensibles y con una base estadística o de medición suficiente. No debe ser exhaustivo, sino sólo referirse a las categorías y elementos más significativos del sistema bajo análisis. No se pueden dar números, pero de seis a ocho indicadores para un sistema parece razonable; veinte o treinta no lo parecen. Estas consideraciones son importantes dados los costos y complicaciones que tiene toda conveniencia de monitoreo en el comportamiento de un sistema determinado.

8.4.8.1 Características de los indicadores

Como características significativas de los indicadores, Camino y Müller (1995) citando a Avila (1989), Torquebiau (1989), Weber (1990), Ferreira (1991), Bartelmus (1991) y Speidel (1972), definen las siguientes:

- Deben ser medibles y de fácil medición.
- Deben ser tangibles.
- Aplicables sobre un rango de diferentes ecosistemas y sistemas económicos y sociales.
- La recolección de la información no debe ser difícil ni costosa.
- Deben ser adecuados al nivel de agregación del sistema bajo análisis.
- Cuando sea el caso, la población local podrá involucrarse en la medición, por lo tanto, los indicadores deben centrarse en aspectos prácticos y ser claros.
- Las mediciones deben poder repetirse a través del tiempo.
- Deben ser significantes a la sostenibilidad del o los sistemas analizados.
- Deben ser sensibles a los cambios del sistema, sensibilidad que puede manifestarse por la magnitud de las desviaciones a la tendencia.
- Deben medir el cumplimiento de una serie de estándares o condiciones extremas que un sistema tiene que cumplir como: ambientales, ecológicos, distributivos, económicos, sociales y de otro tipo.
- Deben analizarse las relaciones con otros indicadores.

8.4.8.2 Tipos diferentes de indicadores

Ruitenbeek (1991) reconoce cuatro tipos diferentes de indicadores:

- **Indicadores descriptivos:** se usan como línea de base descriptiva de condiciones pasadas o actuales.
- **Indicadores con aplicaciones proyectivas:** hacen una descripción analítica de condiciones pasadas.
- **Indicadores proyectivos:** permiten proyectar las condiciones futuras con base en un escenario explícito.
- **Indicadores predictivos:** permiten hacer una predicción sin condiciones de la línea de base de las condiciones futuras.

Igualmente Weber (1990) reconoce dos clases de indicadores:

- Los primarios o de medición directa.
- Los secundarios, que requieren de pruebas y observaciones adicionales.

Este autor recomienda el cálculo de indicadores primarios como norma, y en el caso de que éstos no sean suficientes o posibles de calcular, o bien arrojen valores críticos, se debe tratar de calcular los indicadores secundarios basados en información profunda y sobre aspectos muy específicos.

8.4.8.3 Ponderación del valor de los diferentes recursos del sistema

Uno de los problemas de mirar la sostenibilidad y de hecho, poder llegar a evaluarla en términos tanto cualitativos como cuantitativos, no es tanto llegar a establecer unos descriptores y unos indicadores sino conocer cuánto pesa cada uno de ellos sobre el total del agroecosistema, ya que la sostenibilidad, tal como se ha estado manejando incluye valores individuales del comportamiento de algunos de los recursos, quizá por facilidad en el manejo de los mismos (como en el caso de la pérdida de materia orgánica); sin embargo, a pesar de que estos dan luces sobre el comportamiento del recurso en términos de dos medidas en el tiempo, se pierde el valor holístico del mismo ya que, de acuerdo con el punto 4.3.5 referido a la intervención de técnicas, existe una alta correlación con los cambios que las mismas pueden producir sobre los recursos.

Una forma de ponderar es construyendo una tabla que incluya el mayor número de recursos (componentes), distribuidos en componentes ambientales biofísicos y socioeconómicos, a los cuales se les pueda dar un valor en números enteros cuya suma totalice mil puntos; para esto se necesitan tres aspectos:

- Que dichas tablas se construyan para un sistema en particular, representativo de la zona agroecológica donde está la unidad de producción, basadas en la caracterización construida conforme a los pasos de un análisis de sistemas⁵, por lo que es necesario identificar inicialmente las variables ambientales que están presentes en el sistema, las categorías y posteriormente los componentes.
- Dichas tablas deben construirse con la ayuda de personal especializado en el tema ambiental, quienes identificarán cuáles de las acciones o técnicas empleadas por el productor para la transformación de los recursos en bienes y servicios afectan positiva o negativamente los diferentes recursos existentes. Este paso es importante porque dependiendo de la acción un recurso puede ser o no afectado, o también una acción puede afectar a varios recursos.
- Debido a lo anterior, un recurso puede pesar mucho más que otro de acuerdo con el sistema de producción agroecológico que se quiera evaluar, por lo que la ponderación de los mismos será valiosa en términos del sistema en su conjunto y no individualmente como generalmente se realizan.

8.4.9 Valoración de la sostenibilidad en sistemas agroecológicos

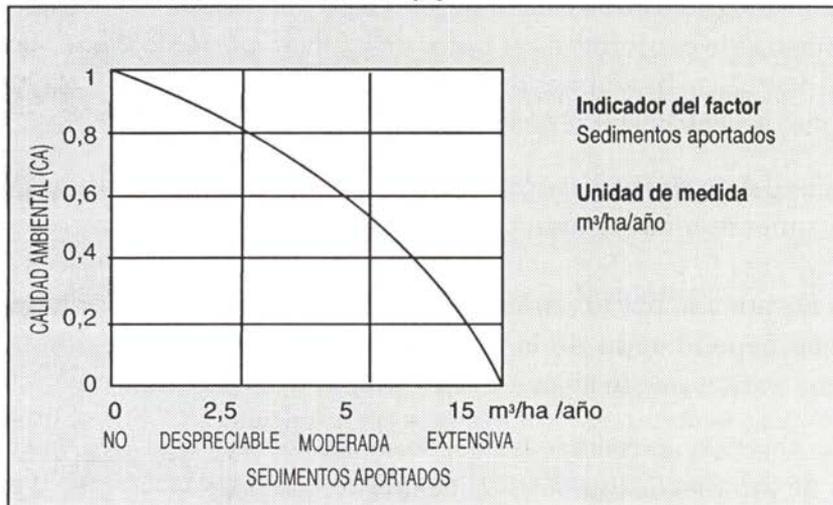
La valoración de la sostenibilidad de un sistema agroecológico comprenderá el comportamiento de la unidad de análisis en el tiempo. Para definir dicho comportamiento se puede optar por diferentes metodologías, las cuales se basan en los mismos principios. A continuación se presentan algunas de ellas:

Recurrir a un análisis cualitativo o cuantitativo del sistema agroecológico, que presente los resultados en **Unidades de Calidad Ambiental** (Malagón et al, 2001). En este caso es necesario construir una matriz de doble entrada entre los recursos del

5. Ver Malagón y Prager: **El Enfoque de Sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola**. Universidad Nacional de Colombia- Sede Palmira, 2001.

sistema y las técnicas empleadas para los procesos de transformación de dichos recursos. Posteriormente, los indicadores (al estar medidos en unidades heterogéneas es necesario homogenizarlos) deben llevarse a unidades de calidad ambiental, como se observa en la Figura 8.2. (Aguirre y Londoño, 2000).

1. EROSIÓN DEL SUELO (1)



Tomado de Conesa, 1995

Figura 8.2. Tabla para conversión de indicadores de erosión del suelo.

Determinar mediante descriptores e indicadores concretos aquellos elementos que cambian en un espacio de tiempo dentro del agroecosistema y de magnitud de los mismos, ya sea tanto de orden cualitativo como cuantitativo; en este caso es necesario realizar la valoración dentro de dos tiempos (uno inicial y otro final).

- Una metodología intermedia puede ser la valoración y suma ponderada de los atributos del sistema (Resiliencia, Equidad, Autogestión, Confiabilidad, Adaptabilidad y Productividad), mediante la clasificación o agrupamiento y la valoración individual de los recursos del agroecosistema, teniendo en cuenta que éstos sean los más representativos y de importancia significativa desde el punto de vista de la sostenibilidad.
- Identificar y establecer un **Sistema Referente** a partir del cual se establezca, por medios comparativos adecuados, la situación actual, sea cualitativa o cuantitati-

va, de algunos de los recursos que maneja el agroecosistema en estudio, como en el caso del balance de nutrientes y flujos energéticos (Malagón, 2000). Estos sistemas referentes pueden surgir de los análisis regionales (con áreas agroecológicas similares) los cuales pueden ser tanto un agroecosistema representativo como también, en algunos casos, el bosque primario. Este último puede considerarse como un referente fundamental ya que representa los balances del estado natural de una zona.

- El método basado en la **Productividad Total (PT)** (Harrington et al.;s.f), definido como la suma de los valores de todos los productos dividida por la suma de todos los insumos, incluyendo los costos económicos y ambientales (externalidades), utiliza los números índices para evaluar los cambios en la productividad total en el transcurso del tiempo y eliminar los efectos de los cambios de los precios relativos de insumos y productos.

Una dificultad de este método está en la cuantificación y la asignación de costos a los diferentes impactos ambientales, sean positivos o negativos (ver 3.4). Un sistema agroecológico se considerará, entonces, sostenible cuando la productividad total muestra una tendencia no declinante. Las tendencias declinantes de la PT indican un deterioro de los recursos, o que están ocurriendo efectos ambientales indeseables, a medida que los sistemas agrícolas tratan de satisfacer las demandas crecientes de productos agrícolas.

Matemáticamente, Harrington et al la expresan de la siguiente manera:

$$PT = Y / (C + F + X + E)$$

Donde PT= productividad total; Y = valor por hectárea de todos los productos de un agroecosistema, incluido el valor de todos los subproductos; C = costo económico a corto plazo en la parcela, incluyendo los costos de oportunidad de los recursos que pertenecen al productor; F = costos económicos de la parcela a más largo plazo, incluyendo los costos del “usuario”; X = costos económicos fuera de la parcela; E = Costos ambientales.

- La evaluación de la sostenibilidad basada en **Balances Energéticos Sistémicos** (Fluck R., C. y Baird C., D., 1980; Odum H.T.,1988; Ortega E., 2001 y Malagón R., 1999) mediante flujos de energía (ver 1.1) relaciona los procesos de cargas y descargas de los agroecosistemas, de manera que los mismos pueden compararse con cualquier otro sistema en términos de costos de oportunidad energéticos.

En este sentido se deben ubicar todas las fuentes de energía, clasificándolas en renovables y no renovables (ver sección 3.4.5.2), hasta obtener una tasa de **Renovabilidad Energética** (Ortega E., 2001), cuyo índice sirve para medir la sostenibilidad:

$$\text{Renovabilidad} = \text{Energía Renovable} / \text{Energía Total Usada}$$

La sostenibilidad, entonces, puede ser calculada de diferentes formas (Ortega E., 2001) :

1. Midiendo la **Energía Calórica** común a todas las cosas: Este método tiene la dificultad de que no pondera toda la energía necesaria para la producción de todos los productos. Algunos ejemplos pueden verse en Santos R., A. DOS. et al (1989)
2. Concepto de **Energía Agregada**: Consiste en identificar todos los flujos energéticos de un sistema a partir de sus materias primas básicas y medirlos en términos de energía de referencia. Esta metodología usó por mucho tiempo como referencia el barril de petróleo; todos los procesos industriales podían descubrir sus vínculos con energía fósil usada y expresar sus productos en términos de barriles. Esta metodología tiene como limitación la medida de los servicios ambientales y de trabajo humano.
3. Midiendo la **Exergía**: Esto es, la capacidad de producción de trabajo de las sustancias y fuentes de energía disponibles en los procesos humanos. Esta metodología es denominada Termoeconómica, pues se deriva directamente de la termodinámica. Ella se enfrenta con un problema de difícil solución como es la determinación de las variables relativas a energía biológica y también a su medición.
4. Usando una metodología **Emergética**: Surge de los análisis de energía, basados en las leyes de la termodinámica, en sistemas naturales. El desafío consiste en la medición del contenido de los flujos energéticos provenientes de la naturaleza (lluvia, sedimentos, biomasa, sustancias químicas, energía fósil, etc), midiendo toda la energía que la biosfera usa para producir esos recursos en términos de energía solar equivalente; esto ha dado lugar a los conceptos de **Transformidad** y de **Energía** (Ortega E., 2001) y su relación con los procesos antrópicos. Esta metodología está avanzando en poder enfrentar el desafío de medir la energía de trabajo humano.
5. Usando una **Economía Ecológica**: El desafío consiste en la valoración económica de los diversos servicios ambientales ofrecidos por la naturaleza para comple-

mentar un análisis económico, sin alterar los valores de los insumos provenientes de la economía.

8.5. Ejemplo de mediciones de sostenibilidad

8.5.1 Los estudios de caso

Los estudios de caso deben ser la parte central de una investigación de este tipo. En efecto, no se puede saber qué clase de indicadores corresponden a una situación en especial, y cuáles indicadores pueden definirse y evaluarse con un esfuerzo aceptable si estos no surgen del proceso de diagnóstico.

Al respecto, para una aproximación metodológica lo primero es la evaluación del método propuesto, haciendo las siguientes preguntas (Camino y Müller, 1993) :

- ¿Es el procedimiento propuesto realizable con un esfuerzo aceptable?
- ¿Es útil, es decir, conduce a indicadores que proporcionan información sobre la sostenibilidad y ayudan al proceso de toma de decisiones?
- ¿Efectúa la metodología un aporte positivo a la definición de indicadores, o no toma en cuenta resultados ya conocidos?
- ¿Cuáles son los costos de generar la información?
- ¿Cuáles son los puntos débiles de la metodología?

8.5.2 Procedimiento metodológico

Paso 1

Con el fin de orientar la forma de abordar un análisis de sostenibilidad, el primer paso consiste en un breve diagnóstico de la situación (caracterización), el cual debe dar una idea aproximada de la situación socio - económica y ambiental de la unidad agroecológica o de la región. Por lo tanto, primero se recogen datos de fuentes secundarias sobre los recursos naturales, el suelo, el clima, la vegetación, los sistemas de producción y los sistemas agrícolas, cultivos, precios, mercados, la organización social, las instituciones y sus actividades, la infraestructura y las actividades no agrícolas; es decir, de todas las entradas y salidas y de los diferentes componentes de la unidad de estudio.

Esta información sirve para preparar la caracterización, la cual da origen al modelo cualitativo del agroecosistema. Una vez se identifiquen las principales interacciones entre los componentes puede generarse el modelo cuantitativo del mismo, lo cual permite una comparación de los datos con otras fuentes secundarias, teniéndose en consecuencia un punto inicial de referencia (Malagón y Prager, 2001).

Paso 2

Se intenta una descripción de los factores tecnológicos presentes en cada acción con la que se interviene el sistema, ya que son dichas acciones las que impactan los diferentes componentes y recursos presentes. Una vez identificadas las acciones se determinan cuáles son sus posibles efectos y qué tipo de componentes y recursos van involucrados en cada una de ellas. Es necesario recordar que un recurso o componente puede ser afectado por una o varias acciones.

Paso 3

Se analizan los recursos y/o componentes involucrados los cuales se agruparán en diferentes categorías, a su vez éstas en elementos (que son la base de los recursos del sistema) tales como agua, suelo, flora, fauna, recursos económicos y culturales, etc. Esta información recogida proporciona la construcción más acertada del modelo la cual sirve para formular algunas hipótesis sobre los supuestos problemas, o las contribuciones positivas a la sostenibilidad. La hipótesis se verifica con la ayuda de descriptores e indicadores.

Paso 4

Se construye una matriz de doble entrada donde se cruzarán las acciones y su relación con los recursos del sistema. Este paso es muy importante porque, de manera holística, se toma el sistema en toda su dimensión intentándose determinar los puntos más sobresalientes (impactados) en el análisis de sostenibilidad del agroecosistema.

Seguidamente, identificados los recursos se seleccionan los descriptores e indicadores, los cuales varían en sus unidades de medida acorde con su naturaleza, estimándose la información requerida para determinarlos. La información requerida se compara con la existente (literatura) y se analizan las posibilidades y costos de obtener la información adicional necesaria. Posteriormente, los indicadores pasan por un proceso de selección para confrontarlos con los criterios de evaluación establecidos.

En el caso de indicadores cuantificables su observación podrá ser directa; para tal efecto el indicador será muy similar al propio factor. En caso de que sea cuantificable de manera indirecta se recurrirá a parámetros en términos de los cuales pueda realizarse la medición del factor, especialmente en forma subjetiva (Aguirre y Londoño, 2000).

Paso 5

Para predecir la magnitud del impacto de las técnicas empleadas sobre un componente considerado, puede optarse por uno de los dos métodos:

- Sobre la base de la identificación de los elementos impactados, seleccionar aquellos que a juicio del investigador sean los de mayor relevancia para el agroecosistema y trabajar de una manera concreta con los indicadores.
- Darle valores de tipo cualitativo a cada punto de impacto (escala de 1 a 10) y seleccionar el signo del mismo, positivo si el impacto mejora las condiciones del elemento o recurso y negativo si lo deteriora. Posteriormente se realizará la suma de las magnitudes correspondientes a cada elemento tipo. Al respecto, no se consideran fenómenos de sinergismo ni de debilitamientos potenciales o lineales. (Ver Herrera, 1994).

Paso 6

Los análisis del tipo cuantitativo de medición de la sostenibilidad en un agroecosistema pueden desarrollarse de la siguiente manera (Aguirre y Londoño, 2000):

- La magnitud de cada impacto se calculará con base en la siguiente ecuación: (Conesa, 1995).

$$M_j = \sum M_{ij}$$

Donde:

M_j : Magnitud total del impacto sobre el factor ambiental considerado.

M_{ij} : Magnitudes debidas a cada acción i , de la actividad sobre el factor estudiado, j .

- Valoración de la sostenibilidad en el sistema agroecológico:

Permite definir cuantitativamente en qué medida los efectos, uno a uno, van a sufrir variación entre las situaciones estudiadas (SIN – CON proyecto), a fin de controlar las tendencias más o menos impactantes de las acciones de la actividad sobre

cada uno de los factores comprometidos. En este caso se que la situación, si proyecta, por ser de difícil valoración dados los años de establecimiento del agroecosistema, tomará como valor inicial cero (0), por lo que la diferencia entre SIN y CON proyecto tomará el valor encontrado a la actividad productiva.

- **Función de transformación:**

Por estar las magnitudes de cada factor ambiental en unidades heterogéneas, es necesario expresarlas en unidades abstractas de valor ambiental, es decir una vez determinado el valor en magnitudes de unidades inmensurables, se hace necesaria su transformación a un índice de calidad que dicha magnitud representa, esto es, a una unidad de medida común, la cual tendrá valores entre cero (0) y uno (1). Para ello se consultarán tablas y valores estimados en investigaciones recientes.

- **Magnitud del impacto en unidades homogéneas:**

La diferencia entre la calidad ambiental que existe con el proyecto funcionando (situación final) y la que existía en la situación inicial sin proyecto, "CON – SIN", dará el valor del impacto en unidades mensurables de calidad ambiental. Esto se obtiene de la función de transformación.

- **Valor del impacto sobre un factor determinado:**

El impacto valor real del efecto que el proyecto o actividad produce sobre un factor determinado, además de la cuantificación de la cantidad del factor alterado (magnitud del factor), es función del grado de manifestación con base en otras variables.

Los valores asociados con la importancia del impacto se trasladan a una escala de cero (0) a uno (1), de manera que a cada factor le corresponda una importancia de $[I_j / I_{\max}]$, siendo I_{\max} el máximo valor de las importancias.

Mediante la expresión:

$$V_j = (I_j / I_{\max} , \times M_j^2)^{1/3}$$

se obtendrá de manera cuantificada y en una escala de cero (0) a uno (1) el valor total del impacto V_j sufrido por cada factor j del medio, consecuencia del conjunto de las acciones del proyecto sobre el factor considerado.

Hay que tener en cuenta que V_j , deberá adoptar el mismo signo que el calculado para I_j .

- Ponderación de la importancia relativa de los factores e impacto ambiental total.

Se dispondrá de un mecanismo según el cual todos los factores se pueden contemplar en conjunto, y que además ofrezca una imagen coherente de la situación. Para tal fin se trabaja con el índice ponderado expresado en “unidades de importancia” (UIP), el cual se multiplicará por el valor total del impacto ambiental sobre cada factor, obteniéndose el impacto ambiental total del sistema, cuya suma corresponde a un valor de mil.

Finalmente, con una suma aritmética se obtendrá el valor del impacto sufrido por los diferentes factores, los impactos sobre los componentes ambientales, sobre subsistemas, sistemas ambientales y el impacto total causado por el proyecto.

8.5.3 Ejemplos

A continuación se presentan algunos ejemplos concretos sobre la obtención de la sostenibilidad, dados por Camino y Muller (1993):

Sistema	Sistema agrícola o de hortalizas (papa, cebolla, zanahoria).
Categoría:	Recursos del sistema.
Elemento:	Suelo.
Dimensión:	Ecológica (calidad física y cantidad de los recursos).
Propiedad:	Productividad.
Descriptor:	Fertilidad del suelo.
Indicadores:	Rendimiento / ha, insumos de nutrientes / ha, producción potencial de biomasa/ ha, % de materia orgánica (carbono orgánico), CCT (% meg/100g), inventario nutrientes/unidad de área (kg/ha). Promotores de fertilidad (microorganismos, microartrópodos, etc.), CIC.
Propiedad:	Estabilidad, es decir, constancia en la productividad ante fluctuaciones y ciclos normales en el entorno debidas a variaciones tales como el clima.
Descriptor:	Estructura.
Indicadores:	Tasa de infiltración de agua (mm/ unidad de tiempo), % de materia orgánica, carbono orgánico. Extensión y grado de las áreas compactadas (horizonte/cm/índice), densidad aparente.
Propiedad:	Resistencia (capacidad para soportar estrés prolongado). Los factores pueden producir estrés en los recursos suelo: uso inadecuado de la tierra respecto al uso potencial y prácticas de manejo inadecuadas, uso de fertilizantes y plaguicidas, prácticas de riego. Se pueden esperar los siguientes impactos: erosión, contaminación, rendimientos decrecientes, cambio en la población de microorganismos, aumento en las especies dañinas. El choque puede ser: sequía, inundaciones, falta súbita de nutrientes, plagas. Por lo tanto la erosión, la biodiversidad y la estructura del suelo se consideran descriptores de resistencia del recurso suelo.

Dimensión	Económica: desempeño económico del sistema, manejo económico y rendimiento económico, desempeño del sistema en cuanto a objetivos económicos.
Propiedad:	Productividad.
Descriptor:	Variación en la productividad total y parcial de los factores de año a año, grado de diversificación (cantidad de cultivos comerciales y alimentarios producidos por el sistema).
Propiedad:	Grado de diversificación. Indicadores de tenencia a largo plazo de la productividad. Dependencia de insumos externos, acumulación de capital, inversiones y deudas.
Dimensión:	Social.
Propiedad:	Productividad.
Descriptores:	Porcentaje de necesidades que pueden ser satisfechas con la producción del sistema, razón gastos de la unidad familiar a ingreso.

EJERCICIO 8.1

Valoraciones ambientales

Objetivo

Comprender el proceso metodológico para la identificación y valoración ambiental de un agroecosistema en particular y su relación con el concepto de sostenibilidad.

Desarrollar un ejercicio práctico de valoración ambiental de un sistema agroecológico.

Orientaciones para el instructor:

Fase 1

1. Elegir un sistema agroecológico con suficiente información para realizar el ejercicio.
2. Dividir el grupo en subgrupos con un máximo de cuatro personas por grupo.
3. Asignar a cada subgrupo el análisis de uno de los siguientes subsistemas del agroecosistema:
 - Subsistema suelo
 - Subsistema arvenses y cultivos
 - Subsistema económico
 - Subsistema sociocultural
4. Cada subgrupo elaborará las interacciones más importantes entre componentes dentro del subsistema asignado, presentando gráficamente las mismas.
5. Realizar una plenaria donde cada subgrupo presentará sus resultados de manera que se construya entre todos el modelo del agroecosistema en estudio.

Fase 2

1. Siguiendo el modelo presentado en el texto sobre la identificación de acciones relacionadas con el manejo del agroecosistema, se asignará a cada subgrupo una o dos de ellas de manera que se identifiquen las de mayor importancia en el agroecosistema; estas acciones pueden estar relacionadas con la emisión de contaminantes, explotación de recursos, etc.

2. Se realizará una plenaria donde cada grupo presente las acciones de manera que se obtenga entre todos una síntesis de los más importantes.

Fase 3

1. Los mismos subgrupos trabajarán independientemente aquellos componentes que pueden ser impactados (Ver ejemplos en el texto).
2. Mediante una plenaria se identificarán aquellos componentes que pueden ser impactados, previa presentación de cada subgrupo.
3. Entre todos se les asignarán valores, en escala de uno a mil a cada componente. Hay que tener en cuenta las diferentes divisiones de los mismos, tal como aparecen en los ejemplos del texto.

Fase 4

1. En conjunto el grupo construirá una matriz de acciones (y sus divisiones) y de componentes (y sus elementos).
2. Una vez construída la matriz, el grupo le colocará puntos a cada casilla donde crea que una acción impacte un elemento.

Fase 5

1. A cada subgrupo se le asignará un conjunto de componentes, donde se identificarán los posibles efectos y los indicadores con los cuales pueda medirse el impacto causado por la acción sobre los elementos.
2. Para la parte de valor cualitativo, se definirán los mismos de acuerdo con lo siguiente:
 - Ningún efecto = 0
 - Efecto leve = 1 - 3
 - Efecto mediano-bajo = 4 - 5
 - Efecto mediano-alto = 6 - 7
 - Efecto alto = 7 - 9
 - Efecto muy alto = 10

3. Si el efecto es positivo, el mismo irá precedido del signo positivo (+); en caso contrario, del signo negativo (-).
4. Se realizarán las sumas tanto horizontal (para cada elemento) como verticalmente (para cada acción).
5. Para el total de cada elemento, el valor obtenido se multiplicará por el valor asignado anteriormente (ver punto 10 del ejercicio), obteniéndose un valor ponderado del impacto.
6. Se realizará una reflexión general sobre los valores encontrados, tanto para cada elemento como para cada acción.

Nota: Se recomienda ubicar unas pocas acciones y pocos elementos de manera que el ejercicio se pueda realizar en un día.

Bibliografía

- AGUIRRE Y LONDOÑO, 2000. Estudio ambiental de tipo cuantitativo de los impactos originados por la explotación comercial de gallinas de postura en la zona plana del Valle del Cauca. Tesis Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. 161p.
- AVILA, M. 1989. Descriptores e indicadores de sostenibilidad. En: Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores. Camino y Müller (coord.). San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Serie documentos de programas No. 38. 110 p.
- BERTALANFFY, V. 1980. Teoría General de Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México D.F., México.
- CAMINO, V. R. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores. San José, Costa Rica. : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Proyecto IICA/ GTZ. (Serie de programas IICA No. 38). 134 p.
- CLAVERÍAS, H. R. Metodología para construir indicadores de impacto. Extraído de: “Agroecología, evaluación de impacto y desarrollo sostenible”.

- CONESA F., V. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 2 ed. Mundi-prensa. Madrid, España. 390 p.
- FASSBENDER R., H. 1992. Modelos edafológicos de los sistemas de producción agroforestales. 2 ed. CATIE. Turrialba Costa Rica (Serie Materiales de Enseñanza / IICA; No 29). 530 p.
- FIELD C., B. 1995. Economía ambiental. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia. 585 p.
- FLUCK R., C. y BAIRD C., D. 1980. Agricultural energetics. Avi Publishing C. Westport, Conneticut, U.S.A. 192 p.
- HARRINGTON, L; JONES, P. Y WINOGRAD, M. (S.F.). Operacionalización del concepto de sostenibilidad: Un método basado en la productividad total (PT). pp. 11-38.
- HERRERA, M.L. 1994. Impactos ambientales en ecosistemas tropicales. En: Curso-taller internacional en investigaciones en sistemas de producción pecuaria en el trópico. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. 36 p.
- MALAGÓN, M.R. 2001. Cambios de estado, procesos de carga y descarga y diseño de acumuladores en sistemas agroforestales tropicales. Material del curso en: Sistemas Agroforestales Tropicales. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. 23 p.
- MALAGÓN, R. 1999. Balance de nutrientes, flujos energéticos y valoración económica de las opciones pastoril, silvícola y silvopastoril en las Choapas, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, México. 186 p.
- MALAGÓN, R. y PRAGER, M. 2001. El enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Feriva S.A. Universidad Nacional de Colombia –Sede Palmira. 190 p.
- MALAGÓN, R.; PRAGER, M.; ZULUAGA, A.; 2001. Propuesta metodológica para la valoración cuantitativa de la sostenibilidad de cafetales orgánicos en unidades de calidad ambiental. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Escuela de Posgrado: Especialización en Agroecología. 30 p.
- ODUME., P. 1986. Fundamentos de ecología. Interamericana S.A. México D.F. 422 p.
- ODUM, T., H y ODUM, C., E. 1981. Hombre y naturaleza: bases energéticas. Ediciones Omega. Barcelona, España. 319 p.

- ORTEGA E. y MILLER M. 2001. Software para comparacao ecossistémica, energética e económica de tres sistemas de producao de soja: a) orgánica, b) agroquímica e c) herbicidas – plantio directo (transgénica). FEA – Unicamp, Campinas, SP, Brasil. 12 p.
- PIERCE D. W. 1986. Economía ambiental. Fondo de Cultura Económica. México. 258 p.
- RAYNER A.I. y WELHAM S.J. (sf) Consideraciones económicas y estadísticas en la medición del factor de productividad total (FPT) pp. 23-38. En: Sustentabilidad agrícola: consideraciones económicas, ambientales y estadísticas. Vic Barnett Editor. New York , EE.UU.
- REES, E. W. 1996. Indicadores territoriales de sostenibilidad. Icara Editores. Barcelona. Ecología política No. 12; Cuadernos de debate internacional. pp. 27–41.
- SAMUELSON A., P. y NORDHAUS D., W. 1996. Economía. 15 ed. McGraw-Hill. Barcelona, España. 808 p.
- SANTOS R.,A. DOS. ZANONIL M., M. SILVA M., M. DA. MIRANDA M., DORETO M., PAULA, X., M. y TOGNI T., T. 1989. Análise agroeconômica, ecoenergética e socioeconômica de tres unidades de exploracao agrícola do municipio de Rio Azul, Paraná. Boletim técnico No 18. Septiembre. 173 p.
- TISCARENO L., M. y CLAVERAN R., A. 1996. Desarrollo de agroecosistemas sostenibles y el manejo integrado de recursos: el marco conceptual de investigaciones del CENNAPROS. Terra Vol. 14 No 4, oct - dic . pp. 469 - 481.
- TRIGO, J. E y KAIMOWITZ, D. 1994. Economía y sostenibilidad: ¿pueden compartir el planeta? San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología. 26 p.

Capítulo IX



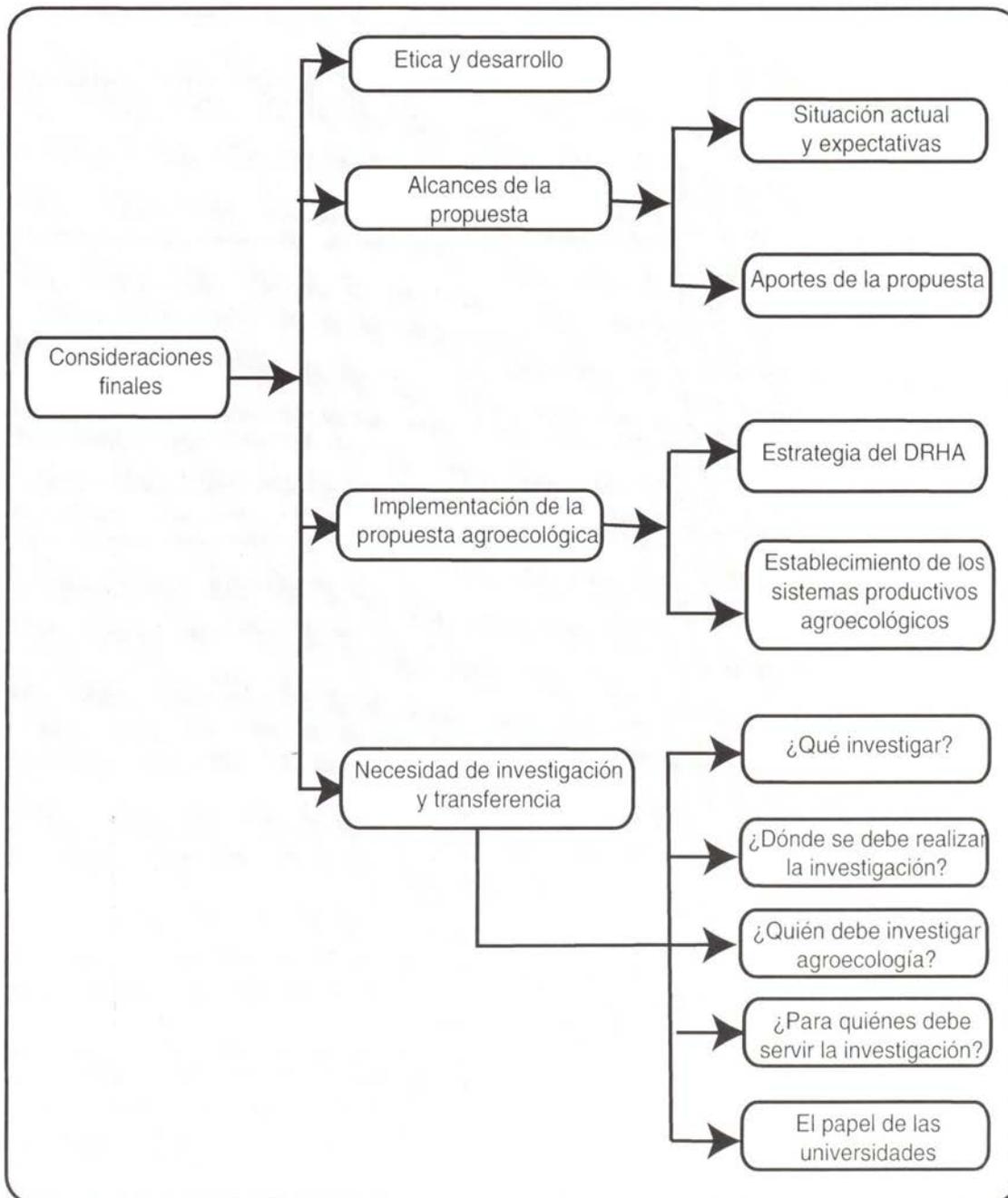
Reflexiones finales

Capítulo IX

Reflexiones finales

	Página
ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO	306
OBJETIVOS	307
PREGUNTAS ORIENTADORAS	307
9.1 ÉTICA Y DESARROLLO	308
9.2 ALCANCES DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA	311
9.2.1 SITUACIÓN ACTUAL Y EXPECTATIVAS	311
9.2.2 APORTES DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA	313
9.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA AGROECOLÓGICA	318
9.3.1 LA ESTRATEGIA DEL DESARROLLO RURAL HUMANO AGROECOLÓGICO (DRHA)	318
9.3.2 EL ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROECOLÓGICOS	320
9.4 NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA	322
9.4.1 ¿QUÉ INVESTIGAR EN AGROECOLOGÍA?	323
9.4.2 ¿DÓNDE DEBE REALIZARSE LA INVESTIGACIÓN AGROECOLÓGICA?	325
9.4.3 ¿QUIÉNES DEBEN INVESTIGAR AGROECOLOGÍA?	326
9.4.4 ¿PARA QUIÉNES O PARA QUÉ DEBE SERVIR LA INVESTIGACIÓN?	327
9.4.5 EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES	328
EJERCICIO 9.1 CONSIDERACIONES FINALES	331
BIBLIOGRAFÍA	333

Estructura del Capítulo



Objetivos

- * Reflexionar la concepción de sostenibilidad en el contenido del desarrollo económico actual y sus implicaciones.
- * Reconocer la necesidad de adoptar valores que contribuyan al logro de un verdadero desarrollo sustentable.
- * Entender la importancia y aportes de la propuesta agroecológica al desarrollo sostenible.
- * Identificar dentro de la estrategia de Desarrollo Rural Humano y Agroecológico (DRHA) los elementos que contribuyen a la implementación de la propuesta agroecológica.
- * Comprender y aplicar los aspectos básicos para establecer sistemas de producción agroecológicos.
- * Manejar criterios básicos para determinar necesidades de investigación y transferencia en agroecología.

Preguntas orientadoras

- ◆ ¿Qué relación hay entre ética y desarrollo?
- ◆ ¿Cree que la agroecología puede aportar al logro de un desarrollo sostenible? ¿Cómo?
- ◆ ¿Conoce alguna estrategia o metodología que sirva para implementar la propuesta agroecológica?
- ◆ ¿Conoce investigaciones o procesos de transferencia que involucren propuestas agroecológicas?

9.1 Ética y desarrollo

El tratamiento que se da a la naturaleza como un recurso que adquiere valor solamente al explotarlo para el crecimiento económico ha sido fundamental en las teorías de desarrollo, y es también central a la crisis actual de desarrollo. Filosóficamente, la desacralización de la naturaleza implicó la violación de su integridad, superando los límites que debían ser mantenidos para el continuo resurgimiento y renovación de la vida. En la relación de una cultura ecológica con la naturaleza resurgente, hay límites reconocidos como inviolables y la acción humana debe ser restringida de acuerdo con ellos; esta relación es primordialmente ética.

En contraste total está la relación que tiene una cultura industrial con el “recurso natural”; aquí los límites son vistos simplemente como ataduras que deben ser removidas. Todos los aspectos éticos de relación con la naturaleza son destruidos y la relación se reduce al aspecto comercial. Esa es precisamente la razón del daño a las capacidades regenerativas de la naturaleza. En la medida en que los límites de regeneración de la naturaleza son violados y su habilidad de recuperación dañada, se genera verdadera escasez, los bosques desaparecen, los ríos se secan, el suelo pierde fertilidad, el agua, el suelo, y el aire son contaminados. La mayor parte de los problemas ambientales descritos como “desastres naturales” no son obra de la naturaleza, sino que son creados por los científicos y planeadores que sobrepasan las fronteras, queriendo crear un crecimiento y un consumo sin límites.

Sin embargo, esta halagadora posibilidad de crecimiento ilimitado no ocurre en la práctica porque las condiciones de sostenibilidad han sido violadas. El mismo proceso de desarrollo se enfrenta a nuevos límites y, aún más preocupante, la misma sobrevivencia humana, especialmente de los más pobres, está en peligro. Hay una nueva pobreza, y esta creciente pobreza es una clara evidencia de la crisis actual del desarrollo. Ver esta realidad implica, primero, reconocer que las categorías de productividad y crecimiento que han sido aceptadas como positivas, progresivas y universales, son en realidad política, espacial y temporalmente limitadas en carácter. Desde el punto de vista de la productividad, crecimiento de la naturaleza y producción de subsistencia, estos conceptos son ecológicamente destructivos y causan mayores desigualdades de clase, cultura y género.

No es mera coincidencia que las tecnologías modernas, productivas y eficientes, creadas en el contexto del crecimiento en términos económicos del mercado, estén asociadas con grandes costos ecológicos. Los procesos productivos intensivos en recur-

Los recursos y energía demandan una depredación siempre creciente del ecosistema. Esta depredación interrumpe procesos ecológicos esenciales y convierte sistemas renovables en recursos “no renovables”. Un bosque, por ejemplo, provee biomasa diversa de manera permanente en el tiempo si se logra mantener su diversidad y utilizarlo para satisfacer una variedad de necesidades. La inmensa e incontrolada demanda de madera industrial y comercial, sin embargo, requiere de una continua sobretala de árboles, destruye la capacidad regenerativa del ecosistema forestal, y convierte eventualmente al bosque renovable en un recurso “no renovable”. En consecuencia, se crean nuevos problemas de escasez: de agua, forraje, combustible, y alimentación.

El último paso en hacer de la naturaleza un recurso es la conversión de la semilla en un “recurso genético”, una comodidad manipulada por la ingeniería genética, que ha sido patentada y hecha propiedad de las corporaciones, con el propósito de generar ganancias. Los métodos de la naturaleza para renovar las plantas son vistos como primitivos y lentos. Las limitaciones impuestas por la naturaleza en la reproducción de la vida por barreras entre especies son ignoradas por la ingeniería de nuevas formas transgénicas de vida, cuyos impactos sobre la biosfera y la vida no son conocidos o imaginados.

La revolución científica debería remover las fronteras de la ignorancia. Sin embargo, esta tradición particular de conocimiento, que ve la naturaleza sólo como un recurso y las limitaciones naturales como ataduras, ha creado una ignorancia nueva y sin precedentes, una ignorancia que pone en peligro la vida sobre el planeta.

La ideología dominante de desarrollo de la posguerra ha estado exclusivamente interesada en la conversión de la naturaleza en un recurso, y el uso de los recursos naturales para la producción de comodidades y la acumulación de capital. Ignora los procesos ecológicos que han regenerado a la naturaleza, ignora también los requerimientos de grandes números de personas cuyas necesidades no son satisfechas por los mecanismos del mercado. La ignorancia o descuido de estos dos aspectos: la economía vital de los procesos naturales y la sobrevivencia de grandes números de personas, es la razón por la cual el desarrollo ha sido (y es) un incentivo a la destrucción ecológica y pone en peligro la sobrevivencia humana.

Recientemente, se ha querido dar un nuevo y peligroso sentido al concepto de sostenibilidad. Este sentido se refiere no a la sostenibilidad de la naturaleza, sino del proceso de desarrollo por sí mismo. La sostenibilidad en este contexto no implica el reconocimiento de los límites de la naturaleza y la necesidad de acatar estos límites.

Implica, sencillamente, asegurar la continua oferta de materia prima para la producción industrial, el constante flujo de cantidades crecientes de comodidades, la acumulación indefinida de capital, y esto debe ser logrado mediante la imposición de límites arbitrarios sobre la naturaleza. Así el peligroso cambio en el significado de “recursos” es ahora reproducido en un cambio igualmente desastroso en el sentido de “sostenibilidad”. El concepto original se refiere a la capacidad de la naturaleza para sustentar la vida. La sostenibilidad en la naturaleza exige mantener la integridad de los procesos naturales, ciclos y ritmos. Implica reconocer que la crisis de sostenibilidad es una crisis que tiene sus raíces en el descuido de las necesidades de la naturaleza y sus procesos, impidiendo la capacidad de la naturaleza de “levantarse nuevamente”. En un mundo finito, ecológicamente interconectado y entrópico, los límites de la naturaleza deben ser respetados; no pueden ser arbitrariamente impuestos según las conveniencias del capital y fuerzas del mercado, no importa qué tan inteligentes sean las tecnologías concebidas para ayudar.

Ante el panorama mostrado los valores son la clave de una sociedad perdurable, no sólo porque influyen en el comportamiento, sino también porque determinan las prioridades de una sociedad y por consiguiente su habilidad de sobrevivir. Los valores cambian a medida que las circunstancias cambian con el tiempo; si no lo hicieran así, la sociedad no sobreviviría mucho.

Quizás algunos de los ahora extintos mayas reconocieron que la base de la fortaleza de su sociedad se estaba erosionando junto con el suelo. Pero su sistema de valores no se ajustó oportunamente para buscar nuevos valores, prioridades y programas. Ahora que sabemos que también nosotros seguimos una dirección insostenible, ¿se modificará nuestro sistema de valores?

Actualmente tenemos ante nosotros la oportunidad de ajustar nuestros valores de conformidad con nuestras cambiantes percepciones del mundo y de nuestro lugar en él. Necesariamente la transición a la sostenibilidad supondrá desechar numerosos valores que deberán ser reemplazados por otros que permitan una relación armoniosa con la naturaleza y el establecimiento de una sociedad perdurable.

El cuadro 9.1 nos presenta el contraste entre estos valores.

9.2 Alcances de la propuesta agroecológica

9.2.1 Situación actual y expectativas

Muchos científicos actualmente están de acuerdo en que el modelo agrícola preconizado por la revolución verde afronta una crisis medioambiental y que en los países en desarrollo este modelo no ha aportado mejoras a los pequeños agricultores ni ha reducido el siempre creciente ciclo vicioso de la pobreza rural y degradación ambiental. Se dice también que esto no es sólo un simple problema de producción o tecnología sino que involucra cuestiones sociales, económicas y culturales las cuales tienen responsabilidad en el subdesarrollo de estos países.

Las causas de la crisis medioambiental tienen como base el propio sistema socioeconómico que promueve tecnologías de altos insumos y métodos que provocan la erosión de los suelos, la salinización, la desertificación, la contaminación con plaguicidas y la pérdida de la biodiversidad. Otro síntoma bien importante de la crisis es la reducción de los rendimientos en los cultivos a causa de las plagas, las cuales se han constituido en limitante debido principalmente al abuso en la utilización de plaguicidas que las torna resistentes y a la siembra de monocultivos.

CUADRO 9.1.

Contraste entre los valores de la sociedad actual y la sociedad en transición a la sostenibilidad

	Sociedad actual	Sociedad en transición
Principio económico rector.	Materialismo.	Perdurabilidad.
Naturaleza del producto.	Obsolescencia planeada; mentalidad de desperdicio.	Durabilidad, ingeniería y diseño de gran calidad.
Relación con la naturaleza.	Dominio de la naturaleza.	Armonía con la naturaleza.
Escala.	Cuanto más grande mejor.	Lo pequeño también tiene un lugar.
Velocidad.	Hay que ir más rápido.	¿Adónde vamos?
Especialización.	Clave para la eficiencia.	Aumenta la dependencia; conduce al aburrimiento en el trabajo.
Determinantes del status.	Posesiones materiales.	Desarrollo personal, aportación social.
Hijos.	Se dan por sentado, casi automáticamente.	Opcional; un asunto sobre el que se debe meditar.

Mientras se mantenga el monocultivo como estructura base de los agroecosistemas los problemas ocasionados por las plagas continuarán la tendencia negativa, ya que los cada vez más vulnerables cultivos exigirán medidas de protección de alta tecnología que son también cada vez más destructivas y caras.

La agricultura sostenible es un concepto relativamente reciente que aunque polémico y difuso es útil porque considera una serie de preocupaciones sobre la agricultura, y la concibe como la evolución conjunta de los sistemas socioeconómico y natural. El desarrollo agrícola se produce como consecuencia de la compleja interacción de una multitud de factores, y un mayor conocimiento del contexto agrícola requiere el estudio de las relaciones entre los sistemas agrícola, medioambiental y social. Es a través de esta profunda concepción de la ecología de la agricultura como se abren las puertas a las nuevas opciones de gestión más a tono con los objetivos de una verdadera agricultura sostenible.

La finalidad es desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de los altos insumos agroquímicos y energéticos, en los que las interacciones ecológicas y la sinergia entre componentes biológicos ofrezcan los mecanismos que fomenten la propia fertilidad del suelo, la productividad y la protección del cultivo.

Aunque han tenido lugar ciertos proyectos de investigación y experimentos de desarrollo y se han aprendido muchas lecciones, el énfasis de la investigación es todavía demasiado tecnológico poniendo de relieve, por un lado, el desarrollo en laboratorio de variedades transgénicas resistentes a los factores de estrés, y por el otro, planteamientos sustitutivos con insumos orgánicos para la agricultura orientados a reemplazar las técnicas agroquímicas y de altos insumos por tecnologías de bajos insumos con un mayor énfasis ambiental. Estos planteamientos fracasan al no afrontar las causas ecológicas de los problemas ambientales en la agricultura moderna, que se encuentran profundamente enraizadas en la estructura de monocultivo que predomina en los sistemas de producción a gran escala.

Todavía prevalece el estrecho punto de vista de que sólo causas aisladas y específicas afectan la productividad y que debe seguir siendo el objetivo principal el superar factores individuales limitados a través de tecnologías alternativas. Este punto de vista ha impedido que los investigadores agrícolas se den cuenta de que los factores limitados sólo representan los síntomas de una enfermedad mayor sistémica inherente a los agroecosistemas desequilibrados. No considera el contexto y la complejidad de los procesos agroecológicos, menospreciando por lo tanto en la base las causas de las limitaciones rurales agrícolas.

Para el desarrollo de tecnologías alternativas se han propuesto distintos esquemas de investigación y transferencia (sistemas de investigación y extensión, análisis y desarrollo de agroecosistemas, etc.); la mayoría subraya un marco de sistemas de análisis que se centra tanto en los límites biofísicos como en los socioeconómicos de la producción y que utiliza a los agroecosistemas o la región como unidad de análisis.

Estos planteamientos han mejorado metodológicamente la etapa de diagnóstico y han introducido también criterios (por ejemplo, sostenibilidad, equidad, estabilidad) para evaluar el resultado de los sistemas agrícolas. Sin embargo, el percibir el problema de la sostenibilidad tan sólo como tecnológico limita la capacidad de comprender por qué los sistemas no son sostenibles. Es obvio entonces que los nuevos agroecosistemas sostenibles no pueden llevarse a la práctica sin modificar las determinantes socioeconómicas que rigen lo que se produce, cómo se produce, quién lo produce, y para quién se produce. Las propuestas deben afrontar las cuestiones tecnológicas de forma que asuman el papel correspondiente dentro de una agenda que incorpore cuestiones sociales y económicas en la estrategia de desarrollo. Sólo políticas y acciones derivadas de este tipo de estrategia pueden hacer frente a la crisis agrícola medioambiental y a la pobreza rural en todo el mundo en desarrollo.

9.2.2 Aportes de la propuesta agroecológica

La agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistemas (genética, agronomía, etc.), abarcando un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de la coevolución, estructura y función.

La agroecología promueve que los investigadores profundicen en el conocimiento y los métodos de los agricultores, además de poner de relieve el ilimitado potencial de “ensamblaje de la biodiversidad” para crear sinergias positivas que otorguen a los agroecosistemas la capacidad de seguir en el estado innato de estabilidad natural o de volver a él. El rendimiento sostenible en el agroecosistema se deriva del equilibrio apropiado de cultivos, suelos, nutrientes, luz solar, humedad y organismos coexistentes. El agroecosistema es productivo y saludable cuando prevalecen las condiciones equilibradas y ricas de crecimiento, y cuando los cultivos son lo suficientemente resistentes como para tolerar el estrés y la adversidad. Los disturbios ocasionales pueden superarse con agroecosistemas vigorosos que se adaptan y diversifican lo suficiente como para recuperarse cuando ha pasado el estrés. De vez en cuando quizá hagan falta medidas duras (por ejemplo, insecticidas botánicos, fertilizantes alternativos) para poder controlar algunas plagas específicas o problemas del suelo. La agroecología

ofrece la guía para hacerlo con cuidado sin provocar daños innecesarios o irreparables.

Al mismo tiempo que lucha contra las plagas, enfermedades o deficiencias del suelo, el agroecólogo busca restaurar la resistencia y fortaleza del agroecosistema en su totalidad. Si se cree que la causa de una enfermedad, plaga o degradación del terreno es ese desequilibrio, entonces el objetivo del tratamiento agroecológico es recuperar el equilibrio. En agroecología, la biodiversificación es la técnica primaria para conseguir la autorregulación y la sostenibilidad.

Sin embargo, la salud ecológica no es el único objetivo de la agroecología. De hecho, la sostenibilidad no es posible sin preservar la diversidad cultural que nutre las agriculturas locales. Una mirada más de cerca de la etnociencia (el sistema de conocimiento de un grupo étnico que se ha originado local y naturalmente) ha revelado que el conocimiento autóctono sobre el ambiente, la vegetación, los animales y los suelos puede ser muy específico. El conocimiento del campesino sobre los ecosistemas suele llevar a estrategias de producción de un uso múltiple de la tierra que generarán, dentro de ciertos límites técnicos y ecológicos, la autosuficiencia alimentaria de comunidades de regiones particulares.

Para los agroecólogos son relevantes muchos aspectos de los sistemas de conocimiento tradicional, como el conocimiento de prácticas agrícolas y el ambiente físico, los sistemas biológicos taxonómicos populares, o el uso de tecnologías de bajos insumos. Al entender las cuestiones ecológicas de la agricultura tradicional, como la capacidad de correr riesgos, la eficacia productiva de la mezcla simbiótica de cultivos, el reciclaje de materiales, la confianza en los recursos locales y germoplasma, la explotación de una amplia gama de microambientes, etc., es posible obtener importante información que pueda utilizarse para desarrollar la estrategia agrícola apropiada a las necesidades, preferencias y recursos de grupos específicos de campesinos y agroecosistemas regionales.

La producción de productos básicos sólo puede tener lugar en el contexto de una organización social que proteja la integridad de los recursos naturales y nutra la armoniosa interacción de los humanos, el agroecosistema y el medio ambiente. La agroecología ofrece las herramientas metodológicas para que la participación comunitaria se convierta en la fuerza motora que defina los objetivos y actividades de los proyectos de desarrollo. El objetivo es que los campesinos se conviertan en arquitectos y actores de su propio desarrollo.

Desde una perspectiva de gestión, el objetivo agroecológico es ofrecer un ambiente equilibrado, rendimientos sostenibles, fertilidad biológica de los suelos y regulación natural de las plagas a través del diseño de agroecosistemas diversificados y del uso de tecnologías de bajos insumos. La estrategia se basa en principios ecológicos, de forma que la gestión lleve a un reciclaje óptimo de los nutrientes y de la producción de materia orgánica, corrientes cerradas de energía, conservación de aguas y suelos, y poblaciones equilibradas de enemigos naturales. La idea es explotar la complementariedad y sinergia resultantes de las diversas combinaciones de cultivos, árboles y animales.

El fin último del diseño agroecológico es integrar los componentes de la granja de forma que se mejore la eficacia biológica general, se preserve la biodiversidad, y se mantenga la productividad del agroecosistema y su capacidad de autorregulación. La idea es diseñar un agroecosistema que imite la estructura y función del ecosistema natural local, es decir, un sistema con gran diversidad de especies y actividad biológica y conservación de suelos, uno que promueva el reciclaje e impida la pérdida de recursos. Para usar el establo como analogía: los sistemas diseñados de forma agroecológica se caracterizan por una sólida base de suelos biológicamente activos que aseguran el reciclaje eficiente de nutrientes (apoyo vertical del establo). La rica biodiversidad (techo) ofrece estabilidad y protección contra la presión ambiental. La cobertura del suelo y la integración de árboles (paredes) y/o animales minimizan la filtración del sistema.

Debido a este nuevo planteamiento en el desarrollo de la agricultura, la agroecología está influenciando en gran medida la investigación y el trabajo de extensión de muchas instituciones y organizaciones de agricultores. Los diferentes ejemplos de programas participativos de desarrollo rural que funcionan en la actualidad en los países en desarrollo sugieren que el proceso de mejora agrícola debe: a) Utilizar y promover el conocimiento autóctono y las tecnologías de recurso eficiente; b) Poner de relieve el uso de la diversidad agrícola local, incluyendo germoplasma de cultivos nativos y elementos como la leña y plantas medicinales; y c) Realizarse a nivel local con la participación activa de los campesinos.

La evaluación de proyectos en América Latina sugiere que estos métodos representan alternativas importantes, que los agricultores de subsistencia pueden afrontar, para un uso más eficaz del agua, del manejo medioambiental de plagas, de la conservación efectiva de los suelos y del manejo de la fertilidad. En cada país en desarrollo

es común encontrar pequeños sistemas agrícolas que varían mucho en lo que respecta a su acceso al capital, a los mercados y las tecnologías. El problema con la revolución verde de las pasadas décadas es que se concentró en los agricultores de la cima de la pirámide, esperando que “agricultores progresivos o avanzados” servirían como ejemplo para otros en una especie de proceso de difusión tecnológica “por goteo”.

Al contrario, los agroecólogos ponen de relieve que con la finalidad de que el desarrollo sea integral, de abajo arriba, debe comenzar con los agricultores de escasos recursos de la parte baja de la pirámide. De esta forma el planteamiento agroecológico ha resultado ser compatible culturalmente ya que se construye sobre el conocimiento agrícola tradicional, combinándolo con elementos de la moderna ciencia agrícola. Las técnicas resultantes también son ecológicas porque no modifican o transforman radicalmente el ecosistema campesino, sino que identifican elementos nuevos y/o tradicionales de manejo que, una vez incorporados, llevan a una optimización de la unidad de producción. Poniendo de relieve el uso de recursos disponibles localmente, las tecnologías agroecológicas también se han hecho más viables desde el punto de vista económico.

CUADRO 9.2.

Comparación entre la revolución verde y las tecnologías agroecológicas

Características	Revolución verde	Agroecología
Técnicas		Todos los cultivos.
• Cultivos afectados	Trigo, maíz, arroz y otros.	Todas las zonas, especialmente las marginales (de secano, en pendiente).
• Zonas afectadas	Sobre todo en tierras llanas y de riego.	
• Sistemas de cultivo dominantes.	Monocultivos, genéticamente uniformes.	Policultivos, genéticamente heterogéneos.
• Insumos predominantes.	Agroquímicos. Maquinaria. Gran dependencia de insumos importados y de combustible fósil.	Fijación del nitrógeno, lucha biológica contra las plagas. Agregados orgánicos. Gran dependencia de los recursos renovables locales.
Ambientales		
• Peligros sanitarios	Medio alto (contaminación química, erosión, salinización resistencia a los plaguicidas, etc.). Peligros sanitarios derivados de la aplicación de plaguicidas y de los residuos de éstos en los alimentos.	Bajo a medio (lixiviación de los nutrientes provenientes del estiércol).
• Cultivos desplazados	Sobre todo las variedades tradicionales y las razas nativas.	Ninguno
Económicas		
• Costos de la investigación.	Relativamente altos	Relativamente escasos
• Necesidad de efectivo.	Grande. Todos los insumos deben ser comprados.	Escasa. La mayor parte de los insumos son locales.
Institucionales		
• Desarrollo de la tecnología y su divulgación.	Sector paraestatal. Compañías privadas.	En gran medida públicos: gran participación de las ONG.
• Consideraciones de los propietarios.	Variedades y productos patentables y protegibles	Variedades y tecnologías bajo el control de los agricultores.
Socioculturales		
• Capacidad de investigación requerida.	Cruces convencionales de plantas y otras ciencias agrícolas.	Capacitación en ecología y experiencia multidisciplinaria.
• Participación	Escasa (casi siempre el enfoque es de arriba). Determina barreras a la adopción de tecnología.	Alta. Induce la acción de la comunidad.
• Integración cultural	Muy escasa.	Alta. Gran uso del conocimiento tradicional y de las formas locales de organización.

9.3 Implementación de la propuesta agroecológica

9.3.1 La estrategia del desarrollo rural humano agroecológico (DRHA)

Desde la perspectiva local o regional tres elementos interesan para avanzar hacia un desarrollo sustentable. Primero, que exista una estrategia que sea capaz de crear actores dispuestos a mejorar su calidad de vida de manera sostenida; segundo, que los procesos de descentralización refuercen la capacidad de las autoridades locales de invertir en los sectores de menores recursos; tercero, que no existan políticas sectoriales o macroeconómicas que discriminen a la agricultura.

La estrategia de Desarrollo Rural Humano y Agroecológico (DRHA) propuesta por Yurjevic (1995) cumple con la primera condición y ayuda a viabilizar la segunda; además permite implementar la propuesta agroecológica. Los cuatro componentes esenciales de la estrategia de DRHA son:

- a) Reforzar o ayudar a que las familias campesinas desarrollen las capacidades que les permiten mejorar sus ingresos, su seguridad alimentaria y su hábitat inmediato, así como potenciar la condición y posición de la mujer campesina y la capacidad de gestión de las comunidades.
- b) Crear o mejorar los medios para el desarrollo, entre los cuales se destacan el conocimiento agroecológico, el acceso a información actualizada para la toma de decisiones y al crédito y el diseño de organizaciones funcionales.
- c) La existencia de instituciones líderes capaces de articular instituciones como el gobierno local, servicios públicos regionales, empresas privadas, ONG y universidades para responder a las iniciativas y demandas campesinas. Estas articulaciones no sólo deben significar una división del trabajo en función de ventajas comparativas, sino que deben ser una instancia para reflexionar e influir sobre las políticas agrícolas, de investigación tecnológica, de formación de profesionales y de financiamiento.
- d) Facilitar los procesos de transición al desarrollo de los diversos estratos campesinos. La experiencia muestra que existe una opción para cada segmento social que debe explorarse y potenciarse. En particular interesa que los pequeños productores puedan acceder a nichos de mercado que sean rentables para ellos. La difusión de la opción agroecológica les genera la posibilidad de realizar una produc-

ción libre de agroquímicos, que tiene un mercado en expansión. También es importante desde el punto de vista de los costos considerar estrategias para aprovechar los recursos existentes en el predio y las economías de escala fruto de la compra y venta organizadas.

Las primeras evaluaciones muestran que hay un margen significativo de posibilidades para derrotar la pobreza, siempre que se tenga una mirada creativa a los niveles de capital que poseen las familias campesinas. La ampliación y mejoramiento de dichos niveles se realiza con incentivos económicos, con inversiones directas, con capacitación en el manejo de recursos productivos y de gestión económica, y con medidas de legitimación social.

En síntesis, cuando se intenta implementar el desarrollo sustentable entendido como un esfuerzo para aumentar las oportunidades de las generaciones presentes y futuras que ayuda a enriquecer las políticas sociales y de desarrollo rural, nos encontraremos con un conjunto de acciones diversas, todas ellas orientadas a invertir en los pobres.

La agroecología ha mostrado ser un enfoque tecnológico que da vida a una propuesta de DRHA. Ella permite mejorar el nivel de recursos naturales, aumentar la productividad de los recursos naturales cultivados, también potencia el nivel de recursos humanos ya que le permite al pequeño productor un conocimiento que le posibilitará ser un productor eficiente desde el punto de vista económico y ecológico.

Resta decir que los procesos de municipalización amplían la posibilidad de diseñar políticas adecuadas a los pequeños productores y de completar la inversión en infraestructura aún faltante. También vale la pena mencionar que las oportunidades en la sociedad no sólo se aumentan a través de la acción gubernamental. La actitud de la ciudadanía y del sector privado es vital para aprovechar y ampliar las oportunidades que abren las condiciones macroeconómicas disponibles, así como los programas sociales de salud y educación para la población más desposeída.

Se plantea que el DRHA debe ayudar a las familias campesinas a ser parte de ese rango de oportunidades, no sólo para reclamar la legítima participación en los beneficios, sino también para hacer una contribución a la creación de riqueza. Esta disposición permite superar la pobreza y que, por tanto, todos los estratos campesinos de la presente generación puedan ejercer el derecho de legar a sus descendientes una base material de recursos naturales y de capital construido, un tejido social resistente y un

conocimiento tecnológico y de gestión en expansión que les permita acceder a una calidad de vida digna.

9.3.2 El establecimiento de sistemas productivos agroecológicos

Los agroecosistemas convencionales modernos que caracterizan el sector comercial agrícola en los países en desarrollo se basan en el monocultivo. Debido a la estructura artificial los sistemas carecen de biodiversidad funcional y requieren constantemente de insumos externos para producir. Una preocupación importante en la propuesta agroecológica es el mantenimiento y el incremento de la biodiversidad y el papel que puede jugar en la restauración del equilibrio ecológico en los agroecosistemas y en la consecución de una producción estable. La biodiversidad realiza muchos procesos de renovación y servicios ecológicos en los agroecosistemas, que cuando se pierde el costo puede ser significativo.

Una **estrategia** importante en la agricultura sostenible es restaurar la diversidad agrícola en el tiempo y el espacio a través de sistemas alternativos de cultivos, como rotaciones, plantas de protección intercultivos, o mezclas de cultivo/ ganado, que actúan de forma ecológica. Por ejemplo:

Rotación de cultivos: La diversidad temporal incorporada en los sistemas de cultivo ofrece nutrientes y rompe los ciclos vitales de muchas plagas de insectos, enfermedades y malas hierbas.

Policultivos: Complejos sistemas de cultivo en los que se plantan dos o más especies dentro de la suficiente proximidad espacial para que se complementen biológicamente con lo cual se incrementan, por lo tanto, los rendimientos.

Sistemas agroforestales: Un sistema agrícola donde crecen juntos árboles con cultivos anuales y/o animales, que aumenta las relaciones complementarias entre los componentes incrementando el uso múltiple de agroecosistemas.

Plantas protectoras: El uso de grupos puros o mixtos de leguminosas u otras especies anuales de plantas; bajo los árboles frutales con la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo, aumenta el control biológico de las plagas y modifica el microclima del huerto.

Mezcla cultivo/ganadería: La integración animal en el agroecosistema ayuda a conseguir un aumento de la producción de la biomasa y un óptimo reciclaje.

El proceso de convertir un sistema convencional de producción que depende en gran medida de insumos sintéticos basados en petróleo, en un sistema gestionado con bajos insumos no es meramente un proceso de retirar los insumos externos, sin que haya que llevar a cabo una sustitución compensatoria o una gestión alternativa que equilibre el sistema. La agroecología provee las directrices para dirigir los flujos y sinergismos naturales necesarios para sustentar la productividad en un sistema de bajos insumos externos.

El **proceso de conversión** de un manejo convencional de altos insumos en un manejo de bajos insumos externos es un proceso gradual con cuatro fases bien marcadas:

1. Disminución progresiva de agroquímicos.
2. La racionalización y eficiencia del uso agroquímico a través de un manejo integrado de plagas (MIP) y un manejo integrado de nutrientes.
3. La sustitución de insumos, utilizando tecnologías alternativas de bajos insumos energéticos.
4. El rediseño de los sistemas agrícolas de diversificación con una integración óptima cultivo/ animal que promueva la sinergia de forma que el sistema pueda sostener la propia fertilidad del suelo, la regulación natural de las plagas y la productividad del cultivo.

Durante estas cuatro fases, la **gestión** se realiza para asegurar:

1. El aumento de la biodiversidad, tanto en la superficie como en el subsuelo.
2. El aumento de la producción de la biomasa y del contenido de materia orgánica del suelo.
3. Los niveles decrecientes de residuos de plagas y pérdida de nutrientes y componentes de agua.
4. El establecimiento de relaciones funcionales entre los diversos componentes agrícolas.
5. La planificación óptima de la secuencia del cultivo y la combinación y uso eficaz de los recursos locales disponibles.

El programa de MIP para el arroz iniciado por la FAO en Asia es un ejemplo de un proceso de conversión en el que la capacitación en la granja del agricultor en vigilancia de plagas y métodos apropiados de cultivos del arroz, permite a los agri-

cultores obtener una reducción significativa del uso de plaguicidas, estableciendo por lo tanto un marco para iniciar la substitución del insumo (por ejemplo, control biológico, fertilización orgánica) para, finalmente, entrar en el diseño de sistemas integrados de producción arrocera que pueden incluir la producción pesquera, la rotación de cultivos y la integración de la ganadería.

El proceso de conversión puede demorar desde uno hasta cinco años, dependiendo del nivel de artificialidad y/o degradación del sistema original de altos insumos. Una cuestión clave en el proceso de transición es **mantener el equilibrio económico** para poder ayudar a que el agricultor asuma la posible pérdida de ingresos debido a un ligero descenso del rendimiento al principio de la fase de conversión. Quizás serán necesarios incentivos y/o subsidios para algunos agricultores mientras esperan que el nuevo sistema productivo genere las ganancias aseguradas.

Experimentos de campo realizados en el valle del Aconcagua, en el centro de Chile, muestran que no es inevitable la reducción de los rendimientos al inicio de la fase de transición. Las vides que fueron objeto de conversión con una planta protectora (*Vicia atropurpurea*) mostraron un aumento de entre un 10 y un 20 por ciento durante los primeros dos años de conversión, y el tamaño y la calidad (porcentaje de azúcar) de las uvas de las parcelas orgánicas eran mayores que los de las parcelas convencionales.

La experiencia ha demostrado que en viñedos y huertos las plantas protectoras son un método de diversificación sencillo, pero clave, que provoca profundos cambios ecológicos positivos en el agroecosistema.

Una estrategia agroecológica para conseguir productividad agrícola sostenible combina elementos de técnicas tanto tradicionales como modernas. Pero realísticamente, sin embargo, una **estrategia de éxito** requiere algo más que una simple modificación o adaptación de los sistemas y tecnologías existentes. Los nuevos planteamientos agroecológicos deben estar dirigidos a romper la estructura del monocultivo diseñando **sistemas agrícolas integrados** como los descritos aquí.

9.4 Necesidades de investigación y transferencia

El conocimiento previo de las características principales del enfoque de investigación reduccionista - mecanicista y de otros enfoques o metodologías de investigación de carácter más sistémico, nos permite evidenciar las grandes diferencias entre estos y nos inclina a la utilización de los últimos para la realización de la investiga-

ción y transferencia de tecnologías agroecológicas. Sin embargo, para avanzar de manera ordenada en la reflexión sobre las necesidades de investigación y transferencia dentro de este paradigma debemos plantearnos algunas preguntas claves como las siguientes:

- ¿Qué investigar?
 - Investigación básica
 - Investigación aplicada
- ¿Dónde investigar?
 - Laboratorios
 - Centros experimentales
 - Parcelas campesinas
- ¿Quiénes deben investigar?
 - Investigadores universidad y/o estaciones experimentales
 - Técnicos ONG
 - Campesinos

¿Para quiénes o para qué debe servir la investigación?

9.4.1 ¿Qué investigar en agroecología?

Es común la afirmación que la agroecología se debe basar más en el estudio de procesos y las interrelaciones entre los componentes del sistema que en los componentes mismos. De lo anterior los temas de investigación que surgen pueden dividirse en dos grandes áreas:

- a. Conocimientos básicos generales.
- b. Conocimientos aplicados o validación tecnológica.

La investigación agroecológica debe abordar los dos tipos de conocimiento dependiendo del problema a resolver. Por un lado, es importante aumentar nuestra comprensión de los principios básicos para entender mejor los procesos y tener una capacidad predictiva del comportamiento de determinados diseños o arreglos de sistemas pecuarios. Esto nos evitará tropezar frecuentemente en el método de prueba y error.

La realización de investigaciones para obtener conocimientos básicos disminuirá el riesgo de transformar la agroecología en una serie de recetas. No son estas en sí lo

importante sino el principio en que se basan. A este nivel la agroecología tiene una limitante y es que falta abundante información sobre los principios básicos que la sustentan como ciencia y que ya deberían haber sido desarrollados por la ciencia reduccionista. Esto se entiende si tomamos en cuenta la falta de atención que esta ciencia ha prestado a los procesos e interrelaciones entre los componentes de los sistemas agropecuarios por estar desarrollando tecnologías “de punta”.

La tabla 9.1 nos presenta algunos aspectos de investigación básica y aplicada a considerar.

TABLA 9.1

Algunos aspectos de investigación básica y aplicada en agroecología

Aspectos básicos	Aspectos aplicados
• ¿Cuál es el nivel mínimo de biodiversidad que un agroecosistema debe tener para ser sostenible?	• ¿Qué cultivos serán mejores para esta finca?
• ¿Cómo se mide esta biodiversidad? ¿Cuál es la importante: La específica o la funcional?	• ¿Qué tipo de herramientas debo usar?
• ¿Cuáles son los principios que gobiernan las relaciones benéficas en las asociaciones de plantas?	• ¿Con qué cultivo puedo asociar este otro?
• ¿Cuál es el papel del estudio nutricional de las plantas respecto a su susceptibilidad al ataque de plagas?	• ¿A qué distancia lo siembro?
• ¿Cuáles son los indicadores que nos permiten medir la sustentabilidad?	• ¿Por qué esta asociación de cultivos no es beneficiosa aquí?
• ¿Cómo se mide la eficiencia de un sistema de producción ecológica?	• ¿Cuántos animales es conveniente tener?
• ¿Cómo se incorporan los costos ambientales en la contabilidad de la producción agropecuaria?	• ¿Es mejor hacer compost o enterrar los residuos en el suelo?
• Etc.	• Etc.

La respuesta a las anteriores preguntas no es una sola; esta dependerá de la situación concreta de cada campesino o agricultor. No son válidos los mismos métodos, diseños estadísticos y parcelas en uno que en otro tipo de problemas. De la respuesta al qué investigar, derivará el cómo hacerlo.

9.4.2 ¿Dónde debe realizarse la investigación agroecológica?

Este es otro aspecto que se presta para discusión. Existe, en general, una fuerte crítica hacia la investigación realizada en grandes estaciones experimentales o en los predios y laboratorios de las universidades. Este tipo de investigación se contrapone con la idea que la investigación agroecológica deberá ser realizada en los campos de los agricultores. Se considera que sólo de esta manera será válida. Sin embargo, esta discusión sólo tiene sentido una vez establecido el objetivo de la investigación. Se ha comentado anteriormente que existe consenso sobre la necesidad e importancia de investigar cuestiones básicas en agroecología, las que han sido abandonadas o soslayadas por la investigación hecha con un enfoque reduccionista. En este caso, si lo que se busca es contestar o probar algunos principios básicos, quizá las condiciones donde se realicen los experimentos o ensayos deberán adaptarse cuidadosamente a este objetivo. Si esto supone un laboratorio, pues un laboratorio será lo mejor; si se requiere de un buen campo experimental donde poder controlar las variables, esto será entonces lo adecuado.

Sería un error, en este caso, tratar de desarrollar un ensayo de estas características en un campo de agricultores. Por otro lado, pretender validar una tecnología para agricultores de ladera con escasos recursos ecológicos, económicos etc., en parcelas planas, bien regadas, etc., es un error de la misma magnitud pero de sentido contrario. Lo esencial entonces es que las investigaciones sean bien planeadas, serias y con resultados claros y correctamente interpretados. La tendencia a considerar que la investigación agroecológica sólo puede hacerse en los predios de los campesinos o agricultores es un prejuicio que puede conducir a muchos errores evitables e innecesarios. A veces, por el afán de hacer investigación en un predio campesino, podemos tener problemas de control sobre el desarrollo del proceso experimental.

Además, quizás por este mismo afán a veces se instala una investigación en la parcela del agricultor quien sólo cumple el papel de invitado. Como justificativo se esgrime la poca replicabilidad que tienen los experimentos hechos en estaciones experimentales en buenas condiciones, y es cierto. Pero, ¿los ensayos hechos en cam-

pos de agricultores tienen más replicabilidad? Esto dependerá de la pregunta que se busca contestar con el experimento y de lo bien planeado que esté.

Hay que tener cuidado con la masificación de tecnologías: lombricultura, control biológico, abonos verdes, uso de extractos de plantas, asociaciones benéficas, etc., aunque ellas estén bajo el barniz agroecológico.

Ejemplos de malas extrapolaciones agroecológicas no son raros. En las zonas montañosas de la República Dominicana, los agricultores, con gravísimos problemas de erosión hídrica, en suelos con alta pendiente, eran aconsejados por algunos técnicos de ONG para sacar los residuos vegetales del suelo y hacer compost. La tecnología del compost, aparentemente buena, por provenir de la agricultura ecológica, en este contexto equivocado resultaba muy mala. Los suelos necesitaban prioritariamente cobertura y estructura más que nutrientes.

Si partimos de la premisa de que la agroecología no busca dar recetas universales para cada comunidad de campesinos, hay que situarse nuevamente en las características del lugar (nicho ecológico) y experimentar, tratando de validar los principios agroecológicos básicos con las tecnologías que, en ese lugar, en ese nicho ecológico y para ese momento, sirvan mejor para resolver los problemas de los agricultores. La adopción de alguna nueva tecnología sólo se hará cuando la necesidad haya partido de los agricultores y ellos mismos participen del proceso de experimentación o validación.

9.4.3 ¿Quiénes deben investigar agroecología?

Los actores que deberán tomar parte en los distintos aspectos de la investigación agroecológica serían:

- Agricultores o campesinos.
- Técnicos de ONG.
- Investigadores de las universidades, estaciones experimentales y/o INIAS.

Sobre el papel de los primeros ya se ha mencionado algo al discutir las diferencias entre tipo de investigación básica y validación tecnológica en predios de agricultores. Es importante, no obstante, que quienes trabajen en contacto directo con los agricultores entiendan que es fundamental sistematizar la información que ellos recogen de sus experiencias directas con los campesinos. No es posible sólo hacer un

listado de recetas agroecológicas. Esta información debe ser analizada y ordenada según los principios que la sustentan. Esto permitiría predecir los límites de su aplicación.

Para la participación de los investigadores, tanto de las estaciones experimentales como, y sobre todo, de las universidades, es indudable que estos deben cambiar radicalmente su filosofía por una comprensión más real de la problemática de los agroecosistemas, si pretenden hacer una colaboración más importante que trascienda y supere los aportes sobre aspectos parciales y a veces desconectados entre sí. Del análisis hecho hasta ahora y de la complejidad de abordar los agroecosistemas desde una perspectiva global, surge la necesidad de que los temas de investigación sean encarados por equipos interdisciplinarios. Para esto es fundamental redimensionar el rol de la universidad y específicamente de las facultades de ciencias agropecuarias en la formación de sus profesionales e investigadores.

9.4.4 ¿Para quiénes o para qué debe servir la investigación?

¿Cuál es el ámbito de acción de la agroecología? ¿Para qué tipos de agricultores? ¿Es solamente para aquellos pequeños campesinos marginales, pobres en recursos, o para cualquiera?

Si la agroecología es el enfoque o disciplina científica que permite el diseño, manejo y evaluación de agroecosistemas sustentables (Altieri, 1987), y si entendemos la sustentabilidad en su sentido más amplio como una necesidad, entonces todos los agricultores deberían manejarse con este enfoque. Es un error sesgar la aplicación de las prácticas agroecológicas hacia un determinado tipo de productor, ya que esto limita el campo de acción y la fuerza de la agroecología. Sin embargo, es algo bastante común.

En algunos países de Latinoamérica es frecuente encontrar casos de agricultura sustentable basada en tecnologías desarrolladas por comunidades marginales de campesinos o indígenas desde tiempos ancestrales. Ejemplos notables de ello son las famosas chinampas de México o los waru-warú del altiplano peruano. En estos casos la agroecología ha rescatado y revalorado el conocimiento campesino y ha mostrado la validez de los principios ecológicos subyacentes en estas prácticas. Esto ha llevado a la errónea idea de que la agroecología es sólo una serie de recetas que funcionan bien en sistemas marginales de producción, con superficies pequeñas, con recursos limitados o en aquellos cuya finalidad es la autosuficiencia alimentaria, pero que no

es aplicable en otro tipo de sistemas como los métodos extensivos y/o más tecnificados de producción. ¿Debemos reconocer entonces que la agroecología tiene limitaciones? Creemos que esto sería una interpretación errónea de los alcances de la agroecología. El hecho que los ejemplos utilizados pertenezcan a un determinado tipo de sistemas productivos no significa que sólo en estos sistemas funcione la agroecología. Los principios agroecológicos deben ser adecuados para el manejo de cualquier agroecosistema, incluso para sistemas extensivos. No obstante, para otros sistemas, deberán desarrollarse y experimentarse junto con los agricultores otros métodos de producción sustentados en los principios básicos de la teoría agroecológica existente.

Es importante que los técnicos desarrollen habilidades y técnicas que les permitan poder detectar la generalidad del problema y el principio que está detrás del mismo para poder generar investigaciones básicas que tiendan a responder a interrogantes más amplios.

9.4.5 El papel de las universidades

La universidad es un actor principal en el desarrollo de un tipo de investigación más apropiada hacia el enfoque agroecológico. Esto en su doble papel de formadora de recursos humanos y principal centro de investigación, sobre todo de aspectos básicos. Sin embargo, el contexto en el cual habrán de desarrollarse estos cambios en la actualidad no es el más adecuado. Por un lado, existe un incremento en el aporte del capital privado transnacional en todo lo relacionado con la investigación y desarrollo, basado en gran medida en la posibilidad de apropiación del excedente económico que generan tales conocimientos. Por otra parte, las universidades en nuestra región, en el marco de las políticas mencionadas, comienzan a desarrollar la idea de “prestación de servicios” a usuarios del sector primario o industrial. En este contexto, se deja al “mercado” el papel de orientar las investigaciones. Como ventaja se obtiene que una parte importante del financiamiento universitario proviene de las empresas.

Este enfoque tiene muchos defensores que consideran que de esta manera se harán investigaciones más reales y concretas y no definidas por elucubraciones mentales de los investigadores. Sin embargo es necesario tomar conciencia de que aquellas universidades que deseen optar por el desarrollo de una agricultura sustentable deberán estar dispuestas a subsidiar los proyectos de investigaciones en estas áreas, ya que difícilmente contarán con la posibilidad del apoyo de empresas. Para la realidad latinoamericana, una agricultura agroecológica no sólo consiste en una agricultura

- Mayor simplicidad que significa el planteo de los problemas desde una sola disciplina (enfoque reduccionista).
- Falta de desarrollo y mantenimiento de revistas o publicaciones nacionales de prestigio.
- Falta de proyectos claros y a largo plazo de formación de recursos humanos a nivel de posgrado. ¿Dónde deben formarse los investigadores y para qué?

Esta realidad nos señala que, para cualquier nivel de la enseñanza y cualquier tipo de acción a emprender, para abordar el tema de la agricultura sustentable o la agroecología debe partirse de un cambio de actitud de parte de los docentes e investigadores. Es fundamental favorecer la toma de conciencia, por parte de los profesores, del significado de la agroecología y el desarrollo rural sostenible. Se requiere un profesional con capacidad de análisis de los problemas con un enfoque sistémico y holístico, que pueda establecer relaciones y entender los procesos que ocurren en la biosfera en su conjunto y su impacto sobre aspectos socioeconómicos. Es importante entonces promover la integración de profesores en proyectos interdisciplinarios de investigación sobre esa temática. Para ello es necesario un cambio institucional que otorgue un reconocimiento real a este tipo de actividades y a quienes las realizan.

En los últimos años ha habido una tendencia en las universidades a favorecer con mayores subsidios a aquellos grupos de investigación integrados por equipos interdisciplinarios. El resultado fue, en muchos casos, que con el fin de poder acceder a estos subsidios se han juntado algunos investigadores, pero no han logrado dejar de ser una mera sumatoria de individualidades y no un grupo interdisciplinario. En la estructura actual de las universidades y con la formación que tienen los investigadores, no es fácil lograr la formación de grupos interdisciplinarios. Si son todos investigadores formados con una óptica reduccionista y especialistas o ultraespecialistas en sus áreas, ¿quién pone el contexto de la investigación? Se necesita alguien que tenga una visión holística y que comprenda el papel que cada una de las disciplinas juega en la resolución del problema global. No es posible entender los alcances de los problemas y el contexto en el que los resultados adquieren validez, sin un análisis holístico y sistémico que comprenda los distintos niveles y subniveles del sistema. Es evidente que para problemas complejos el abordaje de la realidad a través de la sumatoria de diferentes especialistas no es suficiente.

Es necesario además un mayor contacto entre las universidades y las organizaciones no gubernamentales y entre las universidades y los agricultores, redefiniendo

sus funciones. Es cierto que por su estructura muchas veces las universidades no pueden estar al tanto o trabajando a la par de los agricultores o solucionando sus problemas concretos, como lo hacen otros profesionales y/o técnicos de ONG. Pero también es cierto que muchas veces las universidades están o han estado aisladas de la sociedad en su conjunto y del medio productivo en especial. La interacción con las organizaciones de agricultores y ONG puede ser muy benéfica para ambas partes con el objetivo de mejorar la capacidad de detectar y resolver los problemas de nuestros campesinos que son, en definitiva, los problemas de la agricultura.

EJERCICIO 9.1

Consideraciones finales

Objetivo

Discutir y reflexionar sobre algunas consideraciones que favorecen u obstaculizan el desarrollo de la agroecología.

Orientaciones para el instructor

1. Indique a los participantes que el ejercicio consiste en reflexionar y contestar unas preguntas sobre el tema de la sección.
2. Divida el grupo en subgrupos máximo de cinco personas.
3. Cada grupo debe nombrar un relator.
4. Entregue a cada grupo las preguntas.
5. Facilite los materiales requeridos para dar a conocer sus respuestas en plenaria.
6. Solicite que en plenaria los relatores de cada grupo presenten en hojas individuales de papelógrafo las respuestas a las preguntas. Cada una de las respuestas socializadas por el primer grupo, deberá ser complementada por los aportes de los otros grupos.
7. Las hojas de papelógrafo con las respuestas se pegarán a una pared o tablero en orden secuencial de presentación.
8. El instructor, a medida que se haga la socialización, elaborará en tarjetas de cartulina la síntesis de las respuestas para darla a conocer cuando los grupos terminen de presentar sus aportes respectivos a cada pregunta.

más orgánica, menos contaminante sino que, dadas las particularidades de nuestra región, necesariamente deberá ser de bajos insumos o suplantar insumos caros por otros locales de más fácil acceso. Esto determinará líneas de investigación que no resulten atractivas para las empresas. ¿Qué empresa podría estar interesada en invertir en un programa de investigación destinado a encontrar un esquema de rotación de cultivos adecuados para el control de malezas y enfermedades, y a reducir el uso de fertilizantes a través de su reemplazo por la fijación biológica? Como puede verse, el hecho que las empresas no estén interesadas no disminuye el valor de este tipo de investigaciones. Es claro que no puede ser el mercado o el interés de las empresas el que defina la orientación de la investigación. Esto es algo que deberá tenerse en cuenta en las universidades que deseen apoyar un cambio profundo en la dirección de la agricultura sustentable.

A su vez, hacia el interior de las instituciones suelen detectarse un conjunto de dificultades que conspiran contra la posibilidad de realizar algunas modificaciones tendientes a incorporar definitivamente el enfoque agroecológico y desarrollo rural sostenible.

Impedimentos para el desarrollo de investigaciones con un enfoque agroecológico en las universidades (Sarandón y Hang, 1995):

- Falta de flexibilidad de los planes de estudio, que impiden incorporar, con suficiente agilidad, nuevas metodologías, enfoques y contenidos.
- Existencia de un importante número de docentes e investigadores que continúan privilegiando sus líneas de trabajo de acuerdo con el prestigio que les dan ciertas publicaciones.
- Falta de un reconocimiento “académico” a todo aquello que se relacione con la agroecología o agriculturas alternativas. Hay al respecto una sobrevaloración de la tecnología insumo dependiente (tecnología “de punta”) asociada a mayores rendimientos, que aparece aún hoy como el paradigma productivo.
- Excesiva valoración del instrumental sofisticado para la toma de los datos. Esto se transforma a veces en un fin en sí mismo y no en un medio.
- Falencias en la formación de los docentes jóvenes que pueden compartir la idea agroecológica, por carecer la mayoría de las instituciones de un núcleo de capacitación para tal fin.

Recursos necesarios

- Preguntas
- Hojas para papelógrafo
- Tarjetas de cartulina
- Marcadores
- Cinta
- Papelógrafo

Tiempo del ejercicio: 90 minutos

Instrucciones para los participantes

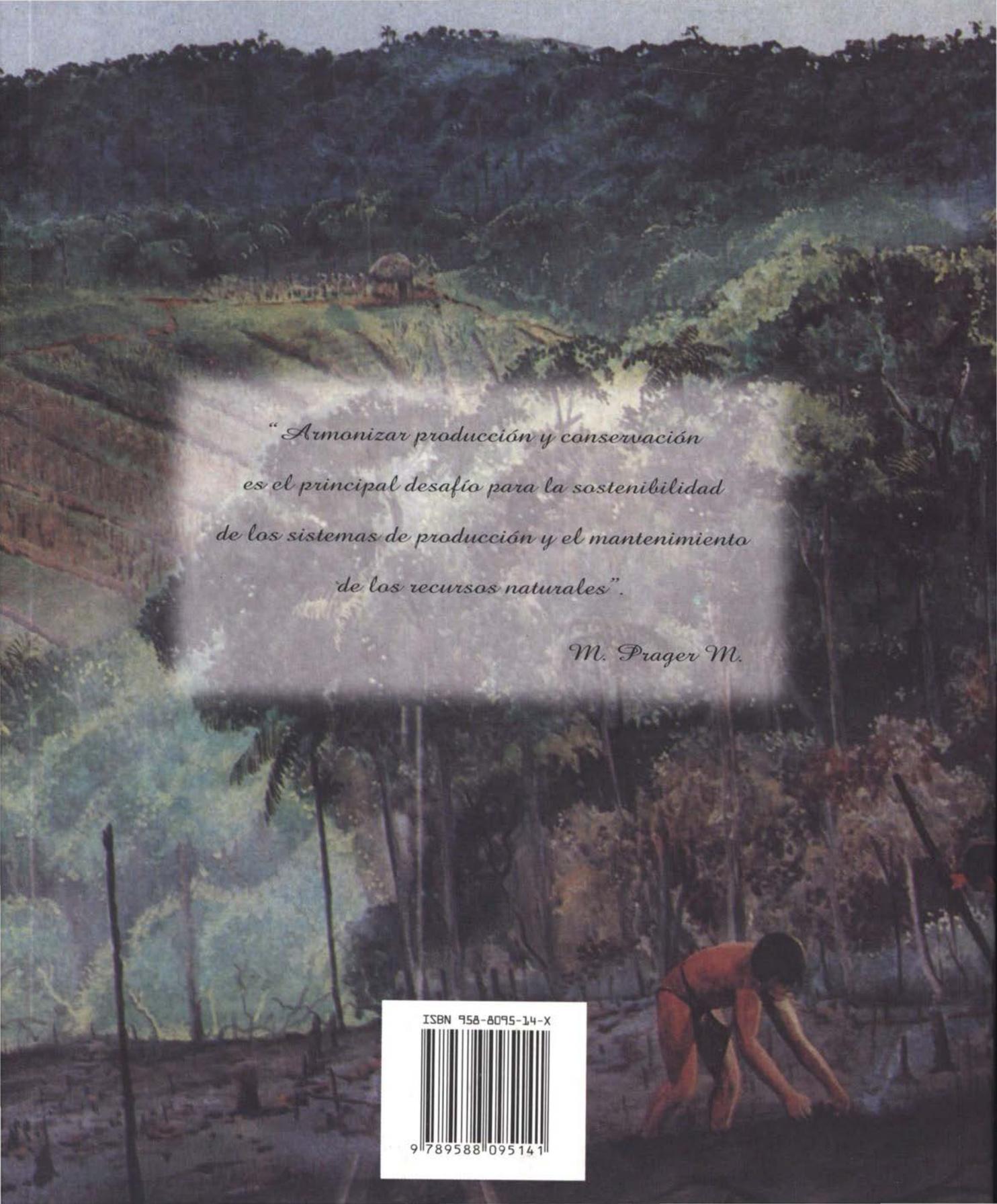
1. Nombrar un relator para presentar los resultados en plenaria.
2. Escribir en hojas individuales para papelógrafo la síntesis de las respuestas de los conformantes del grupo.
3. Compartan con su grupo su opinión y respuesta a las preguntas planteadas.
4. Traten de escribir en la hoja de papelógrafo los aportes importantes de cada uno de los miembros del grupo.

Preguntas para el trabajo en grupo

1. Identificar los principales aspectos sociales, económicos, políticos, tecnológicos, ambientales y culturales que posibiliten o limiten el desarrollo de la propuesta agroecológica de su país, región y comunidad campesina.
2. ¿Qué criterios se deben tomar en cuenta para generar tecnologías agroecológicas para los campesinos?
3. Hagan una lista de temas que ustedes consideran claves dentro de una agenda de investigación agroecológica.

Bibliografía

- ALTIERI, M. 1995. Una alternativa dentro del sistema. II Curso de educación a distancia. Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo III. CLADES. pp. 77-89
- ALTIERI, M. 1997. Una perspectiva agroecológica para orientar los programas de postgrado en economía agrícola y desarrollo rural en la América Latina del siglo XXI. Universidad de California. Berkeley-CLADES. pp. 127-139
- ALTIERI, M; YURJEVIC, A. 1991. Influencias de las relaciones Norte/Sur en la investigación agroecológica y transferencia tecnológica en América Latina: El caso CLADES. Documento Taller Regional para América del Sur. 27 p.
- BROWN, H. 1987. El cambio de valores y el nuevo orden de prioridades. Edificando una sociedad perdurable. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 345-366.
- KAIMOWITZ, D. 1996. El avance de la agricultura sostenible en América Latina. Agroecología y Desarrollo. 9 p.
- PILLOT, D; ALTIERI, M. Et al. 1996. Más alimentos, menos pobreza, mejor administración de los recursos. Perspectivas e interrogantes dirigidos a las ONG y recibidos de ellas sobre la renovación del sistema mundial de investigación agrícola. 28 p.
- PIMBERT, M; 1997. La necesidad de otro paradigma de investigación. Revista Biodiversidad. Colombia. pp. 3-7.
- SARANDON, S; HANG, G. 1996. El rol de la universidad en la incorporación de un enfoque agroecológico para el desarrollo rural sustentable. Agroecología y Desarrollo. pp. 17-20.
- SHIVA, V. 1992. Algunas reflexiones sobre los recursos. 3 p.
- YURJEVIC, A. 1995. El desarrollo sustentable: Una mirada actualizada. II Curso de educación a distancia. agroecología y desarrollo rural, Módulo III. pp. 11-23.

The background is a painting of a tropical landscape. In the upper part, a hillside is covered in dense green vegetation, with a small thatched-roof hut visible. The middle ground is dominated by a large, bright, hazy area where the text is placed. In the lower right foreground, a person is bent over, working in a field. The overall style is painterly and somewhat somber.

*“Amonizar producción y conservación
es el principal desafío para la sostenibilidad
de los sistemas de producción y el mantenimiento
de los recursos naturales”.*

M. Prager M.

ISBN 958-8095-14-X



9 789588 095141