

---

**Actualización Profesional en Manejo de Recursos  
Naturales, Agricultura Sostenible y Pobreza Rural**

# ***Agroecología***

*José Restrepo M.  
Diego Ivan Angel S.  
Martín Prager M.*

*Universidad Nacional de Colombia y  
Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR)*

**Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc.  
CEDAF**

**Septiembre, 2000**

---

© Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF), Santo Domingo, República Dominicana. Julio del 2000.

Derechos exclusivos de edición en castellano reservados para todo el mundo: CEDAF. Calle José Amado Soler N<sup>o</sup>. 50, Ensanche Paraíso. Apartado Postal 567-2. Santo Domingo, República Dominicana.

Teléfono (809) 544-0616 / Fax: (809) 544-4727

Sitio Web: <http://www.cedaf.org.do>

Correo Electrónico: [cedaf@cedaf.org.do](mailto:cedaf@cedaf.org.do)

El material consignado en estas páginas se puede reproducir por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El CEDAF agradece a los usuarios incluir el crédito institucional correspondiente en los documentos y eventos en los que se utilice.

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados, o en los artículos institucionales con específica mención de autores, son propias de ellos y no representan necesariamente el criterio del CEDAF.

Hecho el depósito que prevé la ley 418. Impreso en la República Dominicana.

**Cita correcta:**

José Restrepo M., Diego Iván Ángel S. y Martín Prager M.. 2000. Agroecología

**Palabras Claves:**

1. Agroecología, 2. Agroecosistemas, 3. Sistemas de Producción, 4. Agricultura Sostenible, 5. Desarrollo Sustentable, 6. Sistemas.

ISBN: ISBN 99934-8-002-9

Septiembre del 2000

Santo Domingo, República Dominicana

---

## Listado de Acrónimos

<b>Acrónimo</b>	<b>Nombre completo que corresponde</b>
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 Suramericano
NAFTA	Acuerdo Comercial de América del Norte

## Tabla de Contenido

Presentación . . . . .	i
Agradecimientos . . . . .	ii
Introducción . . . . .	iii
Propósito del Manual . . . . .	iv
Componentes . . . . .	iv
Cómo utilizar el manual . . . . .	v
Autoevaluación . . . . .	vii
Objetivos de la Guía . . . . .	viii
<b>Sección 1. Conceptualización y Desarrollo de la Agroecología . . . . .</b>	<b>1</b>
Estructura de la sección . . . . .	3
Objetivos . . . . .	3
Preguntas orientadoras . . . . .	3
1.1 El Enfoque de la agricultura convencional y su impacto en el ambiente . . . . .	4
1.2 La Agricultura moderna o de altos insumos . . . . .	5
1.3 ¿Qué es la agroecología?. . . . .	6
1.4 Bases filosóficas de la agroecología. . . . .	6
1.5 Historia y definiciones de la agroecología. . . . .	7
1.6 Ejercicio 1.1 Agroecología y agricultura convencional . . . . .	12
1.6 Ejercicio 1.2 Escuelas de la agricultura . . . . .	12
Bibliografía . . . . .	14
<b>Sección 2. El Agroecosistema . . . . .</b>	<b>16</b>
Estructura de la sección . . . . .	17
Objetivos . . . . .	17
Preguntas orientadoras. . . . .	17
Introducción . . . . .	18
2.1 Definición . . . . .	18
2.2 Estructura y función . . . . .	19
2.3 Recursos de un agroecosistema . . . . .	20
2.4 Procesos ecológicos en el agroecosistema. . . . .	21
2.5 Diseño de agroecosistemas sustentables . . . . .	23
2.6 Clasificación de los agroecosistemas . . . . .	24
2.7 Ejercicio 2.1 El Agroecosistema . . . . .	25
Bibliografía . . . . .	26
<b>Sección 3 Aplicaciones de la Agroecología en los Sistemas de Producción. . . . .</b>	<b>27</b>
Estructura de la sección . . . . .	29
Objetivos . . . . .	29
Preguntas orientadoras. . . . .	29
Introducción . . . . .	30
3.1 Agricultura y medio ambiente . . . . .	30

3.2	Cómo se relaciona la estabilidad con la diversidad genética . . . . .	32
3.3	Sistemas de cultivos. . . . .	33
3.4	Manejo y conservación de la biodiversidad . . . . .	35
3.5	Manejo y conservación de suelos y aguas . . . . .	37
3.6	Manejo y conservación del suelo . . . . .	40
3.7	Economía del recurso hídrico . . . . .	42
3.8	El Componente animal en los sistemas de producción . . . . .	44
3.9	Control integrado de plagas. . . . .	46
3.10	Manejo de post cosecha y agroindustria . . . . .	48
3.11	Ejercicio Aplicación de la agroecología en un sistema productivo de la región . . .	51
3.11	Ejercicio El Sistema de producción natural . . . . .	52
	Bibliografía . . . . .	53
<b>Sección 4. Metodologías y Herramientas que Utiliza la Agroecología. . . . .</b>		<b>55</b>
	Estructura de la sección . . . . .	57
	Objetivos . . . . .	57
	Preguntas orientadoras. . . . .	57
	Introducción . . . . .	58
4.1	Enfoque mecanicista y reduccionista . . . . .	58
4.2	Enfoque de sistemas . . . . .	60
4.3	Investigación en fincas de agricultores . . . . .	62
4.4	Diagnóstico rural rápido . . . . .	63
4.5	Investigación participativa . . . . .	65
4.6	Indicadores de sostenibilidad . . . . .	68
4.7	Ejercicio 4.1 Caracterización y análisis del enfoque, metodología y herramientas utilizadas en nuestro trabajo con agricultores . . . . .	72
	Bibliografía . . . . .	72
<b>Sección 5. Políticas, Agroecología y Desarrollo Rural . . . . .</b>		<b>73</b>
	Estructura de la sección . . . . .	75
	Objetivos . . . . .	75
	Preguntas orientadoras. . . . .	75
5.1	Impactos de la industrialización sobre la agricultura y el desarrollo rural en América Latina (1950 - 1980). . . . .	76
5.2	Situación actual de la población rural en América Latina . . . . .	78
5.3	Efectos de la globalización en las economías campesinas de América Latina . . . . .	78
5.4	Agroecología y desarrollo rural sustentable . . . . .	79
5.5	Propuestas de desarrollo rural sustentables . . . . .	80
5.6	Ejercicio. Identificación y formulación de estrategias de desarrollo sustentable para los principales sistemas de producción en República Dominicana . . . . .	82
	Bibliografía . . . . .	84

<b>Sección 6. Reflexiones Finales</b> . . . . .	85
Estructura de la sección . . . . .	87
Objetivos . . . . .	87
Preguntas orientadoras. . . . .	87
6.1 Ética y desarrollo . . . . .	88
6.2 Alcances de la propuesta agroecológica . . . . .	90
6.3 Implementación de la propuesta agroecológica . . . . .	94
6.4 Necesidades de investigación y transferencia . . . . .	97
6.5 Ejercicio 6.1 Consideraciones finales . . . . .	103
Bibliografía . . . . .	104
<b>Anexos.</b> . . . .	105
ANEXO #1. . . . .	107
Zonas de Vida de la República Dominicana de acuerdo al Sistema de Clasificación de Holdridge, publicado en 1982. . . . .	107
Monte Espinoso Subtropical . . . . .	107
Bosque Seco Subtropical . . . . .	107
Bosque Húmedo Subtropical . . . . .	108
Bosque muy Húmedo Subtropical . . . . .	109
Consideraciones generales sobre su uso apropiado. . . . .	110
Bosque pluvial Subtropical . . . . .	111
Condiciones climáticas . . . . .	111
Bosque húmedo Montano Bajo. . . . .	111
Bosque muy húmedo Montano Bajo . . . . .	112
Bosque muy húmedo Montano . . . . .	113
ANEXO #2. . . . .	114
Biodiversidad de la Isla Española . . . . .	114
ANEXO #3. . . . .	117
Glosario . . . . .	117

## Presentación

Numerosos diagnósticos aseveran un grave deterioro de la base de recursos naturales de la República Dominicana. Estos estudios indican que la cobertura forestal, de cuestionable calidad y uniformidad, no pasa del 12 por ciento y que una parte importante de los 2.8 millones de hectáreas con aptitud forestal en el país han sido y están siendo utilizadas inadecuadamente. Al igual que en la mayoría de los países tropicales, el mal manejo de los suelos y de los sistemas de cultivo ha resultado en una acentuada pérdida de su fertilidad, estructura y materia orgánica; así como en erosión y contaminación. El resultado ha sido una disminución de la productividad agrícola y un incremento significativo en los costos de producción.

Se han logrado avances significativos en las regiones tropicales en el desarrollo de tecnologías adecuadas para mejorar la productividad agropecuaria en sistemas sostenibles. Sin embargo, estos resultados raras veces llegan al campo, debido principalmente a deficiencias en el entendimiento de las relaciones entre los componentes de los sistemas agrícolas tropicales por aquellos que dirigen el sector, incluyendo profesionales agropecuarios y extensionistas. En el orden institucional, se observan organismos del sector público débiles y con duplicidad de funciones, con escasos recursos para atender problemas que sobrepasan sus capacidades. Más aún, faltan liderazgos institucionales que coordinen la formulación e implementación de las políticas.

Quizás, el mayor de todos los problemas que enfrenta la sociedad dominicana es la falta de entendimiento de la profundidad y complejidad de problemas relacionados con el deterioro de los recursos naturales del país. Ese entendimiento podría variar si científicos, administradores, profesionales y líderes tuvieran la oportunidad de discutir, informar y persuadir a la comunidad en general acerca de la necesidad de enfrentar los problemas ambientales en general y en particular aquellos relacionados a la sostenibilidad de los recursos naturales y la agricultura. Brindar esa oportunidad es precisamente lo que pretende el Proyecto Ágora.

El Proyecto Ágora es, en esencia, un cambio del enfoque tradicional de un proyecto piloto para promover cambios sistemáticos. El mismo propone un atajo: agricultores claves, líderes y tomadores de decisiones en los sistemas alimentario y agropecuario, expertos, políticos, periodistas y ONG son convocados y apoyados técnicamente, para que lleguen a un entendimiento de consenso en temas claves relacionados al manejo de los recursos naturales, la sostenibilidad de la agricultura y el combate de la pobreza rural. Basado en ese entendimiento, ellos guiarán o dirigirán sus propias instituciones o negocios para que sean más compromisarios a las necesidades de un mejoramiento sostenible de la calidad de vida de los pobladores rurales. El componente Actualización Profesional de Ágora busca dotar al profesional dominicano de conocimientos actualizados sobre aspectos conceptuales de desarrollo reciente y sobre tecnologías de punta de uso potencial en el país. Por esta razón se han elaborado los documentos de capacitación que ponemos a disposición del país.

*Atagracia Rivera de Castillo*

Directora Ejecutiva del CEDAF

## Agradecimientos

La estrategia para la elaboración de los documentos de la Serie Proyecto Ágora ha sido muy interesante y ardua. Después de muchos meses identificando autores dominicanos para la elaboración de los documentos, nos dimos cuenta que no disponían de tiempo para escribirlos. De ahí vino la idea de Vicente Zapata, Gerente de La Organización que Aprende de Colombia, de contratar especialistas colombianos para elaborar los documentos y a expertos dominicanos que colaborarían con éstos en el suministro de informaciones y datos dominicanos así como en la revisión de los contenidos. Por eso debemos agradecer al Dr. Vicente Zapata por la idea, por diseñar la metodología para la elaboración de los documentos y por la coordinación general de los trabajos. De la misma manera debemos reconocer y agradecer el esfuerzo de los autores José Restrepo M., Diego Iván Ángel S. Y Martín Prager M. de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Diversos especialistas dominicanos participaron en distintas oportunidades e intensidad con el autor. Entre ellos debemos agradecer a Geraldino Caminero, de la Dirección General Forestal y Eleuterio Martínez, del Consejo Nacional de Asuntos Urbanos, por sus aportes en los aspectos relativos al país y por revisar los primeros borradores del documento. También agradecemos a Milton Martínez de la Universidad Autónoma de Santo Domingo y Josefina Espailat, del Centro Poveda, por sus comentarios y observaciones finales.

Todo el personal del CEDAF ha participado de alguna forma en la elaboración, revisión, digitación e impresión de los documentos que ha originado el Proyecto Ágora. A todos ellos muchas gracias por su dedicación y cooperación.

Finalmente, queremos agradecer a todas las personas, incluyendo a profesores y técnicos que ofrecieron sus sugerencias sobre los documentos durante los talleres y reuniones que para esos fines se celebraron durante los casi dos años de trabajo que duró el proceso completo de elaboración y edición de los documentos.

Gracias a todos.

*Teófilo Suriel E.*  
Coordinador Proyecto Ágora



## Introducción

El enfoque convencional de la agricultura ha producido 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, 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.

En este manual vamos a presentar en seis secciones las diferentes teorías, conceptos y herramientas que hacen posible la agroecología. La primera está dirigida a conocer los conceptos fundamentales, la filosofía y la historia que la sustentan. En la segunda sección, se va a presentar las ideas en relación al funcionamiento de los agroecosistemas. En la tercera su aplicación a los diferentes sistemas de producción agropecuarios. En la cuarta las metodologías que faciliten la implementación o desarrollo de enfoques agroecológicos. En la quinta se analizará el surgimiento de la agroecología en un contexto que posibilite el desarrollo rural haciendo énfasis en las políticas que es necesario adoptar para que estos enfoques tengan un grado de consolidación y finalmente en la sexta sección, se hará unas reflexiones entre las cuales se incluye la importancia de la utilización de estos enfoques en los programas de desarrollo y las implicaciones que desde el punto de vista ético, se evidencian.

---

## Estructura General de la Guía

---

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.

---

## Componentes

---

### 1. Conceptualización y Desarrollo de la Agroecología

En esta sección vamos a presentar el origen del pensamiento agroecológico, las razones que posibilitan este 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.

### 2. 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 conserve. En esta sección se discutirán los diferentes componentes que constituyen el ecosistema, los procesos principales que ocurren en su dinámica y trayectoria y algunas reflexiones sobre la manera que deben diseñarse ecosistemas sustentables.

### 3. Aplicaciones de la Agroecología en los Sistemas de Producción

En esta sección 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 post cosecha, haciendo énfasis en los principios de manejo que la agroecología utiliza.

### 4. Metodologías y Herramientas que Utiliza la Agroecología

El desarrollo de la agricultura moderna privilegió la visión del investigador o el técnico en el desarrollo de las tecnologías, sin considerar o 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 tiene en cuenta las condiciones ecológicas y socioeconómicas en las cuales los productores tienen sus predios. En esta sección se mostrarán las diferentes metodologías en las cuales 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.

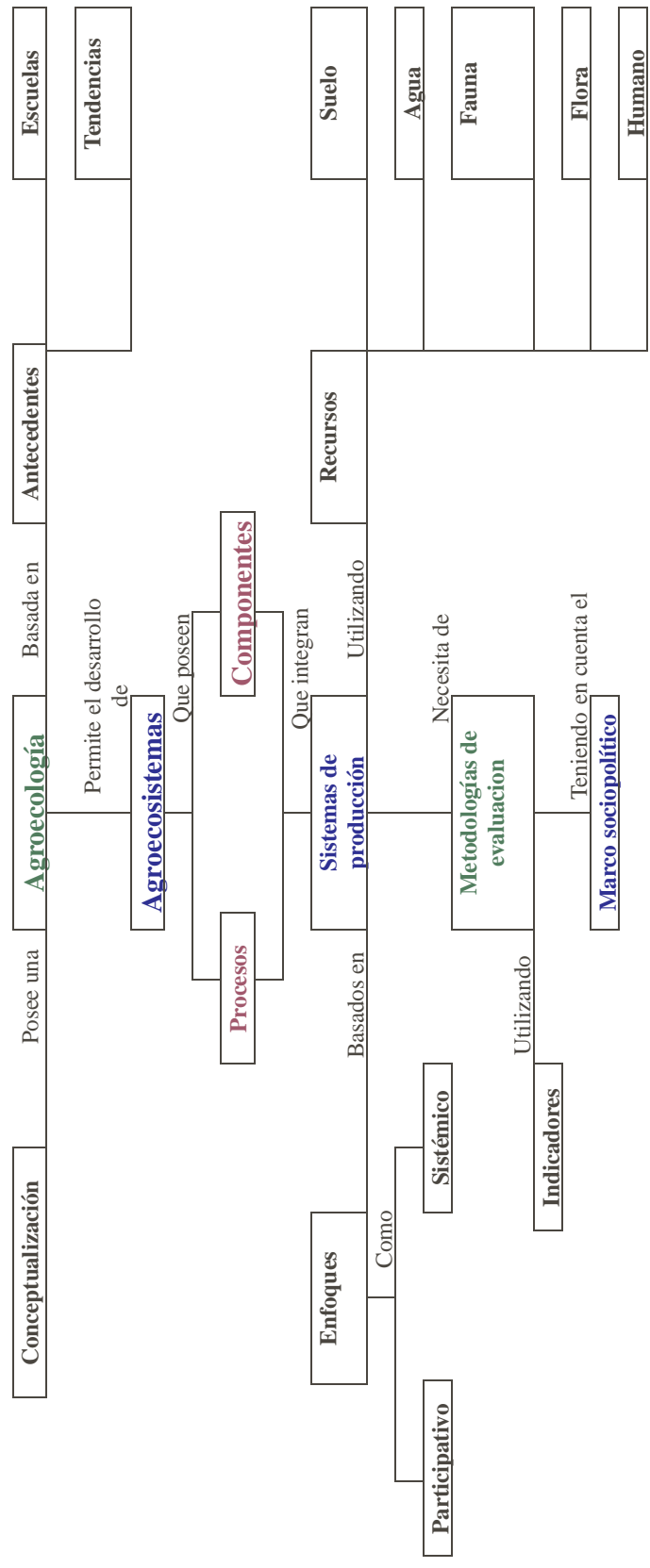
### **5. Políticas, Agroecología y Desarrollo Rural**

Esta sección se orienta al análisis de la utilización de estos enfoques de tal manera que posibiliten los procesos de desarrollo rural. Se discutirá sobre los tipos de políticas adecuadas que sirvan 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.

### **6. Reflexiones Finales**

En la sección seis se discutirá sobre los avances logrados y el estado actual de la agroecología, mostrando los obstáculos y posibilidades de su desarrollo.

DIAGRAMA GENERAL DEL DOCUMENTO



---

## Autoevaluación

---

*¿Por qué es necesario actualmente el enfoque agroecológico en la agricultura?*

El enfoque agroecológico nos permite entender las relaciones presentes en el agroecosistema entre los diferentes componentes y de esta manera analizar de una manera integral el proceso productivo.

*¿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.

*¿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 un mejoramiento del bienestar de aquellas personas que participan en los procesos productivos.

*¿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.

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

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

*¿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).

*¿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 significan una agricultura ineficiente.  
Mencione algunos tipos de agricultura que estén basadas en el enfoque agroecológico  
Agricultura orgánica, agricultura biodinámica, agricultura mesiánica, agricultura biológica.

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

Adoptar prácticas las cuales 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.

*¿Qué futuro tiene la aplicación del enfoque agroecológico en República Dominicana?*

## **Propósito del Documento**

---

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 manual procura lograr una reflexión de parte de los profesionales del sector dirigida a la práctica de una agricultura respetuosa con el ambiente. Ello implica reflexionar como se están realizando los procesos productivos en nuestro país y como podemos contribuir al desarrollo de propuestas basadas en el enfoque agroecológico. Los técnicos e investigadores que estudien este manual actualizarán sus conocimientos para poder conciliar producción agrícola y conservación.

## **Objetivos del Documento**

---

- Lograr 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 a nivel regional y local.

# **Conceptualización y Desarrollo de la Agroecología**

## **Sección 1**

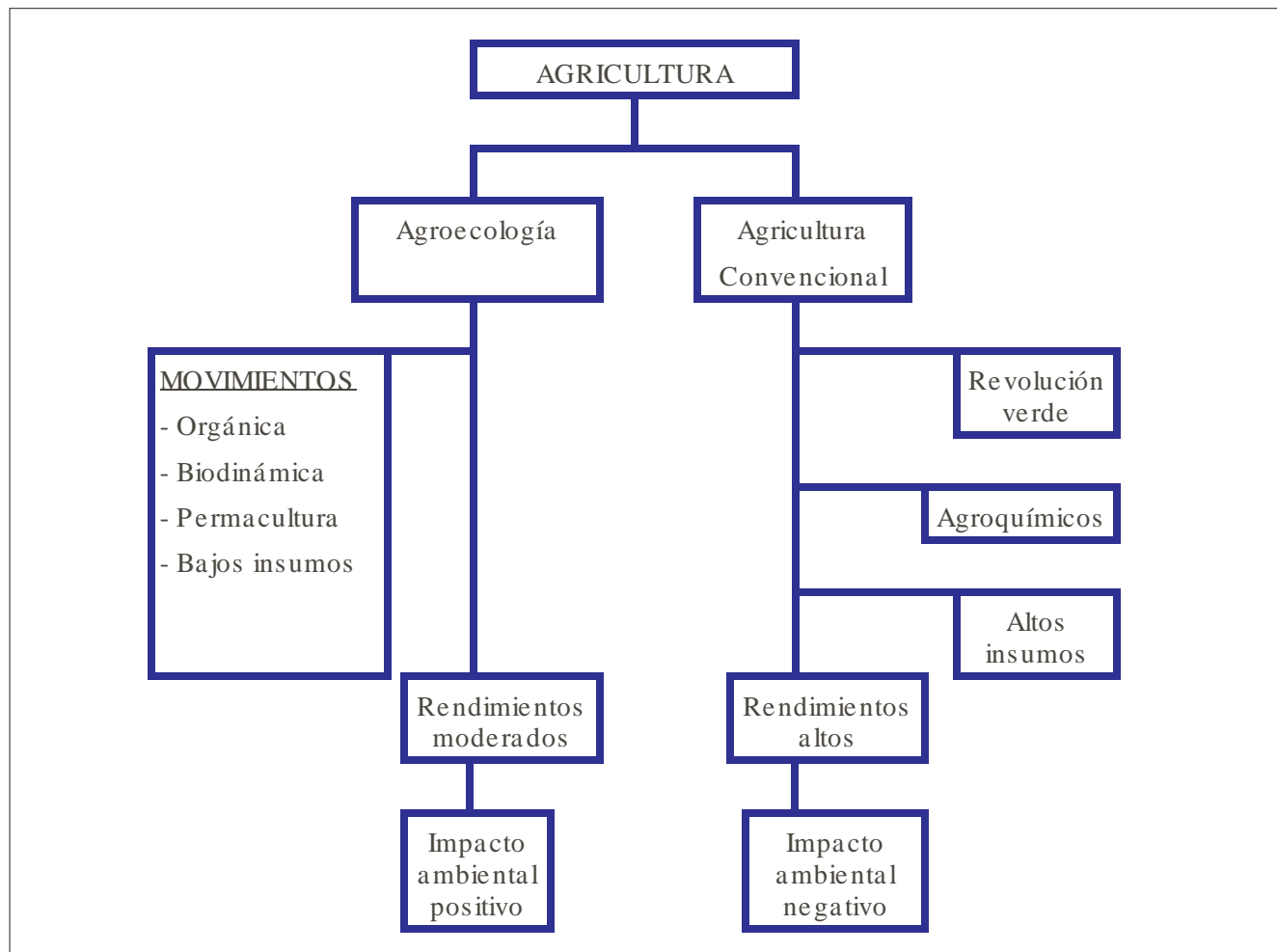
## Sección 1. *Conceptualización y Desarrollo de la Agroecología*

### **Tabla de Contenido**

<b>Estructura de la sección.</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>Objetivos.</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>Preguntas orientadoras.</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>1.1 El Enfoque de la agricultura convencional y su impacto en el ambiente</b> . . . . .	<b>4</b>
<b>1.2 La Agricultura moderna o de altos insumos</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>1.3 ¿Qué es la agroecología?</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>1.4 Bases filosóficas de la agroecología</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>1.5 Historia y definiciones de la agroecología</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>1.6 Ejercicio 1.1 Agroecología y agricultura convencional.</b> . . . . .	<b>12</b>
<b>1.6 Ejercicio 1.2 Escuelas de la agricultura</b> . . . . .	<b>12</b>
<b>Bibliografía.</b> . . . . .	<b>14</b>



## Estructura de la Sección



## 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 Agroecología?

¿Cuáles son las características de la agricultura convencional o de altos insumos?

¿Qué es la Revolución Verde?

- Problemas de la agricultura empresarial y campesina en América Latina.

### *1.1 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 asumía 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 socio económico 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 logran 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 producidos 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, tuvo consecuencias 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 también 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 Dra. Vandana Shiva de la India, demostró los costos ocultos del modelo (en términos de subsidios para los insumos e infraestructura) al igual que es defectuoso el 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 el 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 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, beneficiando 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.

En el caso particular de la República Dominicana se encuentra en la misma situación que los demás países vecinos latinoamericanos. Según un estudio de base del sector agropecuario y forestal del Secretariado Técnico de la Presidencia, el sector agropecuario no exportador no ha recibido la prioridad y atención que merece en términos de su importancia económica y social. Implícitamente el sector ha sido concebido como un soporte de segundo orden para el desarrollo nacional y como una fuente proveedora de mano de obra y alimentos baratos y una fuente indirecta de financiamiento para el resto de la economía. La mayor parte de los excedentes que genera son apropiados por la economía de las áreas urbanas y de los sectores “modernos” a través de los deficientes sistemas de comercialización y del deterioro de los términos de intercambio urbano - rurales y agropecuario industriales.

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.

### *1.2 La Agricultura moderna o de altos insumos*

La terrible hambruna de Europa en los siglos 18 y 19, 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 60 y las siguientes se fue estructurando toda una política agrícola liderada por el Banco Mundial a través del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GICAI) 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.

Las variedades e híbridos generados por la revolución verde son más resistentes a la mayoría de las plagas endémicas y enfermedades locales. También mejoran a menudo la tolerancia a las dificultades abióticas, típicas de la región como el calor, frío, sequía, salinidad o acidez del suelo. El secreto de su mayor potencial de rendimiento no es sólo el hecho de que puedan producir buenos resultados con altos insumos (fertilizantes, agua, agroquímicos, etc.), sino porque pierden menor rendimiento al sufrir dificultades. Para los fitomejoradores a menudo ha sido más importante mejorar la estabilidad del rendimiento que el aumento del rendimiento potencial.

Con la misma cantidad de agua y fertilizante, las variedades mejoradas superan a las locales. Incluso sin el fertilizante químico las mejoradas obtienen mejor rendimiento porque son intrínsecamente más eficientes en la conversión de nutrientes, afirman los investigadores del Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional. Sin embargo, ésta tecnología que caracteriza la agricultura moderna no ha sido capaz de contribuir de manera significativa a solucionar la pobreza de los sectores campesinos. Se requiere por lo tanto de un reenfoque.

### ***1.3 ¿Qué es la Agroecología?***

El término agroecología ha llegado a significar muchas cosas. Definida a 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 de insumos externos.

### ***1.4 Bases filosóficas de la Agroecología***

De acuerdo a 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. El paradigma es 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).

### 1.5 Historia y definiciones de la Agroecología

Según (Hecht 1998), el uso contemporáneo del término “Agroecología” viene de los años 70, pero la ciencia y práctica de la Agroecología son tan antiguos 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 rasgos 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 por qué 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 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 un foco 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 desestabilizados. 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.

Como 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 relación 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 60 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, están 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 a 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 70, 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.

### **1.5.1 Contribuciones del movimiento ambiental a la agroecología**

El movimiento ambiental de los años 60 - 70 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 60 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 60 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 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 kilo caloría derivado del maíz se obtenía a un enorme costo energético de energía externa. Los sistemas de producción norteamericano 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 nu-

merosos gastos, los que incluyen insumos no renovables tales como el combustible de fósiles.

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.

### **1.5.2 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 los 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 con-

trol biológico de las plagas, el nitrógeno fijado biológicamente y otros nutrientes que se liberan a partir de la materia orgánica o de las reservas del suelo. 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 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 otras plagas.

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 o 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 ha per-

durado por muchos años en Europa y viene interesando a muchas fraternidades agrícolas.

Millares 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. Pero a partir de la segunda guerra mundial, los adeptos de las tecnologías con alto nivel de insumos le han puesto la etiqueta de “alternativos” y los han dejado de lado, como si se tratasen de una novedad poco creíble, practicada solamente por grupos marginales.

### **c. Permacultivo**

En los últimos años muchos grupos, investigadores particulares, organismos 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 pasó a elaborar un sistema muy perfeccionado que actualmente se enseña en más de 60 institutos de permacultivo de 54 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 donde 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 organismos a nivel mundial 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 Dixón, 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 30 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 de 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 químicos. 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 diferentes 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.

## 1.6 Ejercicio 1.1 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:

- Explique el objetivo del ejercicio e informe sobre el tiempo que disponen los participantes para la realización de esta actividad.
- Divida el grupo en dos subgrupos. Uno de los subgrupos deberá llevar el nombre de **agricultura convencional** y el otro el nombre de **Agroecología**. El nombre corresponde con el tema que deben desarrollar.
- 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).
- Solicite a cada subgrupo que en un tiempo de 30 minutos coloquen en cada ficha una característica del sistema de agricultura que les corresponde. Cada ficha debe ser discutida y posteriormente asignada a alguno de los participantes para que sea expuesta en público.
- Coloque enfrente dos pliegos de papel pegados a la pared; uno con el nombre de **agricultura convencional** y el otro con el nombre de **agroecología**. 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.
- Para finalizar el ejercicio, realice una síntesis sobre los principales puntos mencionados y tra-

te de desarrollar con todo el grupo una definición sobre que debe ser un sistema agroecológico.

### Recursos

- Papelógrafo
- Marcadores
- Cartulina

**Tiempo sugerido:** 1 hora y 15 minutos

## 1.6 Ejercicio 1.2 Escuelas de la agricultura

### Objetivo

Reconocer las bases teóricas de las diferentes escuelas de la 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:

- Explique el objetivo del ejercicio e informe sobre el tiempo que disponen los participantes para la realización de esta actividad.
- 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 deben desarrollar y solicíteles que nombren un coordinador.
- 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.
- Una vez se han reunido todas las fichas para los diferentes temas, el coordinador de cada sub-

grupo 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.

- 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 diferentes escuelas.
- Finalmente, del cuadro de similitudes y diferencias solicite a los participantes que identifiquen que elementos están a favor o en contra del pensamiento agroecológico y que 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 sirva 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 e insecticidas sintéticos en la producción agrícola
- No acepta el uso de insumos externos
- 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 o de los animales.

**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 químicos 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.

# El Agroecosistema

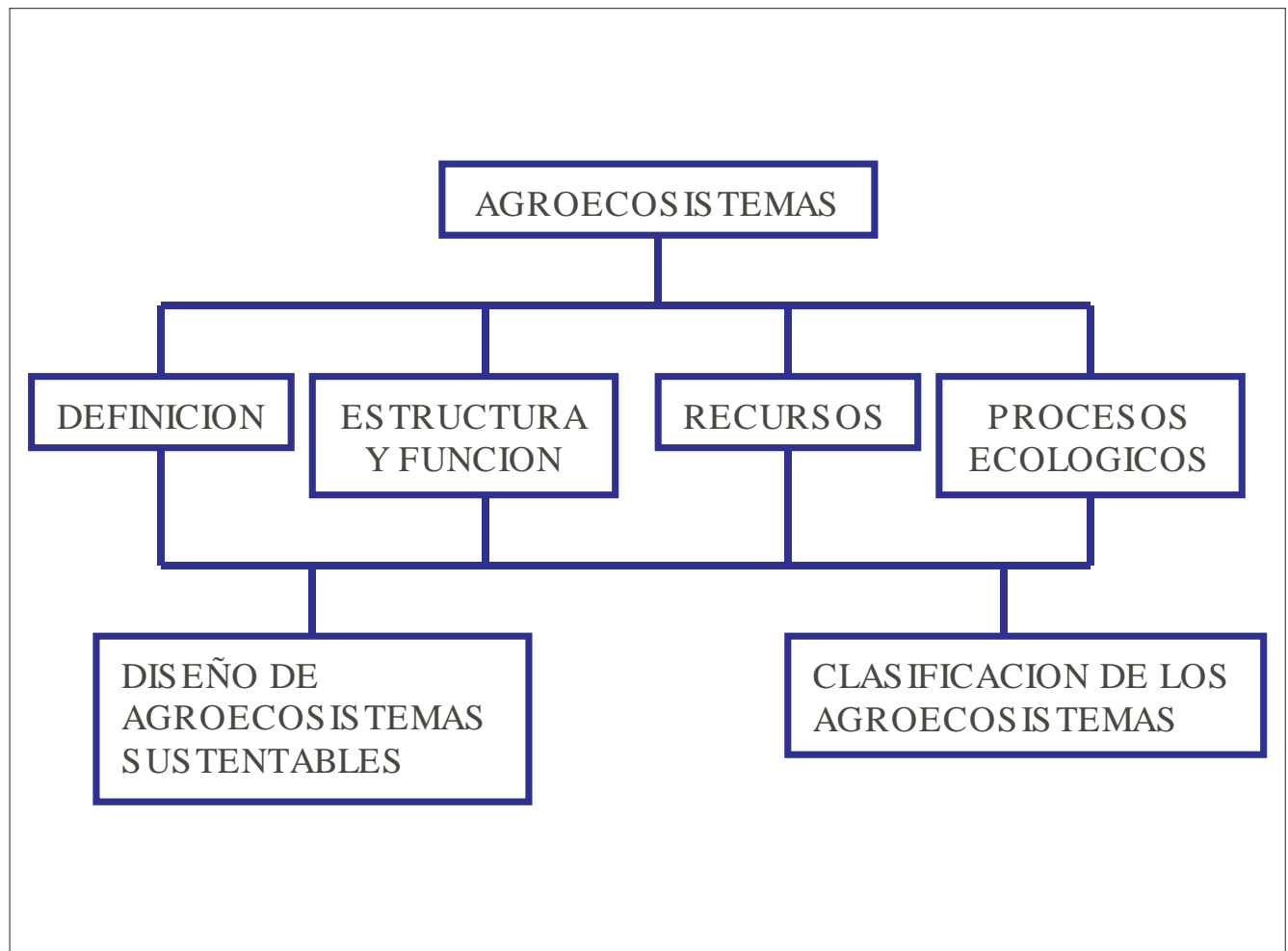
## Sección 2

## Sección 2 *El Agroecosistema*

### **Tabla de Contenido**

<b>Estructura de la sección . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Preguntas orientadoras . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Introducción . . . . .</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Definición. . . . .</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Estructura y función . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Recursos de un agroecosistema . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>2.4 Procesos ecológicos en el agroecosistema . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>2.5 Diseño de agroecosistemas sustentables . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>2.6 Clasificación de los agroecosistemas . . . . .</b>	<b>24</b>
<b>2.7 Ejercicio 2.1 El Agroecosistema . . . . .</b>	<b>25</b>
<b>Bibliografía. . . . .</b>	<b>26</b>

## Estructura de la Sección



### Objetivos

- Comprender que es un agroecosistema en el contexto agroecológico.
- Entender como está estructurado y como funcionan los agroecosistemas.
- Conocer los diferentes recursos que hacen parte del agroecosistema.
- Identificar y explicar los procesos ecológicos que se presentan en los agroecosistemas.
- Conocer y entender las bases para el diseño de agroecosistemas.

### Preguntas orientadoras

1. ¿Qué definición conocen de agroecosistemas?
2. ¿Cómo caracterizaría un agroecosistema?
3. ¿Qué recursos hacen parte de un agroecosistema?
4. ¿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 y no viva. 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, estos 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 pretende desarrollar 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 éste, 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.

## 2.1 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 práctica en los Estados Unidos. Este autor presenta cuatro características que distinguen los agroecosistemas de este tipo:

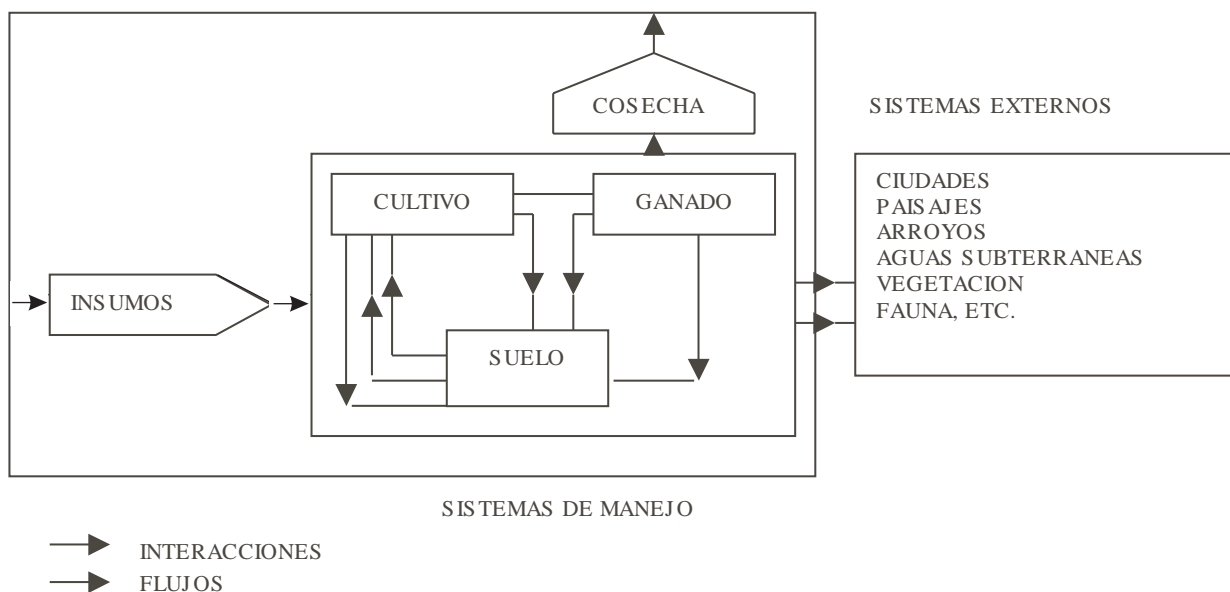
- a. Requieren fuentes auxiliares de energía que puede ser humana, animal y combustible para aumentar la productividad de organismos específicos.
- b. La diversidad es muy reducida en comparación con la de otros ecosistemas.
- c. Los animales y plantas que dominan, son seleccionados artificialmente y 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 tomara 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 2.1).

Los sistemas agrícolas o agroecosistemas son una interacción compleja entre procesos sociales externos e internos y entre procesos biológicos y ambientales, estos pueden ubicarse espacialmente al nivel del terreno de cultivo, pero a menudo también





**Figura 2.1. Estructura general de un agroecosistema y su relación con los sistemas externos (Briggs y Courtney 1985)**

incluyen una dimensión temporal. El grado de control externo versus el control interno puede reflejar la cantidad de administración a lo largo del tiempo, el que puede ser mucho más variable que el supuesto por ODUM. En sistemas de roza, tumba y quema por ejemplo, los controles externos tienden a disminuir en los períodos posteriores de barbecho.

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).

## 2.2 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 2.1).

**Cuadro 2.1. Determinantes de un agroecosistema que deciden el tipo de agricultura de cada región**

Tipo de determinantes	Factores
Físicos	Radiación Temperatura Lluvia, provisión de agua (humedad crítica) Condiciones del suelo Pendiente del terreno Disponibilidad de tierras
Biológicos	Plagas de insectos 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	Densidad poblacional Organización social Económicos (precios, mercado, crédito-capital) Asistencia técnica Implementos de cultivo Grado de comercialización Disponibilidad de mano de obra
Culturales	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 éstos, 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 varía 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 debe 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.

### 2.3 Recursos de un Agroecosistema

La combinación de recursos encontrados 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. Inclinación al trabajo relacionada con el nivel económico y las 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. Semi permanentes o 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 o aquellos que el agricultor no posee pero de los que puede disponer teniendo que reembolsarlos en el tiempo como el crédito.

**Recursos de producción.** Comprende 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.

#### ***2.4 Procesos Ecológicos en el Agroecosistema***

Para producir, un agricultor debe manipular los recursos físicos y biológicos de su parcela. De acuerdo al grado de manejo tecnológico que se les da, 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 alimenticia. 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 éstos proporcionan.

Se han identificado tres etapas en el proceso de intensificación de la energía en la agricultura de los 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 denitrificación (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 nitrógeno, fósforo y potasio 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, del escurrimiento y del 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 ejercida 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. (Ver anexo #1).

### 2.5 *Diseño de agroecosistemas sustentables*

Teniendo claridad de 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:** Donde 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 2.2 se resumen los factores que influyen en la elección de un agroecosistema (Spedding 1975).

**Cuadro 2.2. Factores que afectan la elección de los agroecosistemas**

Factores Ecológicos	Caracteres Infraestructurales	Necesidades Económicas Externas	Factores Operacionales Internos	Aceptación Personal
- Clima - Suelo - Biológicos	- Tenencia de la tierra - Provisión de agua - Abastecimiento de energía	- Mercados - Comunicaciones - Disponibilidad de crédito	- Tamaño del predio - Disponibilidad de mano de obra	- Preferencias personales

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.

### 2.5.1 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 de la agricultura y como 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.

### 2.6 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 2.3). 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.

**Cuadro 2.3. Determinantes de un agroecosistema que inciden en el tipo de agricultura de cada región .**

Tipo de Determinantes	Factores
Físicos	Radiación Temperatura Lluvia, provisión de agua condiciones del suelo (estructura y textura) Pendiente del terreno Disponibilidad de tierras
Biológicos	Plagas de insectos y enemigos naturales Población de malezas Enfermedades de plantas y animales Vida del suelo
Entorno de Vegetación Natural	Riqueza vegetal natural Eficiencia fotosintética Patrones de cultivo Rotación de cultivos
Socioeconómicos	Densidad poblacional Organización social Económicos (precios, mercado, crédito, capital) Asistencia técnica Implementos de cultivo Grado de comercialización Disponibilidad de mano de obra
Culturales	Conocimientos tradicionales Creencias Ideología Principios de género Acontecimientos históricos

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 alimentados por lluvias.
- Sistemas de labranza y riego.
- Sistemas de cultivos perennes.
- Sistemas de pastoreo.
- Sistemas de rotación de cultivos (cultivos anuales con pastos).

Estos sistemas siempre están transformándose 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.

## 2.7 Ejercicio 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:

- Explique a los participantes que el ejercicio consiste en contestar una serie de preguntas sobre el tema visto.
- Divida a los participantes en grupos de máximo cuatro personas.
- Solicite que cada grupo nombre un relator quien presentará las respuestas del ejercicio en plenaria.
- Entregue a cada grupo sus respectivas preguntas (si el grupo es numeroso no importa que dos grupos contesten las mismas preguntas).
- Provea a cada grupo de los materiales requeridos para socializar en plenaria las respuestas a las preguntas (hojas de papelógrafo, marcadores).
- Solicite que en plenaria el relator de cada grupo presente las respuestas.

### Recursos necesarios

- Preguntas
- Hojas de papelógrafo
- Marcadores
- Papelógrafo

Tiempo del ejercicio: 90 minutos

## Instrucciones para los Participantes

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

- Nombrar un relator para presentar los resultados en plenaria.
- Comparta con su grupo su respuesta a las preguntas realizadas.
- Participe activamente en los grupos de trabajo.
- Busque en el grupo consenso en las respuestas a las preguntas. Este deberá ser presentado en plenaria por el relator.

## Preguntas para el Trabajo de Grupo

*¿Cuales son los principales elementos que caracterizan los agroecosistemas?*

*¿Cómo se relacionan entre ellos los recursos de un agroecosistema?*

*¿En que forma las modificaciones tecnológicas afectan los procesos ecológicos de los agroecosistemas?*

*¿Qué significa “conceptualizar” un agroecosistema?*

*¿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.

## Bibliografía

- Altieri, M.A. 1995. Diseño y Manejo de Agroecosistemas. Modulo II, II curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. CLADES. pp 11-51.
- Angel, 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 Modulo 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.



# Aplicaciones de la Agroecología en los Sistemas de Producción

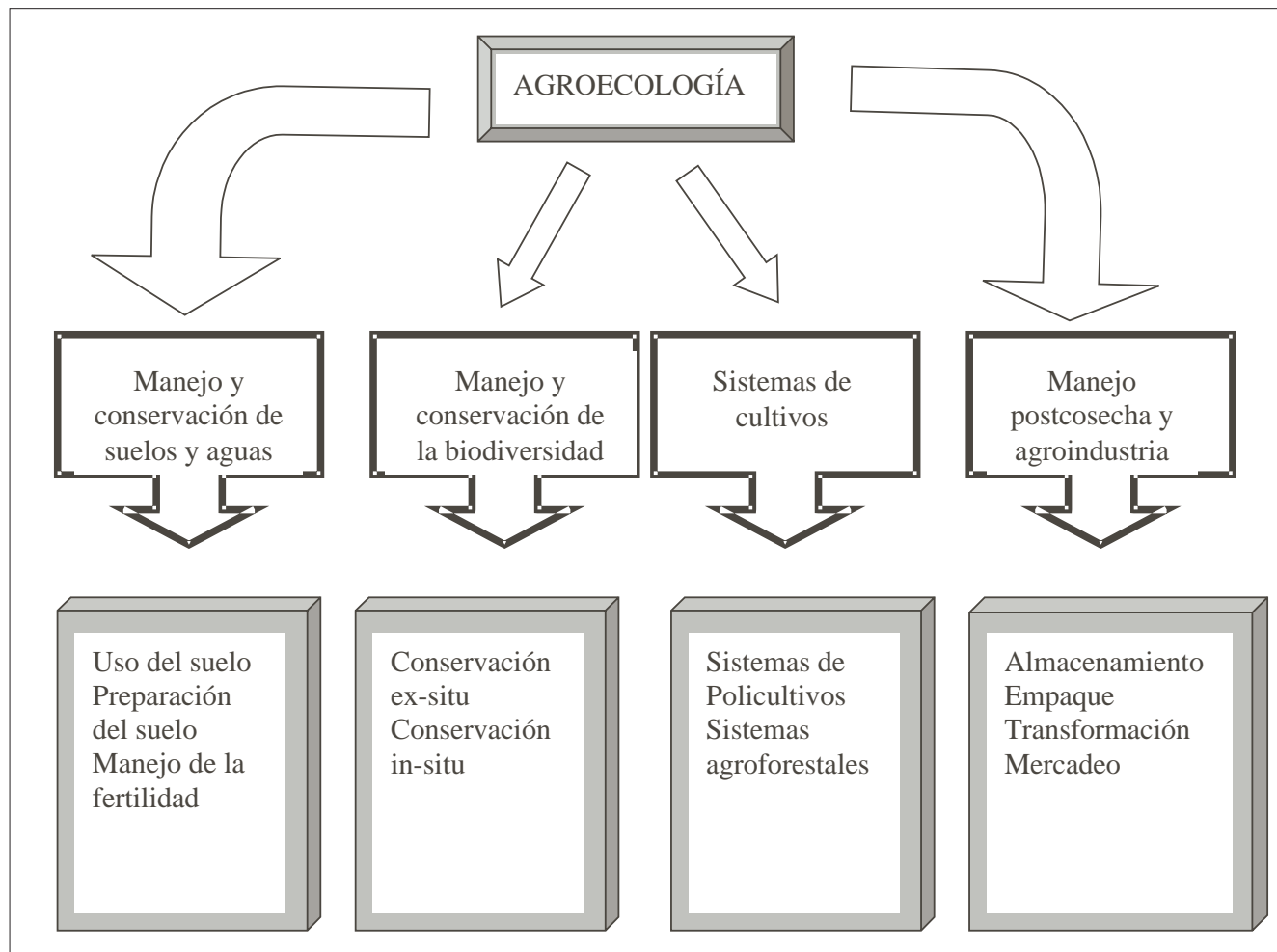
## Sección 3

## Sección 3 *Aplicaciones de la Agroecología en los Sistemas de Producción*

### **Tabla de Contenido**

Estructura de la sección . . . . .	29
Objetivos. . . . .	29
Preguntas orientadoras. . . . .	29
Introducción. . . . .	30
3.1 Agricultura y medio ambiente . . . . .	30
3.2 Cómo se relaciona la estabilidad con la diversidad genética . . . . .	32
3.3 Sistemas de cultivos. . . . .	33
3.4 Manejo y conservación de la biodiversidad . . . . .	35
3.5 Manejo y conservación de suelos y aguas . . . . .	37
3.6 Manejo y conservación del suelo . . . . .	40
3.7 Economía del recurso hídrico . . . . .	42
3.8 El Componente animal en los sistemas de producción. . . . .	44
3.9 Control integrado de plagas . . . . .	46
3.10 Manejo de post cosecha y agroindustria . . . . .	48
3.11 Ejercicio Aplicación de la agroecología en un sistema productivo de la región . . .	51
3.11 Ejercicio El Sistema de producción natural . . . . .	52
Bibliografía . . . . .	53

### Estructura de la Sección



### 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

*¿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

El desarrollo tecnológico agropecuario permite aumentar la productividad pero también implica impactos ambientales, según sea la escala de aprovechamiento de recursos y servicios que demanda para su aplicación y los residuos contaminantes que resultan de su operación. Desde el punto de vista de la agroecología, el mantenimiento o aumento de la productividad serían posibles mediante un tipo de desarrollo tecnológico que sea capaz de aumentar la eficiencia del sistema de producción, sin sobrepasar la escala sostenible de aprovechamiento de los recursos naturales.

El concepto de “escala de aprovechamiento” de los recursos naturales es una noción útil porque permite establecer alguna relación entre el nivel en que son consumidos los recursos naturales en el proceso productivo y el límite de intervención o aprovechamiento de esos recursos naturales ambientales que el ecosistema es capaz de soportar, sin perder la capacidad de regenerar su potencial productivo, y en cierta forma establecer también ciertos rangos en los que es viable desarrollar alternativas tecnológicas.

La organización de los sistemas de producción agropecuarios y la lógica de las prácticas culturales correspondientes, dependen en principio, de la capacidad productiva de los recursos biológicos utilizados y de sus ciclos de reproducción, cuyo desempeño a su vez, está íntimamente ligado al comportamiento de las condiciones ambientales.

Las tecnologías agropecuarias por lo tanto, se deben desarrollar teniendo en cuenta los siguientes objetivos: a) Maximizar el potencial productivo de los recursos biológicos, b) Mejorar la eficiencia en el uso de la oferta ambiental, c) Mejorar la eficiencia o sustituir el uso de los insumos artificiales, d) Incrementar las posibilidades de uso de los productos y subproductos, e) Reciclar o descomponer los desechos.

En esta sección 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 post cosecha, haciendo énfasis en los principios de manejo que la agroecología utiliza.

Dentro de esos aspectos, se incluyen técnicas como control biológico, manejo integrado de plagas, uso de fertilización biológica y orgánica, reciclaje de desechos, manejo y conservación de suelos con técnicas tales como labranza mínima, sistemas agroforestales, rotación de cultivos, etc, manejo eficiente del agua y del riego, manejo de praderas, estabilización selección de variedades de plantas y razas de animales resistentes a plagas, enfermedades o tolerantes a estrés ambiental. Este tipo de tecnologías, tiene la ventaja de prometer resultados en más corto plazo y es satisfactorio decir que muchos agricultores y organizaciones del tercer mundo tienen una larga experiencia en su generación y aplicación en los ecosistemas locales que vienen manejando desde hace muchos años.

### 3.1 Agricultura y medio ambiente

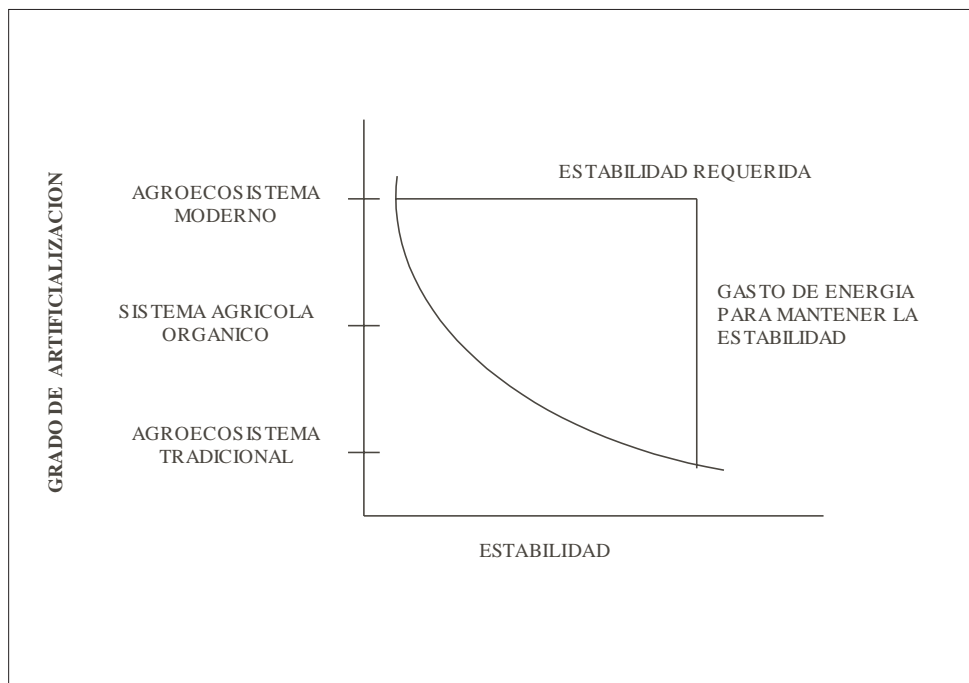
La agricultura se define como la ciencia, el negocio y el arte de cultivar vegetales y criar animales para producir alimento, forraje, fibra y otros productos útiles a las personas. Una meta común de la actividad agrícola es aumentar la producción de alimentos para poblaciones en crecimiento. Tales proyectos deben también considerar el terreno como un sistema de uso múltiple que incluye animales y plantas, aparte de los cultivos empleados para alimento.

La producción de cultivos se puede incrementar por cualquiera de las siguientes estrategias:

- Expandir el área de siembra de los cultivos.
- Incrementar la producción de cultivos por unidad de área.

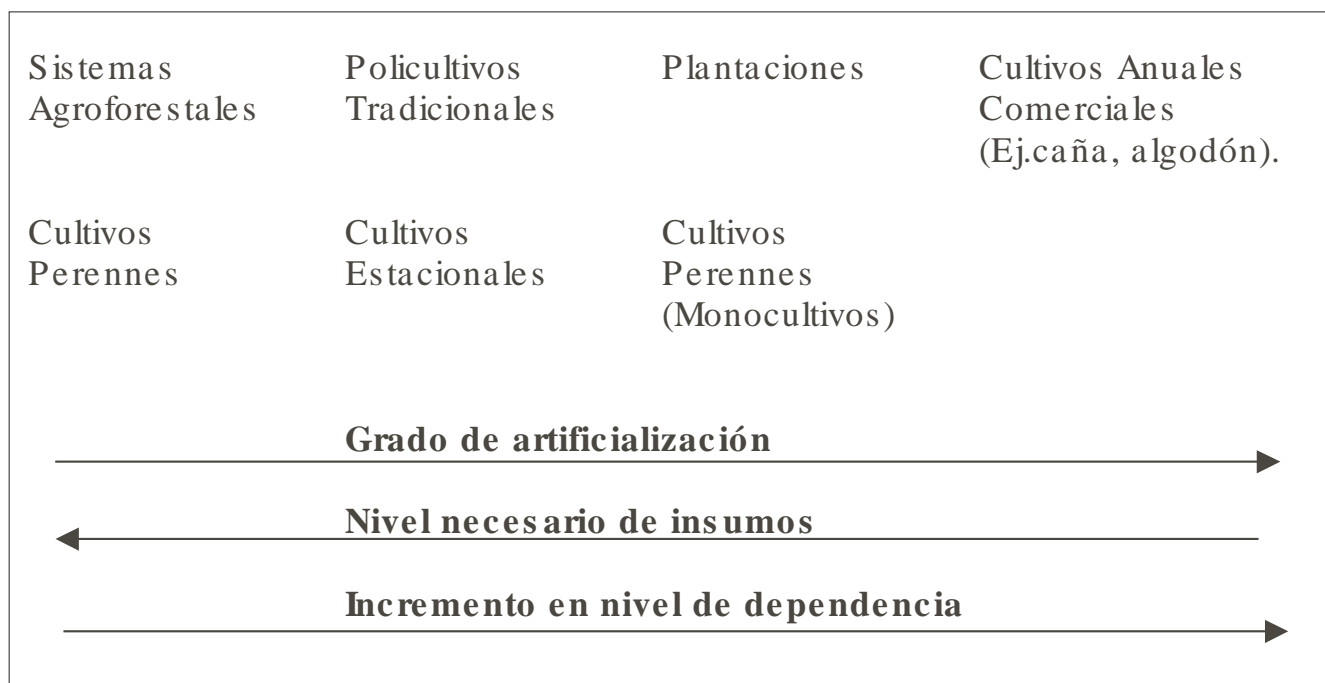
Lograr mayores cultivos por año (en tiempo o espacio) en la misma unidad de área.

La agricultura es esencialmente una actividad ambiental. Es el proceso de artificialización del ecosistema natural para canalizar la energía en forma de alimento para el hombre. El proceso funciona modificando el medio ambiente mediante la adición de energía y recursos. Mientras mayor sea el grado de modificación del sistema natural, más energía es la que se puede canalizar para los humanos. Al mismo tiempo, la modificación puede también disminuir la estabilidad y sostenibilidad del sistema (Altieri, 1987).



**Figura 3.1. Modificación del sistema natural en relación con el gasto y estabilidad de energía**

Los sistemas agrícolas que presentan una gran modificación con relación al sistema natural son, de este modo, dependientes de altos insumos de energía y recursos para lograr y mantener un nivel de producción deseado.



**Figura 3.2. Efectos de la modificación del ecosistema natural**

Los sistemas que requieren más recursos e intervención están usualmente asociados con un mayor desgaste de recursos y con mayores impactos sociales negativos que aquellos sistemas agrícolas de ingresos bajos y diversificados. Sin embargo, la modificación también implica la posibilidad de mejorar el medio ambiente para los humanos, además del impacto negativo sobre éste, como consecuencia de la alteración del sistema natural. El objetivo fundamental del desarrollo agrícola debe ser el balancear, estas dos posibilidades en la búsqueda de técnicas de producción agrícola ambientalmente sanas y socialmente aceptables.

La disponibilidad de agua, radiación solar, temperatura y condiciones del suelo son los determinantes físicos principales de la capacidad de crecimiento de los cultivos y de la dinámica de los sistemas agrícolas. Los factores sociales, económicos y políticos también juegan roles dominantes. Entre éstos se destacan las prácticas tradicionales y religiosas, costo y facilidad de transporte, existencia de canales de mercados; tendencias inflacionarias, disponibilidad de capital y crédito y estabilidad del gobierno, además de continuidad y consistencia en políticas y programas.

### ***3.2 Cómo se relaciona la estabilidad con la diversidad genética***

La especie humana apareció en el momento de mayor diversidad biológica que haya conocido la historia de la tierra. Hoy en día, a medida que la población humana se expande y altera el ambiente natural, se reduce la diversidad biológica a su nivel más bajo desde finales de la era mesozoica, hace 65 millones de años. Aunque imposibles de calcular, las consecuencias de este fenómeno biológico serán, sin duda, imprevisibles.

En cierto modo, la pérdida de la biodiversidad constituye el principal proceso de cambio ambien-

tal y es el único fenómeno completamente irreversible. El valor de la biota terrestre (es decir, la fauna y la flora consideradas conjuntamente) sigue, en gran medida, sin estudiar y sin apreciar. Actualmente, el 90% de la alimentación humana depende de menos de 20 especies; la mitad de ese porcentaje está representado por tres cultivos (maíz, arroz y trigo). Existen, sin embargo, alrededor de 80 mil especies de plantas potencialmente comestibles de las cuales la humanidad ha utilizado 3000 en su alimentación a lo largo de la historia, pero sólo 150 vienen siendo cultivadas de manera generalizada y sistemática.

Cuando se elimina la cubierta arbórea para establecer cultivos agrícolas, el número y tipo de plantas y animales vivientes usualmente se reduce en forma significativa. Es preferible diseñar sistemas que mantengan la diversidad de plantas y animales tanto como sea posible. La teoría ecológica establece que la diversidad está muchas veces relacionada con la estabilidad, implicando que los ecosistemas que contienen muchas especies diferentes son más estables que los que contienen una sola (monocultivos).

Sin embargo, resulta claro, a partir de una evidencia reciente, que los ecosistemas agrícolas no pueden hacerse más estables simplemente aumentando la complejidad. Lo que se debe promover, en cambio, son las interacciones biológicas con efectos potencialmente estabilizantes. Por ejemplo, se sabe que la diversificación del componente vegetal de los agroecosistemas a través de ciertas asociaciones de plantas, muchas veces, disminuye significativamente las poblaciones de plagas, incluso bajo los umbrales económicos, lo que resulta en beneficios agronómicos.

El desafío es evaluar cuales asociaciones de cultivos tendrán tales beneficios.

### 3.3 *Sistemas de cultivos*

Los ecosistemas forestales tienden a ser muy diversos y usualmente estables. Los cambios severos en el medio ambiente (por ejemplo la sequía) tienen menos posibilidad de afectar adversamente tal sistema, debido a las numerosas alternativas que existen para la transferencia de energía y nutrientes a través del sistema.

Por otro lado los ecosistemas agrícolas (particularmente aquellos que promueven el uso de sistemas basados en el monocultivo), tienen más probabilidad de desestabilizarse debido a que una sola especie, representa una alta proporción del número total de plantas en el lugar. Tales sistemas, a pesar de sus altas producciones originales, son incapaces de realizar funciones protectoras como la conservación del suelo, reciclaje de nutrientes y regulación biótica. El funcionamiento del sistema depende de la continua intervención humana, mediante la adición de productos químicos, mecanización e irrigación. Los sistemas de monocultivo son más fáciles de manejar y demandan menos tiempo de atención y se prestan para la mecanización.

Existen sin embargo diversas alternativas que se pueden emplear integrando componentes de los dos sistemas anteriores con el fin de disminuir el impacto sobre los recursos naturales. Veamos algunas de ellas:

#### 3.3.1 **Sistemas agroforestales**

Los sistemas agroforestales son sistemas de uso de la tierra muy antiguos y ampliamente practicados, donde los árboles son intencionalmente incorporados dentro de la misma área con cultivos agrícolas y/o con animales, como parte de un arreglo espacial o dentro de una secuencia temporal.

Para la distribución de las especies de plantas en el espacio y en el tiempo en sistemas agroforestales, deben tomarse en cuenta un número de factores.

Estos pueden incluir las necesidades de crecimiento de las especies involucrada cuando ellas crecen juntas, su forma de crecimiento y fenología, los requisitos de manejo para todo el sistema y la necesidad de beneficios adicionales tales como la conservación del suelo o el mejoramiento del micro clima.

Aunque los factores de distribución de las plantas son esencialmente característicos de cada lugar, Nair (1983) propuso una gama de patrones los cuales pueden ser tenidos en cuenta para el diseño de sistemas agroforestales, siendo los más importantes los siguientes:

- a. La intercalación simultánea de especies de árboles con cultivos agrícolas anuales. La distancia entre las especies arbóreas se establecerá de acuerdo a la especie.
- b. El establecimiento o limpieza de franjas en los bosques primarios o secundarios, para la siembra de especies perennes (ejemplo: cacao) que toleran la sombra.
- c. La introducción de prácticas como el raleo y poda de plantaciones forestales que permitan la entrada de luz a la superficie del suelo que faciliten la siembra de especies agrícolas de ciclo corto.
- d. El establecimiento de árboles o arbustos sembrados en hilera a lo largo del contorno de la ladera intercalados con cultivos anuales.
- e. La siembra de árboles alrededor de los cultivos agrícolas que sirvan como cercos vivos o corta vientos.
- f. Siembra de árboles maderables o de frutales en forma dispersa sobre el predio o granja pequeña.

#### 3.3.2 **Sistemas de policultivos**

En muchas zonas del mundo y en especial en los países tropicales, los agricultores frecuentemente producen sus cultivos en mezclas (policultivos, cultivos intercalados) antes que en plantaciones de una sola especie (monocultivo).

Existe una enorme variedad de tipos de policultivo, lo que refleja la gran gama de cultivos y de prácticas de manejo que los agricultores a lo largo y ancho del mundo, emplean para satisfacer sus necesidades alimenticias y medicinales.

la cosecha del primero), cultivo de relevo (sembrar un segundo cultivo después del florecimiento del primero, pero antes de su cosecha), cultivo de vástagos o rebrote del cultivo anterior. (Ver diseño en la figura 3.4). Según Francis et al las características

El manejo de los policultivos es, básicamente, el diseño de combinaciones espaciales y temporales de cultivos en un área. En el diseño y manejo de estos sistemas, una estrategia es minimizar la competencia y maximizar la complementación entre las especies de la mezcla. Cada patrón de policultivos debe ser diseñado teniendo en cuenta los factores tales como tipo de plantas, distribución o distancia entre las plantas, tiempo adecuado de siembra, condiciones del suelo, alelopatía o repelencia entre especies, etc.

La distribución de los cultivos en el **espacio** puede consistir en sistemas tales como cultivos en franjas, cultivo intercalado, cultivo en hileras mixtas y cultivo en coberturas (ver diseños en figura 3.3).

La distribución de los cultivos en el tiempo puede variar de acuerdo a si los cultivos mixtos se plantan simultáneamente, o en secuencia como cultivos rotativos (ejemplo: sembrar un segundo cultivo después de

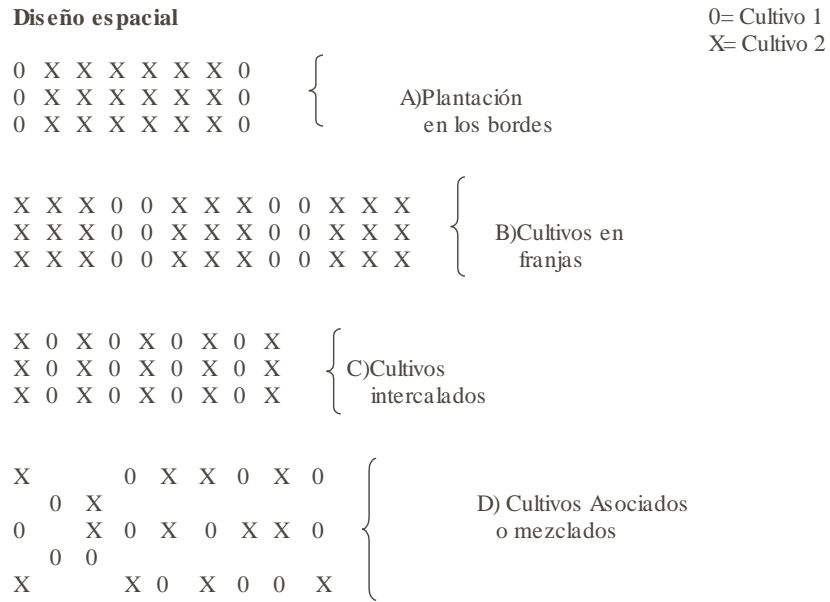


Figura No. 3.3. Algunos diseños espaciales para los policultivos.

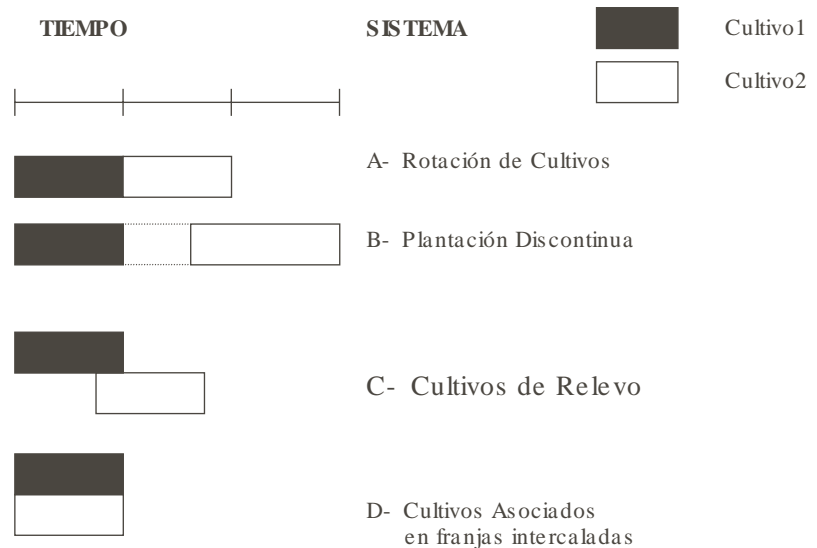


Figura 3.4. Arreglos de cultivos en función del tiempo.



deseables de los cultivos que se han de considerar para los sistemas de cultivos intercalados incluyen la insensibilidad fotoperiódica, la madurez precoz y uniforme, baja estatura y resistencia al volcamiento, elasticidad poblacional, resistencia a los insectos y enfermedades, adaptación eficiente a la fertilidad del suelo y alto potencial de rendimiento.

### 3.4 Manejo y conservación de la biodiversidad

La biodiversidad se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos existentes que interactúan dentro de un ecosistema.

La agricultura implica la simplificación de la estructura del medio ambiente de vastas áreas reemplazando la diversidad natural.

De acuerdo a estadísticas de Fowler y Mooney 1990 en el mundo se vienen cultivando 12 especies de cultivos de granos, 23 especies de cultivos hortícolas y cerca de 35 árboles productores de frutas y nueces. Esto no es más que 70 especies vegetales distribuidas sobre aproximadamente 1440 millones de hectáreas.

Las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son particularmente evidentes y constituyen el

principal proceso de cambio ambiental y el único fenómeno completamente irreversible que produce inestabilidad de los agroecosistemas. (Ver anexo #2).

Una de las razones más importantes para mantener la biodiversidad natural es que ésta provee la base genética de todas las plantas agrícolas y los animales. La totalidad de nuestros cultivos domésticos se deriva de especies silvestres que han sido modificadas a través de la domesticación, parte de los centros mundiales de biodiversidad contienen poblaciones de variedades madre variables y adaptables, además de parientes silvestres y malezas relacionadas con plantas cultivadas.

Además de producir valiosas plantas y animales la biodiversidad presta muchos servicios ecológicos. En ecosistemas naturales, la cubierta vegetal de un bosque o pradera previene la erosión del suelo, repone su contenido de agua y controla el exceso de humedad al aumentar la infiltración y reduce el escurrimiento superficial.

En la figura 3.5, elaborada por Altieri (1994) se presenta los principales componentes y funciones que la biodiversidad puede aportar a los agroecosistemas.

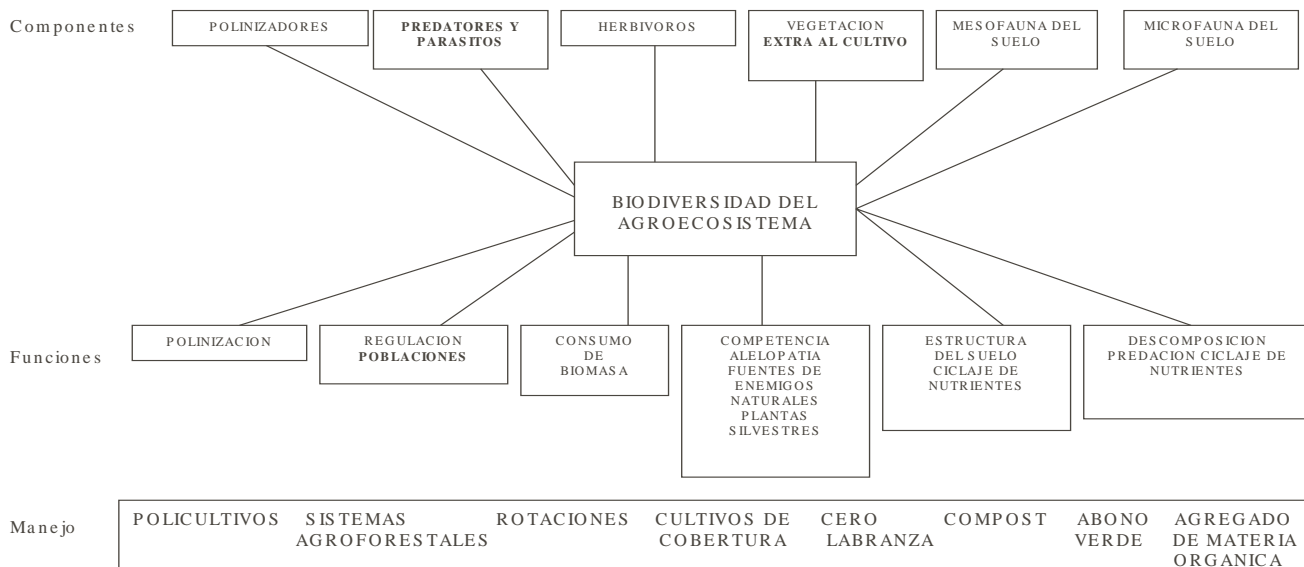


Figura 3.5. Componentes, funciones y métodos de manipulación de la biodiversidad en agroecosistemas. (Tomado de Curso de Educación a distancia (Altieri, 1994))

Con el fin de disminuir la pérdida acelerada de la biodiversidad la humanidad ha venido adoptando algunas estrategias para conservar los recursos genéticos que si bien no logran disminuir todos los riesgos de la erosión genética, permiten preservar algunas especies valiosas que nos pueden ser útiles en el futuro.

### 3.4.1 Conservación “in situ”

La conservación de plantas “in situ” permite, teóricamente, preservar especies cultivadas y silvestres sin necesidad de grandes inversiones económicas. Generalmente, tiene que obtenerse 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 “in situ” de frutales y especies utilizadas en los huertos familiares por el campesino no sólo es factible, sino que permite una mayor eficiencia en los programas de recursos genéticos y en el control de germoplasma por la persona que lo creó.

En el caso de las especies cultivadas anualmente, (maíz, trigo, soya, frijol) el almacenamiento “in situ” es más difícil porque debe controlarse constantemente el medio donde se conserva el material y cuidar que no se mezcle con nuevas variedades.

### 3.4.2 Conservación “ex situ”

#### a. Almacenamiento en colección

Las colecciones de recursos genéticos son jardines de colección (jardines clonales). Se emplean para especies de reproducción vegetativa, especialmente las especies de semilla “recalcitrante”, como por ejemplo, el cacao, el caucho y algunos árboles forestales. En el caso de las especies perennes, los jardines de recolección permiten la información ge-

nética de manera estable, aunque es necesario emplear grandes áreas.

#### b. Almacenamiento en bancos de germoplasma

La semilla es la forma en que la planta sobrevive al máximo de tiempo con el mínimo de actividad fisiológica. Hasta cierto punto, es la forma en que muchas especies se almacenan a sí mismas, la manera más fácil de almacenar recursos genéticos es conservando las semillas (ejemplo: semillas ortodoxas como el maíz, trigo, frijol, etc).

Para almacenar las semillas se necesita contar con un cuarto frío, el cual comprende, generalmente tres áreas: una sala fría, una antecámara y un cuarto de máquinas. Este sistema de almacenamiento es costoso y requiere de personal capacitado para su manejo.

Cuando se almacenan las semillas en un cuarto frío con el transcurso del tiempo pierden viabilidad y vigor. Este es el cambio más significativo de la semilla durante el almacenamiento. También se presentan cambios fisiológicos, bioquímicos y genéticos.

#### c. Otras formas de almacenamiento

Existen otras formas de almacenamiento que son más recientes y que son eficientes pero son muy costosas. Las más importantes son las siguientes:

- El almacenamiento en cultivo de tejidos para las plantas que se multiplican en forma vegetativa, por ejemplo, la yuca y la papa las cuales se reproducen en un medio artificial (agar, nutrientes varios y hormonas) en condiciones controladas de humedad y temperatura. Este sistema permite el almacenamiento en un área pequeña y evita la propagación de enfermedades.
- El almacenamiento a temperaturas ultra bajas (-196°C de temperatura en nitrógeno líquido) puede utilizarse para conservar semillas y polen y también para células aisladas y tejidos. Este sistema se conoce con el nombre de criopreservación.

### 31.5 Manejo y conservación de suelos y aguas

Para poder incrementar la producción alimentaria de manera sostenible, es necesario establecer un marco económico favorable a la agricultura de tal manera que se fomenten las prácticas encaminadas a mantener la fertilidad del suelo y la productividad.

Debe integrarse el manejo de tierras y aguas con miras a conservar ambos recursos, mejorar así las condiciones para el crecimiento de los cultivos y minimizar los impactos ambientales. El objetivo primordial del manejo de tierras debe ser una producción mejorada pero sostenible, a través de un laboreo adecuado a la tierra. Es necesario conservar los suelos y las aguas y mejorar las condiciones para el crecimiento de las raíces y los cultivos.

Los principios de un manejo agroecológico de suelos y aguas adecuados son los siguientes:

#### 3.5.1 Uso del suelo

El uso sustentable del recurso suelo tiene una importancia fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores, en particular aquellos ubicados en zonas frágiles de laderas.

Las clases de uso del suelo se determinan comúnmente por la utilidad establecida por el hombre sobre un área determinada; éstos pueden ser de una gran variedad y contemplar desde las zonas boscosas vírgenes, pasando por las tierras de la llamada frontera agrícola, las tierras agrícolas, pastoriles y sus diferentes combinaciones, hasta aquellas que por su uso inadecuado han quedado inutilizadas.

Hay otros métodos que determinan las clases de capacidad de uso de los suelos o sea, la clasificación de los suelos por la aptitud de uso que éstos presentan, teniendo en cuenta las características que han “heredado” y las condiciones ambientales que les rodean, cada método los clasifica de diferentes ma-

neras, pero, todos coinciden en clasificarlos por estratos, clases o categorías.

#### 3.5.2 Preparación del suelo

De acuerdo a 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 corte, 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.

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:

- a. Estableciendo una plantación directa que puede ser usada en suelo grumoso.
- b. 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.
- c. 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, solo se necesita 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 fosfocálcica o de otros elementos que el suelo requiera.
- 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 o de un cultivo protector.
  - Empleo de cultivos asociados o cultivos protectores, especialmente cuando el cultivo principal es perenne.
  - Por la rotación dirigida y planeada de los cultivos establecidos.

### 3.5.3 Manejo de la fertilidad del suelo

Los nutrientes, tales como el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y otros, son esenciales para el crecimiento de las plantas. La comprensión de los ingresos y salidas de nutrientes en un campo de cultivo, ayudará a desarrollar técnicas que mantengan un buen balance de nutrientes en el suelo. Por ejemplo la figura 3.6 nos muestra como se añade y extrae nitrógeno del suelo a través del ciclo del nitrógeno.

Todo suelo posee un grado de fertilidad. Esto se refiere a la capacidad inherente de un suelo para abastecer nutrientes a las plantas en cantidades adecuadas (fertilidad natural). Sin embargo, cuando el hombre modifica el ambiente natural para sembrar uno o varios cultivos, necesita nutrientes adicionales para que las plantas tengan una nutrición adecuada.

El abono orgánico es una de las alternativas más antiguas y consiste en la adición al suelo de productos en estado de descomposición. Se caracteriza por contener diferentes sustancias nutritivas minerales

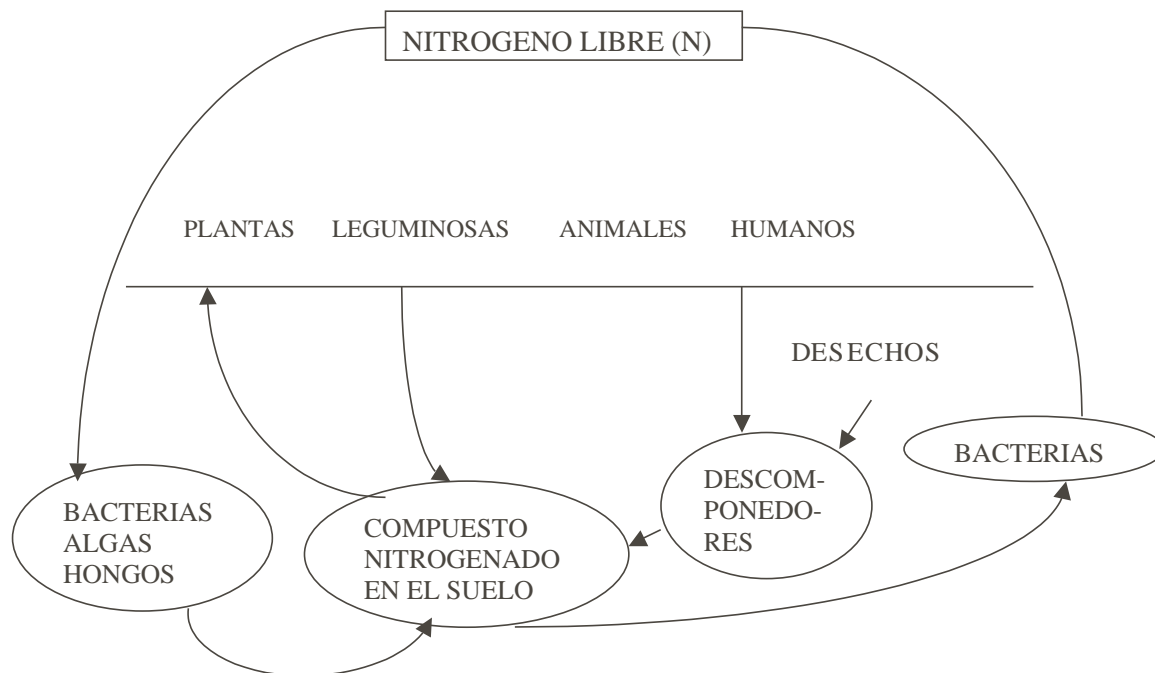


Figura 3.6. Ciclo del nitrógeno

e ingredientes orgánicos. Según su origen, los abonos orgánicos se han clasificado así: residuos vegetales, abonos verdes, estiércoles de animales y biofertilizantes.

### **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 es incorporado 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 micro nutrientes 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**

Bajo este concepto se agrupan todas las plantas o cultivos que se emplean para cubrir y dar protección al suelo de la erosión.

También favorecen el aporte de nitrógeno al incrementar la actividad microbiana y solubilizar muchos nutrientes minerales del suelo.

Algunas de las características deseables para que una planta pueda ser usada como abono verde son el rápido crecimiento, el follaje rico en savia y hume-

dad y su habilidad para adaptarse en suelos pobres e infértiles.

La selección de las plantas a usar como abonos verdes dependerá de diversos factores tales como clima, condiciones del suelo, clase de cultivo y disponibilidad de semilla.

Hay una estrecha relación entre la materia orgánica y el contenido de nitrógeno de los suelos, expresada como la relación carbono: nitrógeno(C/N).

Esta relación es importante para controlar el nitrógeno disponible y la tasa de descomposición orgánica en los suelos. La relación de estos dos elementos en el material orgánico añadido (residuos vegetales, abonos verdes) al suelo es importante por dos razones:

- Provocan gran competencia entre microorganismos por el N disponible cuando los residuos vegetales en el suelo poseen una alta relación C/N (mayor carbono en relación al nitrógeno). Esto significa que la tasa de descomposición será más rápida.
- Debido a que esta relación es relativamente constante en el suelo, el contenido de materia orgánica de éste depende en gran medida del nivel de nitrógeno.

### **c. Desechos animales**

Los desechos animales, tales como el estiércol o guano, son 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 el animal. 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. Biofertilizantes**

Se refiere a la aplicación de hongos y bacterias, las cuales pueden producirse en laboratorios de bajo costo y después multiplicarse en bancos en el campo. Las más conocidas son el *Rhizobium* que se puede aplicar especialmente a las leguminosas con el fin de aumentar o capturar nitrógeno del aire. Las micorrizas son hongos que favorecen la captura del fósforo en la mayoría de las plantas.

#### **e. Fertilizantes inorgánicos o químicos**

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 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 al 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.

### **3.6 Manejo y conservación del suelo**

La degradación de las tierras especialmente la erosión en zonas de ladera es un problema grave que está avanzando rápidamente en América Latina y amenaza la productividad agrícola, las obras de infraestructura (carreteras, represas, etc.) y la sostenibilidad ambiental de muchas cuencas hidrográficas.

La falta de políticas adecuadas de distribución de la tierra, el crecimiento demográfico y la rápida urbanización, son algunos de los principales agentes de cambio. Estos, por su naturaleza, intensifican la presión sobre las zonas de ladera, promoviendo la expansión de la agricultura y la incorporación de nuevas tierras en áreas fuertemente inclinadas, o de suelos pobres. La necesidad de producir los obliga a desgastar el suelo y en otros casos a buscar nuevas tierras disminuyendo la capacidad reguladora de las cuencas y acelerando los procesos erosivos. La formulación, investigación y transferencia de prácticas para disminuir o controlar la erosión tiene que incluir la dimensión socioeconómica. Los agricultores son las personas claves en decidir sobre uso y manejo de la tierra, y por ende ellos siempre deben ser tomados en cuenta en un programa de manejo y conservación de suelos y aguas. El enfoque de planificación participativa y una estrategia integrada desde abajo hacia arriba, involucran tanto a los agricultores como a otros interesados en todos los pasos de un programa.

### 3.6.1 Factores que influyen en la erosión del suelo

Los principales factores que posibilitan la erosión de un suelo son la estructura física, la composición química, la pendiente o declive del terreno y el manejo de la tierra.

La pérdida del suelo está relacionada con los siguientes factores:

- a. Intensidad y cantidad de la precipitación.
- b. Calidad del suelo y susceptibilidad a la erosión.
- c. Longitud y grado de pendiente.
- d. Clase y cantidad de cubierta vegetal.
- e. Sistema de cultivo establecido.
- f. Manejo del suelo.
- g. Prácticas de control de la erosión.

Estos factores determinan la cantidad de agua que ingresa al suelo, cuanta se pierde y el impacto potencial de la erosión. Es importante evaluar la erosión actual y potencial cuando se están recomendando o diseñando sistemas agrícolas sostenibles.

Una herramienta que nos permite estimar la erosión anual promedio a largo plazo es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), diseñada por Wischmeier y Smith 1978.

Este modelo es de fácil utilización y es ampliamente aceptado como una herramienta apropiada para estimar la erosión hídrica laminar y en surquillos en tierras agrícolas.

Influyen muchas variables en la erosión del suelo. La EUPS agrupa estas variables bajo seis factores de erosión principales y el producto de éstos representa pérdidas anuales promedio de suelo para un

conjunto de condiciones particulares y se presenta en la forma:

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

En la ecuación: 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 de cobertura

P: Factor de manejo

La mejor cualidad de la EUPS, es que debido a su estructura lógica, permite establecer un procedimiento para seguir en cualquier país o región cambios para adquirir informaciones suplementarias.

### 3.6.2 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 del cual 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, curvas de retención, terrazas reforzadas, camellones, barreras vivas de pastos o arbustos.

La cobertura muerta y los cultivos de cobertura detienen algunas veces, tanto la erosión eólica como la causada por el agua. La erosión eólica también puede reducirse plantando árboles o arbustos como

cortaviento, 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. La implementación de cada una de estas medidas de control puede favorecer no sólo el terreno sembrado, sino la finca y otros recursos naturales que formen parte del paisaje.

Los métodos más comunes empleados son los siguientes:

- a. Aumentar la cubierta vegetal.
- b. Usar residuos vegetales para proteger el suelo.
- c. Usar técnicas mejoradas de labranza, tales como la labranza conservacionista.
- d. Rotar los cultivos y sembrar especies de cobertura.
- e. Sembrar árboles con raíces profundas para estabilizar terrenos en declive.
- f. Establecimiento de terrazas.
- g. Construcción de canales de drenaje y desviación de corrientes de aguas a zonas protegidas.
- h. Siembra de cultivos en contorno o en franjas.

- i. Siembra de gramíneas o arbustos como barreras vivas.

### 3.7 Economía del recurso hídrico

#### 3.7.1 El ciclo del agua en la naturaleza y el balance hídrico

Nuestro planeta debería llamarse planeta azul o planeta del agua, ya que está cubierto en un 75% por este líquido vital.

Casi el 97% del agua está en los mares, ya que sólo el 0.75% es agua dulce y el 2.25% es agua congelada en los glaciales, por lo tanto el agua salina representa el 97% del total. En la atmósfera, como vapor de agua, sólo hay un 0.001% del agua total.

Las rutas principales del movimiento del agua 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 las 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 en las plantas, ya que la relación fotosíntesis - transpiración es un fenómeno fisiológico vital. En la figura 3.7 se muestra en forma abreviada el ciclo del agua en la naturaleza.

#### 3.7.2 Balance hídrico en los sistemas de cultivo

El balance del agua o cantidad disponible para el sistema agrícola, en un período de tiempo específico refleja factores que afectan a las fuentes. La cantidad de agua que se deja en el suelo alrededor de la zona de raíces de los cultivos, puede calcularse balanceando lo siguiente:

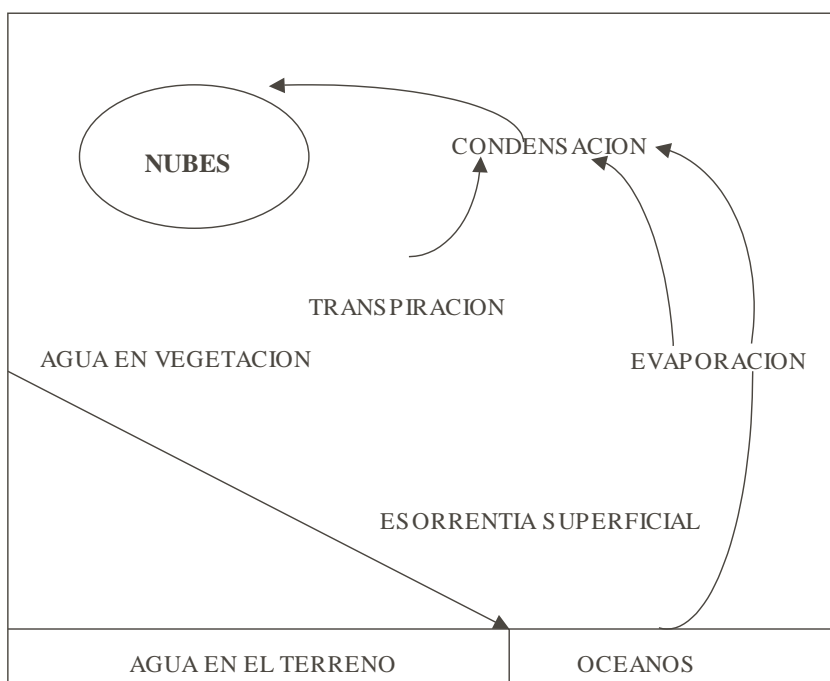


Figura 3.7. El ciclo del agua



- 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).

El balance entre la precipitación y la evapo/transpiración determina, inicialmente, la cantidad de agua disponible para el crecimiento de los cultivos.

### 3.7.3 Importancia del riego en la agricultura

El manejo de los recursos hidrológicos busca asegurar el mejor uso del agua disponible. En muchas áreas y proyectos agrícolas en pequeña escala el problema principal es el adecuado abastecimiento de agua. Una respuesta a este problema es la agricultura de riego, a pesar que el uso de sistemas de cultivo que conservan agua y de cultivos tolerantes a la sequía, también puede ser apropiado.

Antes de tomar una decisión sobre el uso del riego es importante saber la cantidad y el período de 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 a la evapo/transpiración potencial.

Las tierras agrícolas se riegan de muchas maneras. El mejor método a usar depende de los siguientes factores:

- Abastecimiento de agua disponible.
- Calidad del agua.
- Pendiente o declive del lugar.
- Tasas de infiltración y percolación del suelo.
- Capacidad de retención de agua del suelo.

- Características químicas del suelo (salinidad, alcalinidad).
- Requerimientos del agua del cultivo.
- Condiciones climáticas del área o región.
- Recursos económicos de los agricultores.
- Técnicas para trasladar agua al campo.

Los sistemas de riego (gravedad, aspersión, goteo) no se van a tratar en este módulo ya que van a ser tratados en forma extensa en otro manual.

### 3.7.4 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, debido al escurrimiento, evaporación, percolación profunda, riego y agua almacenada en el suelo. Algunas de esas prácticas se describen a continuación:

- Control de pérdidas por escurrimiento superficial a través de labranza en contorno, terrazas, uso de residuos vegetales y la diseminación del agua superficial a sitios donde el agua se infiltra y almacena en el suelo.
- Control de pérdidas por evaporación a través de coberturas vegetales.
- Reducción de la percolación profunda a través del uso de barreras horizontales.
- Empleo de riego de conservación como el riego por goteo.
- Captación de aguas para recoger el exceso de aguas durante la estación de lluvias.
- Empleo de cultivos tolerantes a la sequía, donde el agua es escasa.
- Establecimiento de barbechos de verano para áreas de cultivo que se encuentran en tierras secas.
- Empleo de labranza mínima.

### 3.8 *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 hacen su aporte significativo tanto por los desechos que aportan directamente al sistema, como también por medio de los residuos de la pradera o de la alimentación animal 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 posible 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 ellas 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.

#### 3.8.1 Componentes del sistema de producción animal

Los sistemas de agricultura y ganadería forman parte y son influidos por otros sistemas y condiciones, principalmente el medio ambiente físico, sociocultural y político institucional. En la figura 3.8 elaborada por Vanegas R. 1997, considera como 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 digestible 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.

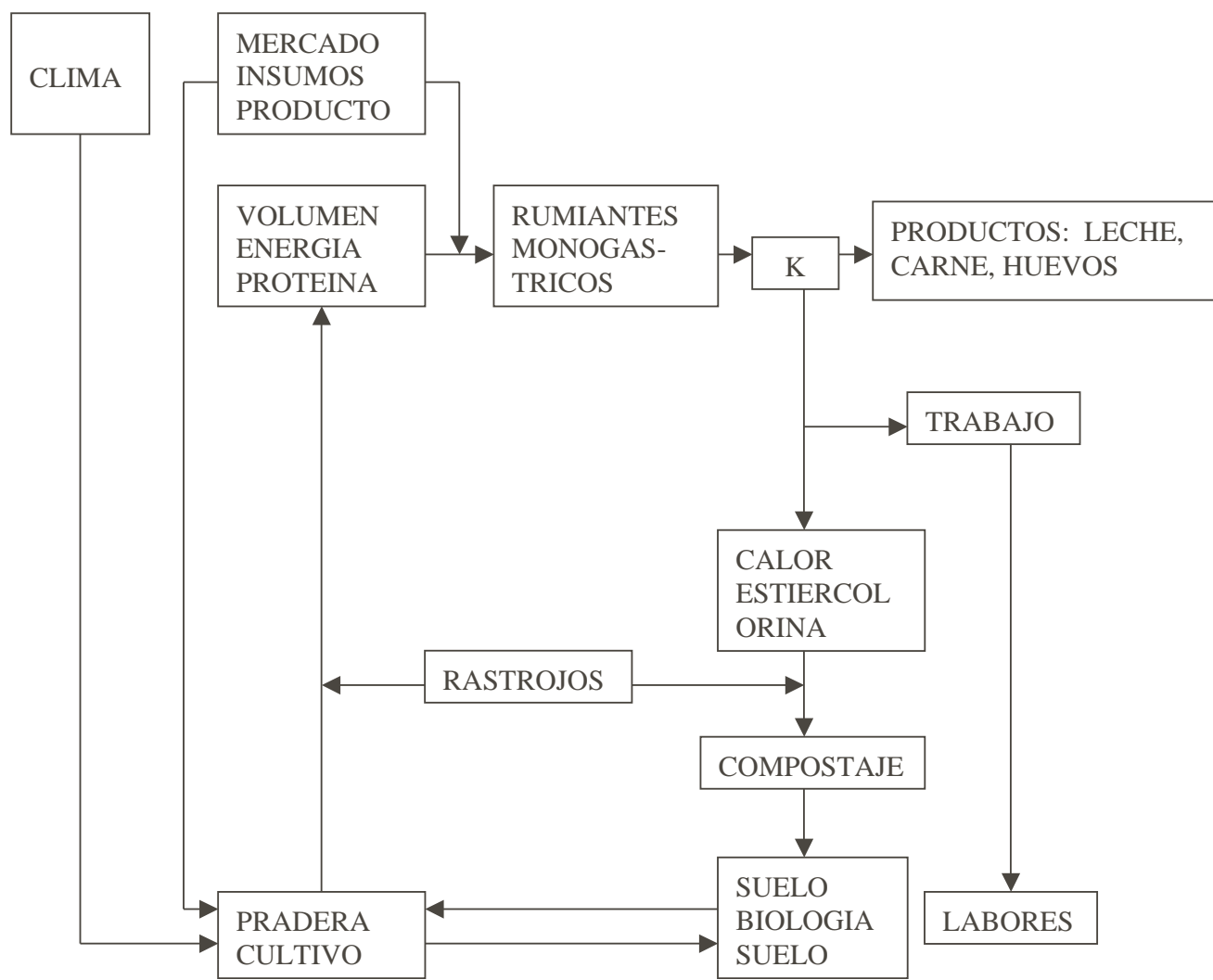


Figura 3.8. Ubicación del componente animal en los sistemas de producción agropecuarios.

### 3.9 Control integrado de plagas

#### 3.9.1 Introducción

El aumento de la población humana hizo necesaria la ampliación de las áreas cultivadas, lo cual significó la destrucción parcial de selvas y bosques. Se incrementaron así las poblaciones de algunos organismos llamados por el hombre “insectos plaga” en los diferentes sistemas agrícolas. Puede afirmarse entonces que el hombre contribuyó al origen, al desarrollo y a la diseminación de estos organismos a causa de dos factores: la eliminación del sustrato alimenticio original de dichos organismos y la desaparición de sus enemigos naturales. Se puede, por tanto, decir que en la mayoría de los agroecosistemas conviven insectos plaga, insectos benéficos (predadores y parásitos), así como también microorganismos llamados hongos, bacterias y virus; éstos causan disturbios o enfermedades en las plantas y aun en los mismos insectos plaga o en los benéficos. Forman parte de los agroecosistemas las plantas herbáceas o acompañantes que, cuando tienen una población mayor que la de las plantas sembradas como cultivo, se denominan “malezas”. Como se deduce de lo anterior, el concepto “plaga” es un término relativo porque depende del daño que, en determinado tiempo o situación, puede afectar a los cultivos o el hombre.

El desarrollo de la producción agropecuaria moderna en los países industrializados y en vía de desarrollo, en las últimas tres décadas, ha estado ligado al consumo de plaguicidas en forma desmesurada, trayendo consecuencias para el ambiente, la salud y la calidad de los alimentos.

En esta sección, se identifican diferentes tecnologías para el control de plagas y enfermedades, que son distintas al control químico y han sido implementadas por los agricultores en diferentes partes del mundo.

El conjunto de todas estas tecnologías se conoce con el nombre de “Manejo Integrado de Plagas (MIP)”, el cual recomienda combinar todas las formas posibles de control de plagas, empleando al máximo los enemigos naturales y otras prácticas agronómicas y mecánicas asequibles al agricultor.

#### 3.9.2 Estrategias para el manejo de plagas

Existen diferentes alternativas para el control de plagas y enfermedades que vienen siendo empleadas por numerosos agricultores desde hace muchos años en diferentes partes del mundo. Las más conocidas son:

##### 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 efectivos 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. Época 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 época 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.

### 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.

### e. Control biológico

Los insectos plaga pueden controlarse si se facilita el trabajo de los insectos benéficos presentes en el campo. Muchos de estos métodos son nuevos, respecto a la innovación que se ha hecho sobre ellos.

Sin embargo, en las zonas agrícolas que tienen un ambiente diversificado, el control biológico es cosa de todos los días. Por ejemplo las aves comen insectos, los gatos comen aves y así sucesivamente, cada predador obtiene su presa y ayuda a controlar la población de ésta. En la práctica, el control biológico es el uso o promoción de los enemigos naturales sobre los insectos dañinos con el fin de reducirlos.

### 3.9.3 Manejo integrado de plagas (MIP)

La mejor forma de controlar plagas en los cultivos es lograr una combinación de los controles químicos, biológicos, culturales y mecánicos. La interacción de todas estas prácticas de control de plagas tiene las siguientes ventajas:

- Evita los impactos adversos sobre el ambiente causados por el uso continuo de agroquímicos.
- Disminuye la resistencia a los pesticidas de las especies que se quiere erradicar.
- Proporciona alternativas de control en caso de que cualquiera de los métodos falle.

Algunos de los rasgos y metas más característicos del manejo integrado de plagas son los siguientes:

- Se considera el conjunto de organismos plaga y de enemigos naturales de éstos que opera dentro de un ecosistema.
- El objetivo principal del MIP es mantener el nivel de las plagas por debajo del umbral económico.
- La meta principal del MIP es manejar las poblaciones de insectos y no tanto erradicar totalmente su población.
- Los métodos de control se escogen para complementar el efecto de los agentes naturales de control (parásitos, predadores, clima).
- El manejo del MIP es de larga duración, y en lo posible, no debe cubrir una o varias fincas o predios sino toda su región.

### 3.9.4 Control de malezas o arvenses

El control de malezas o arvenses en un manejo agroecológico tiene que estar orientado a un enfoque integral, buscando mantener su crecimiento en niveles ecológicos, agronómicos y económicamente aceptables. Los esfuerzos han estado dirigidos hacia la prevención de la reproducción de las malezas, a la interrupción del ciclo de los propágulos, a prevenir la introducción de nuevas malezas, a minimizar las condiciones que les proporcionan nichos favorables para la invasión de malezas y a superar las adaptaciones que les permiten sobrevivir en los hábitats perturbados. Las prácticas de cultivo (selección de cultivo, rotación, espaciamento, densidad de siembra), labranza, residuos de cosecha y aplicación de herbicidas son comúnmente usadas para alcanzar estos objetivos.

Una vez que se han determinado los principios que rigen las relaciones de germinación, crecimiento y competencia, se pueden sugerir manejos que afecten a las comunidades de malezas de varios agroecosistemas. En la tabla 3.1 se muestran algunos principios ecológicos relevantes en los cuales se basan las prácticas no químicas de control de malezas.

**Tabla 3.1. Enumeración de métodos para el manejo de malezas sin emplear agroquímicos y su relación con los principios ecológicos. (Según Holt datos inéditos)**

Principio ecológico	Práctica para controlar malezas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le permite al cultivo el aprovechamiento del espacio.</li> <li>• Reduce el crecimiento de malezas y el uso del espacio.</li> <li>• Maximización del crecimiento y la adaptación del cultivo.</li> <li>• Minimizar la competencia intra-específica del cultivo y maximizar el aprovechamiento del espacio.</li> <li>• Maximizar los efectos competitivos del cultivo sobre las malezas.</li> <li>• Modificación del medio ambiente para hacer que las malezas estén adaptadas.</li> <li>• Maximiza la utilización de los recursos por parte del cultivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siembra temprana.</li> <li>• Empleo de transplante.</li> <li>• Elección de la fecha de siembra.</li> <li>• Cultivo con buen crecimiento y desarrollo.</li> <li>• Empleo de mulch o cobertura</li> <li>• Elección de las variedades precoces.</li> <li>• Siembra temprana.</li> <li>• Elección de la tasa de siembra.</li> <li>• Elección del espaciamento entre hileras.</li> <li>• Siembra de cultivos de cobertura.</li> <li>• Rotación de cultivos.</li> <li>• Rotación de métodos de control.</li> <li>• Siembra de cultivos intercalados</li> </ul>

### 3.10 Manejo de post cosecha y agroindustria

El problema de la contaminación ha llegado en nuestros días a ser un problema de 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 garantizados 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 en base de 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 contemplen 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. Estos 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 como 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 yogurt (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.

### 3.10.1 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 fuera” 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 es de 1.200.000 Ton/año abastecidas por 400.000 hectáreas sembradas en caña panelera las cuales ocupan 420.000 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 100 días por año. Otros ejemplos de agroempresas familiares en Latinoamérica de gran importancia para su población se encuentra el casabe en Santo Domingo y Haití, la papa chuño en Perú, Bolivia y Ecuador, el pulque en México, el tajo chonque en Argentina y Brasil.

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

- Los productos transformados por estas micro o fami empresas son la base fundamental para la alimentación de millones de personas.
- Se encuentran asociados 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.
- Está asociada 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.

### 3.10.2 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 contribuir 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.

### 3.10.3 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 los criterios básicos para el manejo de agroempresas campesinas en 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:**
  - Resistentes, sencillos, fáciles de manejar, con 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 a los recursos.
- **BIENES PRODUCIDOS:** Priorizar los alimentos de primera necesidad con el fin de asegurar la seguridad alimentaria local.
- **AMBIENTE:** Procurar mantener el equilibrio ecológico, evitar la contami-



nación y darle uso a los desechos orgánicos y artificiales (reciclaje).

### **3.11 Ejercicio. Aplicación de la Agroecología en un sistema productivo de la región**

#### **Objetivos**

- Identificar los elementos necesarios para transformar un sistema productivo local en un sistema agroecológico.
- Aplicar los conceptos agroecológicos aprendidos en el análisis de sistemas productivos.

#### **Orientaciones para el instructor**

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

- Explique el objetivo del ejercicio e informe sobre el tiempo que tomará el desarrollo de esta actividad sin mencionar las diferentes etapas que lo componen para que los participantes actúen desprevénidamente.
- Divida el grupo y forme pequeños subgrupos de cuatro participantes. Un participante de cada grupo debe actuar como facilitador el cual debe haber sido preparado previamente para este ejercicio. Es preferible que los subgrupos tengan una composición mixta, tanto con hombres y mujeres como personas con diferentes oficios.
- Cada subgrupo elaborará un diseño predial tradicional de la región. Solicite a cada subgrupo que nombre una persona para que coordine el ejercicio.
- En el diseño se deben representar las diferentes actividades realizadas en la finca y las diferentes relaciones existentes entre ellas. Es importante solicitar que comiencen por ubicar los límites con el fin de que puedan distribuir los diferentes elementos en un solo pliego de papel y sean proporcionales al área de trabajo.
- El facilitador debe buscar que todos los participantes en los subgrupos contribuyan al diseño del predio. Se le solicita además que tome notas

de las interacciones entre cada una de las personas.

- Cuando se ha terminado el diseño de una finca tradicional de la zona se debe solicitar a los subgrupos que agreguen los elementos y/o actividades necesarias para que el diseño predial se ajuste según los fundamentos de la agroecología y reflexionen sobre las razones por las cuales éstos no existen y qué alternativas se pueden sugerir al respecto.
- Una vez terminados los diseños, éstos se deben colocar visibles sobre la pared para revisión por los participantes. Cada grupo puede presentar rápidamente su mapa indicando qué elementos se han dibujado y las relaciones entre ellos. Si los mapas son muy diferentes, se sugiere discutir sobre las razones que causaron estas diferencias.
- Solicite que se presenten las observaciones del proceso, primero por parte del facilitador y segundo por parte de los dibujantes.
- Conceda a cada subgrupo una hora para el ejercicio.

#### **Recursos necesarios**

Para cada subgrupo

- Un papelógrafo
- Un conjunto de marcadores de diferentes colores
- Una mesa
- Ejemplo de un diseño predial

Tiempo sugerido: 1 hora 30 minutos

#### **Información de retorno**

Al terminar la elaboración de los diseños prediales, en plenaria el instructor comparte con los participantes las observaciones sobre los resultados del ejercicio haciendo referencia a los mapas y a su proceso de elaboración.

- En la elaboración de los diseños prediales en forma participativa se debe estar pendiente que todos los elementos claves hayan sido incluidos.

- En caso de faltar alguno se debe investigar cual ha sido el motivo de esta omisión.
- En el desarrollo del ejercicio el instructor debe estar pendiente de las siguientes situaciones que pueden presentarse:
  - Los participantes se sienten muy inseguros al inicio de la sesión y no quieren tomar la iniciativa. En este caso, el facilitador puede sugerir que comiencen por ubicar la casa y los límites de la finca y entregar los marcadores a la persona que ellos consideren que mejor dibuja.
  - Si se observa que no todos participan activamente del ejercicio se sugiere que el facilitador entregue los instrumentos de dibujo a esta persona. También se pueden dirigir preguntas o solicitar la opinión de las personas más calladas.
  - Generalmente los participantes tienen en cuenta muchos detalles en la elaboración de los mapas, por lo cual se sugiere que el facilitador intervenga para solicitar que se concentren en las características más relevantes para el ejercicio.
  - Para comenzar esta actividad, explique el objetivo del ejercicio e informe sobre el tiempo que durará la visita al campo.
  - Distribuya entre cada uno de los participantes la guía del ejercicio (Ver guía del participante), en la cual se indica cual es la información que deben recolectar en el campo. Se debe explicar brevemente los conceptos planteados en la guía y que no están claros para el grupo.
  - Antes de ingresar al bosque es conveniente detenerse, si es posible, en un sitio donde se pueda observar el deterioro causado a los recursos naturales por los sistemas de producción locales. Es importante analizar en forma rápida los mismos puntos sugeridos en la guía del participante.
  - Al ingresar al bosque trate de mantener al grupo unido. Se recomienda dividir el grupo en subgrupos de 10 personas, cada uno de los cuales debe ir acompañado de un moderador. Para el desarrollo de la guía el moderador debe orientar por medio de preguntas abiertas buscando realizar un análisis muy detallado de cada uno los componentes del ecosistema y las relaciones que se establecen entre ellos.
  - Después de observar y analizar el ecosistema natural compárelo, con la ayuda de los participantes, con el ecosistema deteriorado visitado al iniciar la actividad.
  - Al finalizar el ejercicio identifique con los participantes como los componentes y las interrelaciones observadas en un ecosistema natural se presentan en un sistema de producción agroecológico.

### ***3.11 Ejercicio. El Sistema de producción natural***

#### **Objetivos**

- Identificar cuales son los componentes y características de un sistema de producción natural en la región.
- Comparar los sistemas de producción existentes en la zona con un sistema de producción natural.

#### **Orientaciones para el instructor**

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

- Antes de iniciar el ejercicio identifique previamente un ecosistema natural propio de la región, como por ejemplo un bosque o reserva natural, cercano al sitio de capacitación.

#### **Recursos necesarios**

- Fotocopias
- Lápices

Tiempo sugerido: 2 horas

## Guía del participante: Visita a un ecosistema natural de la zona

### Objetivos

- Identificar cuales son los componentes y características de un sistema de producción natural en la región.

- Comparar los sistemas de producción existentes en la zona con un sistema de producción natural.

### Datos generales:

Municipio: \_\_\_\_\_

Nombre del lugar: \_\_\_\_\_

Area: \_\_\_\_\_

Altura (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_

Para el análisis de cada uno de los componentes se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

#### Componente suelo:

- Profundidad del suelo (capa orgánica)
- Humedad
- Textura y porosidad

#### Componente vegetación:

- Estratos presentes en el bosque (herbáceo, arbustivo y arbóreo), indicando las características de cada uno de ellos

- Adaptaciones de las plantas a las diferentes condiciones de desarrollo (formas de hojas, tallos y raíces)
- Identificar relaciones de mutualismo, comensalismo y parasitismo
- Identificar la forma como ocurre el ciclo de nutrientes

#### Componente fauna:

- Identificación de fauna existente (meso y macrofauna), y sus relaciones entre ellos y los otros componentes mencionados.
- Reflexione sobre que tipos de microorganismos (p.e. hongos y bacterias), se pueden encontrar en este ecosistema y cuales son sus relaciones con otros organismos
- Identifique organismos que pueden actuar como controladores biológicos naturales.

### Bibliografía

- Alcala, A. 1998. Soil and water conservation technologies and agroforestry systems. International institute of rural reconstruction silang, cavite 4118, Philippines. 45p.
- Arroyo, Gonzalo y Rello, Fernando. 1985. Agricultura y Alimentos en América Latina. El poder de las transnacionales. Instituto de Cooperación Iberoamericana Universidad Autónoma de México.
- Altieri, M.A. 1985. Agroecología. Bases Científicas de la Agricultura Alternativa CETAL - Chile. 116p.
- Altieri, M.A. 1995. El agroecosistema: Determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. Bases científicas para una agricultura sustentable. 2ª edición CLADES. Santiago de Chile. 1995. pp 19-32.
- Altieri, Miguel. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. Agroecología y Desarrollo. No.4. Santiago de Chile. pp 13-24.
- Altieri, M. 1992. Allí donde termina la retórica sobre la sostenibilidad comienza la agroecología. Revista CERES FAO. Vol 24(2). pp 23-29.
- Altieri, M. 1990. Proyectos agrícolas en pequeña escala en armonía con el medio ambiente. Ediciones CETAL - CODEL - VITA. Valparaíso. Chile. 116p.
- Berdegue, J y Ramírez, E. 1995. Investigación con enfoque de sistemas en la agricultura y el desarrollo rural. Red internacional de metodología de

- investigación en sistemas de producción. Rimisp. Santiago de Chile. 276p.
- Boucher, F. 1991. Tecnología Alimentaria y Agroindustria Rural. Cuadernos de Agroindustria Rural. Centro Latinoamericano de tecnología y Educación Rural (CELATER) - IICA. Cali, Colombia. 116p.
- Lacki, Polan. 1995. Desarrollo agropecuario de la dependencia al protagonismo del agricultor. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. 106p.
- Liebman, Matt. 1994. Sistemas de policultivos. Bases ecológicas para el diseño y manejo de agroecosistemas. 69p.
- Montaldo B, Patricio. 1982. Agroecología del trópico americano. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA). 42p.
- Muller S, K y Restrepo, J. 1997. Conservación de suelos y aguas en la zona Andina. Hacia el Desarrollo de un concepto integral. CIAT - FIDAR - U. De Hohenheim. Cali, Colombia. 230p.
- Primavesi, Ana. 1998. Manejo del suelo en zonas tropicales y subtropicales. CLADES. Programa de educación a distancia. Centro de Investigación Educación y Desarrollo. Lima 33 - Perú. pp 21-34.
- Querol, D. 1988. Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado. Aproximación técnica y socio económica. CHAVIN 45, Lima. Perú.136p.
- Restrepo, J y Villada, D. 1998. Conozcamos y conservemos el suelo. Cartilla de estudio serie suelo No. 01. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR). Cali, Colombia.38p.
- Restrepo, J y Cavas, L. 1994. Evaluación de la biodiversidad de especies alimenticias de la costa pacífica de Colombia. Procesos de información para el desarrollo sostenible (PROINFO). Cali, Colombia. 105p.
- Restrepo, J. Importancia de la biodiversidad para la conservación de la vida. En propuesta curricular para el área de educación ambiental. FIDAR - GTZ - TDB - U. De Hohenheim. Cali, Colombia. 96p.
- Rist, Stephan. 1991. Agroecología y saber campesino en la conservación de suelos. Agroecología. Universidad de Cochabamba. Cochabamba, Bolivia. pp 32-41.
- Rosset, Peter. 1993. El manejo integrado de plagas (MIP) y la producción campesina de cultivos no tradicionales. Agroecología y Desarrollo Chile No. 5 y 6. Santiago de Chile. pp 15-28.
- Wilches, Gustavo. 1994. Sexo, muerte, biodiversidad y singularidad. Revista ECOS, ECOFONDO, Santafé de Bogotá, Colombia. pp 21-39.

# **Metodologías y Herramientas que Utiliza la Agroecología**

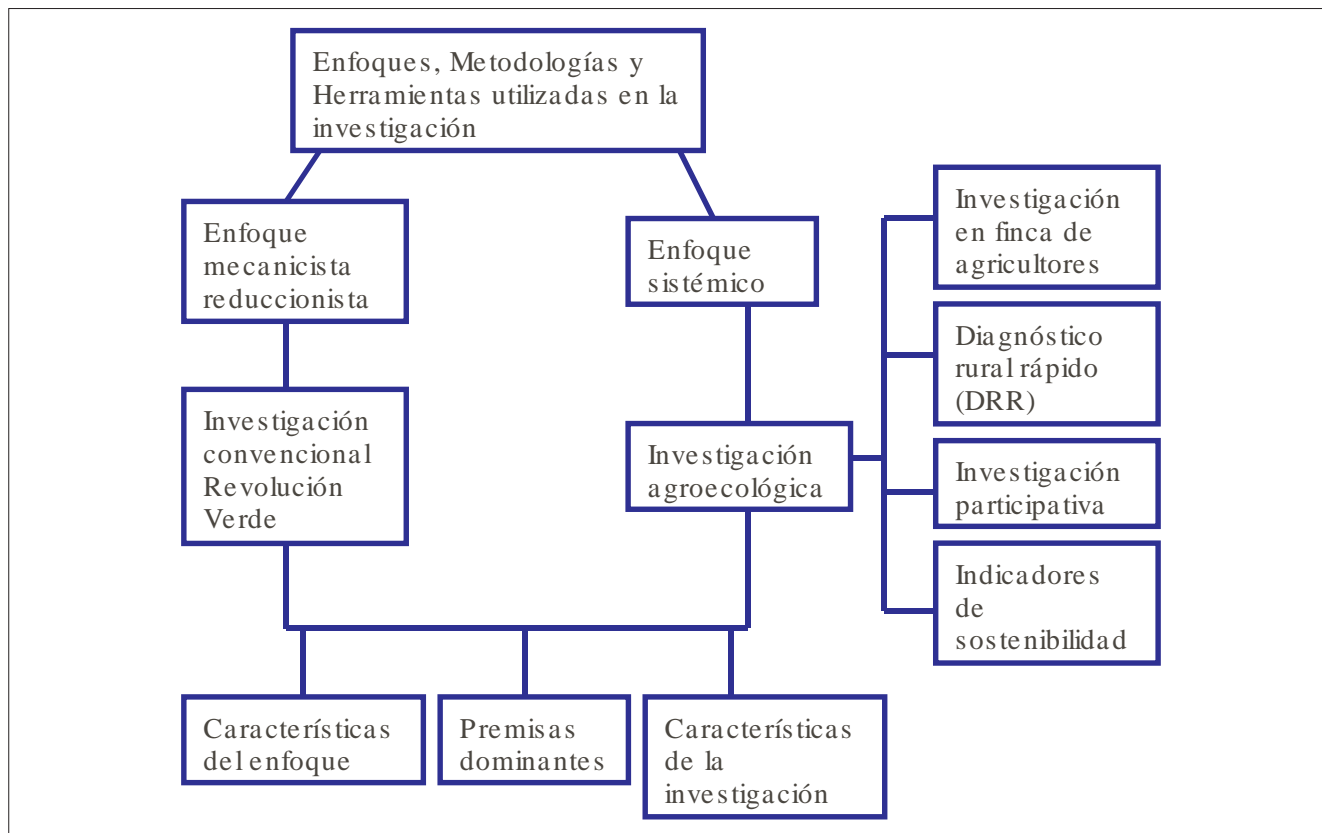
## **Sección 4**

## Sección 4. *Metodologías y Herramientas que Utiliza la Agroecología*

### Tabla de Contenido

Estructura de la sección . . . . .	57
Objetivos . . . . .	57
Preguntas orientadoras . . . . .	57
Introducción . . . . .	58
4.1 Enfoque mecanicista y reduccionista . . . . .	58
4.2 Enfoque de sistemas . . . . .	60
4.3 Investigación en fincas de agricultores . . . . .	62
4.4 Diagnóstico rural rápido . . . . .	63
4.5 Investigación participativa . . . . .	65
4.6 Indicadores de sostenibilidad. . . . .	68
4.7 Ejercicio 4.1 Caracterización y análisis del enfoque, metodología y herramientas utilizadas en nuestro trabajo con agricultores . . . . .	72
Bibliografía . . . . .	72

## Estructura de la Sección



## 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.
- 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 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 de 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 permite evaluar el desempeño de los agroecosistemas sustentables.

### 4.1 Enfoque mecanicista y reduccionista

El tipo de investigación que hasta ahora ha preponderado y que ha sido realizado principalmente en grandes 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 generalizada 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 este 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 a lo anterior y bajo las premisas de la ciencia moderna, se supone que la producción agrícola pueda 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 fue orientado a la búsqueda de paquetes de tecnologías generales y universales, destinados a maximizar el rendimiento del cultivo bajo 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 quien 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 hechos 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. 4.1 podremos 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.

**Tabla 4.1. Premisas dominantes de la ciencia moderna y sus alternativas**

Premisas dominantes	Premisas alternativas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atomismo:</b> Los sistemas consisten en partes no intercambiables y que son simplemente la suma de sus partes.</li> <li>• <b>Mecanicismo:</b> Las relaciones entre las partes están fijas. Los sistemas se mueven continuamente desde un punto de equilibrio a otro y los cambios son reversibles.</li> <li>• <b>Universalismo:</b> 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.</li> <li>• <b>Objetivismo:</b> Podemos permanecer apartados de lo que tratamos de comprender.</li> <li>• <b>Monoismo:</b> Nuestras formas separadas e individuales de entender sistemas complejos están fusionadas dentro de un todo coherente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Holismo:</b> 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• <b>Contextualismo:</b> 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.</li> <li>• <b>Subjetivismo:</b> Los sistemas sociales y especialmente naturales, no pueden comprenderse como parte de nuestras actividades, de nuestros valores y de cómo lo hemos entendido, actuando sobre estos sistemas en el pasado.</li> <li>• <b>Pluralismo:</b> 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.</li> </ul>

Los cinco “ismos” dominantes han facilitado un nivel de predicción y control mas allá de lo conocido anteriormente pero la predicción y control de la ciencia que se busca en estos ismos ha probado ser más limitada, 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 le 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”.

#### 4.2 Enfoque de sistemas

Mientras una corriente considerable de la ciencia moderna se ha orientado en la explicación del comportamiento de los fenómenos reduciéndolos a unidades o subunidades independientes y autónomas unas de otras.

Se plantea también por otra parte enfoques que incluyen la totalidad de lo estudiado. Es decir, se plantean problemas de organización, fenómenos no descomponibles 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.

En el enfoque de sistemas o sistémicos 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.

##### 4.2.1 Un poco de historia

El concepto de sistemas fue desarrollado inicialmente en las ciencias biológicas alrededor del año 1925 por el científico Ludwig 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 60 al 70 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 ani-

mal, 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 a nivel de América Latina pero ha habido dificultades en su implementación.

#### 4.2.2 ¿En qué consiste el enfoque de sistemas?

Para comprender en qué consiste y las aplicaciones de este enfoque se debe partir de clarificar que se entiende por **sistema** que es la unidad básica de estudio 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:

- **Tiene componentes o partes:** El concepto de subsistemas se utiliza para designar a esos componentes.
- **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.
- **Tiene relación:** Los subsistemas se vinculan unos a otros, se complementan, compiten entre sí, se transfieren elementos (materia y energía) de uno a otro, se ajustan mutuamente.
- 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 la conforman.

#### 4.2.3 ¿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 que 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 a sus objetivos, cultura y recursos, utilizando prácticas en respuesta al medio ambiente físico.**

De la anterior definición, se desprenden algunas conclusiones:

- 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.
- 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, como se utiliza la mano de obra en las diferentes actividades del predio, en qué se usan los subproductos de la parcela, etc.
- 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 al 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 ejecuta de una vez, sino que se llevan a cabo 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.

#### 4.3 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 tecnología 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.

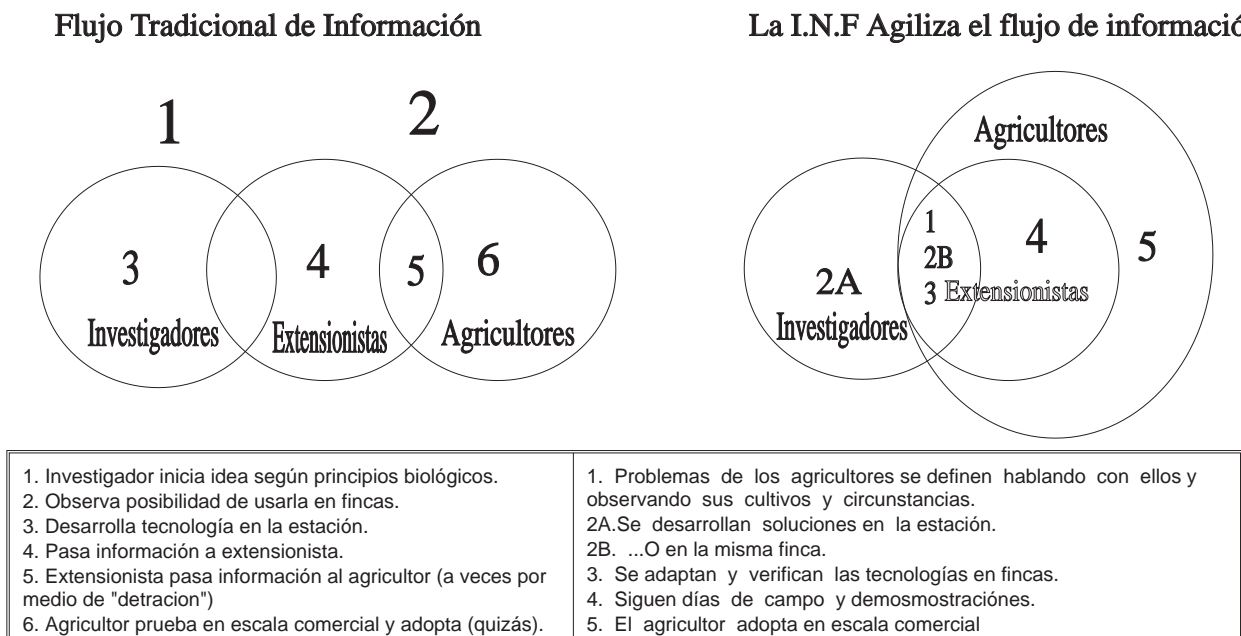
Tecnologías no aptas para los pequeños productores pueden ser consecuencia de uno o varios de los siguientes aspectos:

- 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 4.1.

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 condicio-



**Figura 4.1** Contraste entre el enfoque de investigación en fincas y la investigación convencional.

nes de los agricultores. En base a sus observaciones desarrolla una tecnología en la EE y pasa la información a extensionistas los cuales se responsabilizan de demostrarlo y divulgarlo 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 le 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.

#### 4.4 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:

- **Flexible:** Los procesos y objetivos del estudio no son prefijados e inmutables, sino modificables según considere el equipo sobre lo que es o no relevante.
- **Innovativo:** No es simple, ni es una metodología predeterminada. Las técnicas son desarrolladas para situaciones particulares dependiendo de las habilidades y conocimiento disponible.
- **Interactivo:** El equipo de miembros y disciplinas trabaja en conjunto para beneficio de todos.
- **Informal:** El énfasis es en entrevistas semiestructuradas e informales, evita el uso de cuestionarios predeterminados.
- **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:

- **DRR exploratorio:** Para obtener información inicial de un nuevo tópico o agroecosistema, los resultados son usualmente un conjunto de interrogantes o hipótesis preliminares claves.
- **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.
- **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.
- **DRR monitoreo:** Usado para vigilar el progreso de los ensayos, experimentos y en la implemen-

tación 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.

#### 4.4.1 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 al 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 bosques 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 tendencia y el calendario de temporadas. En el primero 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 clasifiquen éstas de acuerdo a su importancia y que elaboren 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 a uno o dos líderes comunitarios, organiza los datos y recopila una lista de problemas y oportunidades para una posible clasificación que incluyen 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 más 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.

#### 4.5 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 la 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 de tiempo. 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 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 70 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:

**Diagnostico.** 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, y 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 transferencias 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 ni 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, especial-

mente para el transporte; reconocimiento científico con respecto a los logros obtenidos en el campo y no solo 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 solo 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 los 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.

#### **4.6 Indicadores de sostenibilidad**

##### **4.6.1 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, la mantención 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 la mantención 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:

- Reducir el uso de energía y recursos y regular la inversión total de energía de manera de obtener una relación alta de producción/inversión.
- Reducir las pérdidas de nutrientes mediante la contención efectiva de la lixiviación, escurrimiento, erosión y mejorar el reciclado de nutrientes mediante la utilización de leguminosas, abonos orgánicos, compost y otros mecanismos efectivos de reciclado.
- Estimular la producción local de cultivos adaptados al conjunto natural y socioeconómico.
- Sustentar una producción neta deseada mediante la preservación de los recursos naturales, esto es, mediante la minimización de la degradación del suelo.
- 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”, uso de cultivos de cubierta, etc.
- Suplementación regular de materia orgánica mediante la incorporación regular de abono orgánico y compost y promoción de la actividad biótica del suelo.
- Mecanismos de reciclado de nutrientes 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 mediante la manipulación de la biodiversidad y por la introducción y/o conservación de los enemigos naturales.

#### 4.6.2 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 la presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas. La productividad de los sistemas agrícolas no puede ser aumentada indefinidamente. Los límites fisiológicos del cultivo, la capacidad de carga del hábitat y los costos externos implícitos en los esfuerzos para mejorar la producción imponen un límite a la productividad potencial. Este punto constituye el “equilibrio de manejo” por lo cual el agroecosistema se considera en equilibrio con los factores ambientales y de manejo del hábitat y produce un rendimiento sostenido. Las características de este manejo 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 tér-

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

### 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 al elevar la producción al máximo. Por lo general, los pequeños agricultores están más interesados en optimizar la producción de los recursos o factores del predio, que le son escasos o insuficientes, que en incrementar la productividad total de la tierra o del trabajo. Por otro lado,

los agricultores parecen elegir tecnologías de producción sobre la base de decisiones que toman en cuenta la totalidad del sistema agrícola y no un cultivo en particular. El rendimiento por área puede ser un indicador de la producción y/o constancia de la producción, pero la productividad también puede ser medida por unidad de labor o trabajo, por unidad de inversión de dinero, en relación con necesidades o en una forma de coeficientes energéticos. Cuando los patrones de producción son analizados mediante estos coeficientes, queda de manifiesto que los sistemas tradicionales son extremadamente más eficientes que los agroecosistemas modernos en cuanto al uso de energía. Un sistema agrícola comercial suele mostrar razones de egreso/ingreso calórico de 1-3, mientras que los sistemas agrícolas tradicionales exhiben razones de 1-15.

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

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

que los requisitos de una agricultura sustentable engloban aspectos técnicos, institucionales y de políticas agrarias (Figura 4.2).

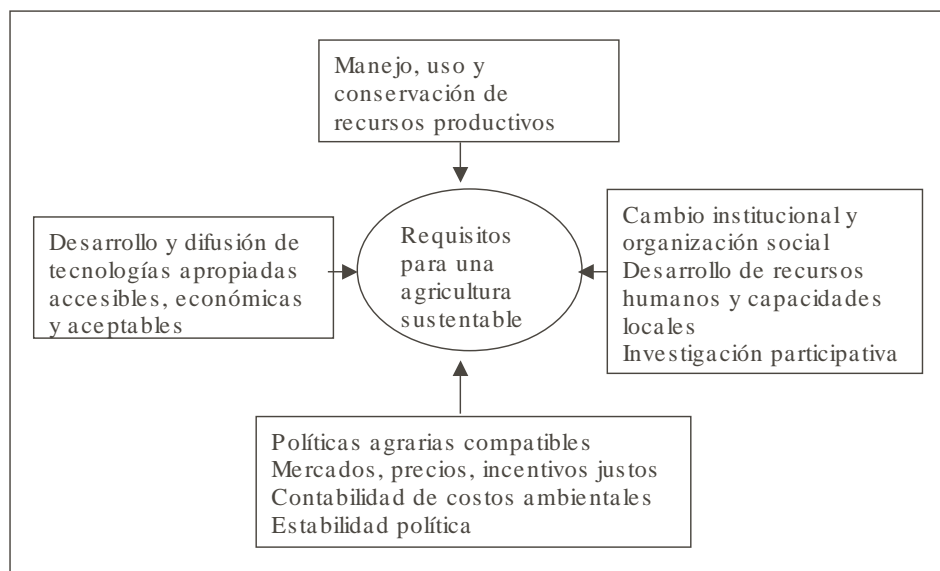
Es tanto o más importante entender cuando un agroecosistema deja de ser sostenible que cuando éste se vuelve sostenible. Un agroecosistema puede dejar de ser considerado como sostenible cuando ya no puede asegurar los servicios ecológicos, los objetivos económicos y los beneficios sociales, como resultado 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, debido 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.

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.



**Figura 4.2. Requisitos de una agricultura sustentable**

#### 4.7 Ejercicio 4.1 Caracterización y análisis del enfoque, metodología y herramientas utilizadas en nuestro trabajo con agricultores

##### Objetivo

Identificar al interior de nuestra institución y su trabajo con agricultores: El enfoque, metodologías y herramientas utilizadas 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:

- 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.
- Divida los participantes en grupos por institución (llegado el caso el trabajo puede hacerse a nivel individual si hay una persona por institución).
- Solicite que se nombre un relator quien expondrá los resultados del ejercicio en plenaria de una manera bastante sintetizada.
- 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.

##### Recursos necesarios

- Acetatos
- Marcadores para acetatos
- Proyector de acetatos

Tiempo del ejercicio: 90 minutos.

##### Instrucciones para los participantes

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

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

##### Bibliografía

- Berdegue, J; Larrain B. 1988. Como 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 99 191-203.
- CIMMYT 1985. La etapa de planeamiento de un programa de investigación en campos de agricultores. Borrador de un documento de entrenamiento. 25p.
- 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 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.

# **Políticas, Agroecología y Desarrollo Rural**

## **Sección 5**

## Sección 5. *Políticas, Agroecología y Desarrollo Rural*

### **Tabla de Contenido**

<b>Estructura de la sección . . . . .</b>	<b>75</b>
<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>75</b>
<b>Preguntas orientadoras . . . . .</b>	<b>75</b>
<b>5.1 Impactos de la industrialización sobre la agricultura y el desarrollo rural en     América Latina (1950 - 1980) . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>5.2 Situación actual de la población rural en América Latina . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>5.3 Efectos de la globalización en las economías campesinas de América Latina. . . . .</b>	<b>78</b>
<b>5.4 Agroecología y desarrollo rural sustentable. . . . .</b>	<b>79</b>
<b>5.5 Propuestas de desarrollo rural sustentables. . . . .</b>	<b>80</b>
<b>5.6 Ejercicio. Identificación y formulación de estrategias de desarrollo sustentable para     los principales sistemas de producción en República Dominicana . . . . .</b>	<b>82</b>
<b>Bibliografía. . . . .</b>	<b>84</b>



## Estructura de la Sección



### 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 como El Desarrollo Rural de una región determinada está relacionado con las políticas nacionales y regionales y con las tendencias económicas a nivel internacional.

### 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 como influye en el desarrollo rural?*
- ¿Cuáles son las diferencias entre la agricultura campesina y empresarial?*
- ¿Qué es desarrollo rural sustentable?*

### **5.1 Impactos de la industrialización sobre la agricultura y el desarrollo rural en América Latina (1950-1980)**

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 más 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 de pesticidas contribuyó al desarrollo de una resistencia a los mismos en varias plagas de insectos y al trastorno de los equilibrios ecológicos naturales, lo que facilitó la reaparición y nuevos brotes de plagas de insectos 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 a 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.

La aplicación de la estrategia ISI durante más de 30 años transformó radicalmente un número significativo de sociedades rurales latinoamericanas 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 a sí mismo 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 del producto como azúcar, cacao y bananos, pero no mejoró las condiciones de pobreza de la mayoría de los campesinos que todavía producen los principales alimentos de la población urbana y rural.

A pesar de los programas de reforma agraria emprendidos durante esta época, las mejores tierras siguieron concentradas en unos pocos propietarios. De acuerdo a 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 es 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 o fincas campesinas que ocupan el 18% del total de la tierra agrícola y sólo el 7% de la tierra arable. Sin embargo, es en este sector donde se ori-

gina 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 5.1). Tales condiciones sociales han forzado a los pobres del campo a convertirse en agentes de degradación ambiental provocando una grave 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 5.1. Tierra arable y población estimada en zonas de ladera y su contribución al producto agrícola total en América Latina (Informe Posner - McPherson 1982)**

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

## 5.2 *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 del 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 po-

blación de bajos ingresos del sector rural. La producción percapita de alimentos y la proporción de la población que vive en pobreza ha 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 favorecía 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 monopolio u oligopolios comerciales y agroindustriales ha provocado, generalmente, un estancamiento de la situación de los productores.

## 5.3 *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 Económica 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 del 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.

#### 5.4 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 dirigido 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 la calidad 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 a conflicto, pero que a su vez generan propuestas diversas para que se realicen ajustes mayores en la agricultura convencional de una manera más viable en términos medioambientales, sociales y económicos. El enfoque principal ha sido sustituir cultivos por otros de mayor mercado o insumos menos nocivos que los agroquímicos convencionales.

Hay varios problemas con este enfoque, se centra en el nivel más superficial de integración del agroecosistema, se enfoca en una sola especie, en cultivo, un solo factor limitante, niega la importancia de mayores niveles de interacción, incluso el sinergismo, el antagonismo y las interacciones directa e indirectas de muchas especies. Desde el punto de vista práctico, el resultado inevitable de una estrategia basada en el principio del “factor limitante” es que un agricultor al resolver un síntoma, él o ella se confronta con otro problema inesperado. Si él o ella usan urea para salvar el nitrógeno como un factor limitante, por ejemplo, ellos son frecuentemente confrontados con una erupción de plagas de insectos chupadores (pulgonos) 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 enmasca-

ran 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. 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 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.

### ***5.5 Propuestas de desarrollo rural sustentables***

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 constituir un 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 depender en 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 participación local en la generación de tecnologías.

### **b. Precios justos para los agricultores**

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 subdesarrollados 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 fuera de control, se debe empezar por independizar a los agricultores de los procesos globalizantes. Esto significa, revertir el proceso de liberalización comercial extrema, con 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 creciente 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 cuando se tiene la peor distribución de la tierra del mundo.

### **d. Fortalecimiento de la producción local**

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 mercados (insumos, productos, mercados, 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 esté siendo crecientemente negado 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 logre su desarrollo y haga la contribución requerida a la oferta alimenticia del conjunto de la sociedad.

## f. Conservación de los recursos naturales

El 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 mejorar y poner 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 constituye una tarea vital. En los 90 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, al cual todos puedan acceder. Esto exige un proceso de 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 inestable y agresivo.

## 5.6 Ejercicio. Identificación y formulación de estrategias de desarrollo sustentable para los principales sistemas de producción en República Dominicana

### Objetivos

- Identificar cuáles son los principales sistemas de producción en República Dominicana.
- 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:

- Organice a los participantes en cuatro grupos y entrégueles un material escrito en forma resumida sobre los principales sistemas de producción en República Dominicana 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.
- Cada grupo debe trabajar sobre un sistema de producción. Ejemplos:
  - Agricultura de tierras llanas u onduladas, en condiciones de secano de alta humedad. Sin riego.
  - Agricultura de tierras planas a onduladas con riego.
  - Agricultura de tierras onduladas a tierras con topografía escarpada. Bajo condiciones de secano.
  - Agricultura de tierras escarpadas bajo condiciones de secano de alta humedad ambiental y en zonas semi áridas.
- 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 reco-



mendaciones (Ver formato de la matriz de trabajo)

- 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 pro-

blemas, sino de 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 República Dominicana.

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. Ambitos 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 commitee. 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. CLADES - 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 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.

# **Reflexiones Finales**

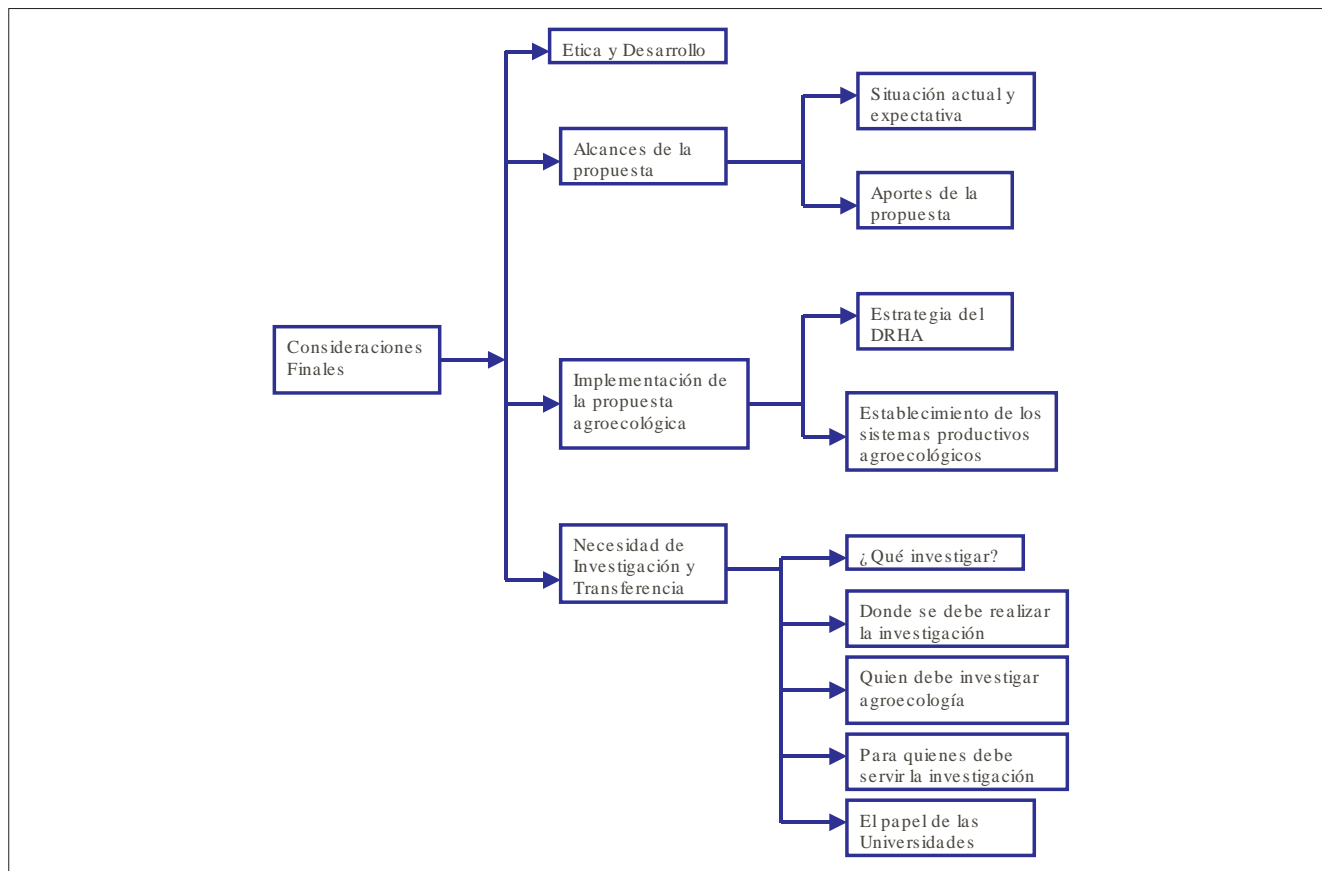
## **Sección 6**

## Sección 6. *Reflexiones Finales*

### Tabla de Contenido

Estructura de la sección . . . . .	87
Objetivos . . . . .	87
Preguntas orientadoras . . . . .	87
6.1 Ética y desarrollo . . . . .	88
6.2 Alcances de la propuesta agroecológica . . . . .	90
6.3 Implementación de la propuesta agroecológica . . . . .	94
6.4 Necesidades de investigación y transferencia . . . . .	97
6.5 Ejercicio 6.1 Consideraciones finales. . . . .	103
Bibliografía . . . . .	104

## Estructura de la Sección



## 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?.*

### 6.1 *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, violando 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 a 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 por la que el 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 ac-

tual 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 mayor desigualdad 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 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, destruyendo la capacidad regenerativa del ecosistema forestal, y convierte eventualmente al bosque renovable en un recurso “no renovable”. En consecuencia, nuevos problemas de escasez son creados, de agua, forraje, combustible, y alimentación.

El último paso en convertir la naturaleza en 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, cuyo impacto 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 post guerra 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 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) una amenaza a la destrucción ecológica y pone en peligro la sobrevivencia humana.

Recientemente, se ha querido dar un nuevo sentido peligroso 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 continuo 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 implica 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 seguir 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 quedara plena de valores desechados que deberán ser reemplazados por otros que permitan una relación armoniosa con la naturaleza y que permitan el establecimiento de una sociedad perdurable.

El cuadro 6.1 a continuación nos presenta el contraste entre estos valores:

**Cuadro 6.1. 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. Velocidad.	• Cuanto más grande mejor.	• Lo pequeño también tiene un lugar.
• Especialización.	• Hay que ir más rápido.	• ¿Adónde vamos?.
• Determinantes del status.	• Clave para la eficiencia.	• Aumenta la dependencia; conduce al aburrimiento en el trabajo.
• Hijos	• Posesiones materiales. • Se dan por sentado, casi automáticamente	• Desarrollo personal, aportación social. • Opcional; un asunto sobre el que se debe meditar.

## 6.2 Alcances de la propuesta agroecológica

### 6.2.1 Situación actual y las expectativas

Muchos científicos actualmente están de acuerdo en que el modelo agrícola preconizado por la revolución verde afronta una crisis medio ambiental 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 de 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 tiene como base el propio sistema socioeconómico que pro-

mueve 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 debido a 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.

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 las cuales 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 agrícolas, medio ambiental y social. Es a través de esta profunda concepción de la ecología de la agricultura que 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 sustituir 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 enraizados 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 limitantes sólo representan los síntomas de una enfermedad mayor, sistémica, inherente a los agroecosistemas desequilibrados. No aprecia 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 porque 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, como se produce, quien lo produce, y para quien 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 medio ambiental y a la pobreza rural en todo el mundo en desarrollo.

### **6.2.2 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 o de volver al estado innato de estabilidad natural. 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 los

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 ce-

rradas de energía, conservación de aguas y suelos, y poblaciones equilibradas de enemigos naturales. La idea es explotar la complementariedad y sinergia resultante 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 influenciado 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 a 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 radicalmente, o transforman 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 6.2. Comparación entre la revolución verde y las tecnologías agroecológicas**

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

### 6.3 Implementación de la propuesta agroecológica

#### 6.3.1 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:

- 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.
- 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.

- La existencia de instituciones líderes capaces de articular instituciones como el gobierno local, servicios públicos regionales, empresas privadas, ONGs 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 debe ser una instancia para reflexionar e influir sobre las políticas agrícolas, de investigación tecnológicas, de formación de profesionales y de financiamiento.
- 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 producción 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 organizada.

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, 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 son vitales 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 deba 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.

### **6.3.2 El establecimiento de sistemas productivos agroecológicos**

Los agroecosistemas convencionales modernos que caracterizan el sector comercial agrícola en los países de 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, a 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 a un manejo de bajos insumos externos es un proceso gradual con cuatro fases bien marcadas:

- Disminución progresiva de agroquímicos.
- La racionalización y eficiencia del uso agroquímico a través de un manejo integrado de plagas (MIP) y un manejo integrado de nutrientes.
- La sustitución de insumos, utilizando tecnologías alternativas de bajos insumos energéticos.
- 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:

- El aumento de la biodiversidad tanto en la superficie como en el subsuelo.
- El aumento de la producción de la biomasa y del contenido de materia orgánica del suelo.
- Los niveles decrecientes de residuos de plagas y pérdida de nutrientes y componentes de agua.

- El establecimiento de relaciones funcionales entre los diversos componentes agrícolas.
- La planificación óptima de la secuencia del cultivo y la combinación y uso eficaz de los recursos disponibles a nivel local.

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 agricultores obtener una reducción significativa del uso de plaguicidas, estableciendo por lo tanto un marco para iniciar la sustitución del insumo (por ejemplo, control biológico, fertilización orgánica) para, finalmente, entrar en el diseño de sistemas integrados de producción arrocería 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 era mayor que el 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 lo descrito aquí.

#### 6.4 Necesidades de investigación y transferencia

El conocimiento previo de las características principales del enfoque de investigación reduccionista-mecanicista y de otros enfoques ó 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 investigación 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?	* Laboratorio * Centros experimentales * Parcelas campesinas
¿Quiénes deben investigar?	* Investigadores universidad y/o estaciones experimentales * Técnicos ONGs * Campesinos
¿Para quiénes o para qué debe servir la investigación?	

### 6.4.1 ¿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:

- Conocimientos básicos generales
- 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 evitara tropezar frecuentemente en el método de prueba y error.

La realización de investigación para obtener conocimientos básicos disminuirá el riesgo de transformar la agroecología en una serie de recetas. No son estas en si lo importante sino el principio en que se basan. A este nivel la agroecología tiene un limitante y es que falta abundante información sobre los principios básicos que la sustentan como ciencia y que ya debían 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 6.1. A continuación nos presenta algunos aspectos de investigación básica y aplicada a considerar

**Tabla 6.3. 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 cultivares 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?	¿Porqué 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 composts o enterrar los residuos en el suelo?
Etc.	Etc.

Las respuestas a las anteriores preguntas no es una sola, esta dependerá de la situación concreta de cada campesino o agricultor. No son validos los mismos métodos, diseños estadísticos y parcelas en unos que en otro tipo de problemas. De la respuesta al qué investigar, derivara el cómo hacerlo.

### 6.4.2 ¿Dónde debe realizarse la investigación agroecológica?

Este es otro aspecto que se presta para discusión. Existe en general, una fuerte critica 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 valida. Sin embargo, esta discusión sólo tiene sentido una vez establecido el objetivo de la investigación. Se ha comentado anteriormente que exis-



te 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 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 campos de agricultores; tienen mas 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 las tecnologías: lombricultura, control biológico, abonos verdes, uso de extractos de plantas, asociaciones benéficas, etc..., aunque estas 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's 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 mas que nutrientes.

Si partimos de la premisa 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.

#### **6.4.3 ¿Quiénes deben investigar agroecología?**

Los actores que deberán tomar parte de los distintos aspectos de la investigación agroecológica serían:

- Agricultores o campesinos,
- Técnicos de ONG's
- 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 investi-

gación 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 las sustentan. Esto permitiría predecir los límites de su aplicación.

Para la participación de los Investigadores, tanto de las Estaciones Experimentales, 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 las Facultades de Ciencias Agropecuarias en la formación de sus profesionales e investigadores.

#### **6.4.4 ¿Para quienes o para que debe servir la investigación?**

¿Cuál es el ámbito de acción de la agroecología? ¿Para que 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 a 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 ejemplos de agricultura sustentable basados en tecnologías desarrolladas por comunidades marginales de campesinos o indígenas desde tiempos ancestrales. Ejemplos notables de ellos son las famosas chinampas de México o los waru-waru 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 a 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 sistemas extensivos y/o más tecnificados de producción. Debemos reconocer entonces que la agroecología tiene limitaciones? Creo 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 sistemas de producción basados 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 más básicas que tiendan a responder a interrogantes más amplios.

### 6.4.5 El papel de las universidades

La Universidad es un actor principal en el desarrollo de un tipo de investigación más apropiada al 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 provenga 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 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 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 rotaciones de cultivos adecuados para el control de malezas y enfermedades o reducir el uso de fertilizantes a través de su remplazo 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 al 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 si 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.
- Mayor simplicidad que significa el planteo de los problemas desde una sola disciplina (enfoque reduccionista).
- Falta del desarrollo y mantenimiento de Revista o publicaciones Nacionales de prestigio.
- Falta de Proyectos claros y a largo plazo de formación de Recursos Humanos a nivel de Postgrado. ¿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 ó 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 especialista o ultra especialistas en sus áreas: ¿Quién pone el contexto de la investigación? Se necesita alguien que tenga una visión más holística y que comprenda el papel que cada una de las disciplinas juega en la resolución del problema global. No es posible comprender los alcances de los problemas y el contexto en el que los resultados adquieren validez, sin un análisis holístico y sistémico comprendiendo 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 ONGs. 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 ONGs 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.

## 6.5 Ejercicio 6.1 Consideraciones Finales

### Objetivo

Discutir y reflexionar sobre algunas consideraciones que favorecen u obstaculizan el desarrollo de la agroecología.

### Orientaciones para el instructor

- Indique a los participantes que el ejercicio consiste en reflexionar y contestar unas preguntas sobre el tema de la sección.
- Divida el grupo en subgrupos máximo de cinco personas.
- Cada grupo debe nombrar un relator.
- Entregue a cada grupo las preguntas.
- Facilite los materiales requeridos para dar a conocer sus respuestas en plenaria.
- 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.
- Las hojas de papelógrafo con las respuestas se pegaran a una pared o tablero en orden secuencial de presentación.
- El instructor a medida que se haga la socialización elaborara 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.

### Recursos necesarios

- Preguntas
- Hojas para papelógrafo
- Tarjetas de cartulina
- Marcadores
- Cinta
- Papelógrafo

Tiempo del ejercicio: 90 minutos

### Instrucciones para los participantes

- Nombrar un relator para presentar los resultados en plenaria.
- Escribir en hojas individuales para papelógrafo la síntesis de las respuestas de los conformantes del grupo.
- Comparta con su grupo su opinión y respuesta a las preguntas planteadas.
- 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

- Identificar los principales aspectos sociales, económicos, políticos, tecnológicos, ambientales y culturales que posibiliten ó limiten el desarrollo de la propuesta agroecológica a nivel de su país, región y comunidad campesina.
- ¿Qué criterios se deben tomar en cuenta para generar tecnologías Agroecológicas para los campesinos?
- 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. Modulo 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. Mas alimentos, menos pobreza, mejor administración de los recursos. Perspectivas e interrogantes dirigidas a las ONG y recibidas 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 Modulo III. pp. 11-23.

# **Anexos**

## **Tabla de Contenido**

<b>ANEXO #1. . . . .</b>	<b>107</b>
<b>Zonas de Vida de la República Dominicana de acuerdo al Sistema de Clasificación de Holdridge, publicado en 1982. . . . .</b>	<b>107</b>
<b>Monte Espinoso Subtropical . . . . .</b>	<b>107</b>
<b>Bosque Seco Subtropical . . . . .</b>	<b>107</b>
<b>Bosque Húmedo Subtropical. . . . .</b>	<b>108</b>
<b>Bosque muy Húmedo Subtropical . . . . .</b>	<b>109</b>
<b>Consideraciones generales sobre su uso apropiado. . . . .</b>	<b>110</b>
<b>Bosque pluvial Subtropical. . . . .</b>	<b>111</b>
<b>Condiciones climáticas . . . . .</b>	<b>111</b>
<b>Bosque húmedo Montano Bajo. . . . .</b>	<b>111</b>
<b>Bosque muy húmedo Montano Bajo. . . . .</b>	<b>112</b>
<b>Bosque muy húmedo Montano. . . . .</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO #2. . . . .</b>	<b>114</b>
<b>Biodiversidad de la Isla Española . . . . .</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO #3. . . . .</b>	<b>117</b>
<b>Glosario . . . . .</b>	<b>117</b>



---

## ANEXO #1

---

### *Zonas de Vida de la República Dominicana de acuerdo al Sistema de Clasificación de Holdridge, publicado en 1982\*.*

---

#### Descripción de las zonas de Vida

##### Monte Espinoso Subtropical

Las áreas más extensas de esta zona de vida se encuentran en la región suroeste del país. Una área pequeña se encuentra al suroeste de Baní, cruzando Arroyo Hondo, y se extiende en dirección oeste hasta la Bahía de las Calderas.

La línea divisoria entre el bosque seco y el monte espinoso se vuelve a localizar al este del pueblo de Azua entre los parajes: Hatillo y Las Charcas. Una área más extensa de esta zona de vida empieza en los alrededores de Puerto Viejo, extendiéndose en dirección noroeste, atravesando parte de la planicie de Azua, el Río Yaque del Sur hasta los alrededores del Lago Enriquillo.

En la región noroeste del país se encuentra otra área pequeña situada al pie de la loma de los Aguacates, cerca del paraje Cruce de Guayacanes. La superficie total de esta zona de vida es de 1,001 Km<sup>2</sup> aproximadamente, lo que representa el 2.08 por ciento de la superficie del país. En esta zona de vida, las condiciones climáticas están representadas por días claros en la mayor parte del año y por una escasa precipitación anual.

La evapotranspiración potencial puede estimarse, en promedio, en 130 por ciento mayor a la cantidad de lluvia total anual. En esta zona de vida las aguas de las lluvias raramente llegan a correr por el cauce de los ríos. Los terrenos correspondientes a esta zona de vida son de relieve plano a ligeramente accidentado. La elevación varía desde el nivel del mar hasta los 300 m de altura.

La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas. Entre las principales especies que predominan en las zonas de esta formación están los cactus, tales como: la guazábara (**Cylindropuntia caribaea**), común en la zona situada entre Azua y el Lago Enriquillo; cactus (**Neoabbottia paniculata**), común en la zona entre el Río Tábara y los alrededores del Lago Enriquillo; la palmera yarey (**Copernicia berteroana**), común en la zona de Azua; la bayahonda (**Prosopis juliflora**), común en todas las áreas de esta zona, y especies del **Capparis**.

\* Estos estudios fueron realizados en nuestro país por Humberto Tasaico en 1967

##### Bosque Seco Subtropical

Las áreas ocupadas por esta zona de vida se encuentran localizadas en diferentes lugares del país. En el extremo suroeste se encuentra una faja que empieza en el pueblo de Enriquillo, continuando en dirección oeste, pasando por la vertiente sur de la Sierra de Bahoruco hasta la frontera con Haití, en las inmediaciones de Pedernales. En la parte norte de la península de Barahona se extiende otra faja que va desde la costa del Mar Caribe hasta Jimaní.

El límite en esta zona de vida se extiende hacia el sureste por la vertiente sur de la Cordillera Central, desde Juan Herrera, Padre Las Casas, Baní, hasta Hato Viejo al Sur de San Cristóbal. En el extremo sureste se extiende desde Cabo Engaño hasta San Rafael del Yuma. En el extremo noroeste se extiende desde Santiago hasta Monte Cristi, entre las vertientes norte de la Cordillera Central y sureste de la Cordillera Septentrional. La superficie total de esta zona de vida es de aproximadamente 9,812 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 20.42 por ciento de la superficie del país.

Los terrenos correspondientes a esta zona de vida son de relieve variable. La elevación varía desde el nivel del mar hasta los 700 m. de altura. Entre las principales especies indicadoras de esta zona de vida se encuentran: la baitoa (**Phyllostylon brasiliense**); bayahonda (**Prosopis juliflora**); el cambrón (**Acacia farnesiana**), guayacán (**Guaiacum officinale**) y guayacán vera (**Guaiacum sanctum**). Las especies de la vegetación varían según la calidad de los suelos; en ciertos lugares predominan el almácigo (**Bursera simarouba**) y el fríjol (**Capparis spp.**).

Entre las especies que tienen madera o producto con valor comercial se encuentran: Guaiacum officinale, Guaiacum sanctum, Prosopis juliflora y Phyllostylon brasiliense.

### **Bosque Húmedo Subtropical**

Las zonas de esta formación se extienden por los valles agrícolas más importantes que se encuentran en el país.

En la región del norte, el bosque húmedo Subtropical cubre los valles cuyos ríos desembocan en el Océano Atlántico. Estas áreas se extienden, desde el nivel del mar hasta los 500 metros, por el norte de las vertientes de la Cordillera Septentrional. Esta zona de vida continúa por la vertiente sur de esta cordillera, cubriendo gran parte del Valle Oriental del Cibao y los valles que se unen con la parte baja de la cuenca del Río Yuna. En la península de Samaná, cubre principalmente los terrenos desde la costa hasta los 400 metros sobre el nivel del mar. En la parte noroeste se extiende por el sur de Dajabón, abarcando los valles formados por los afluentes del Río Yaque del Norte, a elevaciones desde los 400 m hasta los 800 msnm.

En la región del oeste cubre los valles de los tributarios del Río Artibonito, por la margen izquierda, extendiéndose desde las vertientes septentrionales de la Sierra de Neiba hasta las meridionales de la Cordillera Central. En la región suroeste se extiende por la Sierra de Neiba, a elevaciones que varían desde los 400 metros hasta los 800 msnm. En las vertientes de la Sierra de Batoruco cubre fajas angostas entre el bosque muy húmedo Subtropical y el bosque seco Subtropical; las elevaciones varían desde el nivel del mar (Barahona) hasta los 700 msnm.

En el sur de las vertientes de la Cordillera Central cubre los valles de los afluentes de la cuenca del Río Yaque del Sur y de los ríos Ocoa, Nizao y Haina. En la región sureste, abarca prácticamente toda la Llanura Costera del Caribe, entre San Cristóbal, las vertientes sur de la Cordillera Oriental y San Rafael del Yuma. También comprende porciones de los valles angostos que se encuentran en las vertientes norte y este de la Cordillera Oriental. El área total de esta zona de vida es la más extensa del país y cubre aproximadamente 22,139 Kms<sup>2</sup>, que representa el 46.08 por ciento de la superficie del país.

El período en que las lluvias son más frecuentes corresponde a los meses de abril a diciembre, variando la intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de esta zona de vida. Por otra parte, a partir de abril los vientos alisios que soplan del este vienen cargados de humedad, que al pasar por la isla dan origen a lluvias, tanto convectivas como orográficas. La precipitación en esta zona de vida alcanza hasta los 2000 mm como promedio anual de muchos años. En los lugares de menor elevación la temperatura puede variar de 23 a 24 grados celsius y en algunos lugares puede descender hasta los 21 grados celsius.

Las principales especies indicadoras que ayudan a identificar esta zona de vida son: el roble (Catalpa longissima), especialmente en los terrenos bien drenados, y la caoba (Swietenia mahagoni), una especie muy característica de esta zona de vida. La vegetación de los pequeños rodales secundarios está constituida principalmente por las especies de Juan Primero (Simarouba glauca), anón de majagua (Lonchocarpus domingensis), y jagua (Genipa americana), mientras las especies más comunes en la Llanura Costera del Caribe y las vertientes de la Cordillera Septentrional son guaraguao o grigrí (Bucida buceras), yaya (Oxandra lanceolata), amacey (Tetragastris balsamifera), (Chlolophora tinctoria), (Guazuma ulmifolia), (Citharexylum fruticosum), (Coccoloba pubescens), (Trema micrantha), (Anacardium occidentale), e higo (Ficus sp.).

La regeneración natural de las especies nativas se produce fácilmente por la humedad existente en el terreno. Las especies de esta zona de vida en general son de un crecimiento moderado.

Los terrenos de esta zona de vida, desde el punto de vista climático, son los más adecuados para el desarrollo de las actividades agropecuarias, por la combinación óptima de temperaturas y lluvias. En estas zonas se encuentran situados los centros poblados de más alta densidad demográfica. Las actividades básicas de la mayor parte de la población son la agricultura y la ganadería. Por esas mismas condiciones climáticas, la población rural de estas zonas ha prosperado mejor que la población de cualesquiera otras zonas de vida. Las condiciones para desarrollar una ganadería intensiva son buenas, principalmente para la crianza de ganado vacuno de leche. Los terrenos no aptos para especies cultivadas, situados cerca de la línea divisoria del bosque muy húmedo, deben destinarse a trabajos de reforestación.

Entre las principales especies nativas, que pueden utilizarse para plantaciones por la calidad de su madera, se encuentran la caoba (Swietenia mahagoni), que es una especie muy poco atacada por los insectos durante los primeros años de su período vegetativo, y el roble (Catalpa longissima). La palma real (Roystonea hispaniolana) es una planta que los agricultores han empezado a proteger de sus potreros, debido a los múltiples beneficios que proporciona. Los frutos de esta palmera se utilizan como alimento en la crianza del ganado porcino, las hojas se emplean en el techado de las casas, y el tronco como material de construcción.

### **Bosque muy Húmedo Subtropical**

Las zonas de esta formación se extienden principalmente entre las vertientes de la Cordillera Septentrional, la Cordillera Central y la Cordillera Oriental. Esta zona de vida principalmente colinda con las zonas de vida bh-S y bmh-MB. En la región norte abarca principalmente los terrenos accidentados de la Cordillera Septentrional. En la parte noreste ocupa el Promontorio de Cabrera, extendiéndose hasta el nivel del mar. En la Península de Samaná, se extiende desde los 200 metros de altura hasta las mayores elevaciones que existen en esta península.

En la región del este, esta formación ocupa las vertientes de mayor elevación de la Sierra de Yamasá y la Cordillera Oriental. En la parte sur y este de la Cordillera Central ocupa los terrenos que bordean los afluentes de los ríos Yuna, Nizao, Haina y Ozama. El área de esta formación es de 14.2 por ciento de la superficie del país.

El régimen pluviométrico que tiene esta zona de vida es parecido al del bosque húmedo Subtropical, a excepción de las lluvias orográficas más intensas. Estas lluvias, por ser de mayor duración, influyen principalmente en la composición de la flora y en la fisionomía de la vegetación. El patrón de lluvia para esta formación varía desde 2,200 mm hasta los 4,400 mm. en promedio. La mayor precipitación que se ha registrado en el país es de 2,743 mm como promedio total anual, para un período de quince años.

La temperatura de esta zona de vida varía de 24 grados celsius hasta 18 grados celsius (vertientes de la Cordillera) media anual. La evapotranspiración potencial puede estimarse, en promedio, en 60 por ciento menor a la precipitación media total anual. En esta zona de vida las 3/5 partes del agua de lluvia se pierden por escurrimiento, dando origen a que los ríos lleven agua durante todo el año.

Los terrenos de esta zona de vida, en su mayor parte, son de topografía accidentada. La elevación varía desde el nivel del mar hasta los 850 metros de altura. La vegetación natural de esta zona de vida está constituida principalmente por árboles. Las principales especies que ayudan a identificar a esta zona de vida son el ciruelillo (*Buchenavia capitata*), el sablito (*Didymopanax morototoni*), el madroño (*Byrsonima spicata*) y el aguacatillo (*Alchornea latifolia*). La vegetación natural de esta zona de vida está constituida principalmente de las siguientes especies: almendro (*Prunus myrtifolia*), la cabirma (*Guairea sp.*), el algarrobo (*Hymenaea courbaril*), la balatá (*Manilkara domingensis*), común en las áreas de la península de Samaná y vertientes de las cordilleras Septentrional y Oriental; y la palmera manacá (*Euterpe globosa*), que aparece en los bosques de determinada clase de suelos. Otra de las especies comunes es el pino (*Pinus occidentalis*). Los mejores rodales de pino corresponden a esta zona de vida, así como el volumen maderable mayor por unidad de superficie.

Las condiciones climáticas que reúne esta zona de vida son favorables para una regeneración natural fácil y abundante y para un rápido crecimiento de las especies.

### **Consideraciones generales sobre su uso apropiado**

El uso de la tierra en esta zona de vida, sin un planteamiento técnico - agrícola, puede ocasionar pérdidas si no se tienen en cuenta las limitaciones impuestas por las condiciones de alta humedad. En los proyectos de colonización que se han puesto en marcha no se ha tenido en consideración la selección de las especies, ni los sistemas más adecuados para mantener la fertilidad de los suelos. Como resultado, el colono después de dos o tres años, necesita nuevas tierras para producir cosechas remunerativas, y los que continúan trabajando en las mismas tierras encuentran que éstas se tornan improductivas por causa del lavado intensivo de los elementos nutritivos que requieren las plantas, agotando el suelo hasta volverlo improductivo.

Los terrenos no aptos para las actividades agropecuarias y con pendiente pronunciada deben permanecer cubiertos con bosques. En esta zona de vida la mayor superficie de las tierras corresponde a la categoría de terrenos forestales.

## **Bosque pluvial Subtropical**

La ubicación de esta zona está relacionada con la posición fisiográfica que ocupan dentro del bmh-S. El área de mayor extensión se encuentra entre las nacientes de los ríos Masipetro y Jima, alrededor de la loma Casabito. Otras zonas pequeñas están localizadas en las cordilleras Oriental y Septentrional. El área total de esta zona de vida es de 56 Km<sup>2</sup> aproximadamente, que representa el 0.12 por ciento de la superficie del país.

### **Condiciones climáticas**

La mayor precipitación que reciben estas zonas proviene, sin duda alguna, de las lluvias orográficas. La carretera que va desde Bonaio hasta Constanza pasa cerca de esta zona de vida, cruzando una región que durante gran parte del año está cubierta de nubes, especialmente en las últimas horas de la tarde, llegando a alcanzar niveles tan bajos que imposibilitan el tránsito por esta ruta. La evapotranspiración potencial puede estimarse, en promedio en 75 por ciento menor que la precipitación media anual. En esta zona de vida las 3/4 partes o más del agua de las lluvias que caen discurre por los ríos, lo que da lugar a que éstos lleven agua todo el año.

La topografía de los terrenos, en su mayor parte, es accidentada. La elevación varía desde los 400 hasta los 850 metros de altura. La vegetación natural está constituida por árboles, que se caracterizan por estar cubiertos de plantas parásitas y epífitas. Entre las principales especies indicadoras se encuentran el helecho arbóreo (Cyathea sp.) y el lirio (Linociera sp.). En esta zona de vida las especies nativas tienen un crecimiento mucho más rápido que las especies del bmh-S y poseen una regeneración natural abundante.

Desde el punto de vista agrícola, ganadero y forestal, los terrenos del bosque pluvial Subtropical no tienen ningún valor debido a la excesiva humedad. Los terrenos de esta zona de vida necesariamente tendrán que estar cubiertos con su vegetación natural, como un medio de controlar el escurrimiento de las lluvias y la erosión de los suelos.

## **Bosque húmedo Montano Bajo**

La mayor parte de esta zona de vida se encuentra en las estribaciones de la Cordillera Central, entre el bh-S y bmh-MB, sobre los terrenos con topografía accidentada y suelos de baja productividad. En la Sierra de Neiba y la Sierra de Bahoruco los terrenos de laderas que están a más de 800 metros de altura corresponden a esta formación. Esta zona de vida cubre 3,214 Km<sup>2</sup> aproximadamente, que representa el 6.7 por ciento de la superficie total del país. Las condiciones climáticas que reúne esta zona de vida son las más ventajosas para la vida humana y animal, aunque en el país estas áreas son poco pobladas. Las temperaturas son moderadas, muy parecidas a las que caracterizan a un clima templado, y las lluvias, aunque irregulares, logran mantener cierta humedad en el terreno durante gran parte del año. La cantidad de lluvia varía según los lugares, desde los 900 hasta los 1,800 mm como promedio total anual. Las temperaturas tienen poca variación durante el día y en cualquier época del año. Las temperaturas más bajas se registran, por lo general, en las madrugadas y, durante la época de menor precipitación, por las noches. Entre diciembre y febrero pueden descender hasta -1 grado celsius, lo que da lugar a heladas eventuales. La temperatura tiene una media anual que varía entre los 18 grados y los 12 grados celsius.

Los terrenos de esta zona de vida tienen, mayormente, una topografía accidentada. La elevación varía desde los 800 m hasta los 2,200 m. de altura. La vegetación natural primaria está constituida principalmente por árboles de pino. Otras especies de coníferas que se encuentran en la Cordillera Central son la sabina (**Juniperus gracilior**) y **Podocarpus buchii**. Entre las principales especies de hoja ancha se encuentran: **Garrya fadyenii** y **Vaccinium cubense**, propias de las áreas que están situadas cerca de Constanza y la Sierra de Bahoruco; y la guácima (**Guazuma tomentosa**). Las especies nativas tienen una regeneración natural fácil, por la humedad en los suelos, y son de crecimiento moderado. Los terrenos, desde el punto de vista ecológico, reúne características óptimas para las actividades agropecuarias y forestales. Las plagas y enfermedades en las especies utilizadas son muy esporádicas. Sin embargo, las actividades agrícolas se encuentran restringidas por el factor suelo, ya que son muy reducidas las áreas que pueden destinarse a la agricultura. La mayor parte de los terrenos de esta zona de vida, por sus características topográficas y la calidad de los suelos, es favorable únicamente para el crecimiento de las especies forestales. Entre las principales especies agrícolas se encuentran la papa, el maíz, el trigo y diversas hortalizas. Los terrenos ligeramente accidentados y con suelos poco profundos pueden utilizarse para especies de frutales, tales como ciruelo, durazno, manzano, chirimoya y otras propias del clima templado.

La mayor superficie de esta zona de vida está compuesta de terrenos forestales, en las que el Gobierno necesita implantar una mejor administración y control de las explotaciones. La especie nativa de mayor importancia que puede utilizarse para incrementar las áreas deforestadas es el pino (**Pinus occidentalis**), que hasta los 1,500 metros forma rodales con buenos ejemplares.

### **Bosque muy húmedo Montano Bajo**

Se extiende principalmente por las estribaciones de la Cordillera Central, donde tienen su origen los afluentes de los principales ríos que existen en el país. Otras áreas se encuentran en las partes de mayor elevación en las Sierras de Neiba y Bahoruco.

El área total de esta zona de vida es de 3,557 Km<sup>2</sup>, que representa el 7.4 por ciento de la superficie total del país. Las condiciones climáticas de esta zona de vida se caracterizan por la presencia de escarchas temporales y por recibir una mayor precipitación que el bh-MB. Para las áreas de esta formación no existen datos meteorológicos, pero se puede estimar que las precipitaciones llegan a alcanzar cantidades mayores a los 2,000 mm total anual. El régimen pluviométrico es similar al de bh-MB, aunque las precipitaciones orográficas son más intensas. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio en 55 por ciento menor que la precipitación media total anual. En esta zona de vida cerca del 50 por ciento del agua de lluvia no es evapotranspirada, por lo que los ríos llevan agua en gran parte del año. La topografía de los terrenos de esta zona de vida es generalmente accidentada. La elevación varía desde los 850 hasta los 2,100 metros. La vegetación natural está constituida principalmente por especies arbóreas. Entre las principales especies indicadoras que ayudan a identificar esta zona se encuentran: **Garrya fadyenii**, **Weinmannia pinnata**, **Oreopanax capitatus**, **Brunellia comocladifolia** y **Didymopanax tremulus**. Las especies más valiosas del bosque natural de estas áreas están constituidas por pino y especies de hoja ancha, tales como el ébano (**Diospyros ebenaster**) y el almendro (**Prunus occidentalis**). En esta zona de vida las especies nativas tienen una regeneración natural fácil y de un crecimiento moderado. Desde el punto de vista ecológico, los terrenos de esta zona de vida, ofrecen pocas posibilidades para las actividades agropecuarias; son netamente forestales y su vegetación natural, en algunos lugares, debe

permanecer sin explotarse para controlar el escurrimiento de las lluvias y evitar la erosión de los suelos de las cuencas hidrográficas. Del uso que se dé a terrenos de esta formación depende en gran parte el abastecimiento permanente de agua de regadío y el potencial forestal con que puede contar el país en el futuro.

Esta zona se encuentra en la parte oriental de la Cordillera Central, entre los afluentes de los ríos Nizao y Yaque del Norte y, en la parte occidental, entre los afluentes del río San Juan. El área total de esta zona de vida es de aproximadamente 36Km<sup>2</sup>, que representa el 0.07 por ciento de la superficie total del país. Esta zona de vida se caracteriza, al igual que las otras formaciones de la faja Montano Bajo, por la presencia de escarcha en ciertas épocas del año. La precipitación puede estimarse como superior a los 4,000 mm de lluvia total anual. La evapotranspiración potencial puede estimarse, en promedio, en 76 por ciento menor que la precipitación media anual. En esta zona de vida aproximadamente las 3/4 partes del agua de la lluvia no es evapotranspirada, pasando por escurrimiento en los ríos. Los terrenos de esta zona de vida tienen una topografía accidentada. La elevación varía entre los 1,600 y los 1,800 m. Su vegetación se caracteriza por el predominio de helechos arbóreos y la presencia de plantas parásitas y epífitas que cubren los troncos de los árboles, que pertenecen a especies poco conocidas. Desde el punto de vista ecológico, esta zona de vida no tiene ningún valor agropecuario ni forestal. Su vegetación natural debe mantenerse inalterada para controlar el escurrimiento de las lluvias y evitar la erosión de los suelos.

### **Bosque muy húmedo Montano**

Está localizada principalmente en las mayores elevaciones de la Cordillera Central, donde se encuentran los picos más altos de la isla Española y del Caribe. El área total de esta zona de vida es de alrededor de 303 Km<sup>2</sup>, que representa el 0.6 por ciento de la superficie del país. En esta zona de vida, las condiciones climáticas difieren del bmh-MB por ser más frecuentes las heladas. La cantidad de lluvia que recibe esta zona puede estimarse en 1,500 mm total anual. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio, en 60 por ciento menor que la precipitación media anual. Los terrenos, en su mayor parte, tienen una topografía accidentada. La elevación para la faja altitudinal Montano en este país empieza a los 2,100 metros sobre el nivel del mar. La vegetación natural está constituida por árboles de poca altura, con características fisionómicas y de flora distintas de las otras formaciones. La principal especie arbórea es el pino (***Pinus occidentalis***), el cual tiene una forma muy irregular y poca altura en esta zona de vida. En general, el pino forma rodales abiertos y con un volumen maderable muy bajo por unidad de superficie. Entre las especies no coníferas más comunes que corresponden a esta zona se encuentran: tabaco cimarrón (***Buddleia domingensis***), ***Lyonia spp.***, tamarindo de loma (***Weinmannia pinnata***) y ***Verbena dominicensis***. Los terrenos de esta zona de vida no tienen valor agropecuario. La explotación forestal puede utilizarse únicamente sobre terrenos de poca pendiente y bajo un sistema de manejo racional. En el área donde está situado el Pico Duarte (3,175 m.s.n.m.) es un lugar muy apropiado para establecer un parque nacional y desarrollar actividades turísticas.

**ANEXO #2*****Biodiversidad de la Isla Española*****La Flora y fauna de la Isla Española:**

El Dr. Alain Henri Liogier en su publicación “La Flora de la Isla Española” del año 1982, reporta que la flora de nuestra isla cuenta con 201 familias, 1281 géneros y unas 5000 especies de plantas fanerógamas, de las cuales 1800 son endémicas de la isla, lo que equivale a un 36% de endemismo. Es preciso expresar, que el número de especies endémicas ha ido variando en razón de que a través del tiempo han sido descritas especies nuevas para la ciencia. El cuadro siguiente nos presenta datos cuantitativos relativos a la flora de las Antillas Mayores:

	Area Km2	Géneros	Géneros Endémicos	Especies (1)	Especies Endémicas	% de E.
Cuba	114,914	1,308	62	5,900	2,700	45.70
Hispaniola	77,914	1,281	35	5,000	1,800	36.00
Jamaica	10,991	1,150		3,247	735	22.60
Pto. Rico	8,897	1,256	2	3,034	228	7.51

Fuente: Liogier, 1982.

1= Contando las especies naturalizadas.

% de E. = Porcentaje de endemismo.

Cuando hablamos de la flora, nos estamos refiriendo al conjunto de plantas verdes que habitan en una región o país en que uno vive. Muchas de nuestras plantas son endémicas y por el deterioro a que están sometidos los recursos del ambiente, sus poblaciones han disminuido de forma exagerada, razón por la cual muchas de nuestras plantas autóctonas (endémicas) están amenazadas o en vías de extinción. Algunos ejemplos de plantas endémicas son la Palma real (Roystonea hispaniolana), Palma cana (Sabal umbraculifera), Cotoperí (Talisia jimenezii), árbol de la misma familia de la quenepa o limoncillo, localizado hasta la fecha solamente en la Región Este, específicamente en San Pedro de Macoris y Bayahíbe, Juan Primero (Simarouba berteroaana), ubicada en Las Dunas de Baní y alrededores, en condiciones silvestres, así como Ebano verde (Magnolia pallescens), de madera preciosa y especie limitada a lugares muy confinados de la Cordillera Central, como es el caso de Constanza y áreas aledañas (vea lista de plantas anexa).

En relación a la fauna, los invertebrados, principalmente los insectos están muy poco estudiados en nuestro país, a pesar de la importancia de este grupo tanto desde el punto de vista económico, así como por el rol que juegan dentro de la alimentación de muchas especies de vertebrados. En Colombia se reportó, la hormiga culona (Atta laevigata), insecto que es cazado por millares y utilizado como alimento humano. Es un plato riquísimo al que se le atribuyen propiedades afrodisiacas.



A diferencia de los invertebrados, en la República Dominicana, los vertebrados han sido mejor estudiados. Cinco clases de estos animales, constituyen los más conocidos en nuestro país. En general, los grupos taxonómicos de la Española se presentan en la tabla que sigue:

**Grupos taxonómicos de vertebrados de la Española**

CLASES	ORDENES	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	SUBESPECIES
Peces		21	41	70	70
Anfibios	1	4	7	60	75
Reptiles	4	15	34	141	327
Aves	20	53	151	254	268
Mamíferos	6	17	29	33	34
<b>Total</b>		<b>110</b>	<b>262</b>	<b>558</b>	<b>774</b>

Fuente: *La Diversidad Biológica en la República Dominicana, DVS, SEA (1990).*

De los anfibios y reptiles tenemos que mencionar que la mayoría de sus especies son endémicas de la isla. De un total de 60 anfibios 58 son endémicos y sólo dos: el maco pempén (Bufo marinus) y la rana toro (Rana catesbeiana) son introducidas.

La rana toro es un anfibio oriundo de Norteamérica, que fue introducido al país en los años de 1960. Es un animal muy apetecido como alimento humano. Es muy voraz, resistente y con gran potencial productivo. En los lugares donde se encuentra es dañino para especies nativas y endémicas de anfibios, peces, moluscos, etc. El maco pempén es un caso similar al de la rana toro.

En los reptiles tenemos dos especies de iguana: Cyclura cornuta y Cyclura ricordi, esta última endémica de la isla. En relación a los lagartos, de un total de 111 especies: 89 son endémicas y las restantes nativas e introducidas. De las culebras tenemos alrededor de 28 especies, de las cuales 26 son endémicas. El cocodrilo americano (Crocodylus acutus) es una especie nativa.

Las iguanas han sido especies perseguidas sistemáticamente por varias razones: su carne es comida por personas y la manteca es utilizada para fines medicinales, según lo expresado por moradores de diferentes localidades. Además existe repudio, odio a estos animales. Este es el mismo caso de las culebras, nadie quiere saber de estas especies y hasta la fecha lo que sabemos es que son beneficiosas porque comen ratas y no son venenosas. Entonces por qué matar las culebras?

El Cocodrilo Americano desapareció de Laguna Saladilla en la región noroeste del país. Hoy sólo se encuentra reportado para el Lago Enriquillo. En la década de los 80 se estimaron unos 500 cocodrilos adultos, hoy con mucho sacrificio existen alrededor de 168.

Hace poco leí en el periódico El Nacional de fecha 28 de mayo (pág. 41) del presente año, que un médico chino ha desarrollado un tratamiento contra la trombosis a base de veneno de serpientes y de hierbas, el cual consigue la curación en un 98 por ciento de los casos. En China, la Asociación China de Serpientes, favoreció este medicamento. Ojalá que aquí tomemos conciencia de la importancia de estos animales (de

las culebras) repudiadas injustamente por nosotros, pero que pueden constituirse en una herramienta esencial para el desarrollo presente y futuro de la humanidad.

Por otra parte me enteré que un residente de los Estados Unidos fue obligado a pasar 30 días en la cárcel después de la navidad por lanzar a un gato desde el décimo piso de un edificio de apartamentos. Este señor de 21 años de edad quiso comprobar si el gato en verdad caería sobre sus cuatro patas. Lamentablemente cayó muerto y el sujeto además de los 30 días de la cárcel pagó 500 dólares de multa y permanecerá un año bajo libertad condicional. En naciones como la nuestra, las leyes sobre protección de animales si existen su aplicación es insuficiente. En países como Estados Unidos existen sociedades protectoras de animales.

Dentro del grupo de los reptiles están las cuatro especies de tortugas marinas y dos jicoteas de agua dulce, todas están amenazadas. Estas cuatro especies de tortugas marinas habitan y anidan en nuestras playas, principalmente en la Costa Este (entre Laguna Limón y Cabo Engaño), Península de Barahona (Parque Nacional Jaragua) y Bahía Escocesa (Península de Samaná).

Las cuatro especies de tortugas marinas son: Caretta caretta (caguamo), Chelonia midas (tortuga verde), Dermochelys coriacea (tinglar) y Eretmochelys imbricata (carey) y las dos especies de jicoteas de agua dulce son: Trachemys decorata y Trachemys stejnegeri. Todas estas especies están amenazadas o en vías de extinción en el mundo.

Los mamíferos son un total de 33: entre ellos tenemos 18 murciélagos. De este grupo sólo cuatro especies son endémicas: Jutía (Plagiodontia aedium), Selenodonte (Selenodon paradoxus), Seledonon marconoi (posiblemente extinto) y el murciélago (Phyllops haitiensis). Una especie de este grupo es el manatí (Trichechus manatus), considerado en peligro de extinción en todo el mundo, se encuentra en nuestras costas y en la actualidad se está llevando a cabo una investigación para determinar cual es su status en las aguas marinas.

En cuanto a las aves, en la isla están presentes un total de 254 especies, de las cuales 22 son endémicas de la Española (lista anexa). Entre ellas podemos mencionar la cotorra (Amazona ventralis), el perico (Aratinga chloroptera), barrancolí (Todus sunculatus) y la cigua palmera (Dulus dominicus), ave nacional dominicana.

En relación a la avifauna de nuestro país, una información muy curiosa e importante a la vez, es el que en los últimos tiempos, se están haciendo reportes en la ciudad capital, de especies silvestres vistas de manera muy regular. Entre estas especies podemos mencionar: la cotorra (Amazona ventralis) y el perico (Aratinga chloroptera).

La aseveración anterior, nos hace inferir en varios aspectos, uno de los cuales podría ser, que la presencia de aves silvestres en esta ciudad tenga que ver con la arborización cada vez mayor que se está registrando en esta capital.

De los peces de agua dulce en el país, una tercera parte son endémicos, otro tercio nativos y la cantidad restante son introducidos, como lo es el caso de la tilapia (Tilapia mossambicus).

---

**ANEXO #3**

---

**Glosario**

---

**Agricultura convencional:**

Sistema agrícola desarrollado en base al modelo de revolución verde; utilizando altos insumos, maquinaria y variedades mejoradas.

**Arvenses:**

Aquellas plantas que no son el cultivo principal en una siembra.

**Agroindustria:**

Sistema que integra las actividades de la producción agropecuaria, transformación y comercialización.

**Autosuficiencia alimentaria:**

Capacidad de una familia, comunidad, región o país de proveerse la cantidad y calidad de alimento necesaria para llevar una vida sana y armónica.

**Barbecho:**

Período en el cual se deja “descansar” un terreno permitiendo el crecimiento de vegetación natural.

**Biodiversidad:**

Multiplicidad de especies básicas para la creación y mantención de los ecosistemas.

**Capital natural:**

Elementos que provienen de la tierra, el agua, el clima y la vegetación natural y son explotados en función de la producción agrícola.

**Ciclo de nutrientes:**

Recorridos más o menos circulares que hacen los nutrientes entre los organismos y el ambiente.

**Cobertura:**

Plantas vivas o sus residuos colocados sobre la superficie del suelo con el fin de amortiguar el impacto de la gota de la lluvia y evitar pérdida de suelo.

**Conocimiento autóctono:**

Conocimiento basado en las prácticas, creencias y costumbres inherentes a una comunidad.

**Conservación “in situ”:**

La práctica que permite conservar los recursos genéticos en su lugar o localidad donde se encuentran.

**Conservación “ex situ”:**

Colección de recursos genéticos almacenados en un sitio diferente de donde fueron encontrados.

**Ecosistema:**

Grupo de plantas y animales que viven juntos, más aquella parte del medio ambiente físico con el cual interactúan.

**Especies silvestres:**

Plantas que crecen normalmente sin la participación del hombre.

**Escorrentía:**

Escurrimiento del agua sobre la superficie del suelo.

**Erosión:**

Desprendimiento y arrastre del suelo, especialmente de la capa superficial del suelo.

**Estabilizadores del suelo:**

Sustancias de origen orgánico que contribuyen a la formación de la estructura del suelo.

**Factores limitantes:**

Ley biológica que postula que el crecimiento de un organismo, está limitado por el recurso menos disponible del ecosistema.

**Germoplasma:**

Material genético total de una planta.

**Hectárea:**

Medida métrica de la superficie de un área. Una hectárea es igual a 10.000 m<sup>2</sup> o 2.47 acres.

**Homeostasis:**

La capacidad de un sistema para permanecer o retornar a su equilibrio.

**Inmunidad biológica:**

Resistencia natural de un organismo vivo a la agresión de agentes infecciosos o tóxicos.

**Mineralización:**

El proceso de oxidación gradual de la materia orgánica presente en el suelo que deja sólo componentes minerales de éste.

**Nicho ecológico:**

La descripción de las funciones y hábitats únicos de un organismo en un ecosistema.

**Producción de subsistencia:**

Producción destinada a garantizar lo necesario para vivir.

**Predio agrícola:**

Espacio o área destinada a la producción agrícola.

**Paradigma:**

Realizaciones científicas universalmente aceptadas y reconocidas, que durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.

**Postcosecha:**

Labores a las cuales son sometidos los cultivos después de su cosecha.

**Parcela:**

Término utilizado en función del pequeño agricultor que designa el espacio donde desarrolla su sistema de producción.

**Quema:**

Práctica en la cual con la utilización del fuego se elimina total o parcialmente la vegetación viva o sus residuos de un terreno que se va a sembrar.

**Revolución verde:**

La obtención de producciones elevadas debido al desarrollo de variedades de alto rendimiento y aplicación de un paquete tecnológico moderno.

**Roza:**

Corte de las plantas herbáceas y arbustos presentes en un terreno dejando permanecer sus residuos para que sirvan de abono al cultivo a sembrar.

**Recursos genéticos:**

Bien o medio potencial que se encuentra en los genes.

**Sistema tradicional:**

Sistema de producción que involucra recursos locales y su manejo en base a los conocimientos autóctonos del agricultor.

**Sostenible:**

Medida de la constancia de la producción agrícola a largo plazo.

**Sinergia:**

Reacción en la que el efecto total de una interacción excede la suma de los efectos de cada factor por separado.

**Sistema agrícola o de producción:**

La manera en la cual se dispone de un conjunto particular de recursos agrícolas dentro de su medio ambiente, por medio de la tecnología para la producción de productos agrícolas primarios.

**Transpiración:**

El paso del agua a través de los tejidos de las plantas, especialmente a través de las superficies foliares.

**Tumba:**

Práctica en la cual se cortan árboles o alguna de sus ramas para permitir la entrada de luz al terreno en que se va a cultivar.

**Uso sustentable:**

Uso continuo de la tierra sin deterioro permanente o severo de los recursos de la misma.

**Viabilidad:**

Potencial de una semilla para germinar en condiciones favorables, suponiendo que los factores causantes de latencia hubieran sido eliminados.