

P36  
4944



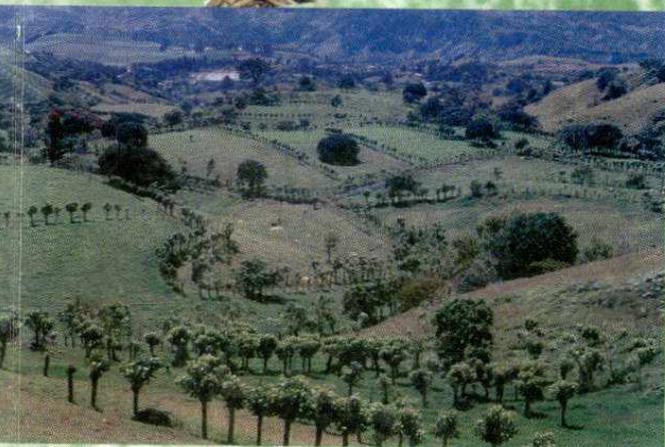
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
Y GANADERÍA



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACIÓN



# AGRICULTURA CONSERVACIONISTA



**UN ENFOQUE PARA  
PRODUCIR Y CONSERVAR**

«FOMENTO Y APLICACION DE PRACTICAS DE  
CONSERVACION Y MANEJO DE TIERRAS  
EN COSTA RICA»



**COSTA RICA**

14 JUL. 1997

**AGRICULTURA CONSERVACIONISTA  
UN ENFOQUE PARA PRODUCIR Y CONSERVAR**

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG)  
DIVISION AGROPECUARIA

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA  
AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO)



## **SERIE: AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

### **TEMA I: CONCEPTOS Y ENFOQUE** **Documento: Agricultura Conservacionista:** **un enfoque para producir y conservar**

*Este documento fue elaborado inicialmente en mayo de 1996 por Marcos J. Vieira, como un borrador de trabajo. Este formato fue evaluado y validado por 25 profesionales en el MAG ligados con el tema, quienes participaron del Curso "Conceptos y Manejo de Instrumentos para la Implementación de Agricultura Conservacionista en Cuencas Hidrográficas", realizado en Esparza desde el 20 hasta el 31 de mayo de 1996. Luego pasó por un proceso de análisis y recibió sugerencias, aportes y un contenido final de parte de un Comité Técnico Editor organizado para tal finalidad.*

#### **Comité Técnico Editor**

*Marcos J. Vieira*

*Diógenes Cubero Fernández*

*Roberto Azofeifa*

*Olman Quirós Madrigal*

*Luis Arroyo Morales*

#### **Supervisión Técnica y Operativa**

*Pieter Dercksen*

*Nils Solórzano*

*José R. Benites (FAO, Roma)*

#### **Edición y Diagramación:**

*Ileana Ondoy J.*

AGRICULTURA CONSERVACIONISTA: Un enfoque para producir y conservar. Ministerio de Agricultura y Ganadería/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Proyecto MAG/FAO GCP/COS/O12/NET. San José, 1996, 90 p. (Informe Técnico N° 1).

# INDICE

---

PROLOGO	5
RESUMEN EJECUTIVO	7
LA SERIE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA	13
INTRODUCCION	15
ACTIVIDAD HUMANA Y COMPORTAMIENTO DE LA TIERRA	17
USO DE LA TIERRA	18
Falta de ordenamiento en la ocupación del territorio	20
Distribución y tenencia de la tierra	22
Presión poblacional	22
Oportunidades de comercialización y mercado	23
MANEJO Y GESTION DE LA ACTIVIDAD AGRICOLA	23
Disponibilidad de tecnologías	26
Disponibilidad de insumos y equipos	27
Disponibilidad financiera	28
Fomento tecnológico	29
Conocimiento y educación	30
Consciencia y motivación	31
Capacidades y destrezas	31
Disponibilidad de servicios	32
LOS PROCESOS DE DEGRADACION DE LA TIERRA EN COSTA RICA	33
EROSION HIDRICA	33
Condiciones generales para la instalación del proceso	33
La erosión hídrica como proceso físico	33
PERDIDA DE LA FERTILIDAD DEL SUELO	36
Fertilidad química	36
Calidad física del suelo	42
Calidad biológica del suelo	43
CONTAMINACION AMBIENTAL	46
OTROS PROCESOS DE DEGRADACION	47
EL ENFOQUE CONVENCIONAL DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA	51
CARACTERISTICAS DEL ENFOQUE CONVENCIONAL	51
LIMITACIONES DEL ENFOQUE CONVENCIONAL	52
AGRICULTURA CONSERVACIONISTA	54
DEFINICIONES Y CONCEPTOS	54
El significado del término	54
Definición	54
PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA	55
Convergencia de los intereses de producción y conservación	55
Promoción de cambios en los sistemas de producción	57
Enfoque y análisis integral sobre los procesos de degradación	61
Protagonismo del agricultor y su familia	63

P36  
4947  
c.1  
#001104.

PRINCIPIOS TECNICOS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA _____	64
Productividad _____	66
Importancia de la productividad _____	66
Formas para aumentar la productividad _____	68
La cobertura vegetal de la superficie del suelo _____	69
Importancia de la cobertura vegetal _____	69
Funciones de la cobertura vegetal _____	70
Formas de aumentar la cobertura vegetal _____	71
La infiltración del agua en el suelo _____	73
Importancia de la infiltración _____	73
Condiciones para la infiltración _____	74
Formas para aumentar la infiltración _____	74
Manejo y control de la escorrentía _____	76
Condiciones para ocurrir la escorrentía _____	76
Formas para controlar la escorrentía _____	76
Mantenimiento de una fertilidad adecuada _____	77
Importancia de la fertilidad _____	77
Formas de mantener la fertilidad del suelo _____	77
Reducción de la contaminación _____	78
Importancia de la contaminación _____	78
Formas para reducir la contaminación _____	78
INSTRUMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA _____	79
Diagnóstico Participativo _____	79
Estudios básicos y evaluación de tierras _____	80
Areas representativas para el desarrollo de resultados y experiencias (Areas piloto) _____	81
Ambitos apropiados de planificación de las acciones _____	81
Selección o generación de tecnologías apropiadas a los sistemas de producción _____	82
Interdisciplinariedad e Interinstitucionalidad _____	82
Proceso participativo de desarrollo tecnológico _____	83
LIMITACIONES DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA _____	84
LITERATURA CONSULTADA _____	85
GLOSARIO _____	87
NOMBRES CIENTIFICOS _____	89

## PROLOGO

---

El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), con la asesoría técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el apoyo financiero del Gobierno de los Países Bajos, han implementado acciones de fomento al manejo adecuado de tierras a nivel piloto, en 8 diferentes condiciones agroecológicas del país.

Estas acciones en áreas piloto han permitido desarrollar una experiencia importante desde el punto de vista técnico-conceptual, metodológico y operativo que deberá posibilitar la expansión hacia otras áreas y grupos de productores a lo largo y ancho del territorio nacional.

Como forma de expandir estas acciones de manera ordenada a lo largo del tiempo, involucrando más técnicos y productores en el proceso, es fundamental que las experiencias desarrolladas a nivel piloto estén plasmadas en documentos orientadores y disponibles para los usuarios potenciales.

En este sentido, se ha ideado la serie de documentos que ahora se presenta. Esta SERIE denominada AGRICULTURA CONSERVACIONISTA está organizada de forma que presenta y discute los conceptos y pasos metodológicos desarrollados, siempre ilustrados con ejemplos que demuestran cómo han sido implementados en la práctica con los agricultores y cómo ellos respondieron a la experiencia.

La SERIE está encabezada por este documento conceptual introductorio y dividida en tres temas principales, los cuales están compuestos por documentos específicos, los módulos.

Esperamos que su contenido, al ser estudiado y aplicado por los planificadores, investigadores y extensionistas de instituciones públicas y privadas del país, pueda contribuir para el desarrollo de una agricultura más productiva y a la vez conservacionista.



Pieter M. Dercksen  
Asesor Técnico Principal



Nils Solórzano Villarreal  
Coordinador Técnico Nacional

## RESUMEN EJECUTIVO

---

*Costa Rica es un país reconocido por su biodiversidad y por los esfuerzos que ha empleado para conservarla. Sin embargo, en el área del país dedicada a la producción agrícola, históricamente se han establecido procesos de degradación de las tierras: erosión hídrica, pérdida de fertilidad del suelo y contaminación son los principales.*

*De un lado, el uso y manejo inadecuado de la tierra para la producción agrícola y de otro, la fisiografía del territorio nacional, que aunada a un intenso régimen de lluvias, favorecen el establecimiento de estos procesos de forma severa y acelerada, lo que implica un riesgo real para la productividad, la seguridad alimentaria, la generación de riquezas y hasta para la vida humana en ciertas condiciones extremas.*

### ACTIVIDAD HUMANA Y COMPORTAMIENTO DE LA TIERRA

*Cuando el hombre ocupa y utiliza la tierra para vivir y producir para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vestimenta y vivienda, introduce elementos nuevos en el conjunto de variables que mantienen el sistema en equilibrio. La actividad humana promueve cambios en la capa de vegetación natural que cubre la superficie, moviliza el suelo, posibilita el pisoteo del mismo al pastorear el ganado, lo que contribuye a reducir la permeabilidad de la capa superficial, afectando la capacidad del suelo para recibir y almacenar el agua, permitir el intercambio de gases y el desarrollo radicular de las plantas. La actividad humana rompe el equilibrio y puede establecer un proceso acelerado donde el desgaste supera la formación, donde los cambios introducidos son más rápidos que las capacidades de mantenimiento y de recuperación de los ecosistemas.*

*Al tratarse de cambios introducidos por la actividad humana, solamente a ella misma le comprende establecer un nuevo equilibrio que sea capaz de desacelerar y revertir los procesos de degradación y garantizar la calidad de la tierra para que ésta pueda seguir supliendo las necesidades de la raza humana.*

*Se discuten algunos de los aspectos más importantes de la actividad humana relacionados con la degradación de la tierra.*

**Uso de la tierra:** *cada tipo de uso de la tierra presenta ciertas características propias en cuanto a la capacidad para cubrir y proteger la superficie, así como sus necesidades específicas en cuanto a prácticas de manejo. Por otro lado, cada tipo de tierra presenta calidades y limitaciones que definen su capacidad para soportar un determinado tipo de uso. En este contexto, el uso de la tierra es fundamental para determinar un proceso de equilibrio dinámico capaz de mantenerse en el tiempo o el desequilibrio, con el establecimiento de procesos de degradación.*

*Generalmente, los factores que contribuyen a definir el uso de la tierra son: falta de ordenamiento en la ocupación del territorio, distribución y tenencia de la tierra, presión poblacional y oportunidades de mercado.*

**Manejo y gestión de la actividad agrícola:** *las prácticas de manejo que se emplean para hacer producir un determinado tipo de uso de la tierra son fundamentales para definir un proceso de equilibrio, mejoramiento o degradación de la tierra. Además, la forma como el productor administra los componentes de la actividad productiva pueden también definir el resultado de una determinada práctica sobre la producción y su impacto sobre el ambiente.*

*Los factores que contribuyen a definir el patrón de manejo y gestión de la actividad agrícola son: disponibilidad de tecnologías, insumos y equipos, disponibilidad financiera, fomento tecnológico, conocimiento, educación, conciencia, motivación, capacidades y destrezas de aquellos que manejan y dirigen el proceso productivo.*

## LOS PROCESOS DE DEGRADACION DE LOS RECURSOS NATURALES EN COSTA RICA

**Erosión hídrica superficial:** *Las condiciones fisiográficas, geomorfológicas y climáticas de Costa Rica son favorables para el establecimiento del proceso de erosión hídrica superficial y bajo condiciones extremas, de deslizamientos de masa. Se discute la erosión hídrica como un proceso físico, como forma de sustentar los planteamientos del enfoque de Agricultura Conservacionista más adelante. La erosión hídrica superficial puede ser caracterizada en las dimensiones de espacio y tiempo, con tres fases distintas y secuenciales, pero que ocurren de forma concomitante durante una precipitación.*

**Pérdida de fertilidad del suelo:** *La pérdida de fertilidad del suelo es un proceso dinámico y amplio que reduce las calidades químicas, físicas y biológicas, las cuales son fundamentales para sustentar la producción agrícola y para mantener este recurso en condiciones de seguir siendo utilizados.*

**Contaminación ambiental:** *La contaminación del ambiente rural de Costa Rica, aunque no esté sistemáticamente identificada, está relacionada con el uso y el manejo de pesticidas en la agricultura, con la cría de animales y con la transformación de productos agropecuarios, con muchas diferencias regionales dependiendo del sistema de producción dominante.*

*Estos tres procesos de degradación presentados interactúan en los sistemas de producción de tal manera que necesitan ser tratados de forma también interactiva e integrada. Todos tienen como causas comunes el uso, manejo y gestión inadecuados de los recursos suelo, agua, vegetación, insumos y tecnologías. El desarrollo de un enfoque técnico y metodológico que permitiera evaluar, entender y proponer soluciones integrales a los procesos de degradación dentro de los sistemas de producción ha sido uno de los retos de la acción desarrollada.*

## EL ENFOQUE CONVENCIONAL EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

*El tema conservación de suelos y agua tratado de la manera convencional centra sus acciones sobre el control de la escorrentía, sin tomar con la debida importancia factores fundamentales como las causas de los problemas de erosión dentro de los sistemas de producción y las interacciones entre éstos y los demás procesos de degradación. A lo largo del tiempo este enfoque ha demostrado ser insuficiente para corregir y revertir tales procesos, por no incidir sobre los problemas fundamentales de uso, manejo y gestión de los recursos naturales. Además, por no presentar una relación tangible con la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción, siempre ha sido visto por los agricultores y técnicos como un factor que apenas genera costos.*

## AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

*Como una respuesta a los aspectos discutidos anteriormente, se ha planteado y puesto en práctica a nivel piloto, el enfoque denominado "Agricultura Conservacionista", cuya definición se resume como: "la utilización adecuada de la tierra para los fines de producción, buscando aumentar la productividad para satisfacer las necesidades de la población, evitando, reduciendo y/o controlando los procesos por los cuales ella se degrada, a través del uso de tecnologías que sean capaces de cumplir con estos requisitos y adaptadas a los sistemas de producción locales".*

**Principales características de la agricultura conservacionista:** *El enfoque incluye cuatro características principales, que se describen a continuación:*

- **Convergencia de los intereses de producción y conservación:** *los recursos naturales que los agricultores poseen para producir son los mismos recursos que la sociedad desea conservar. El enfoque de agricultura conservacionista permite que estos dos intereses aparentemente divergentes de producción y conservación puedan ser conciliados a través de la utilización de tecnologías adecuadas de uso, manejo y gestión de la actividad productiva.*
- **Promoción de cambios en los sistemas de producción:** *el sistema de producción, como un sinónimo de los patrones de uso, manejo y gestión de la actividad productiva rural sobre los recursos naturales, determina el impacto de la actividad humana sobre estos recursos. Se logran corregir y revertir procesos de degradación que están en desarrollo dentro de los sistemas de producción solamente introduciendo cambios en las variables que conllevan a aquellos procesos.*
- **Enfoque y análisis integral sobre los procesos de degradación:** *si los procesos de degradación ocurren de manera interactiva, así como sus causas guardan estrechas relaciones entre sí, las soluciones para contrarrestarlos también requieren un tratamiento interactivo e integral.*

- **Protagonismo del agricultor y su familia:** *si se asume que los procesos de degradación son el resultado final de una inadecuada intervención humana sobre los recursos naturales, solamente a través de cambios en las formas de intervención se logrará el éxito para corregir y revertir tales procesos. En este caso, el agricultor y su familia, quienes al final son los que toman decisiones sobre la forma de utilizar los recursos deben asumir un papel protagónico.*

## PRINCIPIOS TECNICOS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

*El enfoque de Agricultura Conservacionista está basado en seis grandes principios técnicos, que gobiernan todo el proceso de cambio en los sistemas de producción, principalmente sobre la generación, selección y transferencia de tecnologías:*

- **El aumento de productividad** *en los sistemas de producción (aumento de cosechas, reducción de costos y de mano de obra) es un punto fundamental para mantener el interés individual de la familia productora, para que ella tenga motivación de seguir produciendo y conservando sus recursos, para así satisfacer a sí mismo y a la sociedad en sus necesidades de productos y calidad de vida.*
- **Aumentar la cobertura vegetal del terreno** *para reducir el impacto de las gotas de lluvia, manteniendo en mejores condiciones la superficie del suelo con el fin de captar y almacenar agua.*
- **Aumentar la infiltración del agua en el perfil del suelo** *como una forma primaria de aumentar la recarga de manantiales, la disponibilidad de agua para las plantas y reducir la escorrentía.*
- **El manejo adecuado de la escorrentía**, *como una forma complementaria de garantizar un destino seguro para el agua sobrante en lluvias muy intensas.*
- **El manejo adecuado de la fertilidad del suelo y manutención de la materia orgánica**, *como una base segura para garantizar la productividad a lo largo del tiempo.*
- **Evitar y reducir la contaminación**, *para que la sociedad pueda alimentarse de manera más sana y disfrutar de un ambiente más limpio.*

*A estos principios pueden ser añadidos otros si se cambian las condiciones biofísicas o socioeconómicas que así lo requieran.*

*Muchas tecnologías que cumplen con estos principios están disponibles a nivel del país, bastando un esfuerzo de difusión y demostración para ponerlas en práctica en larga escala. Otras necesitan todavía un esfuerzo de investigación. Sin embargo, actualmente es posible desarrollar con éxito el enfoque de Agricultura Conservacionista en muchos de los sistemas de producción del país.*

## INSTRUMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA



Para la implementación de la Agricultura Conservacionista es importante disponer de ciertos instrumentos que apoyen el cumplimiento de sus objetivos, principios y estrategias. Los más importantes se describen a continuación:

- **Evaluación de tierras**, como un procedimiento de reconocimiento del medio físico y de facilitación del proceso de difusión de tecnologías.
- **Definición de áreas de trabajo para el desarrollo de resultados y experiencias**, que sean representativas de áreas más grandes, como un instrumento facilitador del trabajo de investigación y extensión y atención a las prioridades locales.
- **Diagnóstico participativo**, como un instrumento para conocer las interacciones entre el medio físico y las formas de uso, manejo y gestión de la tierra, así como las potencialidades, limitaciones y problemas de los agricultores y sus familias.
- **Plan de acción participativo**, como un instrumento que consolida los compromisos entre los técnicos, las instituciones y los agricultores, luego de un proceso de concertación para definir potencialidades, limitaciones, problemas, opciones de solución y prioridades.
- **Extensión participativa**, como un instrumento para garantizar el protagonismo del agricultor y su familia en todo el proceso.
- **Marco operacional e institucional**, lo cual debe estar suficientemente preparado para permitir la requerida interdisciplinariedad e interinstitucionalidad, la selección y generación de tecnologías apropiadas a los sistemas de producción a partir de un proceso participativo de desarrollo tecnológico.

## LIMITACIONES DEL ENFOQUE

Como todo enfoque que se aplica en acciones para contrarrestar problemas complejos como el uso, manejo y gestión inadecuados de los recursos naturales, la experiencia con la Agricultura Conservacionista en Costa Rica se ha orientado hacia los aspectos de producción y conservación de dichos recursos.

Aunque la Agricultura Conservacionista sea un enfoque que abre el camino a la sostenibilidad, otras acciones relacionadas con el mercado y la comercialización de la producción, transporte, relación costos de insumos/políticas de precios, crédito, equidad en la cadena productiva, entre otros, necesitan la atención.

*Este documento encabeza la Serie AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, elaborada con base en la experiencia desarrollada en el MAG, principalmente dentro del ámbito del Proyecto "Fomento y Aplicación de Prácticas de Conservación y Manejo de Tierras en Costa Rica", MAG/FAO GCP/COS/012/NET. También incorpora experiencias de otros proyectos e instituciones, a título de ejemplo y como forma de enriquecer el contenido.*

*Su objetivo principal es el de presentar y discutir los elementos centrales del enfoque desarrollado e introducir al lector a la serie AGRICULTURA CONSERVACIONISTA.*

## LA SERIE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

La SERIE Agricultura Conservacionista está organizada de forma tal que el lector al estudiarla completamente pueda reapplicar las experiencias descritas, en términos técnicos, metodológicos y organizativos. Sin embargo, su estructura modular también permite al lector profundizar en aspectos específicos sin consultar toda la serie.

La SERIE está compuesta de 3 grandes TEMAS que en su conjunto permiten poner en práctica el concepto y el enfoque de la Agricultura Conservacionista. Cada tema está dividido en MODULOS, los cuales son documentos que presentan un determinado aspecto técnico, metodológico y/o organizativo de manera detallada.

La SERIE estará a disposición del público de forma parcial, en la medida que se produce cada MODULO, sin embargo, al tenerlos todos listos, se presentará al público una versión final con su contenido total.

La organización de la SERIE y los respectivos MODULOS que la componen se describen a continuación:

### **SERIE:** AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

#### **TEMA I:** CONCEPTOS Y ENFOQUE

Documento: Agricultura Conservacionista: un enfoque para producir y conservar

#### **TEMA II:** PLANIFICACION PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

- MODULO II-1:** Diagnóstico participativo: punto de partida para la planificación
- MODULO II-2:** Evaluación de tierras como herramienta para la planificación
- MODULO II-3:** Criterios de selección de áreas de trabajo
- MODULO II-4:** Ambitos de planificación participativa
- MODULO II-5:** Criterios de identificación y selección de opciones técnicas
- MODULO II-6:** Plan de Trabajo: guía para la ejecución del trabajo de campo
- MODULO II-7:** Opciones técnicas para cumplir con los principios de la Agricultura Conservacionista

#### **TEMA III:** EXTENSION PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

- MODULO III-1:** Concepto, estrategia y metodología
- MODULO III-2:** Técnicas e instrumentos de extensión y comunicación
- MODULO III-3:** Capacitación a técnicos: la base para la implementación de acciones de cambio
- MODULO III-4:** Evaluación y seguimiento

# INTRODUCCION

---

*Costa Rica es reconocida mundialmente por su biodiversidad y por los logros en la protección de ecosistemas tropicales considerados en riesgo de extinción, como son los bosques tropicales húmedos, bosques nubosos y humedales diversos. Un 25% del territorio nacional es área de protección.*

*Por otro lado, en el territorio explotado para la producción agropecuaria y forestal, históricamente se han establecido procesos de degradación de la tierra en niveles y dimensiones preocupantes. La erosión hídrica en sus diferentes formas y tipos, la pérdida de la fertilidad química, física y biológica del suelo, la contaminación de las aguas superficiales, son fácilmente reconocibles a lo largo y ancho del territorio nacional, con concentraciones en algunas zonas específicas.*

*Dentro de ellos, la erosión hídrica es el proceso más importante, tanto en términos geográficos como en niveles de gravedad. En 1984 se estimó que un 42% de área agrícola del país presentaba problemas de erosión hídrica entre moderada y muy severa (Jeffery et al., 1989).*

*Si de un lado la fisiografía del territorio nacional y el régimen de lluvias permiten predecir el comportamiento de la erosión natural, del otro, el uso y manejo inadecuados de la tierra son las causas reales por las cuales el proceso se hace más severo.*

*Los esfuerzos realizados para contrarrestar los problemas de erosión del suelo han priorizado la evacuación de la escorrentía superficial, dejando para un plan secundario las necesidades de cambio en el uso, manejo y gestión de la tierra y a los demás procesos de degradación.*

*Este enfoque convencional, confrontado con la complejidad de los procesos de degradación de los recursos naturales y con las necesidades de los usuarios de éstos, se ha mostrado técnicamente insuficiente para revertir el primero y proveer soluciones para el segundo aspecto.*

*A raíz de lo anterior, el Proyecto MAG/FAO/GCP/COS/O12/NET, «Fomento y Aplicación de Prácticas de Conservación y Manejo de Tierras en Costa Rica», ha implementado en 8 áreas piloto del país, un enfoque más amplio de conservación de suelos y agua, basado en el mejoramiento de los sistemas de producción para lograr aumentos de productividad y a la vez, tomando en cuenta la corrección de todos los procesos de degradación de los recursos naturales involucrados en ellos.*

*Este enfoque ha sido denominado « Agricultura Conservacionista », por su carácter de convergencia de los objetivos de producción (interés económico y social) y de conservación (interés social y ambiental), dentro de los sistemas de producción, en contraposición al concepto convencional, más dirigido al control de la escorrentía.*

*Este documento tiene como objetivo principal presentar los conceptos centrales del enfoque de Agricultura Conservacionista, a raíz de una discusión de los principales procesos de degradación de la tierra existentes en el país.*

*Está dirigido a técnicos de planificación, investigación y extensión, quienes tienen como tarea planificar, desarrollar y difundir acciones de cambio y tecnologías mejoradas para el beneficio de la producción agrícola y del ambiente.*

## ACTIVIDAD HUMANA Y COMPORTAMIENTO DE LA TIERRA

La superficie del planeta sufre un proceso de cambios lentos y constantes, promovidos por la propia funcionabilidad de la naturaleza (lluvias, ríos, vientos, movimientos tectónicos, volcanes, etc.). Un proceso permanente de desgaste y formación mantiene la superficie terrestre en un equilibrio dinámico.

Cuando el hombre ocupa y utiliza la superficie de la tierra para vivir y satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vestimenta y vivienda, introduce elementos nuevos en el equilibrio existente.

Por un lado la actividad humana promueve cambios en la capa de vegetación que cubre la superficie, la cual presenta un importante papel amortiguador frente a algunos de aquellos elementos naturales. Por otro, moviliza el suelo para sembrar los cultivos y promueve el pisoteo del mismo al pastorear el ganado, lo que contribuye a reducir la permeabilidad de la capa superficial, afectando la capacidad del suelo para recibir y almacenar el agua, permitir el intercambio de gases y el desarrollo radicular. La actividad humana rompe el equilibrio y establece un proceso acelerado donde el desgaste supera la formación, donde los cambios introducidos son más rápidos que las capacidades de mantenimiento y de recuperación de los ecosistemas.

Además, la actividad humana introduce los elementos de costos y riesgos al propio hombre dentro de este proceso. Eventos que no presentan un significado más allá del proceso de desgaste y formación de la superficie terrestre, si tomados desde el punto de vista de la naturaleza, asumen un significado importante cuando está presente el hombre, ya que representan riesgos y perjuicios para su sobrevivencia. Por ejemplo, un aluvión cuando se origina por causas puramente naturales y que debería ser definido como un proceso de amoldamiento de la superficie, puede significar un desastre desde el punto de vista humano.

Los procesos de cambio y amoldamiento de la superficie terrestre son predecibles y son acelerados por la actividad humana transformándose en procesos de degradación en la medida que representan perjuicios y riesgos para la sobrevivencia del propio hombre. Lo anterior hace que los procesos de degradación de la tierra tengan un significado mucho más económico y social que geo-físico.

Al tratarse del rompimiento de un equilibrio anterior y aceleración de procesos de degradación por la actividad humana, solamente a ésta cabe el establecimiento de un nuevo equilibrio que sea capaz de desacelerar estos procesos y garantizar la calidad de la tierra y suplir las necesidades del hombre.

A continuación se discuten algunos de los aspectos más importantes de la actividad humana relacionados con la degradación de la tierra.

## USO DE LA TIERRA

Las características y propiedades de los recursos suelo, agua y vegetación en condiciones naturales son el resultado de la interacción entre ellos y la acción de otros elementos determinantes, tales como el clima, el material parental, la actividad biótica, el relieve y el tiempo en que actúan todos ellos.

La vegetación que cubre la superficie contribuye a la formación del perfil de suelo (adiciones, transformaciones y pérdidas) y al comportamiento del agua y a la vez es influenciada por la fertilidad del suelo y el agua disponible. Todo este sistema es afectado por el clima (pluviosidad, temperatura, brillo solar, etc.), por la calidad del material parental, entre otros.

El hombre al utilizar la tierra para la producción cambia la calidad y cantidad de la cobertura, lo que favorece la aceleración de procesos de degradación, tales como la erosión del suelo y la pérdida de fertilidad.

Cada tipo de uso de la tierra (cultivos anuales, perennes, ganadería, bosques sembrados, etc.) presenta ciertas características propias en cuanto a la capacidad para cubrir y proteger la superficie, así como sus necesidades específicas en cuanto a prácticas de manejo (labranza, fertilización, control de malezas, uso de agua, entre otros.). Por otro lado, cada tipo de tierra presenta calidades y limitaciones que definen su capacidad para soportar un determinado tipo de uso, en función de sus características y necesidades. En este contexto, el uso de la tierra es fundamental para determinar un proceso de equilibrio dinámico capaz de mantenerse en el tiempo, o el desequilibrio, con el establecimiento de procesos de degradación.

Con base en estos dos aspectos, potenciales y limitaciones de la tierra por un lado, y las características y necesidades de cada tipo de uso, por otro, se desarrollaron los métodos para medir la capacidad de uso de las tierras, los cuales indican para cada calidad de tierra, cuáles tipos de uso serían los más apropiados o preferibles.

El uso preferible sería aquel capaz de sostenerse como actividad productiva a largo plazo en una situación de equilibrio en relación con el mantenimiento de la calidad de la tierra.

En el Cuadro 1 se presentan los seis grandes tipos de uso de la tierra y las ocho clases de capacidad de uso del sistema oficial de Costa Rica (MAG/MIRENEM, 1995). Se puede observar que para cada clase de capacidad de uso corresponde un tipo de uso preferible de la tierra, con la debida atención que se trata de un indicador y no de una relación cerrada o lineal. Si a una determinada clase de capacidad de

uso se le da una utilización menos intensiva que el uso preferible (zona con signos – en el Cuadro 1), ocurre la condición de subutilización de la tierra (o sub uso), es decir, la tierra podría ser más intensivamente utilizada sin grandes riesgos de pérdida de calidad. Por el contrario, si a una clase de capacidad de uso se le da una utilización más intensiva que el uso preferible (zona con signos + en el Cuadro 1) estará ocurriendo la sobreutilización de la tierra (o sobre uso), con riesgos de que la actividad provoque la degradación de la misma.

**Cuadro 1: Uso preferible de la tierra en función de las clases de capacidad de uso. Adaptado de MAG/MIRENEM (1995).**

CLASES DE CAPACID. USO	TIPOS DE USO DE LA TIERRA					
	Protección permanente	Bosque manejado Regenerac. forestal	Silvicultura Cult. Perm. c/ conserv. intensiva	Pastos Bosque manejado	Cultivos perm. y semipermanentes	Cultivos anuales
I	-----	-----	-----	----	---	preferible
II	-----	-----	-----	---	--	preferible
III	-----	-----	---	--	-	preferible
IV	----	---	--	-	preferible	+
V	---	--	-	preferible	+	++
VI	--	-	preferible	+	++	+++
VII	-	preferible	+	++	+++	++++
VIII	preferible	+	++	+++	++++	+++++

- Grado de intensidad del sub uso

+ Grado de intensidad del sobre uso

Desde el punto de vista de preservación de la tierra, el sub uso no causa problemas. Sin embargo, si se toma en cuenta la escasez de tierras aptas para la producción y el gran contingente de campesinos produciendo en tierras marginales, el sub uso de la tierra sí representa un problema. Se considera que el uso de la tierra también debe responder fuertemente al componente social, con prioridad en aquellas necesidades básicas del productor y de la sociedad.

Por el contrario, el sobre uso de la tierra conlleva a serios problemas tanto económicos, como lo es la caída de los rendimientos de los cultivos, así como de degradación, en lo concerniente a la erosión, pérdida de fertilidad y contaminación de las aguas con sedimentos.

Tanto el sub uso como el sobre uso de la tierra se intensifican en la medida que se alejan del uso preferible.

En la medida que se intensifica el sobre uso, o sea, cuando el uso real se aleja del uso preferible, se puede predecir que los problemas de degradación serán más severos. Prácticas adecuadas de manejo de las actividades pueden hasta cierto punto, dependiendo de los factores limitantes, contrarrestar el sobre uso de la tierra. Sin embargo, deberán ser más y más intensas, hasta el punto que ya no logran ser una solución, por lo menos económicamente. En estos casos, solamente el cambio de uso puede representar una solución.

Los aspectos que normalmente conllevan al uso no preferible de la tierra, principalmente al sobre uso, se describen a continuación:

### **Falta de ordenamiento en la ocupación del territorio**

Muy pocos países o regiones del mundo tuvieron la oportunidad o la claridad de planificar la ocupación de sus territorios. Las fronteras agrícolas han sido abiertas en función de variables no siempre relacionadas con las potencialidades y limitaciones de las tierras para el uso agrícola. Tierras marginales han sido utilizadas durante años para la producción de granos y ganadería extensiva, conllevando a un proceso de degradación severo en grandes extensiones.

Desafortunadamente, después de la ocupación de un territorio es económicamente poco factible y socialmente poco viable poner en práctica un reordenamiento de esta ocupación.

Las acciones más factibles y eficientes para lograr el reordenamiento, están basadas en: (a) la educación y concientización de la gente; (b) políticas de incentivos y de desmotivación a través de gravámenes financieros, dirigidas al buen y al mal uso y manejo de la tierra, respectivamente, y (c) la apertura de otras oportunidades más rentables que el uso agrícola de la tierra; por lo general, son lentas para producir resultados y pueden ser poco factibles para detener y revertir los procesos de degradación, si son aplicados tardíamente o no son adoptados como políticas continuas de largo plazo.

Conjuntamente a los estudios de zonificación agrícola que ofrecen herramientas y bases técnicas para reordenar el territorio a largo plazo, la oferta y utilización de tecnologías apropiadas a las condiciones marginales y a los sistemas de producción establecidos pueden reducir substancialmente los procesos de degradación de estas tierras, así como permitir una producción rentable. Asimismo, a través de prácticas adecuadas de manejo ciertas limitantes pueden ser removidas o manejadas, de tal manera que se reduce la intensidad de sobre uso, aunque las condiciones relativas para la producción puedan ser más costosas y más difíciles, si se comparan con otras tierras más aptas. En este sentido se refuerza la afirmación que en donde la tierra es limitada en cantidad y calidad, se reducen las opciones para planificar el uso adecuado a nivel de las unidades de producción.

Algunos ejemplos sobre este tema son discutidos en el Recuadro 1.

**Recuadro 1:  
Ejemplos sobre las dificultades de reordenar la ocupación y el uso del territorio después que éste se encuentra ocupado.**

Las tierras de la región de Puriscal pertenecen principalmente a las clases de capacidad de uso VI, VII y VIII. Esta región ha sido colonizada desde hace un siglo con los cultivos de granos básicos y ganadería extensiva, sin que hubiera una planificación de la ocupación y sin los cuidados con el manejo de estas actividades buscando preservar el suelo y agua. Los resultados son visibles en términos de deforestación, erosión y deterioro de las cuencas hidrográficas. A pesar de todos los esfuerzos que se han llevado a cabo por diversas instituciones y proyectos, el proceso de reversión de esta situación es lento y los resultados positivos son puntuales. Los pequeños agricultores de la zona no tienen otra opción que utilizar áreas marginales para sembrar sus cultivos de subsistencia o comerciales. Por otro lado, la recuperación forestal puede ser una alternativa económica factible, principalmente asociada con otras actividades en la finca, tales como la intensificación de la ganadería, con mejoramiento y manejo de pastos y del hato y otras técnicas para evitar el sobrepastoreo. Sin embargo, el mejoramiento de las fincas requiere inversiones por parte de los productores con retorno a mediano y largo plazos, que aunado al aumento de las necesidades de mano de obra, la pequeña capacidad financiera actual y su grado de desmotivación, reducen las tasas de adopción de prácticas mejoradas e impiden la generación de un impacto positivo a nivel de la zona.

Otro ejemplo es el fraccionamiento de las fincas destinadas al establecimiento de asentamientos parcelarios. Si la planificación del parcelamiento también tomara en cuenta las clases de capacidad de uso de la tierra, las formas de relieve, la hidrología y los divisores de agua, las parcelas serían más fácilmente manejables, tanto desde el punto de vista económico de la producción, como de la conservación. Una vez fraccionadas las áreas como un reticulado de pequeñas parcelas de tamaño uniforme y distribuidas a las familias de agricultores, es mucho más complejo y difícil planificar y ejecutar actividades para corregir problemas relacionados con la hidrología (aprovechamiento de las fuentes de agua para diversos fines, disponibilidad equitativa del agua, manejo de escorrentía, entre otros) y presentar opciones de producción rentables para sacar adelante a los recién incorporados al sistema de producción rural como propietarios. Es prácticamente imposible pensar en opciones, tales como: el cambio de linderos entre fincas, intercambios de áreas o parcelas, reducción del área de una parcela con tierras más aptas para aumentar el área de una parcela vecina donde la tierra es de menor calidad, éstas con el objetivo de ordenar y crear mejores condiciones para conservar la tierra y posibilitar el desarrollo de la comunidad.

Las opciones pasan a ser tecnológicas, a través de la promoción de cambios y adecuación de los sistemas de producción. Si el agricultor siembra maíz y frijoles en suelos de clases IV, V o VI, cabe a los técnicos desarrollar sistemas de labranza y de manejo de los cultivos que permitan mantener el terreno protegido con buena cantidad de biomasa. Aunque el cultivo de estos granos se caracterice como sobre uso de la tierra en las clases de capacidad de uso referidas, la adopción de las prácticas de manejo citadas reducen los efectos negativos de este sobre uso.

## Distribución y tenencia de la tierra

La disponibilidad de tierras más aptas para una producción intensiva (clases I, II, III y IV) es limitada. Aunque las tierras pertenecientes a las clases V, VI y VII pueden presentar opciones de producción económicamente viables, siguen siendo más riesgosas desde el punto de vista ambiental y costosas desde el punto de vista económico para la producción.

Debido a la poca disponibilidad y, por ende, al alto costo de las tierras más aptas para la agricultura y ganadería, los pequeños productores se ven en la necesidad de utilizar áreas de tierras marginales, principalmente de laderas, poco aptas para actividades más intensivas. Esa situación hace que los planes de reforma agraria y desarrollo de las unidades productivas sea un proceso mucho más caro a largo plazo ya que si bien es cierto son tierras más baratas para la compra y distribución, implican un mayor esfuerzo en inversión para su recuperación y utilización, según sus capacidades de uso. Esto se agrava por el hecho de que la tecnología disponible para producir en tierras marginales no es la más desarrollada y eficiente.

Por otro lado, las tierras más aptas para desarrollar actividades agropecuarias en forma intensiva, aunque son las más caras a corto plazo, son las más apropiadas para ser consideradas en los planes de desarrollo, por ser las que tienen mejores posibilidades de retorno económico. Sin embargo, estas clases de tierras no son las más accesibles para la mayoría de la población rural.

Además, las formas de tenencia de la tierra, en donde el que efectivamente maneja este recurso y el proceso productivo, pero que no es el propietario, siempre queda con la incertidumbre de su permanencia y se enfrenta también con dificultades para ofrecer garantías, por lo que su visión productiva es a corto plazo, con pocas inversiones en tecnologías de uso y manejo de suelos.

## Presión poblacional

El aumento de la población determina que haya mayor presión sobre los recursos naturales para satisfacer las necesidades humanas. En la zona rural, por ejemplo, aumentan las necesidades de leña, de agua y de alimentos, lo que generalmente determina el avance de la agricultura y la explotación inadecuada de áreas marginales.

Existe la tendencia de intensificar las actividades productivas, cultivando más veces el suelo por unidad de tiempo, como una forma de producir o mantener las ganancias en áreas cada vez más pequeñas. Las actividades que pueden desarrollarse en pequeños espacios (porquerizas, polleras, cabrerizas), tienden a aumentar, muchas veces compartiendo espacios reducidos con las familias y causando problemas de contaminación, cuando son manejados inadecuadamente.

Cuando se agota la frontera agrícola y la población rural continúa en crecimiento, las fincas se van fraccionando de generación en generación, ocasionando serios problemas de sobre uso de los recursos naturales, reduciéndose a la vez las posibilidades económicamente factibles y ambientalmente adecuadas para contrarrestar dichos efectos. Esto genera un proceso migratorio de la población rural, intensificando la presión hacia áreas marginales o aumentando los problemas sociales en las zonas urbanas.

Estos efectos universalmente conocidos, en Costa Rica están reducidos por el grado de desarrollo económico y social alcanzado, lo cual resulta en una menor incidencia directa de la población sobre los recursos naturales. La mayoría de los pobladores disponen de servicios de buena calidad, tales como electricidad, agua potable, escuelas, caminos y transporte. La industrialización y servicios son una realidad en muchas regiones. Lo anterior facilita y amplía las opciones económicas para la sobrevivencia y éstas pueden desviarse de la actividad agrícola, directamente. Un ejemplo que ilustra el desarrollo de este ítem se presenta en el Recuadro 2.

## **Oportunidades de comercialización y mercado**

No es difícil de comprender que los agricultores de una determinada región prefieren producir lo que presenta mejor posibilidad de comercialización y mercado, aunque la actividad no esté muy ajustada a la capacidad de uso de la tierra o a la aptitud de la zona. Un mercado con demanda elevada para un determinado producto genera precios más atractivos al productor y las facilidades de comercialización le quita una preocupación constante en su quehacer cotidiano. Por eso, el uso de la tierra es determinado fuertemente por estos dos factores. En este sentido, cualquier propuesta de cambio de uso de la tierra en una acción de mejoramiento está supeditada a la existencia de un mercado y de facilidades de comercialización por lo menos similar al producto que se plantea dejar de producir.

## **MANEJO Y GESTION DE LA ACTIVIDAD AGRICOLA**

Se entiende por manejo de la actividad agrícola las prácticas que utiliza el productor en el proceso de producción, ya sean, prácticas para manejar el suelo, el agua, la vegetación, los insumos, los animales y cómo se logra una interacción entre ellas. El manejo de la actividad agrícola tiene mucho que ver con la producción y con la degradación de la tierra.

**Recuadro 2:****Ejemplos de las relaciones posibles entre la presión poblacional y el uso de los recursos naturales.**

Altos de Naranjo de Atenas es un área ubicada en la zona cafetalera tradicional del país, con muchos años de colonización. Desde hace dos generaciones ya no hay áreas para el avance de la frontera productiva. Las familias numerosas (promedio >3 hijos por matrimonio) han estado fraccionando las fincas. Actualmente el 51,5% de estas familias poseen áreas de 1,0 ha o menos para producir y mantenerse. Con el café como la base de la producción de la finca (97% de las fincas lo siembran), tal situación pasa a ser económicamente poco factible, principalmente en función de los problemas de mercado y precios.

En esta realidad, un 30,3% del grupo, aquellos con áreas muy pequeñas, los más jóvenes y algunos hijos de agricultores aún sin tierra propia, optan por sembrar tomate, un cultivo que ocupa pequeñas áreas y con alta rentabilidad. Sin embargo, como las pendientes son muy pronunciadas (promedio >35%), las áreas con tomate en limpio presentan severos problemas de erosión. Además, los pesticidas aplicados en grandes cantidades se lavan fácilmente y pueden alcanzar las fuentes de agua. Otros, varones y mujeres, han optado por salir de la actividad agrícola y dedicarse a trabajar en agroindustrias y maquilas de la región, lo que suaviza la presión sobre la tierra. No obstante, el agua disponible para la población actual no es suficiente, ya sea porque los manantiales han reducido sus caudales en razón de la deforestación casi total de la microcuenca o porque la población ha crecido demasiado.

Mientras tanto, el 43,2% del área con ganadería extensiva de baja productividad aparentemente contraría lo anterior. Ocurre que en la estructura familiar patriarcal local, el jefe de familia mantiene la tenencia individual de gran parte de la finca, donde cría ganado con baja inversión de mano de obra. En otra, siembra una pequeña área de café que mantiene en medianería o sencillamente ayudado por los hijos. Estos son los que tienen la tarea de producir en espacios reducidos o buscar otras opciones de ingreso. Por lo tanto, las áreas ganaderas no cuentan como frontera agrícola aprovechable en otras actividades mientras el jefe de familia esté vivo.

En este caso, la forma de organización social determina la forma de tenencia y la presión sobre la tierra, lo que refuerza lo discutido anteriormente sobre las dificultades de reordenar un territorio después de que esté ocupado.

Otra forma de no aumentar la presión sobre los recursos naturales es a través de su aprovechamiento racional, con la manutención de los ecosistemas de manera casi intacta. El Grupo de Mujeres Artesanas de Buenos Aires de Caño Negro es un ejemplo. Con el apoyo de instituciones y proyectos como el MAG, IMAS, PPZN, PRIAG, IDA y otras, ellas se han organizado para seguir trabajando en la zona con lo que tienen más disponible, sus recursos naturales exuberantes en términos de vegetación y vida silvestre. Así, se dedican al ecoturismo como fuente de ingreso, desarrollando actividades económicas complementarias para la economía familiar y compatibles y/o protectoras de los recursos, tales como: cría de mariposas, artesanía (MAG, 1996a).

A través de las prácticas de manejo que ejecuta dentro del proceso productivo, el productor cambia variables importantes que inciden directamente sobre el comportamiento y la calidad de los recursos naturales, mejorándolos o estableciendo los procesos de degradación. Algunas de estas variables se describen a continuación:

- **Patrón de cobertura de la superficie del suelo** por la vegetación o sus rastros, a través del uso de sistemas de labranza, densidad de siembra de los cultivos, arreglo espacial de los cultivos, métodos de control de malezas, fertilización, procesos de reciclaje, siembra de abonos verdes o cultivos de cobertura, manejo del pastoreo, entre otros elementos de los sistemas de producción.
- **Capacidad del suelo** para recibir y almacenar agua, intercambiar aire, favorecer la biodiversidad en el perfil, el crecimiento radicular de las plantas y la producción. En este sentido, los sistemas de labranza, los diferentes arreglos y secuencias de cultivos, los procesos de reciclaje, el manejo del pastoreo, son elementos fundamentales en los sistemas de producción.
- **Elementos externos al sistema físico y químico del suelo y agua**, a través del control de plagas, enfermedades, malezas, fertilización y destinación de residuos, los cuales pueden desencadenar en procesos de contaminación y desequilibrio de la fertilidad.

El manejo de la actividad agrícola presenta un papel fundamental en el desarrollo de estrategias de producción y conservación porque, además de la influencia directa que posee, puede reducir los riesgos de la sobreutilización de la tierra a través del empleo de tecnologías adecuadas. Obviamente que las tecnologías de manejo no pueden remover determinadas limitantes que definen la capacidad de uso de la tierra, ni lograr solventar la sobreutilización muy intensiva.

Aunque el término gestión de la actividad agrícola no sea comúnmente utilizado, se puede considerar que es uno de los más importantes en el proceso de utilización de la tierra por el hombre. Podría ser definida como la forma con que el productor gerencia y administra las prácticas que utiliza en su finca. La necesidad del uso de este concepto viene del hecho de que una misma tecnología administrada de manera diferente conlleva a resultados también diferentes. Un ejemplo se presenta en el Recuadro 3.

**Recuadro 3:****Ejemplo de cómo un procedimiento de gestión puede afectar el resultado de una tecnología de manejo.**

Durante el período lluvioso del año, un pesticida que necesita de unas 5-6 horas para ser absorbido por la planta presenta una probabilidad de actuar más eficientemente sobre la plaga o enfermedad cuando es aplicado a las 6:00 hs de la mañana, que si fuera aplicado a las 12:00 hs del día. Las lluvias frecuentes pasadas las 12:00 hs pueden lavar una parte substancial del producto. Además, es conocida la pérdida de eficiencia de la atomización en las horas más calientes del día, tanto por volatilización o evaporación del producto como por el cierre de los estomas. Sin embargo, el agricultor ya ha incurrido en los mismos costos que si lo hubiera aplicado temprano. Se puede perder en rendimientos por la baja eficiencia de la acción del producto y contaminar aún más el suelo y el agua. Además, se puede aumentar los residuos en los productos cosechados, ya que para compensar las pérdidas descritas, el agricultor suele aumentar previamente las dosis atomizadas, esperando un efecto más rápido, o vuelve a aplicarlo al día siguiente.

Los pequeños agricultores que jornalean afuera por la mañana y trabajan en sus fincas el período de la tarde están tecnológicamente en desventaja comparativa con aquellos que disponen del período de la mañana en lo suyo. El ejemplo sirve no solamente para la aplicación de pesticidas, sino que también para otras variables, tales como: labranza, fertilización, control de malezas y cosecha.

La gestión de la actividad agrícola en muchos casos explica porqué agricultores bajo las mismas condiciones, con el mismo sistema de producción y utilizando las mismas tecnologías de manejo obtienen resultados diversos en sus fincas.

A continuación se describen algunos aspectos que influyen en la decisión de los productores en la forma de manejar sus tierras y gerenciar sus sistemas de producción.

## Disponibilidad de tecnologías

Las decisiones de los productores en utilizar determinadas formas de manejo pueden estar supeditadas a la disponibilidad de tecnologías adecuadas para su sistema de producción. En muchos casos el agricultor reconoce la necesidad de cambio o posee la conciencia y la motivación para adoptar ciertas prácticas mejoradas de manejo, sin embargo, las alternativas disponibles no responden a aspectos importantes que definen su racionalidad. En la agricultura de economía campesina, por lo general, el costo vs. la disponibilidad de capital, el incremento vs. disponibilidad de mano de obra, la rentabilidad vs. costos de oportunidad y los riesgos son factores definitorios.

En este sentido, la tecnología disponible para ser considerada apropiada, debe reflejar una adecuación al sistema de producción, no solamente desde el punto de vista técnico agropecuario, sino también desde el económico y social. Sin tecnología

adecuada de manejo no se puede promover el manejo adecuado de la actividad agrícola.

## Disponibilidad de insumos y equipos

En los países de economías pequeñas y mercados consumidores reducidos, la disponibilidad de insumos y equipos puede representar limitaciones para el manejo adecuado de la actividad agrícola. La dependencia de importación de insumos y equipos presentan las siguientes limitaciones:

- sobrecarga de costos de transporte, aranceles y burocracia;
- no están disponibles en el mercado internacional en pequeñas cantidades o poseen precios poco factibles en estas condiciones;
- no siempre están disponibles cuando se necesitan.

Estos aspectos muchas veces limitan la utilización oportuna de insumos y equipos que tienen que ver con la producción y la conservación, obligando al agricultor a utilizar otros insumos que pueden no ser los más adecuados para lograr los objetivos anteriormente descritos. Un ejemplo es descrito en el Recuadro 4.

### **Recuadro 4:**

#### **Ejemplo de cómo la falta de disponibilidad de insumos y equipos en el mercado pueden afectar los costos y dificultar la utilización de ciertas tecnologías.**

En el país es limitada la disponibilidad de equipos adecuados para la labranza de conservación (arados de cincel, rastras de dientes, sembradoras para siembra directa, etc.), tanto para la tracción tractorizada como animal. Las importaciones individuales o en pequeños lotes siempre cuestan más por unidad, en función de la escala de la transacción, los costos unitarios de transporte y los trámites burocráticos. A raíz de eso, ciertos equipos demoran demasiado tiempo entre su adquisición y llegada al país (por ejemplo, dos arados de cincel adquiridos por el Proyecto MAG/FAO a través de una casa comercial especializada en equipos agrícolas demoraron 11 meses para estar disponibles a los agricultores; en la compra de sembradoras de tracción animal para cero labranza la unidad costó cerca de \$90.000 (= US\$ 430), mientras que para 10 unidades el costo bajaría a \$80.000 (= US\$ 380), una reducción de 11,6% por unidad). Estos factores en contra presionan los precios de la hora trabajada con equipos y, por supuesto, los costos de producción. Además, dificultan los cambios para equipos de labranza más modernos y menos dañinos al suelo.

## Disponibilidad financiera

Las prácticas de manejo utilizadas por los agricultores están directamente relacionadas con su disponibilidad financiera, tanto la propia como aquella suministrada por los sistemas de crédito e incentivos a la actividad. Principalmente en el caso de los pequeños agricultores, donde este recurso es más escaso, se puede decir que la disponibilidad financiera es determinante en la definición de la racionalidad para la adopción y utilización de tecnologías.

Los factores relacionados con este tema que más contribuyen para que los pequeños agricultores tomen sus decisiones y adopten actitudes muy típicas en relación con la incorporación de prácticas agrícolas en sus sistemas de producción, se describen a continuación:

- Disponibilidad financiera propia.
- Disponibilidad o adecuación de líneas de crédito para la actividad, tomándose en cuenta los costos financieros, plazos, garantías y burocracia.
- Riesgo que puede representar el préstamo a la seguridad de la familia campesina en caso de morosidad.
- Tipo de producto, si es para la subsistencia familiar o comercial.

Los pequeños productores, en general, optan por utilizar aquellas técnicas que poseen costos más bajos y/o recursos internos de la finca (insumos baratos y mano de obra, por ejemplo) en detrimento de aquellas más caras y/o que implican la salida de recursos financieros de la unidad productiva, aunque éstas puedan ser económicamente más eficientes y ambientalmente más efectivas.

En las áreas piloto del Proyecto MAG/FAO socioeconómicamente más deprimidas se observa que los agricultores adoptan esta lógica de pensamiento para tomar sus decisiones. En el Recuadro 5 se discute un ejemplo.

**Recuadro 5:****Ejemplo de las relaciones entre disponibilidad financiera y racionalidad de los agricultores para la adopción de tecnologías.**

En San Isidro de Hojancha y Labrador de San Mateo los agricultores han experimentado y comprobado que la utilización de semillas de maíz de las mismas variedades que ellos siembran, pero de mejor calidad genética y sanitaria les era altamente ventajosa. Sin embargo, ellos prefieren seguir sembrando su propia semilla de baja calidad, a comprar semillas de mejor calidad en el mercado, aunque este costo representa muy poco en la composición final del costo de producción del maíz y su utilización muestra una relación beneficio/costo muy favorable. Además, ellos podrían reducir hasta un 50% las áreas de siembra para satisfacer las necesidades de autoconsumo, ya que la producción se duplica.

Mientras tanto, la falta casi absoluta de recursos financieros propios disponibles en las fechas de siembra y la perspectiva de tener que sacar dinero de la finca o tomar crédito para un producto de autoconsumo, que no les va a generar ingreso directo, hacen que tomen las decisiones anteriormente descritas. Aunque algunos también justifican que prefieren los materiales que están acostumbrados a sembrar, la falta de recursos financieros y la perspectiva del autoconsumo son fundamentales.

El mismo comportamiento se ha observado en relación con la fertilización del maíz en San Isidro de Hojancha, cuando los agricultores verificaron que 4 qq/ha de fertilizante prácticamente les duplicaba la producción, con una relación beneficio/costo también favorable. Asimismo, prefieren seguir utilizando dosis más bajas de fertilizantes, aunque el cultivo tenga potencial para responder económicamente a una dosis más grande. Además, compran los fertilizantes que presentan más bajo costo por bolsa, sin importar la relación entre la concentración de nutrientes y el precio. Estos mismos agricultores cuando van a fertilizar el café, su cultivo comercial, cuya comercialización está garantizada, presentan un comportamiento distinto: buscan información técnica, toman crédito, se preocupan con dosis, etc.

## Fomento tecnológico

El productor rural está influenciado constantemente por variadas presiones del medio para utilizar determinadas tecnologías, principalmente aquellas que significan algún tipo de interés comercial de otros participantes en la cadena de producción. El agricultor menos informado en este caso es el más susceptible a estas presiones. En el Recuadro 6 se presentan ejemplos de esta situación.

**Recuadro 6:**

**Ejemplo de como por la falta de un proceso organizado de fomento tecnológico, los agricultores quedan a merced de intereses que pueden ser perjudiciales a ellos y al ambiente.**

En la zona norte de Cartago los propietarios de tractores que alquilan los servicios de preparación del terreno para los agricultores, poseen equipos como el arado de discos fijos, que les favorece en ganancia, en detrimento del productor. El arado de discos, si fuera del modelo de discos reversibles podría tener un rendimiento de trabajo por lo menos 25% mayor, lo que no conviene al tractorista, pero sí conviene al agricultor.

El arado de cincel, que todavía presenta mayores rendimientos de trabajo, y es técnicamente más apropiado para la zona, en términos de producción y conservación de suelos y agua, interesa menos a los tractoristas.

Si no hay una acción organizada de fomento tecnológico, que incluya la validación y demostración de mejores equipos a los agricultores y la organización de los mismos para que ellos seleccionen mejor los equipos y exijan más de los tractoristas de manera coordinada, es muy difícil introducir cambios en labranza. Las acciones del grupo de Tierra Blanca, donde se ha demostrado y promovido el uso del arado de cincel, ha enseñado que la organización de los agricultores y la demanda creada por una pequeña acción de fomento tecnológico funcionan positivamente, ya que los agricultores exigen y los tractoristas empiezan a trabajar también con el arado de cincel.

El desarrollo de programas de fomento tecnológico por quienes no poseen intereses comerciales en la producción viene a contrarrestar en parte estas presiones, informando y educando al agricultor para aumentar su capacidad de selección de nuevas tecnologías y productos, incluso ofreciéndole condiciones de experimentar opciones nuevas para empezar a presionar en el sentido contrario y exigir mejores servicios.

Además, el fomento tecnológico también es necesario para promover cambios en técnicas arraigadas, utilizadas por costumbre o tradición, pero que con el paso del tiempo y el desarrollo natural del conocimiento tecnológico quedaron obsoletas o inapropiadas. Dos ejemplos son discutidos en el Recuadro 7.

## **Conocimiento y educación**

Es del grado de conocimiento sobre lo que hace y del grado de educación formal e informal que posee la población rural como se definen las capacidades para utilizar la tierra, manejar sus sistemas de producción, administrar todas las variables involucradas y analizar las informaciones que llegan hasta ella. Supuestamente, una población más educada también está más preparada para reflexionar, evaluar, seleccionar y manejar mejor las variables involucradas en la producción.

**Recuadro 7:  
Ejemplos de prácticas arraigadas que necesitan de una acción de fomento tecnológico para el cambio.**

La utilización de la pala como forma de control mecánico de malezas en los cafetales ha sido una práctica muy utilizada durante generaciones de cafetaleros y todavía sigue siendo utilizada en algunas áreas. En el inicio de la producción cafetalera en el país, con suelos fértiles recién desmontados, quizás no era una práctica muy dañina. Sin embargo, con la evolución de los conocimientos sobre la erosión, el desgaste que ya han sufrido los suelos y los resultados que esta práctica conlleva en términos de riesgo de erosión, debería ser eliminada de los sistemas de producción en laderas. No obstante, aunque no presente ventajas claras desde el punto de vista económico, social y ambiental, muchos agricultores la utilizan por una tradición familiar en las fincas cafetaleras.

Lo mismo ocurre con el uso del espeque, un instrumento que presenta un bajo rendimiento para la siembra de granos básicos y que podría ser sustituido con ventajas comparativas por espeques mecánicos como la matraca.

En ambos ejemplos, si no hay una acción de fomento al cambio, que incluya apoyo técnico, con generación de opciones mejores, motivación, capacitación, desarrollo de destrezas y apoyo financiero, él no vendrá.

## Consciencia y motivación

Si la gente posee el conocimiento adecuado sobre lo que hace, no de manera mecánica sino que conoce el funcionamiento de las variables involucradas en los procesos, entonces, probablemente estará más consciente de los beneficios y perjuicios que pueden estar causando ciertas prácticas que utiliza.

Por otro lado, si se les ofrece opciones económicamente factibles para corregir las deficiencias identificadas, probablemente estarán motivados a adoptarlas.

## Capacidades y destrezas

Al productor motivado a adoptar ciertas prácticas mejoradas de uso y manejo se le debe ofrecer suficiente capacitación que le permita el conocimiento sobre el funcionamiento de los procesos involucrados en ellas. Asimismo, debe desarrollar las destrezas para su manejo. De esta manera el productor estará más preparado para hacer la gestión correcta de las prácticas que adopta. Sabrá manejarlas correctamente, adaptarlas a su condición específica y hasta mejorarlas.

## **Disponibilidad de servicios**

La forma para aumentar las capacidades de la población rural para mejorar el uso y manejo de la tierra es a través de la oferta de servicios de investigación y extensión. El primero presenta un papel fundamental en la oferta de una tecnología adecuada y el segundo en la posibilidad de masificar estas tecnologías para un número mayor de personas.

## **LOS PROCESOS DE DEGRADACION DE LOS RECURSOS NATURALES EN COSTA RICA**

La posición del país alrededor de 10° de Latitud Norte, su condición de istmo con presencia de grandes altitudes, de geología marcada por una fuerte influencia tectónica y volcánica y los posteriores procesos aluviales y coluviales, determinaron una gran diversidad de condiciones de clima y suelo, que a la vez resultaron en una diversidad de ecosistemas diferentes en territorios relativamente pequeños. Con excepción de unos pocos, tal como el páramo, la intensidad de producción de biomasa es exuberante.

### **EROSION HIDRICA**

#### **Condiciones generales para la instalación del proceso**

Al observarse el paisaje costarricense de manera superficial, podemos darnos cuenta de que el proceso erosivo natural (erosión geológica) ha sido y sigue siendo bastante intenso. Las cordilleras y los cerros presentan fuertes evidencias de disectación, mientras que son grandes las áreas de pies de monte coluviales/aluviales y de llanuras aluviales, evidenciando un proceso continuo de desgaste (denudación) del medio y de redefinición del paisaje.

Lo anterior evidencia que la conjunción entre el régimen pluvial y la geografía del país, aunada a las características tectónicas y de vulcanismo, han contribuido fuertemente en la inestabilidad del paisaje.

Estas evidencias expuestas en el paisaje nacional muestran que en el momento en que el hombre comienza a utilizar la tierra como fuente del proceso productivo y rompe el tenue equilibrio existente, el proceso de erosión hídrica se acelera (erosión antropogénica o acelerada), principalmente si no se toma en cuenta la planificación del uso y el manejo de la tierra, con una adecuada gestión tecnológica.

#### **La erosión hídrica como proceso físico**

El proceso de erosión hídrica puede ser caracterizado por lo menos en dos dimensiones: la geográfica y la de tiempo.

Considerando la dimensión geográfica, la erosión es un fenómeno que alcanza toda la superficie del terreno, milímetro a milímetro, donde quiera que choquen las gotas de lluvia contra el suelo descubierto. Tener claro esta dimensión es importante para la definición de estrategias y selección de prácticas de control de la erosión, ya que aquellas prácticas cuya acción es puntual no son suficientes para detener el proceso que ocurre en toda la superficie del terreno.

En este caso por ejemplo, una acequia de ladera no es suficiente para controlar la erosión hídrica en un área cultivada en limpio. La acequia puede reducir cuando mucho la energía cinética de la escorrentía producida y los daños que serían causados abajo de ella. Sin embargo, esta práctica no presenta ningún efecto en la superficie del terreno, tanto arriba como abajo, para que no se produzca o al menos se reduzca la escorrentía.

Por otro lado, tomando en cuenta la dimensión de tiempo, el proceso erosivo puede ser caracterizado en tres diferentes fases.

### 1. Desprendimiento

Es el producto del impacto de las gotas de lluvia (o de riego por aspersión) contra la superficie del suelo. Las gotas de agua presentan una cierta energía cinética, producto de la masa y de la velocidad de desplazamiento en el momento del choque. Esta energía, en las lluvias de alta intensidad, que son consideradas las más erosivas, son suficientes para desprender del perfil del suelo pequeñas partículas (individuales o pequeños agregados) que son salpicadas alrededor juntamente con agua. Si se toma en cuenta el número de gotas que se impactan contra el suelo durante una lluvia, se puede imaginar las cantidades de suelo y agua que se desplazan por salpicamiento.

En esta secuencia de impacto, desprendimiento y salpicamiento de las pequeñas partículas de suelo mezcladas con agua, ocurren dos fenómenos que son muy importantes en el proceso:

- Con la energía de impacto de las gotas, el suelo sin protección sufre un proceso de compactación superficial (los agricultores dicen que el suelo se apelmaza), lo que reduce la porosidad superficial.
- El agua se infiltra en el perfil transportando las partículas finas salpicadas y que se encuentran en suspensión. Estas partículas se depositan en los poros superficiales del suelo, taponándolos parcial o totalmente.

Ambos aspectos, los cuales son más intensos en la medida que el suelo esté descubierto, reducen la infiltración del agua de la lluvia en el perfil del suelo, favoreciendo que haya agua sobrante sobre la superficie con partículas de suelo desprendidas y salpicadas como material en suspensión.

Si la superficie no es plana, este material (mezcla de agua y suelo = escorrentía) empieza a desplazarse para las partes más bajas de la misma.

Aparentemente el desprendimiento es la fase más importante del proceso erosivo, pues si no ocurriera se podrían mantener tasas más elevadas de infiltración de agua

y menos material de suelo en suspensión en el agua sobrante. Se necesitaría más energía de la escorrentía para desprender y transportar el material sólido que aún es parte del "cuerpo" del suelo.

## 2. Transporte

El transporte de las partículas de suelo es la fase siguiente al desprendimiento y se presenta en dos diferentes formas: por salpicamiento y por escorrentía.

El salpicamiento luego del desprendimiento de las partículas por el impacto es una forma de transporte, aunque sea de poca importancia en términos de distancia. Además, es una forma de transporte aleatoria, es decir, las partículas al salpicar en varias direcciones a partir del punto de impacto se autocompensarían en términos de desplazamiento de suelo. Sin embargo, en condiciones de laderas el transporte por salpicamiento puede adquirir mayor importancia, a la vez que la distancia salpicada hacia arriba siempre será más pequeña que en la dirección hacia abajo.

La escorrentía se presenta como la forma más importante de transporte, ya que puede actuar a grandes distancias y con mayores daños. El agua sobrante sobre la superficie, mezclada con partículas de suelo desprendidas empiezan a desplazarse hacia las partes más bajas de la superficie, inicialmente en pequeño volumen y baja velocidad. Hasta este punto presenta pequeña energía cinética y pequeña capacidad de transporte, desplaza casi solamente el material salpicado y más fino, pero alcanza gran parte de la superficie.

En la medida que el flujo se desplaza más material se suma a él, aumentándose en volumen y velocidad. Como la superficie del terreno no es uniforme, el flujo va buscando los puntos de menor cota formando pequeños flujos encauzados, donde se concentra y adquiere mayor velocidad. En estos puntos la escorrentía puede presentar energía suficiente para transportar no solamente el material más fino, sino también material grueso y suele socavar el propio cauce, formando surcos en el terreno, desde muy pequeños hasta surcos profundos, dependiendo del grado de avance y severidad del proceso.

## 3. Sedimentación

Cuando la escorrentía ya no posee energía suficiente para transportar el material en suspensión, ya sea por la reducción de su volumen, o velocidad, éste empieza a sedimentarse en puntos dentro del terreno o fuera de él.

Es importante señalar que a pesar de la descripción del proceso de erosión en tres fases distintas, hay que considerar dos aspectos que son importantes para su mejor comprensión y tratamiento:

- Durante una lluvia erosiva las tres fases están ocurriendo concomitantemente en el área, es decir, hay desprendimiento, transporte y sedimentación al mismo tiempo, sin embargo, para cada partícula individual de suelo el proceso ocurre siempre en el orden en que ha sido descrito (desprendimiento, transporte y sedimentación).
- Las tres fases ocurren en toda la extensión de la superficie del terreno expuesto a la lluvia, milímetro a milímetro, es decir, que las partículas desprendidas por el impacto de las gotas de lluvia son transportadas y sedimentadas desde distancias muy pequeñas hasta distancias muy grandes.

En la Figura 1 se presentan algunos aspectos del proceso erosivo, conforme lo discutido en este ítem.

## **PERDIDA DE LA FERTILIDAD DEL SUELO**

Tomando la fertilidad como algo dinámico y amplio, donde se da la interacción y el balance entre las variables químicas, físicas y biológicas del perfil, la pérdida de fertilidad del suelo representa la reducción de su calidad y capacidad relativa, como base para el crecimiento y la producción de las plantas.

### **Fertilidad química**

El agua y los nutrientes utilizados por las plantas para desarrollar sus procesos biológicos están presentes en el suelo en un estado de equilibrio dinámico y natural. Al sembrar las plantas con interés de producción, el hombre introduce algunas variables que a veces contribuyen a romper este equilibrio natural: siembra cultivos homogéneos sin variabilidad en la extracción de nutrientes; cosecha los productos con exportación de los nutrientes del sistema; cambia los parámetros de reciclaje en relación con un sistema natural; añade fertilizantes, llevando a un mejoramiento de la fertilidad química en relación con el estado anterior, cuando todas las variables involucradas son manejadas con criterios correctos o una pérdida de la fertilidad, cuando el manejo es inadecuado.

**FIGURA 1:**

Aspectos de diferentes fases de la erosión hídrica superficial: (a) suelo con signos evidentes de desprendimiento por las gotas de lluvia, con inicio de transporte por escorrentía superficial y sedimentación; (b) surco pequeño formado por la concentración de la escorrentía, pero suficiente para perjudicar el cultivo; nótese al lado del surco los signos de desprendimiento; (c) gran cantidad de surcos producto de la concentración de gran cantidad de escorrentía; y (d) transporte y sedimentación en un área cultivada; por el ángulo de la foto, el desprendimiento no se observa.

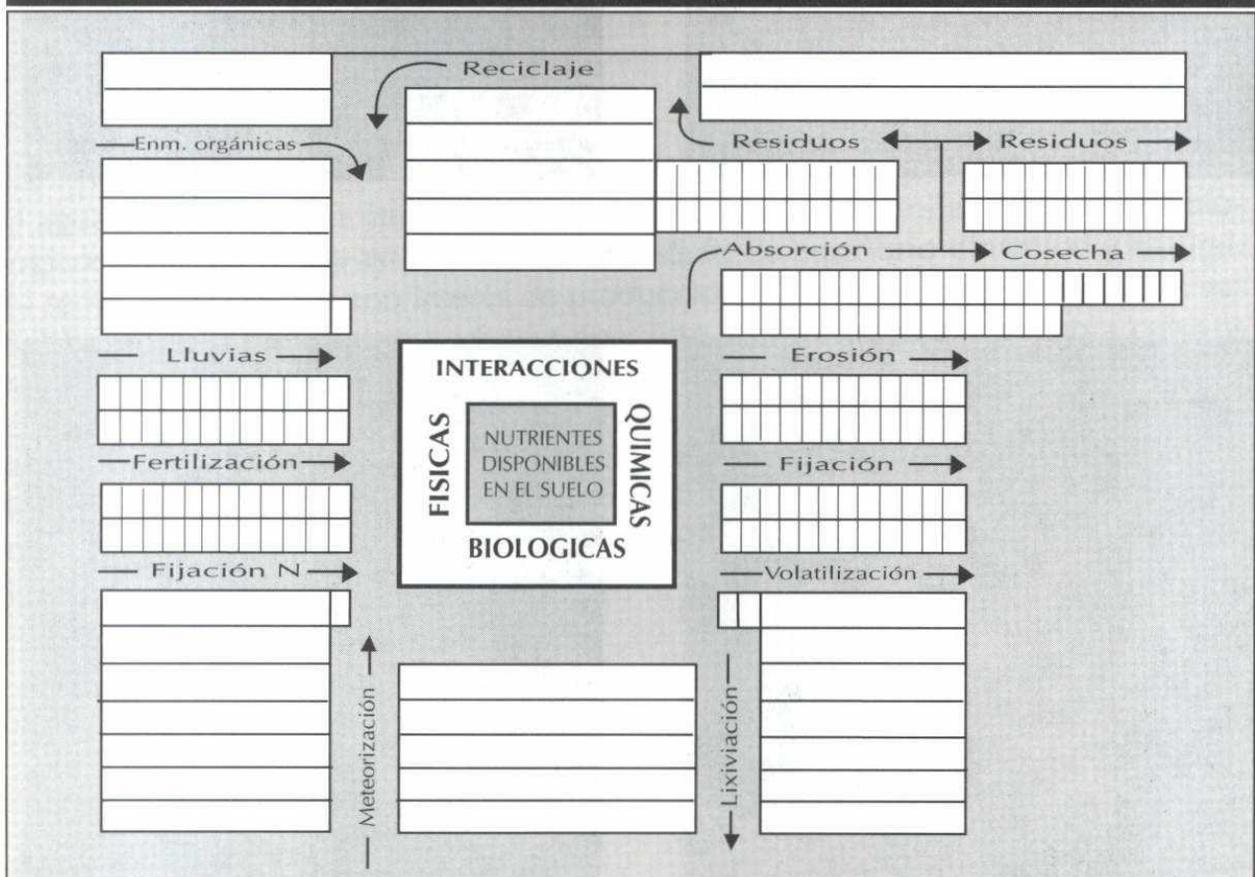
**a****b****c****d**

En la Figura 2 se muestran de manera sencilla y esquemática las fuentes de entrada y salida de nutrientes en un sistema suelo-planta.

Los nutrientes disponibles en el suelo son primariamente un producto de la meteorización de las rocas que han dado origen al suelo, incluso de materiales que pueden haber sido depositados más recientemente como las cenizas volcánicas. Los otros aportes son debido a las lluvias, la fijación de nitrógeno en los cultivos de leguminosas y su posterior reciclaje, la fertilización química con fertilizantes y enmiendas y la adición de materiales orgánicos desde fuera del área. Unas fuentes pueden ser mucho más importantes que otras.

Por otro lado, están las fuentes de pérdidas/salidas de nutrientes del sistema. La erosión probablemente sea la que contribuye cuantitativamente más en las condiciones tropicales de ladera. Las demás formas de restar nutrientes del sistema son la lixiviación y la volatilización, principalmente en el caso de la fertilización nitrogenada. La fijación, principalmente de fósforo, aunque no reste propiamente el nutriente del suelo, lo pone en formas poco disponibles para las plantas y es muy importante en ciertos tipos de suelos.

**FIGURA 2: Esquema sencillo de entradas y pérdidas de nutrientes en el sistema suelo-planta. Adaptado de Shaxson (1995).**



Sin embargo, en la parte superior de la Figura 2 se muestra una fase importantísima del ciclo de nutrientes en las condiciones tropicales. Los vegetales absorben los nutrientes del suelo y los almacenan en la biomasa. Al ser cosechados por el hombre o por los animales, parte de los nutrientes son transportados en los productos (granos, fibras, forrajes, madera, leche, carne, etc.) hacia fuera del sistema. La otra parte queda en los residuos vegetales y animales. Estos residuos cuando vuelven al suelo de donde han sido extraídos, entran nuevamente en el sistema, cerrando el ciclo. Cuando son desechados, salen del sistema y aumentan las pérdidas.

Obviamente, cuando las salidas del sistema son mayores que las entradas hay una tendencia de reducción de los niveles de nutrientes disponibles en el suelo. Lo anterior genera a mediano y largo plazo, menores producciones (menores cantidades de biomasa), menor reciclaje, menor cobertura del suelo y más pérdidas por erosión y lixiviación. Este proceso es muy común en los sistemas de producción en donde:

- Los residuos vegetales y animales (rastrajos, cascarillas, brozas, estiércoles, etc.) que contienen parte de los nutrientes extraídos del suelo son usados de manera inadecuada (quema, rastrillado y amontonamiento sin aprovechamiento posterior), usados en otras actividades (como alimentación animal y camas de criaderos de aves), o son sencillamente desechados y no retornan al suelo donde han sido producidos.
- Hay erosión del suelo que aumentan las pérdidas de suelo, principalmente la arcilla, materia orgánica y nutrientes, con reducción de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).
- Las cantidades de fertilizantes aplicadas no llegan para reponer las salidas.

Cabe señalar que la inadecuada utilización de los residuos y la erosión, entre otras variables, conllevan a reducciones de los niveles de materia orgánica del suelo, lo que representa en condiciones tropicales de suelos muy meteorizados, una pérdida significativa de la CIC. Desde el punto de vista físico hay pérdidas de calidad de la estructura, se reducen las tasas de infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua y se empeoran las condiciones de transmisión de calor en el perfil.

Un aspecto importante a considerar en términos de fertilidad química es la eficiencia de utilización de los nutrientes. Dos suelos con niveles similares de nutrientes disponibles pueden no tener la misma eficiencia como suplidores de éstos para las plantas, en función de factores relacionados con las características físicas y biológicas del perfil, que pueden gobernar el crecimiento radicular de las plantas de manera diferente o proporcionar condiciones favorables o desfavorables sobre el proceso de absorción.

En este sentido, cabe señalar el papel que juegan algunas prácticas de manejo dentro de los sistemas de producción. Prácticas como el sistema de labranza, capaz de introducir variaciones en estructura, aireación, materia orgánica, infiltración y almacenamiento de agua en el suelo, puede determinar no solo la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, sino también influir directamente sobre el crecimiento radicular de las plantas e indirectamente sobre la eficiencia de absorción.

El desbalance nutricional inducido es otra de las formas que se incluye en el concepto de pérdida de fertilidad. El equilibrio natural en varias condiciones edáficas no es el más favorable para la producción rentable de la mayoría de los cultivos. En condiciones tropicales son conocidas y generalizadas situaciones de suelos deficientes en fósforo, con altas tasas de fijación de este nutriente. También, nutrientes como potasio, calcio, magnesio, zinc, suelen ser deficientes. Por otro lado, hay condiciones en que determinados nutrientes aparecen en exceso, incluso en niveles tóxicos: manganeso e hierro son los más comunes.

El aluminio es otro elemento que con frecuencia está presente en niveles tóxicos en muchos suelos, principalmente en aquellos muy meteorizados como los Ultisoles.

Asimismo, el nivel de acidez (pH) no siempre es el más adecuado, tratándose de un componente importante de la fertilidad, ya que incide sobre la disponibilidad de los nutrientes en el suelo.

En estas condiciones, el agricultor al cultivar el suelo para la producción comercial introduce enmiendas y fertilizantes en el sistema, con el propósito de corregir las deficiencias y aumentar la producción. Sin embargo, en muchos casos el manejo y la gestión indebida de la tecnología disponible provocan el desbalance, con nutrientes pasando de la condición de deficiencia a exceso o de exceso a deficiencia. La importancia de las relaciones cuantitativas entre ciertos nutrientes, las interacciones entre ellos y las condiciones físicas y biológicas del suelo, tornan aún más complejo el balance de la fertilidad química.

Los desbalances nutricionales inducidos por el uso agrícola son relativamente comunes en los sistemas de producción que presentan las características que se describen a continuación:

- Donde se practican monocultivos o una misma secuencia de cultivos de características similares, por largos períodos de tiempo, con extracción selectiva de determinados nutrientes en detrimento de otros.
- Donde se utiliza la fertilización con formulaciones patronizadas por largos períodos de tiempo, sin un adecuado monitoreo del nivel de fertilidad del suelo.

- Donde se utilizan fertilizantes que presentan "efectos colaterales" (acidificación por ejemplo) por largos períodos, sin un adecuado monitoreo del comportamiento del suelo.

En el Recuadro 8 se presentan algunos ejemplos de desbalances de la fertilidad del suelo verificados en áreas del país.

**Recuadro 8:**  
Ejemplos de resultados de análisis de suelos con claros síntomas de desbalance de nutrientes introducidos por uso y manejo inadecuados de la fertilización. Datos tomados de Enckevort et al. (1994, 1995a, 1995b).

Local	Tierra Blanca		Bijagual		Atenas
Suelo	<i>Ustic Humitropept</i>		<i>Ustic Haplohumult</i>		<i>Typic Ustropept</i>
Muestra	1	2	1	2	1
M.O. %	4,8 A	6,3 A	4,4 A	9,7 A	2,8 M
N %	0,25 A	0,34 A	0,20 A	-----	0,21 A
P μ/ml	119,5 A	16,1 M	3,2 B	5,0 B	7,0 B
K me/100cc	0,85 A	0,57 M	0,15 B	0,16 B	0,47 M
Ca me/100cc	6,30 M	9,30 M	3,6 B	3,0 B	39,5 A
Mg me/100cc	1,40 M	3,10 M	1,9 M	3,0 A	6,9 A
Al me/100cc	1,2 M	0,4 B	2,4 A	0,7 M	0,3 B
pH H <sub>2</sub> O	5,3 B	4,8 B	5,6 M	6,3 A	5,6 M

Entre las dos muestras de Tierra Blanca de Cartago se puede observar claramente que el agricultor de la muestra n° 1 tuvo una gran preocupación con el fósforo, usándolo en exceso. Por otro lado, se ha descuidado el aluminio intercambiable, cuyo contenido puede presentar problemas al crecimiento radicular de las plantas. El agricultor de la muestra n° 2 ciertamente está utilizando mucho menos fósforo y potasio en su sistema de producción que el de la n° 1.

De las muestras de Bijagual de Turrubares se puede deducir que el agricultor de la muestra n° 1 fertiliza muy poco su terreno, lo cual presenta un nivel de fertilidad por debajo del nivel que podría posibilitar cosechas comercialmente rentables. Probablemente nunca ha aplicado una enmienda para corregir los problemas de acidez, mientras que el agricultor de la n° 2, probablemente ha aplicado un material rico en magnesio y pobre en calcio, lo que causó una relación de 1:1 entre ambos nutrientes. Por otro lado, no hizo fertilizaciones suficientes con P y K para potencializar el efecto del encalado + fertilización sobre la producción.

La muestra de Altos de Naranjo de Atenas, tradicional región cafetalera, evidencia un desgaste de la materia orgánica del suelo en relación con los patrones originales (alrededor de 6-7 %), y una probable subutilización de fertilizaciones con P y K y sobreutilización de enmiendas calcáreas, ricas en Ca y Mg.

## Calidad física del suelo

De manera general, los suelos de Costa Rica en su estado natural presentan condiciones físicas que permiten un buen crecimiento y producción de las plantas cultivadas. Los suelos pertenecientes a las órdenes Ultisol, Inceptisol, Andisol y Alfisol, los cuales ocupan un 85% del área del país (Vásquez, 1989), presentan características de estructura, porosidad, aireación y drenaje capaces de posibilitar el desarrollo del sistema radicular de las plantas en profundidad, a pesar de la gran variación que existe entre ellos.

La capacidad de almacenamiento de agua a pesar de ser muy variable entre los tipos de suelos, parece ser satisfactoria en la mayoría de ellos, principalmente considerando que no se trata de una característica de extremada importancia en la agricultura de secano de Costa Rica. La extensión del período seco (de 60 a 180 días consecutivos) y los niveles de evapotranspiración potencial (alrededor de 180 mm/mes como un promedio general durante el período), determinan que un almacenamiento de agua mayor no se refleje en gran diferencia de agua disponible en el perfil, luego de algunos días de sequía.

Por otro lado, en la principal estación de cultivo, desde mayo hasta noviembre, hay exceso de agua, con un déficit acentuado en el veranillo de San Juan. Sin embargo, los agricultores de secano suelen evitar el veranillo adoptando medidas de escape como la fecha de siembra, ciclos de cultivos, etc. En el período más seco del año la poca agricultura anual existente suele estar bajo riego o son cultivos permanentes y semipermanentes adaptados al medio, tales como el café, mango, marañón y la yuca, el ñampí, tiquisque, respectivamente.

A pesar de no existir un levantamiento sistemático de informaciones sobre el comportamiento físico de los suelos del país, se puede considerar que los suelos cultivados presentan una reducción de sus calidades físicas, principalmente de la estructura.

En los sistemas de producción que involucran la ganadería extensiva, frecuentemente se presenta el proceso de compactación superficial del suelo por el ganado en sobrepastoreo. Igualmente, en los sistemas de producción intensivos de hortalizas, se observa la compactación subsuperficial causada por el uso excesivo de tractores pesados, equipados con el rotavator (rotador), arados o rastras de discos para labranza.

Además de la compactación subsuperficial, estos equipos de labranza promueven la destrucción de la estructura en la capa laborada, pulverizando los agregados y tornándolos fácilmente transportables por el agua o por el viento.

Los suelos de textura liviana, con más de 20% de limo y menos de 50% de arcilla, tales como los Andisoles e Inceptisoles con características ándicas, por su naturaleza son susceptibles a la formación de costras superficiales, debido al impacto de las gotas de lluvia. Además, la pulverización de la estructura favorece aún más este proceso, acelerando la erosión y dificultando la emergencia de las plántulas del suelo. En la Figura 3 se pueden observar algunos de los aspectos descritos.

En resumen, la pérdida de la calidad física del suelo está relacionada con los sistemas de producción, en los cuales están involucradas las variables descritas a continuación:

- Labranza con equipos que pulverizan demasiado la capa arable y deforman la estructura de la capa subyacente.
- Labranza con humedad inadecuada del suelo.
- Máquinas y equipos con características inadecuadas para ejecutar las tareas agrícolas en una situación edáfica particular. Características como el peso por unidad de superficie, potencia disponible en relación con la necesidad de tracción, tipos de llantas, tipos de herramientas de "ataque" al suelo (discos, cuchillas), modo de "ataque" al suelo, entre otras características, deben ser considerados con criterio.
- Falta de cobertura, que determina el grado de exposición a la intemperie (sol, lluvia, viento), con efectos directos sobre el proceso de erosión, descomposición y pérdida de materia orgánica.
- Cultivo de plantas que producen poca biomasa para reciclar.
- Falta de reciclaje de residuos (quema, pastoreo directo o exportación del área para alimentación animal, exportación del área con el producto cosechado).
- Ganadería con sobrepastoreo.

## Calidad biológica del suelo

A pesar de la importancia de la biología del suelo para la producción agropecuaria, este es el tema menos estudiado de manera sistemática en la ciencia del suelo.

Los organismos del suelo (micro, meso y macro) son los responsables del desarrollo de una serie de características que permiten potencializar el comportamiento de otras variables importantes para la producción y la conservación del suelo y del agua.

**FIGURA 3:**

Algunos aspectos de degradación física del suelo: (a) suelo pulverizado por exceso de labranza con rotavator; (b) costras superficiales en suelo labrado para siembra de hortalizas; (c) compactación causada por mal uso y manejo de labranza, todas en Tierra Blanca de Cartago; y (d) compactación superficial provocada por pisoteo de ganado en Altos de Naranjo de Atenas.

**a****b****c****d**

Ellos son responsables de la transformación del material orgánico adicionado al suelo en material aprovechable en el sistema. Las sustancias orgánicas derivadas de dicha transformación presentan actividad química y física en el suelo que incide sobre variables, tales como: la CIC, estabilidad estructural, porosidad, temperatura y consistencia del suelo. Además, en este proceso de transformación, los minerales contenidos en el material orgánico son liberados en el suelo y pueden ser absorbidos por las raíces, cerrando el proceso de reciclaje.

El sinnúmero de canales, galerías y poros "construidos" en el perfil de suelo como fruto de la actividad biológica sirven de vías para la penetración del agua y para el intercambio de gases. En conjunto con la parte sólida del suelo, organizada en su modelo estructural, el complejo "edificio" de sólidos y poros, con distribución, orientación y patrón de continuidad característicos, es definido como la "arquitectura del suelo" (Shaxson, 1994). Se trata de un concepto más amplio y más cercano a las necesidades de la producción y de la conservación que el concepto de estructura, más dirigido a definir la organización de la parte sólida del suelo. Los vacíos del suelo son fundamentales en los procesos de aireación e intercambio de gases, patrón de flujos de calor, infiltración y almacenamiento de agua, drenaje y por supuesto, sobre el crecimiento y funcionamiento de las raíces de las plantas. Para Shaxson (1994) la pérdida de poros del suelo, probablemente sea más grave en términos de caída de productividad y aumento de erosión que la pérdida de partículas sólidas.

Lo anterior evidencia la importancia del mantenimiento de los organismos del suelo como forma de mantener su "arquitectura" en buen estado.

Asimismo, hay evidencias de que la existencia de una flora y fauna diversificadas en el suelo promueve un equilibrio dinámico en que una población tiene más dificultades para prosperar a punto de tornarse un patógeno o plaga que cause un perjuicio económico a la producción.

La pérdida de la fertilidad biológica del suelo o de la diversidad biológica es común en los sistemas de producción con las siguientes características:

- Exceso de labranza con remoción y exposición del suelo a la intemperie (sol, lluvia, viento), donde el comportamiento de las variables temperatura, humedad y aireación se vuelven más inestables.
- Monocultivo, donde las propias plantas a través de sus exudados radiculares y de los residuos en descomposición favorecen poblaciones específicas en detrimento del equilibrio.
- Mal manejo de la vegetación y de los residuos orgánicos (rastros, cascarrillas, brozas, etc.) con quema o aprovechamiento para otras finalidades,

donde se reduce el substracto para mantener altas poblaciones de organismos en el suelo.

- Uso de productos perjudiciales a los organismos, con alta toxicidad y con prolongado efecto residual.

## CONTAMINACION AMBIENTAL

La contaminación ambiental en el sector rural costarricense no está sistemáticamente identificada y documentada. En algunas regiones de cultivos comerciales más intensivos, los problemas parecen ser más severos que en otras zonas donde los sistemas de producción son menos intensivos y a la vez menos dirigidos al mercado.

A raíz de observaciones subjetivas realizadas durante los diagnósticos en las 8 áreas piloto del Proyecto MAG/FAO, la contaminación del ambiente (suelo, agua y aire) está ligada directamente a las siguientes causas:

- Uso indiscriminado y mal manejo de productos, tales como los insecticidas, fungicidas, herbicidas y otros.
- Manejo inadecuado de las estructuras para la cría de animales (porquerizas, polleras y establos, principalmente).
- Manejo inadecuado de los efluentes y lixiviados de plantas procesadoras de productos agropecuarios (beneficios, ingenios, procesadoras de carnes, embutidos, productos lácteos, frutas y otros).

En todas las áreas piloto, tomándolas como representativas de buena parte del área agrícola nacional, los agricultores primeramente seleccionan los productos que aplican en sus cultivos con base en "paquetes populares", es decir, con base en informaciones cruzadas entre vendedores, técnicos, compañeros agricultores y experiencia propia, sin regirse por un afinamiento selectivo. Por lo general, practican la autoprescripción en términos de principios activos, sus mezclas y dosis.

Por otro lado, el manejo de estos productos casi siempre no es el recomendado, principalmente en términos de dosis, época de aplicación, calidad de equipos, condiciones del suelo, entre otras variables.

Los desechos de estos productos (envases de plástico y de vidrio, cajas de cartón, etc.) son una fuente de contaminación en algunas zonas, ya que los agricultores suelen arrojarlos en canales, surcos de erosión y orillas de caminos internos, donde normalmente se concentra la escorrentía transportando o lavando estos residuos contaminantes hacia los cursos de agua.

Entre las demás fuentes de contaminación descritas, aquella provocada por la ganadería, debido al acceso directo de los animales a los manantiales naturales superficiales, parece ser la más importante desde el punto de vista geográfico, a pesar de no representar mucho en términos de severidad.

Por otro lado, las porquerizas, polleras y plantas transformadoras de productos agrícolas, por ser más localizadas, presentan menor importancia geográfica. Sin embargo cuando no se tratan adecuadamente sus efluentes, contaminan el agua y el aire de manera muy severa. Por eso estas actividades están bajo un control más estricto para el control de sus efluentes.

Finalmente, es conocido que las poblaciones urbanas del país no tratan las aguas negras y servidas. Por su volumen, es en el Valle Central en donde probablemente se concentran los índices más severos de contaminación de aguas por esta causa. Por supuesto que si esta agua contaminada es utilizada para riego, áreas y productos agrícolas estarán siendo contaminados con coliformes fecales y otros patógenos, así como, jabones, detergentes, diversas sales, metales y otros productos provenientes de residencias, talleres, industrias, entre otras fuentes.

En la Figura 4 se presentan algunos aspectos de contaminación en diferentes zonas del país.

## **OTROS PROCESOS DE DEGRADACION**

Otros procesos de degradación de los recursos naturales, tales como la salinización del suelo y la desertificación no presentan importancia en el país.

Sin embargo, cabe señalar que la diversidad climática y edáfica del país ha generado una situación particular en términos de la biodiversidad. En este sentido, aunque se ha logrado realizar un trabajo de consideración y una cuarta parte del territorio nacional esté bajo la caracterización de área protegida (área de protección o zona protectora, reserva biológica, parque nacional), cabe enfatizar la necesidad de conocer mejor y evitar la reducción de la biodiversidad de los ecosistemas existentes. Estos ecosistemas pueden ser diferentes, tanto en términos de sus características como pueden cambiar significativamente en pequeños espacios del territorio. La ocupación de áreas relativamente pequeñas para uso agrícola puede estar interviniendo en toda el área de un ecosistema y eliminando ciertas especies vegetales y animales que le son características, lo que dificulta y aumenta la responsabilidad sobre su conservación.

En la Figura 5 se presenta un esquema que resume el contenido de los capítulos anteriores.

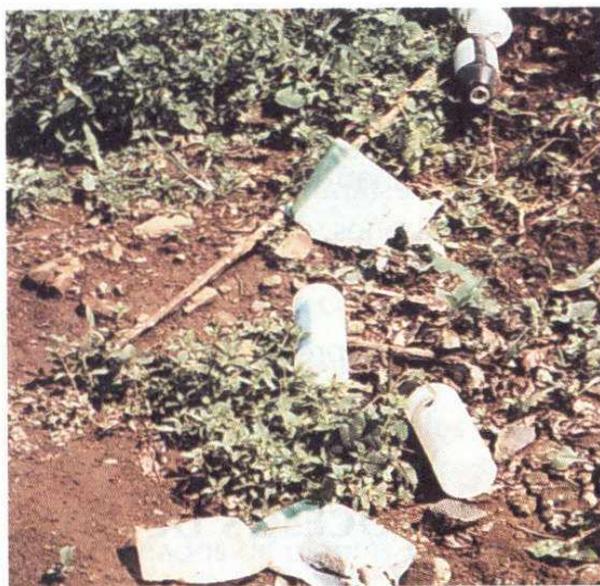
## FIGURA 4:

Algunos aspectos de contaminación ambiental en diferentes zonas y actividades rurales del país: (a) aplicación de plaguicidas en el cultivo de papa en presencia de viento, con pérdida de producto y contaminación del aire; (b) envases de agroquímicos a orillas de caminos; (c) residuos orgánicos de pequeñas porquerizas no tratados y (d) broza de café desechada a la orilla de un curso de agua.

a



b



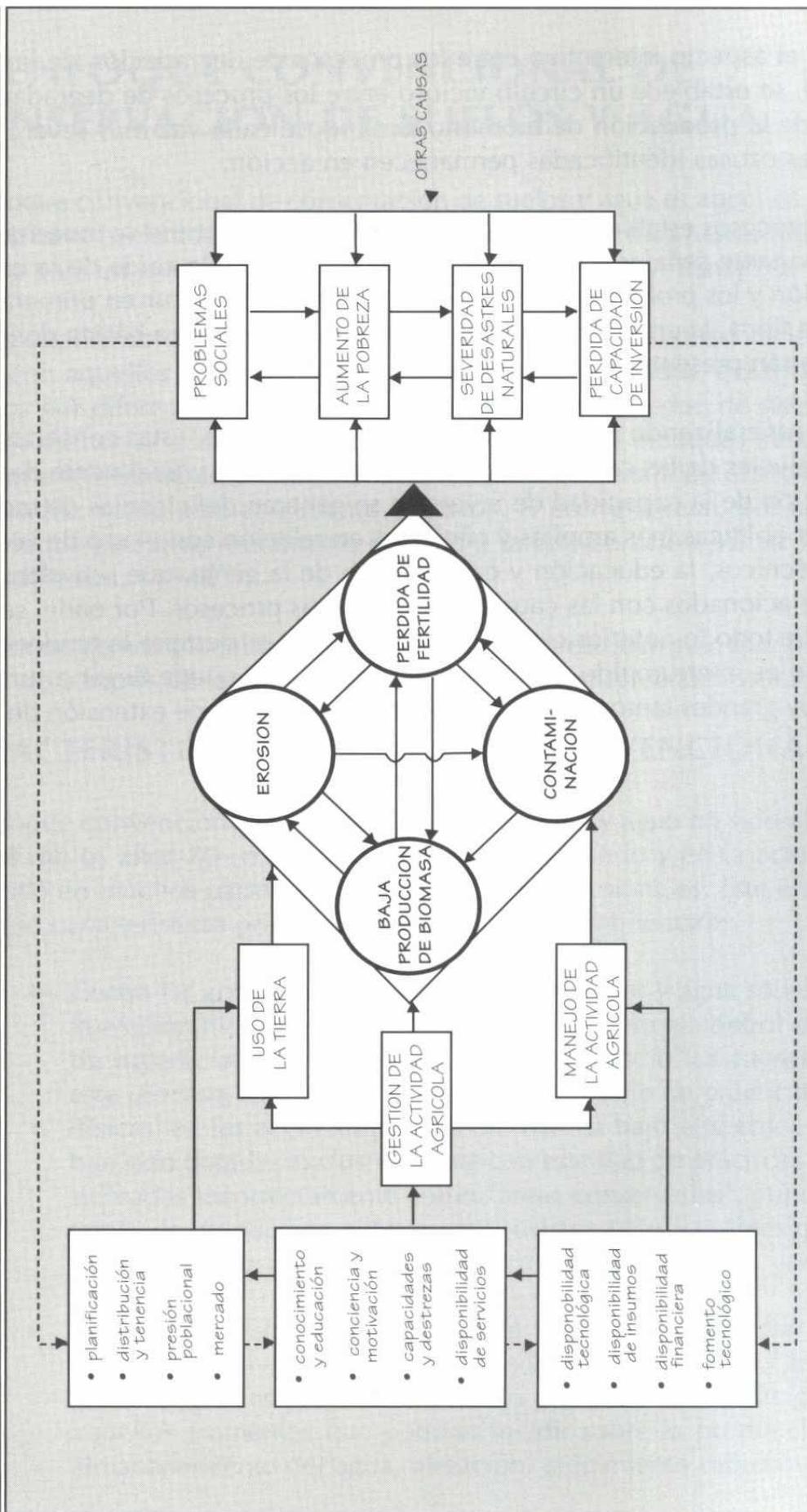
c



d



**FIGURA 5:** Relaciones entre algunas situaciones del entorno que definen patrones de uso, manejo y gestión de los recursos naturales, que a su vez determinan la presencia de procesos de degradación y sus consecuencias más comunes.



Cabe reforzar el aspecto interactivo entre los procesos de degradación de la tierra. Por lo general, se establece un círculo vicioso entre los procesos de degradación y la reducción de la producción de biomasa, tornándose cada vez más severo en la medida que las causas identificadas permanecen en acción.

A su vez, los procesos establecidos tienen consecuencias tal como se muestra en la figura. Es importante señalar que el aumento de la pobreza, la caída de la capacidad de inversión y los problemas sociales de diversos matices ocurren primeramente a nivel de la finca, la unidad social, administrativa y económica básica donde estos procesos están presentes.

Sin embargo, generalizando los procesos hacia diversas fincas, estas consecuencias alcanzan los niveles de las comunidades, cantones, regiones y finalmente del país. Con la reducción de la capacidad de inversión se generan deficiencias de recursos para promover políticas más amplias y eficientes en relación con el uso de la tierra, los servicios técnicos, la educación y capacitación de la gente, que son elementos importantes relacionados con las causas de los mismos procesos. Por ende, se puede concluir que todo lo anterior cierra un ciclo que posee siempre la tendencia de agravarse si no es interrumpido en algún momento y que puede llegar a tener dimensiones muy grandes tanto en términos de severidad como de extensión de áreas afectadas.

## EL ENFOQUE CONVENCIONAL DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

El enfoque convencional de conservación de suelos y agua es aquel en que la erosión hídrica es considerada desde un punto de vista mucho más hidráulico y de ingeniería que bajo un enfoque antrópico y agronómico, de uso y manejo de las tierras.

Es importante no confundir el enfoque convencional de conservación de suelos y agua con aquellos enfoques tradicionales, conceptualizados, desarrollados y mantenidos por diferentes comunidades, en una amplia variedad de sistemas de uso y manejo de tierras a lo largo y ancho del planeta. Estos enfoques tradicionales pueden ser eficientemente productivos, dentro de la racionalidad específica de las comunidades, como ambientalmente efectivos. El convencional, por el contrario, es un enfoque científico meramente dirigido a la conservación *per se* de los suelos y agua (Shaxson, 1994).

El enfoque convencional no posee una definición estricta, sino que puede ser comprendido a través de la presentación de sus principales características.

### CARACTERISTICAS DEL ENFOQUE CONVENCIONAL

El enfoque convencional de conservación de suelos y agua ha sido adoptado hasta finales de los años 70 en prácticamente todo el mundo y en la actualidad es aún utilizado en muchos países, por instituciones y profesionales. Este enfoque presenta como características principales las descritas a continuación:

- Centra las acciones de conservación de suelos y agua sobre el control de la erosión hídrica y más específicamente sobre el control de la escorrentía superficial, dejando en un plano secundario las causas primarias de este proceso, lo que conlleva al uso prioritario de prácticas estructurales (físicas) en las acciones puestas en marcha bajo este enfoque. Areas que han sido dotadas exclusivamente con este tipo de prácticas han sido consideradas incorrectamente como "áreas conservadas", aunque en los sistemas de producción allí presentes existan otras variables que estén contribuyendo a la degradación del recurso tierra.
- Presenta una relación poco tangible, frágil e indirecta con la productividad de las actividades agrícolas llevadas a cabo en las "áreas conservadas", ya que las prácticas físicas no presentan una relación directa con aquellos elementos que podrían incidir sobre la producción (fertilidad, almacenamiento del agua, aireación, crecimiento radicular, etc.).
- Representa un costo adicional al sistema de producción donde es utilizado.

## LIMITACIONES DEL ENFOQUE CONVENCIONAL

A raíz de las principales características presentadas, el enfoque convencional de conservación de suelos y agua se ha mostrado limitado e insuficiente para contrarrestar los problemas de degradación de la tierra en las regiones tropicales. Algunas de estas limitaciones se presentan a continuación:

- No toma en consideración todas las fases del proceso erosivo y los demás procesos de degradación de la tierra, los cuales en muchos casos están interrelacionados e interdependientes (véase Figura 5).
- No toma con la debida importancia y no promueve cambios en la forma de uso y manejo de la tierra, las causas primarias de la erosión del suelo, aceptándola como tal y actuando en el final del proceso, la escorrentía.
- Con una respuesta económica difícil de percibir y medir, con la continuación de los procesos de degradación y aún con costos adicionales, la conservación de suelos bajo este concepto está casi siempre pendiente de la aplicación de incentivos permanentes para la inversión en construcción y mantenimiento de las obras.

En resumen, el enfoque convencional de conservación de suelos y agua no toma en cuenta la complejidad y amplitud de la degradación de la tierra por la acción del hombre, cuyas raíces involucran tanto aspectos agroecológicos como socioeconómicos, además de ser dinámico a lo largo del tiempo.

A partir de la comprensión que la erosión acelerada, la pérdida de fertilidad y los problemas de contaminación son procesos inducidos por la actividad humana y son consecuencias ecológicas predecibles del uso y manejo inadecuado de la tierra, se verificó sobre la necesidad de evolucionar en los enfoques, involucrando principalmente:

- El componente agronómico (como un sinónimo de las actividades agronómicas, pecuarias y forestales) como forma de promover la mejoría del uso y manejo de la tierra.
- El componente socioeconómico, ya que "uso y manejo" es la expresión de la actividad humana sobre las tierras agrícolas.

En el Recuadro 9 se puede observar un área en donde prevalece el enfoque convencional de conservación de suelos y agua.

**Recuadro 9:****Aspecto de una finca que utiliza el enfoque convencional de conservación de suelos y agua.**

La foto (a) muestra un área preparada para la siembra de tabaco. El área presenta alomillados a contorno bien diseñados que sirven para la siembra y a la vez, controlan la escorrentía. Además, presenta acequias de ladera para la evacuación de la escorrentía. Estas obras están bien diseñadas y bien construidas. El área es atractiva visualmente y bajo el enfoque convencional sería un "área conservada".

Sin embargo, si se observa más detalladamente (foto b), los niveles de erosión son muy intensos y no se podría considerarla como un área conservada. Básicamente, el área presenta las siguientes debilidades:

- el sistema de labranza es muy intensivo (palea en área total) para la pendiente, con demasiada movilización del suelo;
- el terreno está desnudo, vulnerable a la erosión por salpique; el horizonte A más rico, pero delgado en este tipo de suelo, ha sido totalmente mezclado con el tope del horizonte B argílico, más pobre y con peores condiciones físicas para el manejo;
- lo anterior, reduce la fertilidad promedio de la capa superficial, lo que aumenta las necesidades de fertilización, dificulta el trabajo del agricultor y, por ende, aumenta la necesidad de mano de obra.

**a****b**

## AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

Como una manera de contrarrestar los procesos de degradación ya descritos y crear alternativas al enfoque convencional presentado resumidamente en el capítulo anterior, se han desarrollado en el país algunas experiencias en áreas piloto, bajo un enfoque denominado de agricultura conservacionista, la cual se define a continuación.

### DEFINICIONES Y CONCEPTOS

#### El significado del término

La **agricultura conservacionista** es un término que intenta expresar los siguientes conceptos generales:

La palabra **agricultura** se refiere al uso económico de la tierra, de la producción agrícola, ganadera, forestal y otras formas de uso; asimismo, para expresar el concepto de eficiencia productiva: **manutención y/o aumentos de producción por área, aumento de la eficiencia de la mano de obra y reducción de costos.**

La palabra **conservacionista** adjetiva al sustantivo **agricultura** y se utiliza para expresar el concepto de que el uso económico de la tierra debe tener siempre la preocupación fundamental con el uso y manejo racional de los recursos naturales que usa para producir.

De esta manera, el término **agricultura conservacionista** expresa la convergencia y conciliación que debe existir entre los intereses de producción y de conservación, el económico y social con el conservacionista y social.

#### Definición

Aunque una definición estricta casi nunca logra expresar toda la extensión del mensaje que se quiere transmitir, la **agricultura conservacionista** podría ser definida como **«la utilización adecuada de la tierra para los fines de producción, buscando aumentar la productividad para satisfacer las necesidades de la población, evitando, reduciendo y/o controlando los procesos por los cuales ella se degrada, a través del uso de tecnologías que sean capaces de cumplir con estos requisitos y adaptadas a los sistemas de producción locales».**

En la definición anterior se debe entender como involucrados algunos elementos que son fundamentales para el desarrollo de la agricultura conservacionista, los cuales se describen a continuación:

- La **convergencia entre los intereses de producción y conservación**, como base para que el uso de la tierra pueda presentar una perspectiva económica, social y ambiental.
- La comprensión de las **relaciones e interacciones presentes a nivel del sistema de producción**, para que se pueda maximizar y/o optimizar el uso y manejo de las variables de producción y de conservación.
- La consideración y el tratamiento de **manera integral de todos los procesos de degradación** presentes en un área, **buscando comprender y contrarrestar sus causas**.
- **El papel protagónico del agricultor y su familia** en todo el proceso, para que ellos propiamente, a través de un cambio de actitudes, promuevan los cambios necesarios en los sistemas de producción, los cuales determinan nuevas relaciones entre la actividad humana y la tierra.

## PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

### Convergencia de los intereses de producción y conservación

Si se analiza el interés individual de quien usa y maneja la tierra, probablemente él estará inclinado a la obtención de beneficios económicos u otras utilidades de la actividad, más que los intereses de conservarla. Aunque muchas veces sean personas conscientes y en el seno de la comunidad reconozcan y defiendan la necesidad de conservación, en lo individual se generan conflictos íntimos entre el interés económico de tener que producir utilidades para subsistir a corto plazo y el interés de conservación, más ligado a un mejoramiento de la calidad de vida colectiva, no siempre generando utilidades individuales a corto plazo.

En este sentido, Kaimowitz (1993) señala como uno de los factores que conlleva a la baja inversión en actividades de conservación por parte del agricultor individual en Centroamérica y el Caribe, el hecho de que no todos los beneficios sociales de la conservación son captados a nivel de la finca.

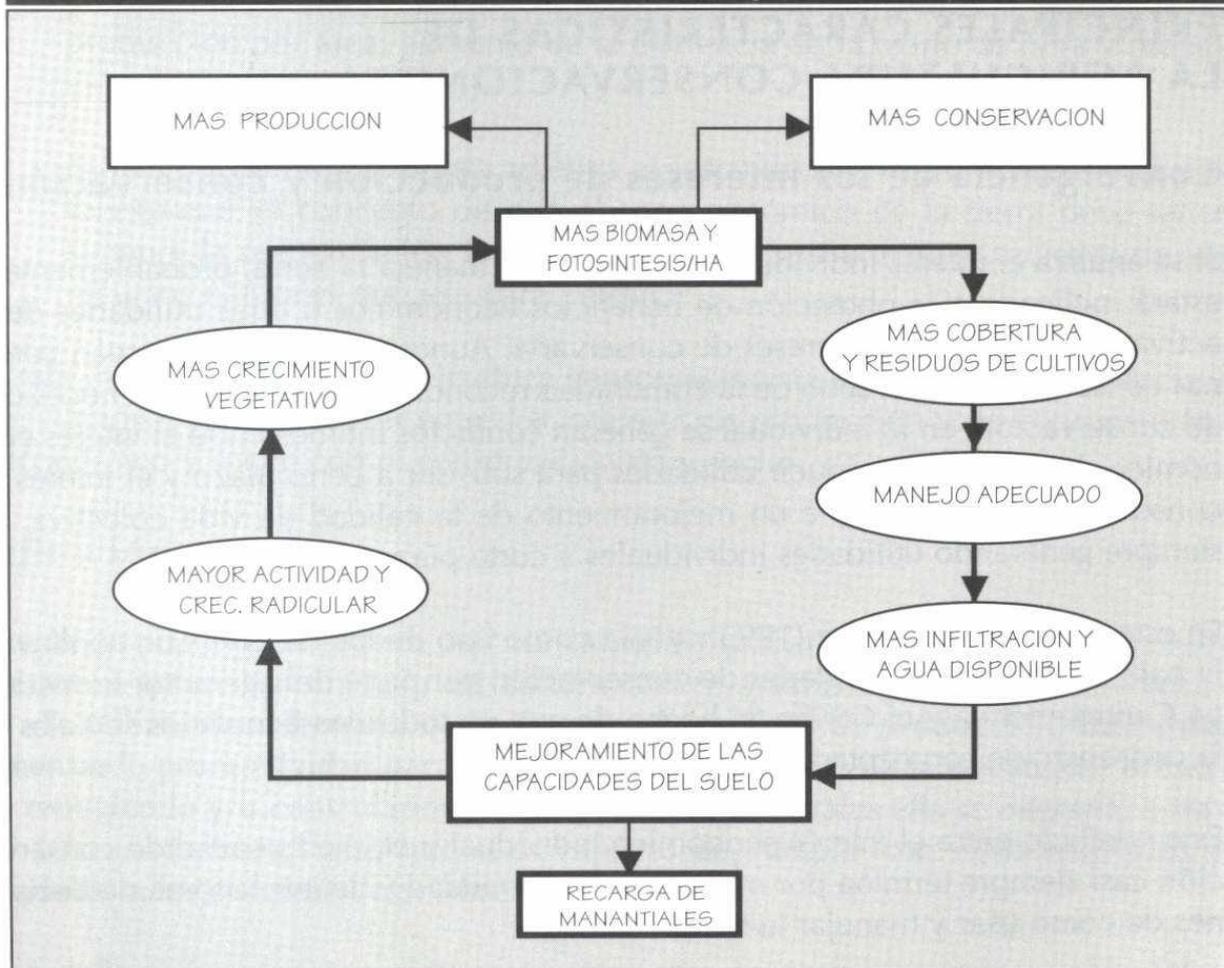
Este conflicto entre el interés económico individual y el interés social de conservación casi siempre termina por moldear la racionalidad y definir la toma de decisiones de cómo usar y manejar la tierra.

Cuando se adopta el enfoque convencional de conservación de suelos y agua este conflicto es más evidente, puesto que las acciones generan costos sin que haya utilidades económicas perceptibles y cuantificables.

El enfoque de la agricultura conservacionista busca la convergencia entre los intereses de la producción y de la conservación como forma de reducir o eliminar este conflicto individual que viven los productores rurales, a través del manejo de algunos elementos mostrados en la Figura 6 y que se describen a continuación:

Se empieza por aprovechar y mejorar la cobertura del terreno con los cultivos, sus residuos y rastrojos. Se promueve el mejoramiento en las prácticas de manejo, no solamente para mantener más residuos y la cobertura sino también para aumentar la infiltración y el agua disponible para los cultivos. Para lograr mayor infiltración y almacenamiento del agua se adoptan técnicas de manejo que contribuyan además a mejorar otras cualidades del suelo (porosidad, aireación) las cuales, en conjunto, favorecen las condiciones de la recarga de los manantiales y a la vez, posibilitan el desarrollo radicular y la extracción de nutrientes por los cultivos.

**FIGURA 6:**  
Esquema general que posibilita la integración de los intereses de la producción con los intereses de la conservación de la tierra. Adaptado de Shaxson (1988)



Lo anterior, de manera general, implica un mayor crecimiento vegetativo y éste a la vez, significa más fotosíntesis por área (posibilidad de mayor producción-interés económico) y más cantidad de biomasa (posibilidad de más cobertura y más infiltración-interés de conservación), reiniciando el ciclo ya en mejores condiciones que el ciclo anterior.

Haciendo converger los intereses de la producción y de la conservación en un solo proceso tecnológico se pueden promover cambios efectivos y duraderos de uso y manejo de la tierra, adoptando la estrategia de motivar al agricultor por su interés individual: la economía de la producción. El interés social y colectivo de la conservación viene disimulado, como lo señala Shaxson (1988). En el Recuadro 10 se puede observar un ejemplo acerca de lo planteado en este ítem.

### **Promoción de cambios en los sistemas de producción**

Si las causas de degradación de la tierra están fuertemente ligadas al uso y manejo a que la somete el hombre en sus actividades productivas y el sistema de producción es la expresión del conjunto de acciones que él ejecuta para producir, solamente promoviendo cambios en este sistema se puede cambiar los patrones de uso y manejo y, por ende, frenar y revertir los procesos de degradación.

En este sentido, en el enfoque de la agricultura conservacionista se evalúan los diversos elementos del sistema de producción para verificar la contribución de cada uno sobre la producción y la conservación. Los cambios son promovidos en aquellos elementos que no están contribuyendo para uno o ambos aspectos. Las opciones de cambio propuestas, obviamente deben atender dos aspectos importantes:

- Deben ser compatibles con el agricultor y su familia en cuanto a valores, cultura, costumbres, capacidades y habilidades y estar adaptados técnica y económicamente a su sistema de producción actual.
- Deben hacer converger los intereses de la producción y de la conservación.

En la Figura 7 se toma un cultivo cualquiera que podría ser considerado como un subsistema de un sistema de producción. El análisis y las propuestas de cambio empiezan por el estudio y la selección del área en que el cultivo está o debería ser sembrado dentro de la finca (uso de la tierra). Muchas veces, pequeños ajustes espaciales internos en la finca suelen producir efectos positivos sobre la producción y sobre la detención y reversión de los procesos de degradación.

**Recuadro 10: Ejemplo de como se pueden hacer converger con tecnologías sencillas los objetivos de producción y de conservación del suelo y agua.**

En la región Huetar Norte el MAG promueve junto a grupos de pequeños agricultores que siembran granos básicos, el cultivo de la mucuna y de la canavalia o frijol de chanco, como forma de aumentar la producción de maíz y frijol, agregar nitrógeno al suelo y reciclar otros nutrientes, controlar las malezas y aumentar la cobertura vegetal del terreno. Algunos resultados muestran que: para maíz, el cultivo previo de mucuna aumentó el rendimiento en un 13% en relación con el maíz fertilizado apenas con abono mineral, redujo el costo de producción en un 21% y, por supuesto, aumentó el ingreso neto en \$28800. Además, la mucuna redujo las malezas en el terreno y aumentó la actividad de lombrices de tierra; para frijol, los mejores resultados fueron observados donde se asoció la siembra de mucuna o de canavalia a la fertilización mineral del frijol, con ingresos netos de 4,3 y 2,3 veces, respectivamente, más grandes que los obtenidos en el sistema tradicional del agricultor; aunque no haya sido el mejor tratamiento, la siembra previa de mucuna sin la fertilización mineral del frijol duplicó el ingreso neto del cultivo en relación con el sistema tradicional; al contrario, el cultivo de canavalia sin asociar la fertilización mineral redujo el ingreso neto del frijolar en un 24%. (Adaptado de MAG, 1996).

El sistema de labranza, generalmente se constituye en un elemento muy importante dentro de este enfoque, ya que suele ser un factor de degradación cuando es mal seleccionado y ejecutado, además de afectar directamente a la producción. La adopción de métodos de labranza que permiten mayor cobertura del terreno y mejor infiltración del agua en el suelo, en muchos sistemas de producción logra mejor eficiencia productiva y más efectividad conservacionista, en contraposición con aquellos que destruyen la estructura del suelo, reducen la porosidad y limitan el crecimiento radicular.

Así, cada elemento del sistema es analizado. Incluso aquellos que parecen no tener ninguna relación con la conservación y con el proceso de producción de las plantas, muchas veces presentan relaciones indirectas, aunque, importantes y determinantes para alcanzar los objetivos que se plantean.

El almacenamiento de las cosechas en la finca por ejemplo, es un elemento que aparentemente no tiene relación con la tierra y con la producción de *per se*. Sin embargo, en un análisis más detallado se puede verificar que en muchos sistemas de producción, los agricultores almacenan mal sus cosechas presentándose pérdidas elevadas debido a plagas y enfermedades. Si de un lado se considera que las necesidades de alimentos de la familia campesina son relativamente fijas en un plazo relativamente corto, el área de siembra sobre tierras marginales debe ser aumentada para compensar las pérdidas en el almacenamiento, lo que es ambientalmente poco efectivo y económicamente poco favorable. Por otro lado, las pérdidas de productos cosechados incluyen todos los costos de producción (trabajo



+ insumos), lo que reduce la capacidad del agricultor para invertir en la finca, tanto en producción como en conservación. En el Recuadro 11 se presenta un ejemplo sobre el planteamiento anterior.

**Recuadro 11:**

**Ejemplo de cómo una práctica común del sistema de producción, aparentemente no relacionada con el uso de la tierra y con el manejo del suelo, puede ser tratada como de conservación, bajo el enfoque de agricultura conservacionista.**

En el área piloto de San Isidro de Hojancha los agricultores siembran el maíz para autoconsumo. Ellos suelen sembrar entre 1,0 y 1,5 ha por finca, con una productividad promedio alrededor de 1800 kg/ha, para cumplir con las necesidades de consumo anual. Sin embargo, en setiembre/octubre cuando el maíz está listo para ser cosechado, es solamente doblado y dejado en el campo. En estas condiciones ciertas especies de aves que abundan en la zona y otras plagas consumen hasta un 25-30% de las mazorcas y abren paso para la penetración del agua que favorece el desarrollo de hongos, llegando a promedios de pérdida alrededor de 50% (pérdidas medidas en el año 95).

Si tuvieran un pequeño galpón donde almacenar la cosecha de manera más apropiada podrían reducir las pérdidas a un 15-20% como máximo, lo que significaría tener que sembrar un área de apenas 0,6-0,9 ha de maíz, considerándose los mismos niveles de productividad y de consumo. Es decir, los agricultores podrían sembrar un 40% menos de área para disponer de la misma producción para consumo.

Otro aspecto importante de analizarse en la Figura 7 son las relaciones entre los diferentes subsistemas dentro de la finca, ya que los residuos de unos pueden ser insumos para otros subsistemas, con fuerte incidencia sobre la producción y todos los procesos de degradación descritos en el capítulo anterior de este documento. En el Recuadro 12 se presentan algunos ejemplos de esta situación.

Las posibilidades de aprovechamiento y reaprovechamiento de residuos dentro de la finca son innumerables y deben ser promovidas dentro del enfoque de la agricultura conservacionista.

Bajo este enfoque, tanto el investigador como el extensionista deben tener una visión más integral del sistema de producción, con sus componentes técnico (agronómico/pecuario/forestal), económico, social y ambiental, para hacer frente a las necesidades tecnológicas de los agricultores.

**Recuadro 12:  
Ejemplos de utilización de los residuos de la producción animal y reducción de la contaminación.**

La cerdaza es frecuentemente utilizada en Costa Rica para complementar la alimentación del ganado vacuno. En el área piloto de Altos de Naranjo de Atenas un agricultor, a través de la construcción de una estructura muy sencilla en la porqueriza, ha tratado y utilizado la cerdaza como parte de la alimentación de ganado y como enmienda orgánica en un semillero de café. Aunado con otras prácticas mejoradas de manejo de pasto, tales como el pastoreo rotacionado en apartos y el riego del pasto en verano, ha logrado mantener mejor nivel de productividad y mayor cobertura vegetal del terreno, evitando el pisoteo y la compactación. Además, prácticamente ha eliminado la contaminación por los residuos de la porqueriza.

Otro agricultor en esta misma cuenca hidrográfica ha adoptado un sistema similar con aprovechamiento de la cerdaza para ganado semiestabulado. El estiércol del ganado se distribuye en el área del pasto de corte.

En Monseñor Morera de Tilarán un agricultor posee una pequeña porqueriza con capacidad para 8 cabezas. El ha implementado un sistema sencillo y barato donde aprovecha la cerdaza para alimentar a sus gallinas y como fertilizante en un pequeño huerto casero. Con eso se reducen considerablemente los malos olores producidos por la descomposición anaeróbica del material, la contaminación de áreas de pasto y la presencia de moscas.

Es importante señalar que el aprovechamiento de residuos animales en la alimentación de otros animales siempre requieren de la asesoría de un profesional (zootecnista o médico veterinario) para evitar problemas de desequilibrios nutricionales, trastornos alimenticios y transmisión de enfermedades.

**Enfoque y análisis integral sobre los procesos de degradación**

Si se analiza nuevamente la Figura 5 se puede concluir que los procesos de degradación ocurren de manera interactiva, como un resultado de las mismas causas relacionadas con el uso, manejo y gestión inadecuados de la tierra por el hombre. Una vez establecidos los procesos de degradación, generalmente ellos actúan como un círculo vicioso de doble sentido, en donde uno interviene sobre otro y viceversa. Dependiendo del sistema de producción que se está analizando y de las condiciones agroecológicas del área, un proceso puede ser más severo e importante que otros, sin embargo estas relaciones, fuertes o frágiles, casi siempre se mantienen. En el Recuadro 13 se presenta el caso de Tierra Blanca de Cartago como ejemplo.

Además, las causas de estos procesos también guardan relaciones entre sí, tanto directas y fuertes como indirectas y frágiles. Para diseñar una estrategia para contrarrestar los procesos de degradación es necesario entender estas relaciones y atacar el problema de manera integral, no compartimentalizada.

**Recuadro 13:****Ejemplo sobre la necesidad de un análisis integral de los procesos de degradación que se desarrollan en una región.**

En la región de Tierra Blanca de Cartago domina el cultivo intensivo de cebolla, papa y zanahoria como rubros principales de los sistemas de producción. Como los suelos de la zona son de clase de capacidad de uso generalmente entre IV y VI, se puede definir que la tierra está en visible condición de sobre uso (uso inadecuado de la tierra).

Además, los agricultores utilizan equipos inapropiados para la labranza del suelo, dejándolo expuesto a la acción de las lluvias (manejo inadecuado del suelo). También, estos equipos son puestos a trabajar en condiciones que no son las más favorables en términos de humedad; usan siempre los mismos equipos y a las mismas profundidades y muchas veces, en la dirección pendiente abajo (gestión inadecuada de la tecnología en uso). Lo anterior conlleva a un proceso de pérdida de la calidad física del suelo (pulverización y compactación) que aunado a la poca cobertura de rastrojos ofrecida por los cultivos y dejada sobre la superficie después de la labranza, aumenta la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica. El suelo que va quedando para el cultivo año tras año está más cerca de los horizontes más pobres del perfil (química, física y biológicamente hablando). Los agricultores mantienen la fertilidad química a costa de fertilizantes minerales, en muchos casos causando desbalances importantes. La pulverización y el arrastre de partículas de suelo por erosión contribuyen a esparcir y contaminar áreas con el hongo de la pudrición blanca de la cebolla (torbó) y nemátodos, principalmente. Como respuesta a corto plazo los agricultores aumentan las defensas a costa de aplicación de pesticidas, aumentando el proceso de contaminación. La escorrentía contaminada con el hongo alcanza los manantiales y vuelve a otras áreas como agua de riego.

La solución pasa por el mejoramiento de los sistemas de labranza del suelo para mejorar la estructura y aumentar la infiltración del agua; manejo adecuado de la escorrentía; la evaluación con criterio de la fertilidad y su posterior corrección; la adopción de métodos integrales para el manejo y control de plagas y enfermedades; y control del riego.

A pesar de que para muchas de estas variables hay poca tecnología adaptada a las condiciones de los sistemas de producción locales, diversas acciones a corto plazo se están logrando implementar: cambio del arado de discos y del rotavator por el arado de cincel; reducción del número de pases de rotavator/año; manejo de la escorrentía con acequias, surcado para papa y ereado de siembra de cebolla al 2-4% de pendiente (se usaba con 8-10%); fertilización con base en el análisis de suelo (la tradición es utilizar un "paquete popular" para cada cultivo); manejo integrado de plagas; uso de prácticas culturales para reducir la diseminación e incidencia del torbó; y por encima de todo, mucha capacitación a los agricultores, para que se concienticen, motiven y aumenten su capacidad gerencial para entender los procesos y sus causas, en toda su complejidad, y así puedan ser los actores principales del proceso de cambio.

Todas estas variables son analizadas e implementadas según un plan integral de finca, grupo de fincas o microcuenca hidrográfica, según las características de cada práctica. En este caso, todavía urge el desarrollo de actividades de investigación para producir otras opciones más apropiadas de labranza e identificar cultivos alternativos a los tres ya mencionados. En ambos casos buscando aumentar el grado de cobertura del terreno y la reducción de la necesidad de roturación y pulverización del suelo, pero que sean a la vez económicamente viables y socialmente aceptables.

Tomando el ejemplo del Recuadro 13, la acción técnica en conservación de suelos y aguas bajo el enfoque convencional, probablemente estaría más dirigida al control y manejo de la escorrentía, mientras técnicos de otras áreas estarían intentando por su lado estudiar los desbalances de fertilidad, otros el control de plagas y enfermedades, etc., sin ligar un tema con el otro.

Bajo el enfoque de la agricultura conservacionista, la evaluación y el análisis integral del sistema de producción y de los procesos de degradación "pueden" generar un proceso de investigación, con un enfoque también más integrado y un servicio de extensión más cercano al punto de vista, en el cual el agricultor visualiza su finca y define su sistema de producción.

### **Protagonismo del agricultor y su familia**

Todo lo anterior conlleva a la conclusión de que el agricultor y su familia deben tener un papel protagónico en el proceso de generación, adaptación, transferencia y adopción de tecnologías agrícolas. No obstante, eso no debe significar pérdida de presencia o un papel pasivo para el técnico. Este asume un papel diferente, el de facilitador, promotor y orientador.

Cambiar los procedimientos de uso y manejo de la tierra significa en gran parte cambiar la actitud de las familias campesinas y sus relaciones con los recursos que utilizan. No se lograrán cambios duraderos en el sistema de producción sin que se logren cambios en el pensamiento y actitudes de la gente, por el sencillo hecho de que al fin y al cabo, quienes manejan los cambios a lo largo del tiempo son los agricultores y no los técnicos.

Además, para ofrecer opciones que puedan reemplazar las técnicas utilizadas por el agricultor no basta con identificar aquellas que el agricultor está manejando de manera equivocada, sino también cómo y por qué las utiliza. Conociendo mejor la racionalidad del agricultor en la toma de decisiones se podrá ofrecer opciones más aceptables para él. Si las opciones ofrecidas se contraponen a su racionalidad, difícilmente serán aceptadas e incorporadas al sistema de producción. Lo anterior requiere cambios también en la forma de pensar y de actuar de los técnicos.

Dentro del enfoque de la agricultura conservacionista, como se trata de analizar e introducir cambios en los sistemas de producción, de forma integrada y armónica, la relación entre los técnicos (investigadores, extensionistas, promotores, asistentes) y los agricultores asume un papel fundamental.

En este sentido, el desarrollo de una relación participativa, donde el agricultor y su familia son los protagonistas, basada en el intercambio de experiencias y en la credibilidad mutua entre técnicos y agricultores, ha sido fructífera para la implementación de la agricultura conservacionista. El intercambio de experiencias, buscando

comprender las técnicas y los procedimientos utilizados por el agricultor y su racionalidad al decidir por ellos, lleva a los técnicos a desarrollar y recomendar opciones más adaptadas a su realidad. Por otro lado, el agricultor puede reflexionar sobre técnicas y procedimientos que le están causando daños y motivarse a cambiarlos de manera permanente.

La credibilidad es un factor importante en la aceptación de prácticas y cambios por parte del agricultor, según Shaxson (1994). Cuando hay poca credibilidad de los agricultores en los técnicos, ellos suelen presentar más resistencia a la aceptación de nuevas ideas y técnicas; y generalmente están dispuestos a recibir apenas una pequeña parte de la información que no sea compleja. En la medida que la credibilidad va en aumento, los agricultores suelen mostrarse más abiertos y dispuestos a aceptar nuevas ideas y técnicas, en mayor número y de mayor complejidad.

## **PRINCIPIOS TECNICOS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

La agricultura conservacionista se basa en algunos principios técnicos generales que gobiernan la selección de las tecnologías de cambio en los sistemas de producción y que deben orientar también la generación de tecnologías agropecuarias. El extensionista debe siempre tomarlos en consideración al seleccionar las tecnologías junto con los agricultores, de idéntica manera que los investigadores al producir tecnologías para el mejoramiento de los sistemas de producción.

Como una manera de cumplir con el requisito de mantener el interés individual de los productores rurales, la agricultura conservacionista promueve los cambios tecnológicos que posibiliten el «aumento de la productividad» de la actividad agrícola, comprendiendo el término productividad no solamente como el aumento de la producción por unidad de área (kg/ha), sino que también la eficiencia productiva.

En este sentido se incluye como aumento de productividad la reducción de costos para producir lo mismo o más (eficiencia económica), la reducción de mano de obra para producir lo mismo o más (eficiencia de la mano de obra), la reducción de insumos para producir lo mismo o más (eficiencia agronómica) y otros parámetros que puedan reflejar un mejoramiento de la productividad de la finca.

En la mayoría de los casos es posible inducir mejoramientos sencillos en los sistemas de producción, sobre la base de lo que están produciendo o tratando de conseguir los agricultores, empezando desde aquello que ellos ya conocen. Principalmente en la agricultura de economía campesina es importante que la búsqueda del aumento de la productividad y del ingreso de los agricultores sea en base al mejoramiento y diversificación de sus sistemas de producción con prácticas sencillas, de bajo costo y riesgo, que puedan ser adoptadas y desarrolladas por ellos mismos.

Por ejemplo, la mejor selección y almacenamiento de las semillas en la finca, un método de siembra con menor uso de mano de obra, el control de malezas en épocas más adecuadas, una fertilización atendiendo a parámetros de humedad del suelo, el aprovechamiento más eficiente de los rastrojos de los cultivos, residuos de cosecha y desechos animales, la siembra de un pasto mejorado, son apenas algunos de los aspectos que pueden responder con resultados muy positivos en términos de productividad en la pequeña agricultura.

Por otro lado, buscando siempre converger los intereses de producción y de conservación, la agricultura conservacionista se preocupa en contrarrestar las causas de los procesos de degradación más comunes y severos en los sistemas de producción.

En este sentido, al tomarse en cuenta las características del territorio costarricense y los patrones de pluviosidad imperantes, la erosión hídrica acelerada es perfectamente predecible si la tierra es usada y manejada de manera inadecuada. Por lo tanto, se trata de evitar que en el proceso de uso y manejo de la tierra se presenten las condiciones para que se den procesos de erosión hídrica superficial acelerada.

En este sentido, la agricultura conservacionista tiene como principio la protección de la superficie del suelo a través del «aumento de la cobertura vegetal», ya sea con la vegetación del propio cultivo o con los residuos de cosecha y rastrojos. El aumento de la cobertura de la superficie del suelo debe considerar tanto los parámetros de cantidad de cobertura como los de calidad de la cobertura, esto para cumplir con ciertos objetivos, dentro de las dimensiones de espacio y tiempo. Por ejemplo, hay diferentes tipos de cobertura vegetal con diferentes comportamientos en términos de capacidad de cobertura, rapidez de descomposición, facilidad de manejo, etc.

Además del aumento de la cobertura de la superficie del suelo, la agricultura conservacionista promueve el mejoramiento de las propiedades del suelo, tales como, la estructura y porosidad, con el objetivo de mejorar las capacidades del suelo y lograr el «aumento de la infiltración del agua» en el perfil. El aumento de la infiltración del agua es importante no solamente para la reducción posterior de la escorrentía y recarga de los manantiales, sino también para el aumento de la disponibilidad temporal de agua para las plantas. Así, en el aumento de la infiltración del agua convergen los propósitos de producción y de conservación.

En muchas zonas de Costa Rica, los regímenes pluviales, con períodos prolongados de lluvias intensas e intermitentes, asociados a las condiciones de pendientes acentuadas y reducido espesor de los perfiles de suelos producen condiciones de saturación, que reducen la capacidad de éstos de recibir y almacenar el agua, generándose excedentes apreciables en forma de escorrentía. En atención a esta relación clima-paisaje, la agricultura conservacionista promueve el «manejo adecuado de la escorrentía superficial», a través del uso de prácticas que reduzcan la velocidad y el volumen de la misma y que permitan su encauzamiento seguro y menos perjudicial.

Mientras tanto, cabe señalar que en contraposición al enfoque convencional de conservación de suelos y agua, que centra sus acciones en el control de la escorrentía, la agricultura conservacionista lo considera dentro de un enfoque global de planificación de la producción y conservación. Ella adopta las formas preventivas de control (cobertura e infiltración) y busca actuar sobre las causas de la erosión, exactamente las variables de uso y manejo de la tierra.

En las zonas tropicales, las altas temperaturas y las condiciones de humedad asociadas a los tipos de uso y manejo, por lo general, contribuyen a la reducción de la materia orgánica del suelo. La materia orgánica juega un papel importante en la mantención de la fertilidad, las condiciones para la infiltración del agua y el crecimiento de las plantas.

Por otro lado, los problemas de degradación y desequilibrio de la fertilidad ya descritos, hacen que el enfoque de la agricultura conservacionista considere «el manejo adecuado de la fertilidad del suelo y mantención de la materia orgánica», como un principio fundamental para mantener y aumentar la productividad y a la vez, evitar la pérdida de calidad del suelo y la contaminación.

Por último, pero no menos importante principio, la agricultura conservacionista promueve las medidas para «evitar o reducir la contaminación» del ambiente rural, principalmente aquellas fuentes de contaminación química y orgánica, las más importantes en las condiciones del país. La capacitación de los agricultores para la implementación del uso y manejo adecuado de agroquímicos, la adopción de métodos alternativos de control de plagas y enfermedades, el manejo y aprovechamiento de los residuos de cosechas y de producción animal, son algunas de las actividades factibles de ejecución en los planes de agricultura conservacionista.

En la Figura 8 se presentan algunos ejemplos que muestran e intentan resumir el concepto de la agricultura conservacionista.

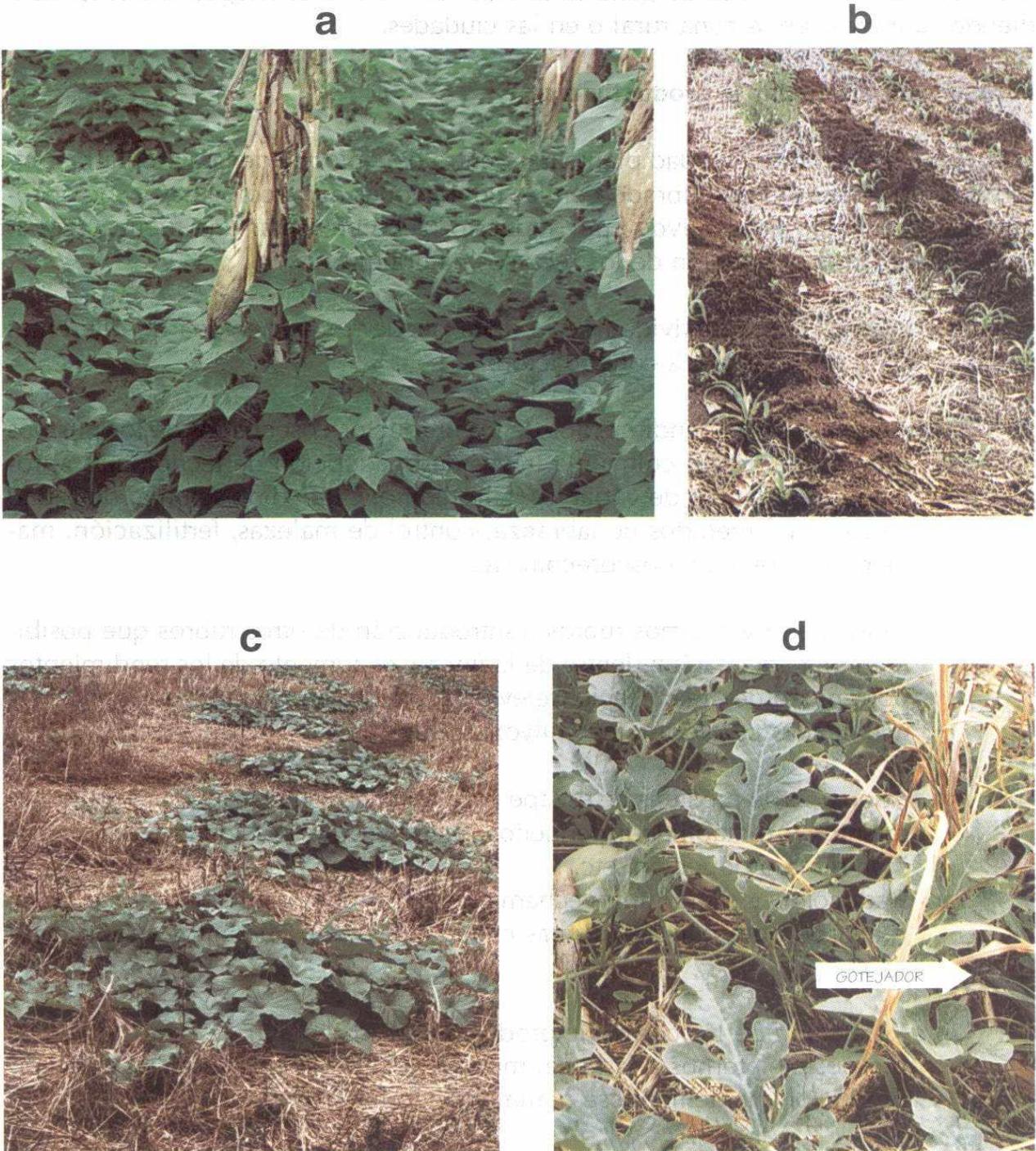
## **Productividad**

### **Importancia de la productividad**

Discutir la importancia de la productividad puede parecer obvio y redundante, sin embargo, cabe señalar algunos aspectos que normalmente quedan olvidados o quedan en un segundo plano cuando se trata de discutir la productividad agrícola dentro de un contexto de conservación ambiental. La productividad (tomando el término como ha sido discutido en el título anterior) es la base para obtener una rentabilidad económica en la finca y remunerar de forma más competitiva el trabajo del agricultor y su familia.

**FIGURA 8:** En la foto (a) se observa la siembra directa (cero labranza) de frijol con buena cobertura del suelo en relevo al cultivo de maíz, que anteriormente fue sembrado con labranza reducida (labranza "rayada"), con un 70% de cobertura del terreno por los rastrojos de malezas (foto b). La foto (c) muestra la siembra de pipián con un 100% de cobertura del terreno. La foto (d) muestra un sistema de pequeño riego por goteo en sandía sembrada con cero labranza en el comienzo del verano.

En la foto (a) se observa la siembra directa (cero labranza) de frijol con buena cobertura del suelo en relevo al cultivo de maíz, que anteriormente fue sembrado con labranza reducida (labranza "rayada"), con un 70% de cobertura del terreno por los rastrojos de malezas (foto b). La foto (c) muestra la siembra de pipián con un 100% de cobertura del terreno. La foto (d) muestra un sistema de pequeño riego por goteo en sandía sembrada con cero labranza en el comienzo del verano.



Desde el punto de vista económico, se puede decir que la producción agrícola para ser sostenible, depende de una productividad que permita al agricultor seguir produciendo cada vez más eficientemente para atender a una demanda creciente y que a la vez, lo remunere de tal manera, que le posibilite tener acceso a los bienes y servicios ofrecidos por el conjunto de la sociedad.

De no ser así, el agricultor a mediano y largo plazo y principalmente su descendencia, buscarán otras formas de ganarse la vida, con menores riesgos relativos, vendiendo su trabajo en la zona rural o en las ciudades.

### **Formas para aumentar la productividad**

El aumento de la productividad planteado dentro del enfoque de la agricultura conservacionista debe ser equilibrado con las condiciones agroecológicas y socioeconómicas del medio productivo y, por supuesto, debe presentar una fuerte preocupación hacia la conservación de los recursos naturales.

En este contexto, la productividad de la finca puede ser aumentada de diferentes maneras como se describen a continuación:

- Aumento de los rendimientos de los productos cosechados de los mismos rubros que suelen cultivar, a través de la adopción de tecnologías apropiadas de manejo de variables, tales como: calidad de semilla, densidad de siembra, métodos de labranza, control de malezas, fertilización, manejo de cosecha y poscosecha, etc.
- Ajustes en los mismos rubros o introducción de otros rubros que posibiliten una adecuación dentro de la finca y el aumento de los rendimientos por unidad de área: asocio, relevo y rotación de cultivos, incluyendo las actividades agroforestales y silvopastoriles.
- Adopción de medidas de escape para obtener ventajas relativas en rendimientos y rentabilidad: pequeños riegos, fechas de siembra, programación de la producción, etc.
- Reducción y mejor aprovechamiento, distribución y rendimiento de la mano de obra con las mismas cantidades o con aumentos en las cosechas.
- Reducción de los costos de producción o sustitución de costos externos por costos internos a la finca, muchas veces más oportunos al pequeño productor, manteniéndose o aumentando las cosechas.

En el Recuadro 14 se describen algunos ejemplos sobre lo planteado en este ítem.

**Recuadro 14:****Algunos ejemplos de tecnologías sencillas capaces de aumentar la productividad de los sistemas de producción.**

En el área piloto de Labrador de San Mateo, a nivel demostrativo, la sustitución de semillas de maíz de mala calidad por semillas mejor seleccionadas contribuyó a elevar la productividad del maíz de 1700 kg/ha a 4400 kg/ha. Lo anterior posibilita al agricultor reducir en un 60% su área de siembra de maíz para autoconsumo. Si se trata de un área poco apta para el cultivo de maíz, esta técnica sencilla abre la posibilidad de reducción de un 60% en el área de sobre uso de la tierra en la finca. Las plantas se desarrollan mejor, cubren más el terreno y producen más cantidad de biomasa reciclable en el sistema. Además, la mano de obra y los demás insumos necesarios para hacer producir un área más pequeña también se reducen. Se ha desarrollado un sistema autogestionario que posibilita a los agricultores obtener a costos más bajos semillas de mejor calidad.

En esta misma área piloto el asocio de frijol y maíz, en un arreglo espacial de 2 líneas de maíz y 3 de frijol, produjo un 29% más por área que donde han sido sembrados como cultivos individuales. Además, produjo una mejor cobertura del terreno.

El empleo de la labranza "rayada" para maíz en San Isidro de Hojancha, donde el agricultor solamente rotura el suelo en la línea de siembra, dejando las calles cubiertas con rastrojos, es un ejemplo de como aumentar la productividad reduciendo la mano de obra y los costos de producción. Si es comparado con el método convencional de labranza en área total, las cantidades de maíz producidas se mantienen; sin embargo, los costos de labranza se reducen en 51%, con la reducción de 30,6 hr/ha en la realización de esta labor. Al agricultor le queda más tiempo para trabajar en su cafetal, cuya remuneración de la mano de obra es mejor. Por otro lado, el suelo se mantiene más protegido, cubierto con los rastrojos. (Para más detalles consultar la Hoja Divulgativa N° 3 - Vieira et al., 1995).

El caso ya discutido en el Recuadro 10 también sirve como un buen ejemplo de como aumentar la productividad sin que esto se refleje en degradación ambiental.

## Cobertura vegetal de la superficie del suelo

### Importancia de la cobertura vegetal

Para comprender la importancia de la cobertura vegetal en toda su magnitud como medida de protección del suelo y del agua, se debe analizar el comportamiento de un bosque húmedo tropical, donde los valores de energía cinética de las lluvias son por lo general elevados.

Bajo un bosque húmedo tropical, con excepción de los eventos extraordinarios como los huracanes, donde las formas de erosión hídrica son otras y no la erosión hídrica superficial, el suelo no se pierde y el agua permanece invariablemente limpia, aunque en condiciones de pendiente muy acentuadas.

El bosque húmedo presenta diversos estratos de cobertura: el primer estrato está formado por grandes árboles que soportan el primer impacto de las gotas de lluvia. El segundo estrato está formado por árboles de porte mediano que detienen las grandes y poderosas gotas formadas en las hojas de los árboles más altos del primer estrato. El tercer estrato está formado por arbustos y plantas herbáceas bejuocosas que se entrelazan con el segundo estrato, formando una densa capa protectora que amortigua aún más la energía de la lluvia y almacena en el follaje parte del agua. El cuarto estrato está formado por la hojarasca y detritos de madera dispuestos en capas con un grado progresivo de descomposición hasta que llega a confundirse con el perfil del suelo mineral en el piso del horizonte O. En esta capa el agua de la lluvia apenas se difunde en dirección al suelo, prácticamente por la acción de la gravedad. También en esta capa queda almacenada una gran parte del agua que pasa al suelo despacio, sin causar ningún daño a la estructura superficial. Este ambiente al ras del suelo provee las condiciones óptimas para una intensa actividad biológica, que descompone el material orgánico, recicla los nutrientes, abre canales, mejora la estructura del suelo, propiciando el desarrollo radicular de las plantas en profundidad y, por ende, promueve una mayor producción de biomasa del bosque. El agua cuando no logra infiltrarse totalmente, escurre de manera que no causa mayores daños al suelo, ya que ni siquiera entra en contacto directo con él.

Cuando se tala el bosque nativo para la producción agropecuaria y forestal no se mantienen las mismas condiciones descritas. Cabe señalar que una siembra forestal homogénea no presenta necesariamente el mismo comportamiento del bosque natural en cuanto al amortiguamiento de la lluvia y la captación del agua, principalmente donde los estratos inferiores (árboles pequeños y arbustos, plantas bejuocosas y hojarasca) son eliminados para no competir con la especie de interés comercial. La Figura 9 enseña un caso común en las siembras homogéneas en Costa Rica. La agricultura conservacionista, al promover el aumento de la cobertura vegetal del suelo, intenta reproducir, por lo menos en parte, las condiciones favorables para el desarrollo biológico, el reciclaje de nutrientes, la manutención de la estructura, la penetración del agua y el crecimiento vegetal, tal como se observa en las condiciones naturales del bosque, aunque en dimensión o intensidad reducida.

### **Funciones de la cobertura vegetal**

La cobertura vegetal de rastrojos y residuos, además de trabajar como un amortiguador de la energía de las gotas de lluvia, aumenta la infiltración del agua en el suelo, en función de que retiene el agua en pequeñas presas sobre la superficie, dándole más tiempo de infiltrarse.

La cobertura con rastrojos y residuos también actúa como una capa aislante reduciendo la incidencia directa de la radiación solar y la pérdida de calor, lo que reduce el calentamiento y enfriamiento del suelo, asimismo las pérdidas de agua por evaporación, con efectos positivos directos sobre el crecimiento de las plantas, principalmente en las zonas muy calientes con un régimen de lluvia errático.

Otro importante efecto de la cobertura con rastrojos y residuos es la reducción de malezas en el terreno, lo que reduce la necesidad de mano de obra y herbicidas para su control.

#### FIGURA 9:

**Erosión intensa bajo un bosque homogéneo de teca, debido a la "gotera" desde las altas copas de los árboles y al bajo grado de cobertura del terreno en los estratos inferiores.**



#### Formas de aumentar la cobertura vegetal

La cobertura vegetal dentro del proceso de producción, básicamente puede ser aumentada de dos diferentes formas:

- Producida por la parte aérea de las plantas en diferentes alturas del suelo, estratos y hábitos (plantas erectas con copa, plantas rastreras al rás del suelo, etc.).
- Producida por los rastrojos de las plantas (cultivos, abonos verdes, malezas).

Estas dos formas pueden tener la dimensión de tiempo y de espacio:

- Dentro del sistema de producción el terreno pasa más tiempo cubierto, principalmente durante el período más lluvioso.
- Más área de la finca o de la cuenca hidrográfica están cubiertas.

Para lograr los objetivos anteriores se puede adoptar una serie de opciones que no son excluyentes entre sí. Se puede adecuar el grado de cobertura vegetal a la fragilidad de la tierra en la finca o en la cuenca hidrográfica. En este sentido, se dispone de opciones, tales como:

- Adecuación del uso a la capacidad de uso de la tierra, con selección de actividades que permitan mejor cobertura del terreno a lo largo del período más lluvioso, principalmente en las áreas más frágiles: distribución espacial de las actividades en la finca o en la cuenca hidrográfica, protección de áreas críticas, frágiles o manantiales.
- Adecuación tecnológica de las actividades buscando reducir el grado de severidad del sobre uso y el impacto negativo de las mismas sobre la tierra: actividades agroforestales y silvopastoriles.

Otra forma de aumentar la cobertura vegetal del terreno es incrementando la cantidad de biomasa producida por área, a través de mejoramientos tecnológicos en las actividades existentes:

- Utilización de materiales que poseen la capacidad intrínseca para producir más biomasa: calidad de semillas, variedad o especie de cultivo, pasto o árbol.
- Adopción de arreglos de cultivos de tal manera que esta biomasa pueda proteger mejor el terreno: densidad de siembra, asocio, relevo, rotación e intercalación de cultivos.
- Siembra de materiales adicionales en los sistemas de cultivos que poseen cualidades para producir cobertura y otras: abonos verdes, plantas de cobertura.
- Manejo adecuado de malezas: chapeas, rodajeo, reducción de herbicidas residuales.
- Utilización de sistemas de labranza de conservación (siembra directa, labranza mínima, cincheles, labranza en fajas) que posibilitan la permanencia de rastrojos sobre la superficie del terreno.
- Manejo del pastoreo y de otras opciones para suplementar y complementar la dieta animal y evitar el sobrepastoreo.

Aún se puede aumentar la cobertura vegetal del terreno, a través del mejoramiento de las condiciones del suelo para el crecimiento de las plantas, principalmente del sistema radicular:

- Manutención de un nivel adecuado de nutrición, evitando los desequilibrios por exceso o por falta de nutrientes: monitoreo de las condiciones nutricionales del suelo y de los cultivos, aprovechamiento y reciclaje de residuos, fertilización adecuada.

- Manutención de condiciones físicas que puedan proporcionar una “arquitectura del suelo” favorable al crecimiento del sistema radicular y almacenamiento de agua: labranza de conservación, aprovechamiento y reciclaje de residuos, uso de enmiendas, manutención de calidades biológicas, riego suplementario.
- Siembra de cultivos con alta relación C/N en las rotaciones.

Algunos ejemplos para aumentar la cobertura vegetal del terreno son presentados en el Recuadro 15.

**Recuadro 15:**  
**Algunas prácticas sencillas para aumentar la cobertura vegetal del terreno dentro de los sistemas de producción.**

La sandía sembrada en Labrador de San Mateo con sistema de labranza convencional, con la rastra rompedora de discos o arado de discos en área total, deja el terreno con menos de un 20% de cobertura de rastrojos. El sistema de labranza introducido, que utiliza el arado de cincel roturando el suelo apenas en las fajas de siembra, deja más de un 50% del terreno cubierto por la vegetación o sus rastrojos. El sistema de “piloneo” (sistema de cero labranza autóctono e impulsado en el trabajo de extensión) deja el suelo con más de un 80% de cobertura, dependiendo de la vegetación presente en el área durante la chapea (Véase Figura 8, foto c).

Otros ejemplos marcantes para aumentar la cobertura del terreno ya han sido discutidos en el Recuadro 10 y Recuadro 14).

## La infiltración del agua en el suelo

### Importancia de la infiltración

De manera muy sencilla, la infiltración es el proceso de penetración del agua a través de la superficie del suelo. Su importancia desde el punto de vista de la conservación se centra en el hecho de que el agua infiltrada no se transforma en escorrentía superficial y puede recargar los acuíferos, manteniendo más constantes los flujos del agua en las cuencas hidrográficas.

Desde el punto de vista de la producción, una adecuada infiltración puede significar menores riesgos de pérdidas por estrés hídrico, a razón de que las condiciones que deben darse para aumentar la infiltración son las mismas que favorecen el mejor almacenamiento y disponibilidad del agua para las plantas y el crecimiento radicular.

### Condiciones para la infiltración

Si la superficie está “abierta”, con un suelo poroso, con presencia de canales y una estructura superficial resistente o protegida de la destrucción por las gotas de lluvia, entonces, se mantendrán niveles de infiltración mayores que en los suelos más “cerrados”, de estructura compactada, con costras superficiales o con bajo nivel de cobertura.

Las variables que más tienen relación con la infiltración se describen a continuación:

- grado de cobertura del suelo;
- resistencia o susceptibilidad del suelo a la formación de costras superficiales;
- estructura superficial y subsuperficial;
- porosidad del suelo;
- presencia de canales y galerías en el perfil;
- capacidad del suelo para redistribuir, almacenar y/o drenar el agua.

Por lo general, las mismas condiciones del suelo que pueden propiciar una infiltración más elevada también favorecen el crecimiento radicular de las plantas, caracterizándose en un importante aspecto para lograr la convergencia entre la producción y la conservación.

### Formas para aumentar la infiltración

Básicamente las opciones que contribuyen a aumentar la cobertura vegetal también aumentan la infiltración del agua en el perfil. Sin embargo, algunos componentes del sistema de producción son más directamente relacionados con ella. En este sentido, el sistema de labranza es de extrema importancia porque a él están relacionadas prácticamente todas las variables descritas en el ítem anterior.

De manera general se puede relacionar algunas opciones para aumentar la infiltración del agua en el suelo, además de aquellas que contribuyen a aumentar la cobertura del terreno:

- Uso de equipos de labranza que pulverizan menos el suelo, reducen los riesgos de formación de “piso de arado” y permiten que más rastrojos se queden sobre la superficie del terreno: arado de cincel, rastras de dientes, vibrocultivadores, sembradoras para cero labranza.
- Reducción o eliminación del uso de equipos que sí destruyen la estructura del suelo: equipos de discos (arados y rastras), rotavator.

- Propiciar condiciones para el mantenimiento de una mesofauna activa (no dañina) en el suelo para la manutención de canales y galerías.

Aunque ciertos autores relacionan algunos tipos de obras físicas (gaveteo, canales en nivel, terrazas de huerto, por ejemplo) como prácticas que aumentan la infiltración, ellas no son discutidas en este ítem. Aunque ellas puedan aumentar efectivamente la cantidad de agua que penetra en el suelo en una determinada área de terreno y contribuir a la recarga de los acuíferos, se trata de la infiltración de la “escorrentía”, demostrando que el proceso de erosión ya ha ocurrido, conforme ha sido discutido en este mismo documento. Como medida ideal, el agua de lluvia debe infiltrarse en el punto en donde toca el suelo o muy cerca de él, y no producir erosión para después infiltrarse.

En el Recuadro 16 se presenta un ejemplo de como aumentar la infiltración del agua en el suelo como una de las práctica planteadas.

**Recuadro 16:****Ejemplos de prácticas sencillas para aumentar la infiltración del agua en el perfil del suelo.**

*En la zona norte de Cartago los suelos se encontraban con la estructura bastante dañada por el uso continuo del rotavator, rastras y arados de discos en el cultivo de hortalizas. Como consecuencia, los niveles de infiltración del agua eran deficientes produciendo grandes cantidades de escorrentía. Se propuso que los agricultores empezaran a sustituir estos equipos por el arado de cincel, un equipo de dientes que rotura el suelo verticalmente y no lo pulveriza demasiado y que es reconocido como una alternativa para el aumento de la infiltración del agua en estos casos. Aunque no hayan sido medidos los nuevos niveles de infiltración en los suelos de la zona, la evaluación positiva y la aceptación por parte de los agricultores demuestran los beneficios que el equipo ha introducido.*

*Asimismo, en la zona de Labrador de San Mateo con el empleo del arado de cincel, comparado con la rastra de discos, se ha logrado un 20% de aumento en las tasas de infiltración, con tan solo una pasada del equipo en un suelo que se encontraba en descanso. Si fuera una situación de suelo ya degradado por el uso continuo de rastra, como ocurre en la zona norte de Cartago, la diferencia podría ser aún más grande.*

*Considerándose que en sandía se puede utilizar el cincel en fajas, dejando la calle cubierta con los rastros de malezas, la infiltración en esta área será mucho más grande, si es comparada la situación convencional, la rastreada en área total con discos.*

## Manejo y control de la escorrentía

### Condiciones para ocurrir la escorrentía

Básicamente, la escorrentía es el resultado de la diferencia entre la tasa de precipitación y la tasa de infiltración del agua en el suelo. Todas las variables que desfavorecen o reducen la infiltración de agua contribuyen al aumento de la escorrentía.

Cabe señalar que algunas condiciones naturales que muy frecuentemente se encuentran en el territorio nacional contribuyen a aumentar las tasas de escorrentía.

Las áreas con pendientes pronunciadas tienden a presentar mayores tasas de escorrentía que un área con menor pendiente, aunque en condiciones de suelo semejantes para la infiltración. Lo anterior ocurre porque el agua que no logra infiltrarse inmediatamente escurre pendiente abajo. En pendientes menos pronunciadas el agua que no se infiltra inmediatamente puede quedarse estancada en pequeñas concavidades, propiciadas, entre otros factores, por la presencia de irregularidades (lomillos, terrones, surcos) o rastros. En áreas planas el agua que no se infiltra inmediatamente puede quedar mucho más tiempo estancada sobre la superficie sin que se transforme en escorrentía (sin considerar que causa otros tipos de problemas).

Por otro lado, hay situaciones en que los suelos presentan impedimentos naturales (horizontes muy delgados, horizonte C cercano a la superficie, etc.) a la penetración de raíces y agua. Bajo estas condiciones, los períodos muy lluviosos pueden saturar este pequeño perfil y reducir drásticamente las tasas de infiltración (los agricultores suelen decir que "el suelo no acepta más agua"), lo que también genera tasas altas de escorrentía.

### Formas para controlar la escorrentía

La forma primaria para mantener la escorrentía bajo control es mantener las condiciones del suelo favorables para la infiltración.

Sin embargo, tomándose en cuenta los índices pluviométricos del país, las pendientes en que se desarrolla la agricultura y los suelos presentes en grandes áreas, los mecanismos conocidos para manejar y controlar la escorrentía pueden ser también aplicados en los planes integrales de agricultura conservacionista. En este sentido, las prácticas rutinariamente conocidas como obras de conservación de suelos pueden ser empleadas:

- Obras de tipo canales para retener, reducir o evacuar la escorrentía: canales de guardia, acequias de ladera, canales de evacuación, canales empastados, etc.

- Obras que producen irregularidades en el terreno con el fin de retener, forzar la sedimentación y la infiltración de la escorrentía: alomillados, surcos, aporcas, terrazas de huerto, acordonamiento de la vegetación podada.
- Prácticas que funcionan como barreras al paso de la escorrentía, con el fin de reducir su velocidad y forzar la sedimentación: barreras vivas, fajas de vegetación permanente, cultivos en fajas;
- Obviamente que las prácticas descritas en los tres puntos anteriores deben ser construidas o sembradas en contorno (a nivel o con pequeños gradientes).

## **Mantenimiento de una fertilidad adecuada**

### **Importancia de la fertilidad**

La fertilidad del suelo es de fundamental importancia para los objetivos de producción y de conservación. Una fertilidad adecuada puede garantizar un mejor crecimiento vegetal, mayor cobertura del terreno, mejor comportamiento de las plantas frente a las plagas y enfermedades, con posibilidades de reducción de la aplicación de productos contaminantes y, por supuesto, mejores producciones.

Por el contrario, las pérdidas de nutrientes o una fertilidad desequilibrada representan problemas para ambos intereses, ya que afectan negativamente la producción, aumentan costos y a la vez, suelen contaminar el agua.

Cabe señalar en este aspecto, la importancia de la materia orgánica. En los suelos tropicales, la materia orgánica suele ser responsable en gran parte del comportamiento de la CIC y de la calidad de la estructura del suelo. Por lo tanto, el manejo adecuado de la fertilidad del suelo en condiciones tropicales se basa, entre otras cosas, en el mantenimiento o aumento de la materia orgánica en el suelo, como forma de mantener condiciones de intercambio de nutrientes, de infiltración y almacenamiento del agua, de porosidad y de crecimiento radicular.

### **Formas de mantener la fertilidad del suelo**

Aunque la fertilidad sea el tema más estudiado y conocido dentro de la ciencia del suelo, cabe señalar algunos aspectos sencillos que no siempre son tomados en cuenta por agricultores y técnicos:

- La recomendación de enmiendas y fertilizantes basada en los análisis de suelo y de tejidos vegetales, en el historial de uso y manejo del área, en las necesidades de los cultivos y el nivel tecnológico del sistema de producción es primaria y fundamental para una fertilización adecuada.

- El reciclaje de los rastrojos, residuos de cosecha (cascarillas, broza, cachaza, etc.) y residuos animales (estiércoles, camas, aguas servidas, etc.) son importantes para lograr los objetivos de producción y conservación. Mientras ayudan a mantener la materia orgánica no contaminan el agua y el aire.

Es importante señalar la relación entre cobertura y materia orgánica del suelo, ya que las mismas prácticas que llevan a un aumento de cobertura del suelo, también favorecen la manutención de la materia orgánica.

## **Reducción de la contaminación**

### **Importancia de la contaminación**

El aspecto central que ubica la contaminación como un proceso de degradación importante es la pérdida paulatina de la calidad del ambiente para sostener la vida animal y vegetal.

Sin embargo, los principales medios de contaminación dentro del ambiente rural del país como se ha visto anteriormente, son voluntarios. Es decir, la contaminación ocurre porque en las actividades llevadas a cabo no se toman las debidas medidas para evitarlas, aunque éstas sean sencillas como el recoger un envase de producto en vez de dejarlo botado.

### **Formas para reducir la contaminación**

Para la mayoría de las formas de contaminación que están presentes en la zona rural del país hay opciones técnicas económicamente viables para reducir las a niveles bastante aceptables o eliminarlas. Sin embargo, la implementación de estas opciones pasan por un proceso educacional de la población y la adopción de medidas globales para el sector agrícola, el sector de transformación agroindustrial, municipalidades, entre otros.

Más específicamente, las opciones podrían ser:

En este sentido cabe señalar que para muchos cultivos sí hay opciones técnicas que permiten un manejo mejorado de plagas y enfermedades, con reducción drástica de productos contaminantes. Sin embargo, para otra vasta gama de rubros no hay información suficiente, dando lugar a un importante reto para el sector de generación de tecnologías.

- Para el sector de la producción agrícola la educación, capacitación y promoción del uso y manejo adecuado de productos contaminantes y el manejo adecuado de las estructuras de crianza de animales.

- Para el sector de transformación, la educación, capacitación y promoción del control de efluentes y lixiviados, principalmente, con políticas para el reciclaje de éstos en la producción.
- Para las municipalidades, la promoción de políticas de control de aguas negras, sobre todo en los ríos cuyas aguas son utilizadas para riego, y el mejor aprovechamiento de la basura.

Las prácticas para cumplir con los principios de la Agricultura Conservacionista, aquí presentadas de manera resumida, son discutidas con detalles en el Módulo II-7 de esta SERIE.

## **INSTRUMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

Los instrumentos que se presentan a continuación están discutidos de manera más detallada en los Módulos de la SERIE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, tal como se presenta en las primeras páginas de este documento que la encabeza. Sin embargo, aquí se los introducen resumidamente, como una secuencia metodológica de trabajo para el desarrollo de este enfoque.

### **Diagnóstico participativo**

Para introducir cambios en los sistemas de producción, reconociendo al agricultor y a su familia como protagonistas del proceso, solamente conociendo el escenario agroecológico y socioeconómico en que ellos toman sus decisiones permite el alcance de los objetivos planteados.

En este sentido, el diagnóstico participativo es una pieza fundamental para el desarrollo de las acciones, sobre todo si está orientado para cumplir con los siguientes aspectos:

- participativo e interdisciplinario;
- sencillo;
- con dimensión suficiente para obtener la información indispensable;
- rápido para permitir acciones concretas a corto plazo;
- dirigido a puntos realmente importantes y que generan informaciones para la toma de decisiones y la acción;
- que responda el qué, cuándo, dónde, cómo y por qué los agricultores utilizan ciertas prácticas en sus sistemas de producción;
- que permite interrelaciones y evaluaciones entre los datos y las variables;
- que sea flexible y dinámico para posibilitar correcciones sobre la marcha.

Los diagnósticos generales y largos, ejecutados con objetivos casi censuarios deben ser evitados.

El tema de diagnóstico se encuentra detalladamente presentado y discutido en el Módulo II-1 de la SERIE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA.

### **Estudios básicos y evaluación de tierras**

La agricultura conservacionista está fuertemente basada en el uso y manejo adecuados de la tierra, bajo un proceso de gestión donde las diferentes actividades y las tecnologías utilizadas puedan expresar su máximo potencial.

En este sentido, la evaluación de tierras es un instrumento importante para la elaboración de los planes de uso y manejo optimizados de la tierra, ya sea a nivel de finca, microcuenca hidrográfica, región o país, cambiando la escala y el grado de detalle de las evaluaciones de acuerdo con las necesidades identificadas.

Los estudios básicos realizados a nivel nacional o regional, con el objetivo de definir zonas agroecológicas, permiten también visualizar los ambientes que guardan cierto grado de homogeneidad (ámbitos de recomendación), y pueden ayudar a identificar prioridades en relación con las potencialidades y limitaciones del medio, orientar planes de desarrollo, definir prioridades de investigación y extensión, entre otros. Estudios más detallados a nivel regional pueden orientar planes de créditos, seguro agrícola, asentamientos, etc. La existencia de estudios básicos en una zona determinada, aunque esté en escala que no permita su utilización directa, sirve como material básico para los diagnósticos agroecológicos en áreas más pequeñas.

La experiencia ha demostrado que para las necesidades de formular planes de uso y manejo de suelos y agua a nivel de fincas o de microcuencas hidrográficas, tomándose en cuenta la diversidad de características del territorio nacional, los trabajos de evaluación de tierras deben ser realizados a nivel detallado y en escalas que pueden variar entre 1:500 para fincas muy pequeñas hasta 1:10.000 para cuencas hidrográficas. Por eso es importante que el extensionista, quien trabaja directamente a este nivel, también sepa realizar evaluaciones de tierra para fines de planificación conservacionista, aunque de manera sencilla y práctica.

Considerándose que los costos de los trabajos de evaluación de tierras son bastante altos cuando se realizan a nivel detallado, la estrategia que se discute en el ítem siguiente representa una alternativa para viabilizar el desarrollo de la agricultura conservacionista, con una base suficiente de conocimientos básicos del medio y de forma económicamente aceptable.

En el Módulo II-2 se detallan los aspectos técnicos y operacionales para la realización de estudios básicos de evaluación de tierras.

## **Áreas representativas para el desarrollo de resultados y experiencias (Áreas Piloto)**

Por lo anterior, se hace más importante la aplicación de un enfoque que permita partir de una evaluación más general de las tierras (reconocimiento a escala 1:50.000 por ejemplo), identificando ciertos ambientes con características de homogeneidad; luego, se debe detallar los estudios en áreas pequeñas pero representativas de áreas más grandes, dentro de cada uno de estos ambientes (detallamiento a escala 1:5.000 por ejemplo); allí en estas áreas pequeñas se debe desarrollar una experiencia técnica, metodológica, operativa y organizativa (en términos de investigación, extensión, transformación de productos, mercado, comercialización, entre otros); a seguir, se puede volver a expandir la experiencia generada a un ambiente similar más grande. Lo anterior equivale a decir que es importante definir las unidades de tierra que guardan ciertas características de homogeneidad (ámbitos de recomendación) y dentro de éstas, aquellas que guardan cierta similitud socioeconómica (dominios de recomendación). Aquellos dominios de recomendación más importantes (o más estratégicos), son tomados como prioridad y seleccionados para desarrollar allí la experiencia en "áreas piloto" (áreas pequeñas dentro del dominio y representativa de éste); luego la experiencia generada se puede irradiar con más seguridad y facilidad a las demás áreas del dominio de recomendación correspondiente y con algunas adecuaciones, a otros dominios de recomendación dentro del ámbito de recomendación.

De esta forma se puede reducir los costos de la evaluación de tierras y mantener una calidad y seguridad buenas en los procesos de investigación y extensión, considerándose el aspecto de la extrapolación de resultados y experiencias.

Como estos estudios detallados en áreas pequeñas son relativamente rápidos, la adopción de este enfoque posibilita el desarrollo de acciones con los agricultores mientras los estudios van siendo ejecutados, sin perder la visión técnica del enlace que debe tener la tecnología con el ambiente agroecológico y socioeconómico. En este sentido, se recomienda dar la oportunidad de participación a los pobladores, cuya información y discusión pueden ser muy importantes en aquellas zonas en donde la disponibilidad de datos no es grande.

Más detalles sobre este ítem pueden ser encontrados en el Módulo II-3 de la misma SERIE.

## **Ámbitos apropiados de planificación de las acciones**

Cuando se trata de planificar acciones que involucran el uso y manejo de los recursos naturales, principalmente el suelo y el agua, no basta con tener al agricultor o a la comunidad socialmente organizada a nivel local como interlocutores.

Es necesario añadir a estos dos ámbitos de planificación el enfoque geográfico e hidrológico de la microcuenca hidrográfica.

De las prácticas que se pueden ejecutar en una zona para mejorar el uso y manejo de los recursos naturales, muchas de ellas solamente presentarán un impacto tangible si son planificadas y ejecutadas tomándose en cuenta la microcuenca hidrográfica.

Así, cabe discutir y profundizar más el tema, lo que puede ser encontrado en el Módulo II-4 de la SERIE.

### **Selección o generación de tecnologías apropiadas a los sistemas de producción**

Como se trata de introducir cambios en los sistemas de producción, las tecnologías que se manejan deben estar adecuadas a ellos, tanto en términos técnicos agronómicos, como económicos, sociales y ambientales. Lo anterior conlleva a que el proceso de selección y de generación de tecnologías debe estar lo más cercano posible del agricultor y su medio de producción. Debe buscar comprender profundamente los problemas, sus causas y los argumentos que presentan los agricultores para utilizar ciertos tipos de procedimientos tecnológicos y no otros, quizás más recomendables desde el punto de vista del técnico.

Además, el proceso de generación de tecnologías por los investigadores no debe estar circunscrito a las parcelas experimentales ni a la publicación de los resultados por diversas vías. Aunque sea una fase necesaria e importante del proceso, éste debe nacer de las necesidades identificadas en la base de la producción y debe continuar en la validación de estas técnicas promisorias dentro de las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de los beneficiarios, para que ellos comprueben, adapten y validen el procedimiento. En este sentido el extensionista local, debe jugar un papel importante como participante y facilitador, ya que conoce mejor a los agricultores, sus problemas, necesidades y potencialidades. En el Módulo II-5 de la SERIE, estos temas se encuentran de manera más detallada.

### **Interdisciplinariedad e interinstitucionalidad**

Al considerar el sistema de producción de manera integral, el desarrollo de la agricultura conservacionista es por definición interdisciplinaria. Obviamente que si el marco institucional está organizado de manera que los diferentes temas y disciplinas son tratados en diferentes instituciones, la interinstitucionalidad es fundamental.

El objetivo de seguir produciendo con la manutención o mejoramiento de la calidad de los recursos exige una visión amplia y sistemática de todos los componentes del

sistema de producción y hasta fuera de él, como ya ha sido demostrado en capítulos anteriores de este documento. Lo anterior debe reflejarse en los servicios de investigación y extensión, para la generación y difusión de tecnologías.

En este enfoque, a un investigador en el tema de malezas por ejemplo, ya no basta con estudiar formas más eficientes que garantizan el control de la maleza y la correspondiente respuesta en producción del cultivo, sino además, tomar en cuenta aquellas variables que son capaces de garantizar una efectividad en cuanto al mejoramiento de las condiciones del suelo para que no se establezcan los procesos de degradación, tales como la erosión y contaminación, a costos y procedimientos compatibles y aceptables por los agricultores.

Se puede observar en la Matriz presentada como un anexo del Módulo II-5 de la SERIE, que las variables involucradas en los procesos de degradación de la tierra están relacionadas con diversos temas o disciplinas de las ciencias agrícolas. A la vez, están relacionadas con los diversos componentes y fases dentro de los sistemas de producción. Asimismo, una opción tecnológica generada y adoptada presenta relaciones con muchas variables relacionadas con los procesos de degradación, ya sea de forma directa o indirecta, lo que conlleva a la necesidad de una acción más integral sobre los elementos del sistema de producción. De lo anterior se concluye que será difícil el desarrollo de acciones capaces de contrarrestar estos procesos de degradación, si la generación y difusión de las opciones tecnológicas no tuvieran un enfoque interdisciplinario e interinstitucional.

Por otro lado, no solamente las instituciones necesitan coordinar sus acciones, sino que a nivel de la base, instituciones, organizaciones no gubernamentales, poder público, comunidad organizada, los agricultores y sus organizaciones necesitan trabajar conciliando sus objetivos, aunque mantengan sus intereses individuales. Lo anterior con el objetivo de potencializar los esfuerzos y utilizar mejor los recursos naturales, humanos y financieros.

### **Proceso participativo de desarrollo tecnológico**

El protagonismo del agricultor y su familia dentro de un proceso de generación y transferencia de tecnologías participativo para el desarrollo de la producción rural, no es un procedimiento exclusivo del enfoque de la agricultura conservacionista. Sin embargo, en este enfoque la participación efectiva de los agricultores y técnicos es todavía más importante, en función de que se plantean cambios de actitudes de los usuarios de la tierra, para que éstos cambien de manera más permanente sus formas de utilización, manejo y gestión del sistema productivo.

Por un lado, los agricultores como usuarios finales de la tecnología deben ser protagonistas en el proceso de identificación, generación y adaptación y no solamente informantes al inicio y receptores de la información final. Así, quizás se sentirán

más responsables por las opciones que desarrollarán. Por otro, los técnicos, intercambiando experiencias con los agricultores y con un enfoque más amplio del sistema de producción, podrán generar ideas y opciones técnicas más cercanas a las necesidades reales del beneficiario.

Este tema puede ser encontrado de manera más detallada en los Módulos del TEMA III de la SERIE.

## **LIMITACIONES DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

Como todo enfoque para contrarrestar problemas complejos como los relacionados al accionar del hombre en su actividad productiva, la Agricultura Conservacionista presenta algunas limitaciones.

La experiencia desarrollada en Costa Rica en el ámbito del Proyecto MAG/FAO estuvo más preocupada con las relaciones producción y conservación, actuando a nivel micro, la finca, la microcuenca hidrográfica y la comunidad local.

Algunos puntos importantes para el desarrollo de una agricultura más sostenible, tales como mercado, comercialización, transporte, elementos de equidad en la cadena productiva y los aspectos macroeconómicos no han sido tocados directamente.

Otros puntos importantes para alcanzar los objetivos de sostenibilidad, como las formas de tenencia de la tierra y la distribución de la tierra, tampoco han sido manejados.

Aunque el enfoque de la Agricultura Conservacionista no esté cerrado a la incorporación de estas variables citadas, al incorporarlas se podría hablar de un enfoque de Agricultura Sostenible, lo cual es más amplio y necesariamente incorpora el enfoque de Agricultura Conservacionista.

Resumiendo, la agricultura para ser sostenible debe incorporar el enfoque de la Agricultura Conservacionista. Por otro lado, el concepto de Agricultura Conservacionista desarrollado en este documento no necesariamente completa los principios de la sostenibilidad, ya que no incorpora las variables mencionadas anteriormente, aspectos que necesariamente deben integrar el concepto más amplio de Agricultura Sostenible.

## L I T E R A T U R A   C O N S U L T A D A

---

- CUBERO F., D. (Ed.) (1994). Manual de manejo y conservación de suelos y aguas. MAG/FAO/UNED-EUNED, San José, 278 p.
- ENCKEVORT, P. Van; M. UGALDE; F. DOMIAN y J. VASQUEZ. (1994). Estudio de suelos y capacidad de uso en las áreas-piloto. 7. Tierra Blanca de Cartago. MAG/FAO, Proyecto GCP/COS/012/NET, San José, 22p. (Documento de Campo N° 12).
- ENCKEVORT, P. Van; F. DOMIAN y J. VASQUEZ. (1995a). Estudio de suelos y capacidad de uso en las áreas-piloto. 6. Altos de Naranjo de Atenas. MAG/FAO, Proyecto GCP/COS/012/NET, San José, 17 p. (Documento de Campo N° 31).
- ENCKEVORT, P. Van; F. DOMIAN y J. VASQUEZ. (1995 b). Estudio de suelos y capacidad de uso en las áreas-piloto. 5. Bijagual de Turrubares. MAG/FAO, Proyecto GCP/COS/012/NET, San José, 15 p. (Documento de Campo N° 22).
- JEFFERY, P.J.; P.M. DERCKSEN y B.G.J.S. SONNEVELD. (1989). Evaluación de los estados de la erosión hídrica de los suelos en Costa Rica. FAO. GCP/COS/009/ITA, Roma, 100p. (Informe Técnico N° 2-E).
- KAIMOWITZ, D. (1993). La experiencia de Centro América y República Dominicana con proyectos de inversión que buscan sostenibilidad en laderas. IICA, San José, 66 p. (Serie Documentos de Programa N° 40).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. (1996a). Estudios de caso: grupo de mujeres artesanas de Buenos Aires. MAG/Agencia de Extensión de Upala. Upala, 6 p. (Informe no publicado).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. (1996b). El efecto de la mucuna y la canavalia sobre la producción de maíz y frijol. MAG/Agencia de Extensión de Upala. Upala, 15 p. (Informe no publicado).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA/MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES, ENERGIA Y MINAS. (1995). Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. MAG/MIRENEN, San José, 59 p.
- SHAXSON, T.F. (1988). Conserving soil by stealth. In: MOLDENHAUER, W.C. y N. HUDSON. Ed. (1988). Conservation farming on steep lands. Soil and Water Conservation Society, World Association of Soil and Water Conservation. Ankeny, p 9-17.
- SHAXSON, T.F. (1994). Introducción al concepto moderno de manejo integrado y conservación de suelos. En: Memorias del Taller sobre Planificación Participativa de Conservación de Suelos y Aguas. Asunción, 21-30, junio, 1993. FAO-Proyecto GCP/RLA/107/JPN, Santiago, p 27-79. (Documento de Campo 5).
- SHAXSON, T.F. (1995). Improvement and execution of soil conservation practices and land management in Costa Rica. MAG/FAO, Proyecto GCP/COS/012/NET, San José, 145 p. (Consultant's Report).
- VASQUEZ, A. (1989). Mapa de suelos de Costa Rica. MAG/FAO, Proyecto GCP/COS/009/ITA, San José, Escala 1:200 000 (No publicado).
- VIEIRA, M.J. y D.F. CUBERO. (1994). Planificación de la conservación de suelos dentro de los sistemas de producción. En: Memorias del Taller sobre Planificación Participativa de Conservación de Suelos y Aguas. Asunción, 21-30, junio, 1993. FAO-Proyecto GCP/RLA/107/JPN, Santiago, pp. 83-106. (Documento de Campo 5).
- VIEIRA, M.J.; O. BRENES; O. CID; J.M. TRUJILLO; A. CAMPOS y J.B. MENDEZ. (1995). Labranza "rayada" para maíz en áreas de ladera: opción para producir y conservar. Proyecto MAG/FAO, GCP/COS/012/NET, San José, 2 p. (Hoja Divulgativa N° 3).

## GLOSARIO

---

<b>ARADO DE CINCEL:</b>	equipo de labranza cuyas herramientas que roturan el suelo son dientes. Puede ser de tracción tractorizada o animal.
<b>ARQUITECTURA DEL SUELO</b>	conjunto de la parte sólida del suelo, organizada en su modelo estructural característico, aunado a los canales y galerías, en un complejo "edificio" de sólidos y poros, con distribución, orientación y patrón de continuidad definidos pero cambiables (Shaxson, 1994); es una definición más amplia que la estructura del suelo y más útil para definir su comportamiento frente a las prácticas de uso y manejo.
<b>ATAQUE:</b>	término utilizado en el tema de labranza para expresar la acción de contacto directo de la herramienta de trabajo del equipo (disco, cincel, cutillos) con el suelo al roturarlo, movilizarlo.
<b>BEJUCOSA:</b>	planta bejucosa; que posee hábito de crecimiento con tallos muy largos, volubles, trepadores o colgantes (bejuco).
<b>BRILLO SOLAR:</b>	término utilizado para expresar las horas de incidencia solar sobre una determinada zona. En Costa Rica puede ser una variable muy importante en función del relieve y la orientación de la superficie del terreno, de la nubosidad, neblina, entre otras.
<b>CONSERVACION DISIMULADA:</b>	es la estrategia de no presentar al agricultor la práctica conservacionista como tal, sino de presentarla como la práctica capaz de mejorar la productividad y rentabilidad del sistema de producción; es factible de ser utilizada en aquellas prácticas que concilian los objetivos de producción y conservación.
<b>DESGASTE DE LA SUPERFICIE TERRESTRE:</b>	utilizado para sustituir el término denudación, utilizado en la geomorfología; en el contexto de este documento la denudación podría ser confundida con la superficie desnuda, sin cobertura vegetal.
<b>ERREADO:</b>	término local, relativo a eras, cama de siembra para el cultivo de cebolla y otras hortalizas.
<b>ESPEQUE:</b>	instrumento sencillo (palo con punta) utilizado por los campesinos latinoamericanos para abrir el hoyo de siembra de granos básicos.
<b>EVALUACION DE TIERRAS:</b>	proceso de estudio por la cual se evalúan las calidades de la tierra con base en sus características, potencialidades y limitaciones.
<b>LABRANZA RAYADA:</b>	tipo de labranza reducida al cultivo de maíz, donde el agricultor prepara el suelo solamente en las líneas de siembra, con un arado de vertedera o cincel de tracción animal.
<b>MAQUILA:</b>	término utilizado para las industrias apenas de ensamblaje, cuyas partes han sido producidas en otras industrias, dentro o fuera del país.
<b>MATRACA:</b>	espeque mecánico que permite la siembra de granos de manera más rápida.
<b>PILONEO:</b>	término local usado por los agricultores de San Mateo; se trata de un tipo de siembra de sandía en cero labranza, donde el agricultor chapea las malezas y solamente hace el hoyo de siembra entre los rastros con un palín o una macana.

<b>PRODUCCION AGRICOLA:</b>	<i>en este documento el término se refiere tanto a la producción vegetal (cultivos anuales, perennes y producción forestal) como a la producción animal.</i>
<b>RACIONALIDAD:</b>	<i>“forma de pensar” más o menos establecida del agricultor para tomar sus decisiones, como resultado de factores culturales y de un patrón de razonamiento en función de sus potencialidades y limitaciones.</i>
<b>ROTADOR:</b>	<i>nombre dado por los agricultores al equipo de labranza denominado rotavator o hazadón rotativo o “rotary tiller”.</i>
<b>ZONA AGROECOLOGICA:</b>	<i>zona de características homogéneas según ciertas variables seleccionadas y que satisfacen los requerimientos de determinado cultivo, actividad o grupo de cultivos.</i>

## NOMBRES CIENTIFICOS

---

**CAFE** : *Coffea arabica*

**CANAVALIA**: *Canavalia ensiformis*

**CEBOLLA** : *Allium cepa*

**FRIJOL**: *Phaseolus vulgaris*

**MAIZ** : *Zea mays*

**MELINA** - *Gmelina arborea*

**MUCUNA** - *Stizolobium aterrimum, S. dirigeatum, Mucuna pluriens*

**PAPA** : *Solanum tuberosum*

**PIPIAN**: *Cucurbita sp.*

**SANDIA**: *Citrullus vulgaris*

**TABACO**: *Nicotiana tabacum*

**TECA**: *Tectona grandis*

**TOMATE**: *Lycopersicon esculentum*

# SERIE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

---

## TEMA I: CONCEPTOS Y ENFOQUE

Documento: Agricultura Conservacionista: un enfoque para producir y conservar

## TEMA II: PLANIFICACION PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

- MODULO II-1:** Diagnóstico participativo: punto de partida para la planificación
- MODULO II-2:** Evaluación de tierras como herramienta para la planificación 3
- MODULO II-3:** Criterios de selección de áreas de trabajo
- MODULO II-4:** Ambitos de planificación participativa
- MODULO II-5:** Criterios de identificación y selección de opciones técnicas ✓
- MODULO II-6:** Plan de Trabajo: guía para la ejecución del trabajo de campo
- MODULO II-7:** Opciones técnicas para cumplir con los principios de la Agricultura Conservacionista.

## TEMA III: EXTENSION PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

- MODULO III-1:** Concepto, estrategia y metodología.
- MODULO III-2:** Técnicas e instrumentos de extensión y comunicación
- MODULO III-3:** Capacitación a técnicos: la base para la implementación de acciones de cambio
- MODULO III-4:** Evaluación y seguimiento



Este libro se terminó de imprimir en  
Master Litho S. A.  
en el mes de febrero de 1997  
Su edición consta de 1.000 ejemplares.