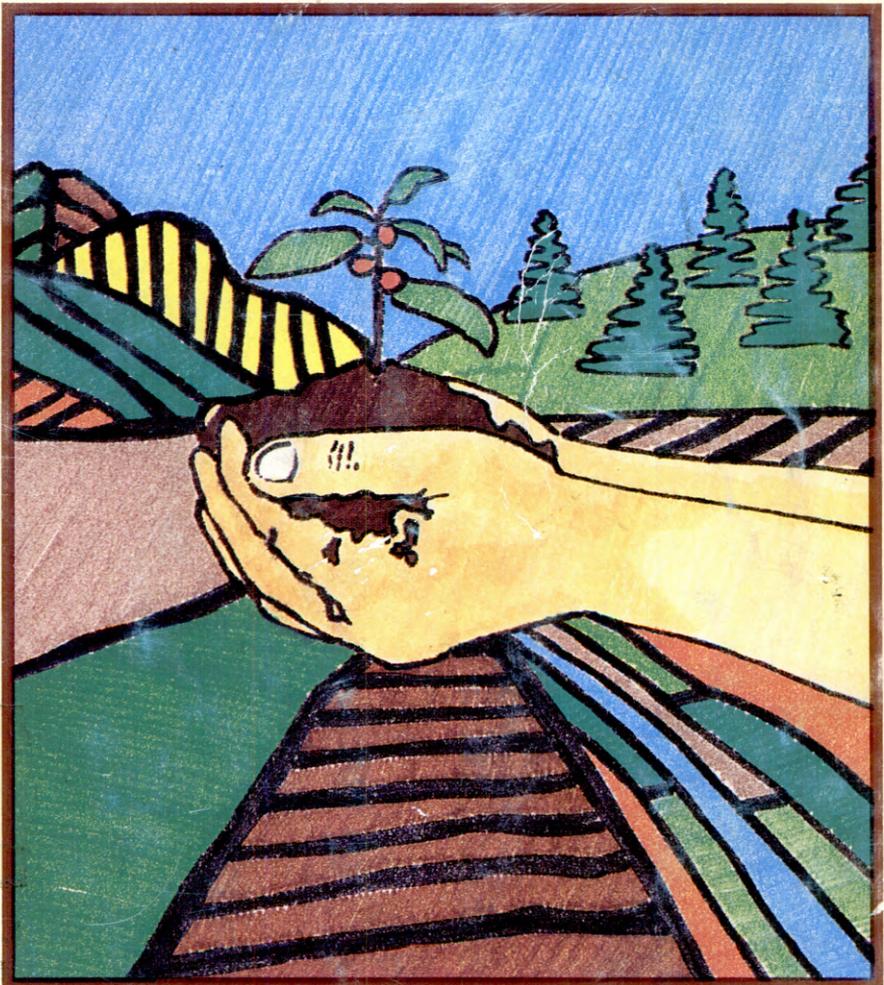


MANEJO DEL USO DE LA TIERRA  
EN AMERICA CENTRAL  
Hacia el Aprovechamiento  
Sostenible del Recurso Tierra

Eric J. Richters





MANEJO DEL USO DE LA TIERRA  
EN AMERICA CENTRAL  
Hacia el Aprovechamiento  
Sostenible del Recurso Tierra

Eric J. Richters

• SERVICIO EDITORIAL IICA

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).  
Mayo, 1995.

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del IICA.

Las ideas y los planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios de los autores y no representan necesariamente el criterio del IICA.

El Servicio Editorial y la Imprenta del IICA son responsables por la revisión estilística, levantado de texto, diseño, montaje, fotomecánica e impresión de esta publicación.

Ilustración de portada: Mario Loaiza.

Richters, Eric J.

Manejo del uso de la tierra en América Central : hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra / Eric J. Richters. — San José, C.R. : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1995.

440 p. ; 23 cm. — (Colección Investigación y Desarrollo / IICA, no. 28)

ISBN 92-9039-272 X

1. Utilización de la tierra — América Central. 2. Recursos del suelo — América Central. I. IICA. II. Título. III. Serie.

AGRIS  
P30

Dewey  
631.49728

---

### Colección Investigación y Desarrollo no. 28

---

La Colección Investigación y Desarrollo tiene por objetivo servir como instrumento para la comunicación de los resultados y hallazgos de la investigación en el sector rural en las Américas.

San José, Costa Rica, 1995

IICA  
D-28  
1995

## CONTENIDO

<b>PRESENTACION</b> .....	<b>17</b>
<b>RECONOCIMIENTOS</b> .....	<b>19</b>
<b>1. IMPORTANCIA DEL MANEJO DEL USO DE LA TIERRA</b> ...	<b>25</b>
Introducción .....	<b>27</b>
La Tierra .....	<b>27</b>
Conclusión .....	<b>58</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	<b>63</b>
Introducción .....	<b>65</b>
La Prehistoria: Antecedentes del Cazador-Recolector .....	<b>65</b>
Introducción de las Prácticas Agrícolas y sus Consecuencias Socioeconómicas .....	<b>66</b>
Primer Interés del Estado en la Tierra como Recurso .....	<b>70</b>
Revolución Industrial y su Efecto .....	<b>72</b>
Desarrollo del Interés Estatal en la Ordenación del Espacio .....	<b>79</b>
Problemas de la Administración del Desarrollo .....	<b>86</b>
Conclusión .....	<b>89</b>
<b>3. MANEJO DEL USO DE LA TIERRA: UNA DEFINICION</b> .....	<b>93</b>
Introducción .....	<b>95</b>
Uso de la Tierra .....	<b>95</b>
Manejo del Uso de la Tierra: Necesidad y Objetivo .....	<b>98</b>
Sostenibilidad .....	<b>99</b>
<b>4. PLANIFICACION DEL USO DE LA TIERRA</b> .....	<b>103</b>
Introducción .....	<b>105</b>
Planificación Regional .....	<b>105</b>

La Región: Criterios para su Selección . . . . .	107
Fases de la Planificación Regional . . . . .	111
Relación entre Planificación Regional y Planificación Operacional Gubernamental . . . . .	123
Importancia de la Planificación Regional . . . . .	125
Manejo Descentralizado . . . . .	129
Conclusión . . . . .	129
<b>5. EVALUACION DE LAS TIERRAS Y DE SU USO . . . . .</b>	<b>131</b>
Introducción . . . . .	133
Evaluación de Tierras . . . . .	133
Clasificación de Suelos . . . . .	133
Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras . . . . .	136
Objetivos de una Evaluación de las Tierras y de su Uso . . . . .	149
<b>6. EVALUACION DE LAS TIERRAS Y DE SU USO: ENFOQUES EN LA REGION . . . . .</b>	<b>151</b>
Introducción . . . . .	153
Enfoque de la Dirección Ejecutiva del Catastro de Honduras . . . . .	153
Sistema Marín y su Aplicación en Honduras . . . . .	162
Sistema Sheng . . . . .	169
Sistema Michaelsen . . . . .	175
Sistema Tablas Dubón . . . . .	182
Sistema Tosi . . . . .	194
Sistema CCT . . . . .	201
Otros Enfoques hacia la Clasificación de la Tierra . . . . .	207
Conclusión . . . . .	212
<b>7. EVALUACION DE TIERRAS EN FUNCION DE SU USO: INTRODUCCION AL ENFOQUE DE LA FAO . . . . .</b>	<b>215</b>
Introducción . . . . .	217
Antecedentes del Enfoque de la FAO . . . . .	217
Consideraciones para una Evaluación de Tierras . . . . .	218
Principios Básicos . . . . .	220
Escala de Actividades . . . . .	221
Solución Bifásica y Paralela . . . . .	222
Uso de la Tierra . . . . .	224
Unidad de Tierra . . . . .	225
Mejoramiento de las Unidades de Tierra . . . . .	230
Efecto Ambiental . . . . .	231
Análisis Económico y Social . . . . .	231

Clasificación de la Aptitud de las Unidades de Tierra:	
Estructura . . . . .	233
Resultados de la Evaluación de la Aptitud de las Tierras . . . . .	236
<b>8. GUIAS PARA LA EVALUACION DE TIERRAS</b>	
<b>PARA LA AGRICULTURA EN SECANO . . . . .</b>	<b>239</b>
Introducción . . . . .	241
Enfoque de Sistemas . . . . .	241
Estructura y Contexto General de la Evaluación . . . . .	244
Planeamiento de la Evaluación . . . . .	247
Uso de la Tierra . . . . .	249
Descripción del Uso de la Tierra y de los Tipos de Utilización . . . . .	249
Unidades de Tierra . . . . .	255
Primera Clasificación de Aptitud . . . . .	268
Comparación con el Uso Actual . . . . .	269
Selección de Usos . . . . .	269
Un Estudio de Caso en Guatemala . . . . .	270
Conclusión . . . . .	277
<b>9. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL . . . . .</b>	<b>279</b>
Introducción . . . . .	281
Contexto Histórico e Institucional . . . . .	282
Fases de una Evaluación de Impacto Ambiental . . . . .	285
Organización Práctica de una Evaluación . . . . .	288
Identificación de los Impactos Potenciales . . . . .	290
Predicción del Impacto Potencial . . . . .	304
Experiencia Local . . . . .	307
<b>10. MANEJO DE LA INFORMACION ESPACIAL . . . . .</b>	<b>309</b>
Introducción . . . . .	311
Mapas Temáticos . . . . .	311
Métodos Cuantitativos . . . . .	312
Técnicas de Análisis . . . . .	314
<b>11. IMPLEMENTACION . . . . .</b>	<b>333</b>
Introducción . . . . .	335
¿Cómo Influenciar el Uso de la Tierra? . . . . .	335
Reforma Agraria . . . . .	340
Efecto de la Coyuntura Económica sobre el Poder Estatal . . . . .	347

Ciencia Agrícola, Silvicultural y Pastoril . . . . .	348
Extensión Agrícola, Silvicultural y Pastoril . . . . .	349
Crédito . . . . .	354
Institucionalización del Manejo del Uso de la Tierra . . . . .	355
Descentralización para el Desarrollo Regional . . . . .	356
Cuencas Hidrográficas . . . . .	361
12. MONITOREO . . . . .	363
Introducción . . . . .	365
Sistemas Catastrales . . . . .	366
Percepción Remota . . . . .	376
Sistemas de Información Geográfica . . . . .	382
Sistemas de Información de Campo . . . . .	387
13. CONCLUSION . . . . .	391
14. BIBLIOGRAFIA . . . . .	397
15. ANEXO: Tipo de Utilización de Tierra . . . . .	429
Tipos de Utilización de Tierra en Brasil . . . . .	431
Tipos de Utilización de Tierra en Kenya . . . . .	434

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Ejemplo de multidisciplinariedad del concepto tierra
- Figura 2. Factores y atributos que forman la tierra y su interrelación
- Figura 3. Producción per cápita de alimentos en América Central
- Figura 4. Difusión de la vida urbana a partir del Cercano Oriente
- Figura 5. Crecimiento de la población mundial desde el siglo XVII en billones
- Figura 6. Crecimiento de la población urbana del mundo de 1800 a 1950
- Figura 7. Manejo del uso de la tierra
- Figura 8. Disminución del efecto de un proyecto de desarrollo
- Figura 9. Perfil del suelo
- Figura 10. Proceso analítico para determinar el uso potencial de la tierra
- Figura 11. Procedimiento para el mapeo de suelos
- Figura 12. Algunas profundidades mínimas del suelo para tratamiento de conservación en diferentes categorías de pendiente
- Figura 13. Clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, con las zonas de vida de Colombia

- Figura 14. Clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, con las zonas de vida de Costa Rica
- Figura 15. Soluciones bifásica y paralela para la evaluación de tierras
- Figura 16. Flujo de dinero, materiales, energía e información de una finca que forma un sistema de finca con un subsistema socioeconómico y uno o más agroecosistemas
- Figura 17. Flujo de materiales y energía por un agroecosistema con un subsistema de cultivos y con subsistemas de suelos, malezas, herbívoros y micro-organismos
- Figura 18. Flujo de materiales y energía por un agroecosistema animal y con subsistemas de suelos, malezas, herbívoros y micro-organismos
- Figura 19. Representación esquemática de actividades en la evaluación de tierras
- Figura 20. Estructura de la clasificación de aptitud
- Figura 21. Ejemplos de mapas de aptitud cualitativa de las tierras
- Figura 22. Elementos de un sistema de uso de tierras
- Figura 23. Fases de una investigación holística del suelo mediante fotointerpretación aérea
- Figura 24. Arbol de relaciones secuenciales entre factores ambientales
- Figura 25. Método ecológico para la arquitectura de paisaje
- Figura 26. Actividades y responsabilidades en el desarrollo de sistemas de procesamiento
- Figura 27. Transparencias superpuestas. Cada una representa una característica diferente del paisaje
- Figura 28a. Transparencia que indica cuatro clases de aptitud

- Figura 28b. Transparencia que muestra solamente dos clases de aptitud: apta y no apta
- Figura 29a. Transparencias numéricas que expresan aptitud en cuanto a dos características (arriba y centro) y una composición (abajo)
- Figura 29b. Transparencia que expresa una reclasificación de la transparencia compuesta
- Figura 30. Transparencias numéricas con celdas rectangulares que representan la misma información
- Figura 31. Tres sistemas de referencia geográfica: local (izquierda arriba), UTM (derecha arriba) y geodésico (abajo)
- Figura 32. Funcionamiento actual del sistema Torrens
- Figura 33. Modelo del funcionamiento de un sensor de satélite
- Figura 34. Espectro electromagnético
- Figura 35. Reflejo espectral de seis especies de plantas
- Figura 36. Representación esquemática del módulo de erosión
- Figura 37. Representación esquemática del ILWIS



## LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1. Superficie y características de suelos de ladera en América Central
- Cuadro 2. Porcentaje de tierra erosionada o abandonada por su degradación
- Cuadro 3. Características de la población y tendencias observadas en los países centroamericanos (en miles)
- Cuadro 4. Uso actual de la tierra en los países centroamericanos en 1986 (miles de ha)
- Cuadro 5. Estructura de la tenencia de la tierra en América Central
- Cuadro 6. Rendimiento promedio de los principales cultivos en América Central en 1979-1981 (kg/ha)
- Cuadro 7. Uso del territorio centroamericano de 1961 a 1987
- Cuadro 8. Desarrollo del área cultivada desde 1961 a 1987
- Cuadro 9. Maíz: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985
- Cuadro 10. Frijol: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985
- Cuadro 11. Sorgo: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985

- Cuadro 12. Arroz: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985
- Cuadro 13. Índices de alimentos total y per cápita en países seleccionados (1961-1965 = 100)
- Cuadro 14. Caña de azúcar: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985
- Cuadro 15. Café: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985
- Cuadro 16. Ejemplo de un esquema de asignación
- Cuadro 17. Ejemplo del esquema para la determinación de clases de capacidad de uso de la tierra según características morfológicas de los suelos y de la pendiente
- Cuadro 18. Ejemplo del esquema para la determinación de subclases de capacidad de uso de la tierra según características morfológicas de los suelos y de la pendiente
- Cuadro 19. Criterios para la definición de las unidades de capacidad
- Cuadro 20. Tabla de clasificación de parámetros para evaluar la capacidad de uso de la tierra
- Cuadro 21. Nuevo esquema de clasificación de terrenos por capacidad de uso. Un tratamiento orientado al esquema de tierras de laderas marginadas.
- Cuadro 22. Sistema de clasificación de la tierra por capacidad de uso
- Cuadro 23. Medidas de conservación de suelo según pendiente, uso y profundidad
- Cuadro 24. Factores edáficos y su codificación
- Cuadro 25. Clasificación de tierras con pendientes menores de 12%
- Cuadro 26. Tabla para la clasificación de tierras con pendientes mayores de 12%

- Cuadro 27a. Clases de tierras y su tratamiento conservacionista. Tierras con pendientes menores de 12%
- Cuadro 27b. Clases de tierras y su tratamiento conservacionista. Tierras con pendientes mayores de 12%
- Cuadro 28. Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores
- Cuadro 29. Manejo de la cuenca superior del río Lebrija: uso potencial mayor del suelo
- Cuadro 30. Zona de vida: bosque húmedo montano bajo (bh-MB)  
Sistema de manejo: tradicional
- Cuadro 31a. Primer ejemplo de leyenda tabular para los mapas de aptitud de tierras
- Cuadro 31b. Segundo ejemplo de leyenda tabular para los mapas de aptitud de tierras
- Cuadro 32. Esbozo de los procedimientos de evaluación de tierras
- Cuadro 33. Requisitos de los tipos de utilización de la tierra para la producción de cultivos en secano
- Cuadro 34. Ejemplo de requisitos de uso de la tierra según los diferentes componentes de los tipos de utilización
- Cuadro 35. Formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: requisitos de los cultivos
- Cuadro 36. Modelo de formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: requisitos de manejo
- Cuadro 37. Modelo de formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: requisitos de conservación
- Cuadro 38. Ejemplo del método para identificar y presentar los requisitos de un cultivo: sorgo

- Cuadro 39. Evaluación de la importancia de las cualidades de la tierra
- Cuadro 40. Clases primordiales de uso en la subcuenca del río Pensativo
- Cuadro 41. Principales rasgos de las unidades de tierra identificadas en la subcuenca del río Pensativo
- Cuadro 42. Aptitud actual de cada unidad de tierra por tipo de utilización en la subcuenca del río Pensativo
- Cuadro 43. Aptitud potencial de cada unidad de tierra por tipo de utilización en la subcuenca del río Pensativo
- Cuadro 44. Listado típico de áreas de impacto para las diferentes fases de un proyecto
- Cuadro 45. Ejemplo del enfoque de listado de un proyecto de desarrollo urbano residencial
- Cuadro 46. Acciones y factores ambientales en la matriz de Leopold
- Cuadro 47. Número de fincas y área según tamaño en 1950 y 1955
- Cuadro 48. Número y área de fincas según tamaño en 1963, 1973 y 1984
- Cuadro 49. Cálculo de la R de Gini para 1984

## PRESENTACION

En este texto se pretende responder a dos objetivos con una misma motivación principal: el rápido deterioro de los recursos naturales en el mundo y específicamente en América Central.

El primer objetivo de este trabajo es presentar, en forma adaptada, los apuntes de cátedra del curso de posgrado Uso de la Tierra, que impartió el autor en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, en 1987, 1988 y 1989, para estudiantes con formación técnica, ofreciendo así una discusión de los temas principales de la relación entre "la empresa humana" y su ambiente natural.

El segundo objetivo es presentar el material de tal forma que, al mismo tiempo, se desarrolle una propuesta para el manejo de dicha relación, hacia un uso cualitativamente mejor y más sostenible de la tierra. Por su interés en la cualidad del uso de la tierra, el enfoque presentado es suplementario al enfoque macroeconómico vigente en la región.

El manejo del recurso tierra, por supuesto, requiere permanencia y debe ser considerado en el esquema institucional de los países del istmo. Sin embargo, guiado por los problemas actuales del mal uso de los recursos naturales y por el poco entendimiento institucional de cómo manejarlos cualitativamente, en el texto se han enfatizado los diferentes aspectos técnicos del manejo, contrastando lo deseado con lo que ocurre en la realidad y no tanto en su relación con el esquema institucional, tan específico para cada país.

La presente obra busca aportar ideas para una discusión urgente sobre la adopción de criterios adecuados para el uso de los recursos naturales suelo, agua, ecosistema y espacio, y sobre las acciones que el Estado debe llevar a cabo en esta materia.

Se reciben comentarios, los cuales pueden ser enviados al autor a la siguiente dirección: Casilla Postal 10509, La Paz, Bolivia.

## RECONOCIMIENTOS

*Muchas de las ideas presentadas en este libro tienen raíces múltiples y profundas relacionadas con mi formación y experiencia y que son difíciles de identificar o reconocer. Así, es imposible agradecer adecuadamente a muchos que, en una forma u otra, han contribuido al desarrollo de esta obra.*

*Sin embargo, en un sentido general, brindo mi especial agradecimiento a los estudiantes del curso *Uso de la Tierra* que dicté en el CATIE, para quienes fueron escritos los primeros borradores del texto; y a Carlos Rosal del Cid (Guatemala), Josefina Espaillat y Tebaldo Sibilia (República Dominicana), Arnoldo de León (Panamá) y Alfonso Pérez (Costa Rica), quienes dedicaron sus estudios de tesis al análisis de la temática en sus países de origen. También debo expresar mi agradecimiento, a los colegas del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas (CATIE/USAID-ROCAP), y en especial a Enrique Blair, Eduardo Seminario, Hernán Contreras, Carlos Quesada, Claudio Gutiérrez, Marcelino Losilla, Ivanor Ruiz, Manuel Basterrechea, Bob Komives, Jorge Faustino y Ricardo Pérez quien, al regresar en 1989 a su país (Honduras), trágicamente murió en un accidente aéreo.*

*En un sentido más específico, agradezco a Klaas Jan Beek del ITC y a D.B.W.M. van Dusseldorp de la Universidad Agrícola de Wageningen, por sus ideas y guías conceptuales; a Rob Brinkman y a sus colegas en la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia, por su generosa hospitalidad durante mi visita de orientación en abril de 1990; a Ronnie de Camino del CATIE y a Enrique Alarcón del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), por sus comentarios constructivos en las etapas finales*

*del desarrollo del texto; y a Mario Gutiérrez, editor del CATIE, sin cuyo dedicado apoyo en ortografía y redacción el libro nunca se habría escrito.*

*Finalmente, agradezco al Ministerio de Cooperación Técnica Holandesa y al IICA por hacer posible esta publicación.*

*Eric J. Richters  
Coronado, Costa Rica  
Mayo, 1995*

*A Naoko, Albert y Patricia*



**Eric J. Richters** nació en el Reino de los Países Bajos en 1955. Después de terminar sus estudios en agricultura tropical e ingeniería de suelos y aguas en su país e Inglaterra, respectivamente, trabajó como especialista de la FAO en el área de riego en Bolivia, Malasia, Roma y Kenia. De 1985 a 1990 fue especialista y profesor en uso de la tierra del CATIE y de la Universidad de Costa Rica (UCR), y realizó diversas actividades en Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. Se desempeñó como asesor en planificación agrícola en el Ministerio de Planeamiento y Coordinación de Bolivia. Actualmente, trabaja en el Ministerio de Hacienda y Desarrollo Económico de Bolivia.



# CAPITULO 1

## Importancia del Manejo del Uso de la Tierra



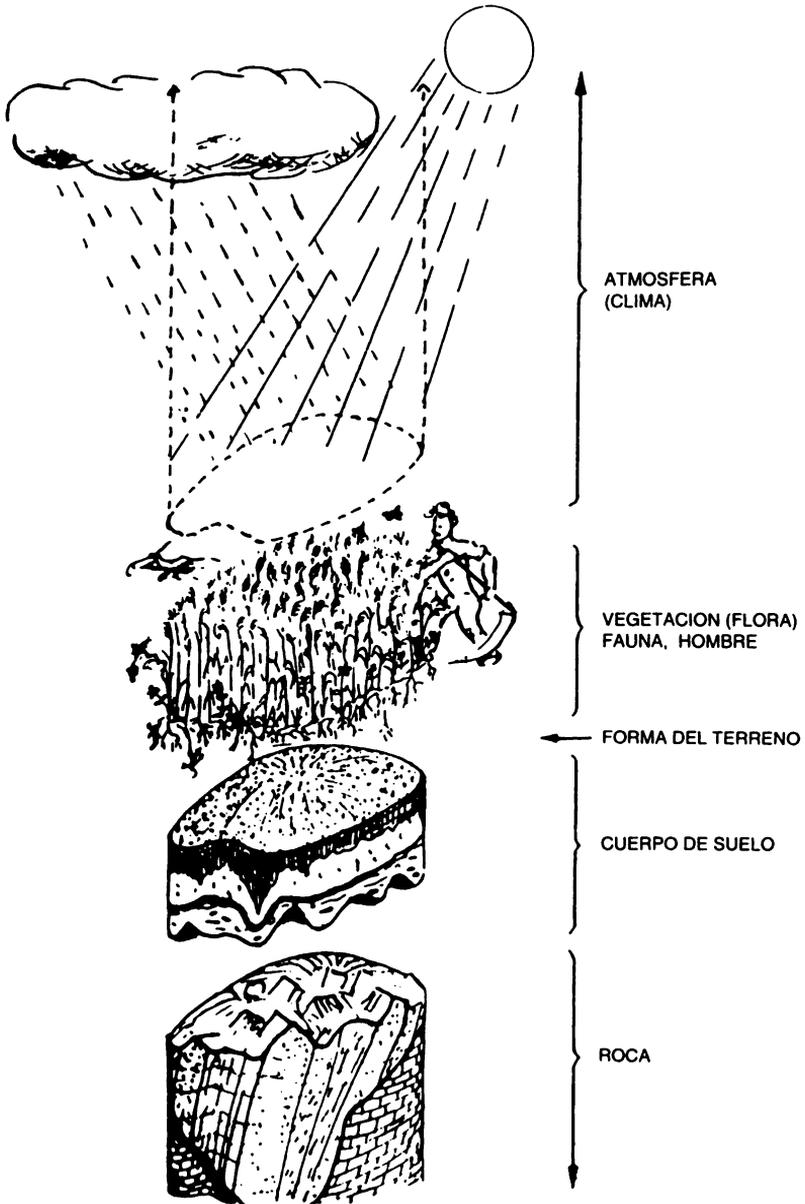
## Introducción

Para justificar la importancia de un manejo integrado del uso de la tierra en América Central, primero se debe resaltar la relación problemática entre la tierra como recurso biofísico y la utilización de esta. Luego se debe analizar la influencia actual del Estado sobre esta relación.

En este primer capítulo se define el concepto "tierra" y se intenta caracterizar sus componentes biofísicos y socioeconómicos en la región centroamericana. Esta caracterización solamente busca ser un indicativo de la situación actual, que sirva de marco introductorio al tema principal de este texto.

## La Tierra

La tierra, en su totalidad, se ve como un conjunto de factores biofísicos y socioeconómicos. La tierra se define como un área de la superficie del planeta cuyas características abarcan aquellos atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera, verticalmente por encima y por debajo de esta área, incluidos los de la atmósfera, el suelo y la geología subyacente, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la medida en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por parte del hombre (FAO 1976). Según esta definición, la tierra incluye el efecto de su uso pasado por parte del hombre y se define por y con respecto al uso hipotético que intenta hacer el hombre de ella, desde el momento de la definición. Las figuras 1 y 2 ofrecen una ilustración de la integración y multidisciplinariedad del concepto tierra.



**Fig. 1.** Ejemplo de multidisciplinariedad del concepto tierra.

**Fuente:** Adaptado de Zonneveld 1979a.



## **Aspectos Biofísicos**

La región centroamericana se ubica entre 7° 15' y 18° 30' norte y 77° 5' y 92° 15' oeste. En general, su clima es tropical, aunque hay en ella zonas climáticas bien distintas. La zona costera del Atlántico es más lluviosa —4000 mm/año es un valor típico— y la precipitación tiene una distribución más o menos uniforme durante el año. La zona costera del Pacífico es menos lluviosa y tiene un tiempo relativamente seco de hasta seis meses por año. En este tiempo, la evapotranspiración es mayor que la precipitación efectiva. Un valor típico para esta zona es una precipitación de 1950 mm como promedio anual, del cual un 90% ocurre en un período de solo seis a siete meses del año. En general, se trata aquí de una precipitación de alta intensidad y muy erosiva (o sea, con alta potencialidad para causar erosión). Como excepción a esta regla, se puede mencionar la costa del Pacífico Sur de Costa Rica y de Panamá, en donde hay más lluvia con una distribución más uniforme durante el año.

En toda la región existe un aumento en la tasa de precipitación hacia las cordilleras. La erosión de las lluvias puede, con valores promedios<sup>1</sup> mayores de 39 000 MJ mm/ha h año, llegar hasta varias veces los valores promedios más altos en los Estados Unidos (Mora 1987). En Panamá, Costa Rica y Guatemala esta lluvia orográfica ocurre desde los dos océanos, pero en Nicaragua y especialmente en Honduras, principalmente desde la costa atlántica. La parte central de Honduras recibe más agua (+2000 mm) que la parte central de Guatemala y de Nicaragua, en donde hay zonas con menos de 1000 mm de precipitación por año. Las temperaturas varían con la altura, desde, por ejemplo,  $\pm 28^{\circ}$  C como promedio anual en las zonas costeras o bajas secas, hasta  $\pm 6^{\circ}$  C como promedio anual en los cerros altos de Guatemala.

América Central es una región sumamente volcánica y con mucha actividad tectónica. Con excepción de Nicaragua que, sin embargo, tiene 11 cerros volcánicos, los volcanes poseen una altura entre 2000 y 4200

---

1 Promedio de los valores de erosión anual entre 1981 y 1985, medidos en parte de la cuenca del río Pejibaye, Costa Rica. El valor de la erosión anual de la lluvia es la suma de los índices EI<sub>30</sub> de todas las tormentas del año. Para el cálculo del índice EI<sub>30</sub>, obsérvese la nota 19.

metros sobre el nivel del mar. Se notan dos complejos de cordilleras en la región, con una dirección noroeste-sureste y que encierran valles y mesetas centrales. Un complejo llega desde el noroeste hasta Nicaragua, o mejor dicho, hasta "la depresión geomorfológica de Nicaragua"; el otro empieza en el norte de Costa Rica y llega hasta el sur.

Los suelos volcánicos (andesíticos) predominan a lo largo de la vertiente del Pacífico, desde Guatemala hasta Costa Rica y en una porción aislada de Panamá. Debido a que han sido periódicamente enriquecidos por el depósito de finas cenizas volcánicas y el lavado de sedimentos provenientes de las tierras altas, los suelos de las áreas de llanuras costeras del Pacífico generalmente se consideran como pertenecientes a los suelos de las tierras altas adyacentes. Cuando se trata de suelos jóvenes sueltos con poco desarrollo de perfil, hay alta incidencia o riesgo de erosión en esta zona.

Por lo general, las tierras altas centrales no volcánicas, la Montaña Maya en Guatemala y las tierras altas septentrionales del istmo centroamericano, tienen suelos cuya principal limitación es que son poco profundos y además, o en su defecto, altamente líticos. Frecuentemente, estos suelos líticos pueden ser utilizados más o menos exitosamente para cosechar maíz y otros cultivos alimenticios bajo sistemas tradicionales de agricultura migratoria, pero son poco adecuados para un uso más intensivo.

Otro grupo de suelos, que por su origen o desarrollo no se clasifican como volcánicos, se encuentra en la vertiente del Caribe y en la Región del Petén. Específicamente, en el último caso, se trata de una planicie calcárea. En general, se encuentran problemas de pedregosidad cerca de las montañas y problemas de drenaje en las proximidades de la costa del Caribe.

Los suelos con el potencial más alto de productividad agrícola tienden a ubicarse en los pisos de los estrechos valles de las tierras altas y de los amplios valles aluviales que se insertan en las llanuras costeras. Algunos de estos son: en Guatemala el Motagua; en Honduras el Sula y el Lean en el norte, el Nacaome y el Choluteca que desembocan en el Pacífico en la costa sur y el Patuca y el Aguán en el centro y noreste; en Nicaragua el Coco, el Río Grande y el San Juan; en Costa Rica el San Carlos y otros tributarios del San Juan en el noreste; y en Panamá el bajo Chiriquí, el Chucunaque, el Babas y el Tuirá (Leonard 1985).

Cuadro 1. Superficie y características de suelos de ladera en América Central.

PAIS	Superficie		Suelos de las zonas de ladera			
	Total km <sup>2</sup>	Zona de ladera km <sup>2</sup>	Total %	Profundos		Superficiales
				Buenos %	Pobres %	%
Belice	22 965	7 423	32	31	7	62
Costa Rica	50 700	37 233	73	50	21	29
El Salvador	20 877	19 758	95	76	12	12
Honduras	2 088	98 450	82	31	21	48
Guatemala	108 889	89 433	82	35	14	51
Nicaragua	110 746	105 756	82	20	56	24
Panamá	77 060	58 565	76	37	51	12
	533 325	410 618	77	34	32	34

Fuente: Posner *et al.* 1984, en Leonard 1985.

En el Cuadro 1 se resume un intento reciente por caracterizar ampliamente la calidad del suelo de las áreas de ladera y tierras altas, que se incluyen efectivamente en casi toda la región, excepto las tierras bajas en ambas costas.

- Erosión del Suelo

Según el perfil ambiental (Leonard 1985), el problema más crítico con respecto a la erosión del suelo se presenta en El Salvador, donde se estima que más de 50% de la superficie del país enfrenta una seria erosión o ha sido significativamente degradada. Esta degradación ocurre debido a las siguientes causas generales en la región: tala de bosques, pastoreo intensivo del ganado, agricultura de tumba y quema, y otras prácticas agrícolas dañinas (cultivar la tierra en favor de la pendiente, entre otros). La "calamidad nacional" en El Salvador por estas causas no es tan diferente de la situación que predomina en las cuencas de la vertiente del Pacífico en los otros países, así como en las tierras altas y montañosas de Guatemala y Honduras, sobre todo en las partes con distinta estación seca. Por sus características topográficas, climáticas y de desarrollo agrícola, la situación en el norte de Guatemala y el este de Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá es mucho menos crítica. Sin embargo, también en estas áreas ocurre un deterioro acelerado de los suelos en cuanto a compactación y fertilidad (el cual no está contemplado en el Cuadro 2).

**Cuadro 2. Porcentaje de tierra erosionada o abandonada por su degradación.**

PAIS	Año	Porcentaje
Belice	1985	1
Costa Rica	1981	17
El Salvador	1972	45
Honduras	1977	7
Guatemala	1985	30
Nicaragua	1985	8
Panamá	1980	17

**Fuente:** Leonard 1985.

Sin intención de mencionar todas las causas de la degradación de la tierra, en relación con la degradación del recurso agua es importante referirse al alarmante sobreuso de los agroquímicos en todo el sector agrícola y tal vez más en su parte más afluyente. Este sobreuso ha causado, causa y causará excesivos daños, no solo al ambiente natural de la planta que se busca proteger, sino también a las sociedades que dependen de ese ambiente.

En cierto sentido, el agua en sí misma también puede ser un factor de degradación cuando se exagera su aplicación en circunstancias bajo riego, 513 000 ha en la región (FAO 1989). La falta de un drenaje adecuado hace que el agua freática suba, lo que permite que las sales del suelo o del agua lleguen a la superficie, por lo que en muy poco tiempo el suelo será totalmente improductivo debido a su salinidad. A veces la caída de las civilizaciones del Cercano Oriente se debe a este proceso.

Aunque a veces pareciera así, la degradación de la tierra no solo se debe al mal uso del suelo por parte de los agricultores o madereros. La mala planificación e implementación de obras civiles, por ejemplo de infraestructura vial, también han causado daños considerables en muchos lugares; en realidad, aunque tal vez no causan la degradación, por lo menos la legislación, la reglamentación y la acción estatal lo han permitido y lo permiten.

### ***Aspectos Socioeconómicos***

En 1987, la población total de la región se estimó en 26.6 millones de personas. De ellos, unos 12.1 millones vivían en los centros urbanos (45.5%). En América Latina, en general, este porcentaje fue de 69.1%. Los países más urbanizados en la región fueron Nicaragua (58.7%), Panamá (50.5%) y Costa Rica (49.6%). El Cuadro 3 muestra las características poblacionales y la importancia del proceso de urbanización en varios países del istmo.

**Cuadro 3. Características de la población y tendencias observadas en los países centroamericanos (en miles).**

	1960			1987			Tasa de crecimiento 1960-1987		
	Total	Urbana (%)	Rural	Total	Urbana (%)	Rural	Total	Urbana	Rural
Costa Rica	1 236	410 (33.2)	826	2 791	1 385 (49.6)	1 406	3.1	4.6	2.0
El Salvador	2 570	935 (36.4)	1 635	4 934	2 353 (47.7)	2 581	2.5	3.5	1.7
Guatemala	3 964	1 347 (34.0)	2 617	8 434	3 226 (38.2)	5 208	2.8	3.3	2.6
Honduras	1 935	436 (22.5)	1 499	4 679	1 937 (41.4)	2 742	3.3	5.7	2.3
Nicaragua	1 493	622 (41.7)	871	3 501	2 054 (58.7)	1 447	3.2	4.5	1.9
Panamá*	1 105	441 (39.9)	664	2 274	1 148 (50.5)	1 126	2.7	3.6	2.0
Total	12 303	4 191 (34.1)	8 112	26 613	12 103 (45.5)	14 510	2.9	4.0	2.2

\* Desde 1980 se incluye la población de la anterior zona del Canal.

Fuente: Adaptado de BID 1988.

El aspecto exponencial del crecimiento de la población se observa mejor cuando se compara el crecimiento promedio de los últimos 27 años: 2.9% con el crecimiento promedio de los últimos 10 000 años, que se estima en 0.062%. Con un crecimiento de 2.9%, la población se duplica en 24 años. En general, el crecimiento anual de la población mundial actualmente se estima en un 1.7% (Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos s.f.). Es interesante notar que en América Central más de dos tercios de la población regional viven dentro de los 65 km de la costa del Pacífico, o sea, en las partes más erodibles del istmo (Leonard 1985).

En conjunto, los países de la región poseen una superficie total de 499 800 km<sup>2</sup> y terrestre de 486 440 km<sup>2</sup>. Se estima que solo un 13.8% de esta superficie es arable en las actuales circunstancias biofísicas y socioeconómicas (FAO 1988c). El Cuadro 4 muestra el porcentaje mencionado.

La densidad promedio de población por área arable, o sea el área actualmente bajo cultivos anuales (incluyendo praderas temporales y terrenos en barbecho temporal) y perennes, es de cuatro personas/ha (1987). El Salvador, Costa Rica, Guatemala y Panamá poseen valores iguales o mayores del promedio (6.7, 5.3, 4.6 y 4.0), siendo altos en comparación con el valor promedio para América del Sur, que es de dos personas/ha, o de los Estados Unidos, que es de 1.3 personas/ha (FAO 1989). En la región centroamericana, 45.5% de la población se clasifica en el sector agrícola (BID 1988b).

La situación con respecto a la tenencia de la tierra es la siguiente: aún en Costa Rica 36% de la tierra constituye grandes propiedades de más de 500 ha, lo que equivale a 1% del número total de propiedades del país en 1973<sup>2</sup>. En Guatemala, el mismo porcentaje de la tierra representa solo 0.2% de todas las propiedades, mientras que en El Salvador, antes de la reciente reforma agraria, 1.5% de las propiedades controlaban el 50% de la tierra en fincas. A mediados de la década de los setentas, un alto porcentaje de todas las fincas en estos países (46% en Costa Rica y 92% en El Salvador) se clasificaron en la categoría "subfamiliar", lo cual significa que eran demasiado pequeñas para satisfacer las necesidades mínimas de una familia (Leonard 1985).

---

2 En 1984, 27% de la tierra se encontraba en grandes propiedades de más de 500 ha, lo que constituye 0.8% del número total de propiedades del país. En este mismo año, 46.9% de las propiedades ocupaban 2.5% de la tierra agrícola.

**Cuadro 4. Uso actual de la tierra en los países centroamericanos en 1986 (miles de ha).**

	Superficie		Cultivo					
	Total	Tierra	Anual			Pastos	Uso forestal	Otros
			Perm.					
Costa Rica	5 070	5 066	285	241	2 300	1 640	600	
El Salvador	2 104	2 072	565	168	610	104	625	
Guatemala	10 889	10 843	1 360	485	1 334	4 070	3 594	
Honduras	11 209	11 189	1 575	210	3 400	3 580	2 424	
Nicaragua	13 000	11 875	1 095	173	5 200	3 820	1 587	
Panamá	7 708	7 599	438	135	1 161	3 990	1 875	
<b>Total</b>	<b>49 980</b>	<b>48 644</b>	<b>5 318</b>	<b>1 412</b>	<b>14 005</b>	<b>17 204</b>	<b>10 705</b>	

Fuente: FAO 1988.

El Cuadro 5 brinda información acerca de la estructura de la tenencia de la tierra en América Central, con base en unidades multifamiliares, familiares y subfamiliares. La definición de estas unidades, adoptada por el Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola (CIDA) se refiere a una familia formada aproximadamente por cinco personas, de las cuales 1.5 trabajan en la finca. Como el mismo CIDA indicó en el documento *Inventario de la Información Básica para la Programación del Desarrollo Agrícola en la América Latina* (CIDA 1965), una definición de este tipo, aunque a veces requerida por los planificadores<sup>3</sup>, resulta casi inevitablemente inexacta por la variabilidad que existe en cuanto al tamaño de las familias rurales y su productividad agrícola<sup>4</sup>.

---

3 Este es el caso de cualquier proyecto de reforma agraria.

4 La falta de igualdad o la igualdad misma en la distribución de las tierras a veces se expresa por un índice de concentración. El más conocido es el índice de Gini, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$R = 1 - \sum_{i=1}^n GMA(p_i - p_{i-1})(q_i + q_{i-1})$$

donde "n" refleja el número total de terratenientes; "i" el orden de un terrateniente específico, cuando ellos son ordenados del más pequeño hasta el más grande; "p<sub>i</sub>" la fracción de todos los terratenientes, desde el más pequeño hasta el terrateniente del orden "i", del número total de terratenientes "n" (o sea: i/n); "q<sub>i</sub>" la fracción de la tierra que poseen los terratenientes desde el más pequeño hasta el del orden "i", de la superficie total poseída por ellos. "R" es cero, en el caso de igualdad absoluta, y uno, en el caso hipotético de que un terrateniente tenga toda la tierra en su posesión. La curva de concentración, propuesta por Lorenz, indica gráficamente la situación de la distribución de las tierras. Sobre el eje X de las abscisas, se presenta "p<sub>i</sub>", o sea: de cero a uno (o a cien, cuando se expresa la fracción como un porcentaje); y sobre el eje Y de las ordenadas, "q<sub>i</sub>". La curva de equidistribución es la recta diagonal desde el origen del sistema de ejes coordenados hasta el punto (1.1) o (100.100), lo que representa una situación donde p<sub>i</sub>=q<sub>i</sub>. Normalmente la curva de concentración tiene forma de parábola, y se extiende de un extremo (0.0) al otro extremo de la diagonal (1.1), por debajo de ella. El área entre la curva de concentración y la "recta" de equidistribución se llama área de concentración. Cuando el tamaño de toda el área entre los puntos (0.0), (1.0) y (1.1), es decir abajo de la diagonal, es uno, el índice de concentración refleja el tamaño del área de concentración (Gini 1953). Para un ejemplo del cálculo del índice de concentración R., ver el Cuadro 49.

**Cuadro 5. Estructura de la tenencia de la tierra en América Central.**

PAIS	Unidades agrícolas					
	Multifamiliares		Familiares		Subfamiliares	
	% fincas	% área	% fincas	% área	% fincas	% área
Costa Rica	2	72	10	14	88	14
El Salvador	2	50	6	23	92	27
Honduras	5	60	26	28	69	12
Guatemala	22	85	27	11	51	4
Nicaragua	22	88	32	10	46	2

Fuente: Lassen 1980, en Leonard 1985.

El producto interno bruto (PIB) per cápita fue de US\$1285 en 1987 (dólares de 1986). Panamá (US\$2549), Costa Rica (US\$2010) y Guatemala (US\$1376) alcanzaron los valores más altos. El promedio para América Latina en este año fue de US\$2223. El sector agropecuario, que representa 45.5% de la población, contribuyó con 21.1% en el PIB regional. En América Latina, en general, la contribución de 31.2% de la población fue todavía menor: 11.0%. En términos del nivel per cápita, esto significa un promedio de US\$596. En Costa Rica y Panamá, el PIB per cápita agrícola fue más alto, con US\$1279 y US\$879, respectivamente (BID 1988b). Tomando en cuenta los promedios regionales, se puede decir que un miembro del sector agrícola produce menos de un tercio (32%) de lo que producen los otros habitantes de la región.

La baja contribución al PIB por parte del sector agrícola (baja, cuando se toma en cuenta el número de personas involucradas), tiene su relación con los niveles actuales de producción, los cuales se observan en el Cuadro 6. Es pertinente tomar nota del bajo rendimiento de los cultivos dedicados al consumo interno.

### ***Dinámica del Uso de la Tierra en América Central***

Los cuadros 7 y 8 muestran datos estadísticos en cuanto al desarrollo del uso del territorio centroamericano durante el período 1961-1965. Aunque no hay que sobreestimar su valor y mucho menos antes de los años setentas por la falta de tecnología para el registro regular y confiable de la cobertura terrestre a nivel nacional, dichos datos presentan una idea de la dinámica del uso de la tierra en América Central.

Comenzando con el área clasificada como actualmente cultivada —dedicada a los cultivos anuales, perennes, pastos temporales y áreas en descanso— se nota un aumento de 28% entre 1961 y 1987 (se sospecha una subestimación considerable del área arable en Honduras y en Belice en el período hasta 1970, y el aumento real en esta categoría tal vez puede ser de 20%).

**Cuadro 6. Rendimiento promedio de los principales cultivos en América Central en 1979-1981 (kg/ ha).**

PAIS	Cultivos de exportación					Cultivos para consumo interno				
	Café	Cacao	Tabaco	Caña de azúcar	Algodón	Maíz	Frijoles	Arroz	Sorgo	
Costa Rica	1 300	300	1 000	53 200	1 500	1 600	500	2 700	2 100	
El Salvador	900	900	1 600	73 400	2 100	1 900	800	3 800	1 200	
Honduras	600	1 000	1 300	33 700	2 200	1 000	500	1 700	700	
Guatemala	600	500	1 900	68 900	3 900	1 500	700	3 000	1 500	
Nicaragua	600	100	1 900	72 600	2 000	1 100	800	2 100	1 200	
Panamá	200	200	1 500	54 200	ND	1 000	300	1 800	ND	
Promedio regional	700	500	1 500	59 300	2 300	1 400	600	2 500	1 300	
Estados Unidos	1 000	ND	2 200	84 200	1 500	6 500	1 600	5 200	3 600	
Comparación del rendimiento promedio regional con el de Estados Unidos	70	ND	68	70	153	22	38	48	36	

ND = no disponible.

Fuente: FAO 1982a.

Cuadro 7. Uso de la tierra en Centroamérica de 1961 a 1987 (miles ha\*).

País	1961-1965			1967		
	Cult. total	Pasto	Bosque	Cult. total	Pasto	Bosque
Belize	31	16	1 054	37	17	1 049
% tierra total	1.4	0.7	46.2	1.6	0.7	46
Camb. 61-65				19.4	6.3	-0.5
Costa Rica	484	969	2 848	486	1 150f	2 620f
% tierra total	9.5	19	55.8	9.5	22.5	51.3
camb. 61-65				0.4	18.7	-8
El Salvador	655	606	230	631f	610*	242f
% tierra total	31.6	29.2	11.1	30.5	29.4	11.7
camb. 61-65				-3.7	0.7	5.2
Guatemala	1 442	1 039	6 400	1 530f	975f	6 000f
% tierra total	13.3	9.6	59	14.1	9	55.3
camb. 61-65				6.1	-6.2	-6.3
Honduras	821	2 000	7 100	840f	2 000f	7 100f
% tierra total	7.3	17.9	63.5	7.5	17.9	63.5
camb. 61-65				2.3	0	0
Nicaragua	1 335	3 384	5 853	1 430f	3 384*	5 853*
% tierra total	11.2	28.5	49.3	12	28.5	49.3
camb. 61-65				7.1	0	0
Panamá	561	910	4 156	549f	1 051f	4 156*
% tierra total	7.4	12	54.7	7.2	13.8	54.7
camb. 61-65				-2.1	15.5	0
TOTAL	5 329	8 924	27 641	5 503	9 187	27 020
% tierra total	10.5	17.5	54.2	10.8	18	53
camb. 61-65				3.3	2.9	-2.2

Cuadro 7. (Cont.).

País	1982			1987		
	Cult. total	Pasto	Bosque	Cult. total	Pasto	Bosque
Belize	5.3	44	1 012*	55f	48f	1 012f
% tierra total	2.3	1.9	44.4	2.4	2.1	44.4
Camb. 61-65	71	175	-4	77.4	200	-4
Costa Rica	512f	2167	1638	526f	2 300f	1 640f
% tierra total	10	42.4	32.1	10.3	45	32.1
camb. 61-65	5.8	123.6	-42.5	8.7	137.4	-42.4
El Salvador	725	610	128f	733f	610f	105f
% tierra total	35	29.4	6.2	35.4	29.4	5.1
camb. 61-65	10.7	0.7	-44.3	11.9	0.7	-54.3
Guatemala	1 784f	1 320f	4 390f	1 865f	1 370f	3 990f
% tierra total	16.5	12.2	40.5	17.2	12.6	36.8
camb. 61-65	23.7	27	-31.4	29.3	31.9	-37.7
Honduras	1 769f	2 450f	3 870f	1 785f	2 530f	3 500f
% tierra total	15.8	21.9	34.6	16	22.6	31.3
camb. 61-65	115.5	22.5	-45.5	117.4	26.5	-50.7
Nicaragua	1 256f	5 003	4 260f	1 268f	5 250f	3 710f
% tierra total	10.6	42.1	35.9	10.7	44.21	31.2
camb. 61-65	-5.9	47.8	-27.2	-5	55.1	-36.6
Panamá	559f	1 270f	4 110f	575f	1 320f	3 960f
% tierra total	7.4	16.7	54.1	7.6	17.4	52.1
camb. 61-65	-0.4	39.6	-1.1	2.5	45.1	-4.7
TOTAL	6 658	12 864	19 408	6 807	13 428	17 917
% tierra total	13.1	25.2	38.1	13.4	26.3	35.2
camb. 61-65	24.9	44.2	-29.8	27.7	50.5	-35.2

Total de área de tierra: 50 964

Fuente: FAO 1989, 1979c.

Cuadro 7. (Cont.).

País	1972			1977		
	Cult. total	Pasto	Bosque	Cult. total	Pasto	Bosque
Belize	46f	37*	1 012	49f	37*	1 012*
% tierra total	2	1.6	44.4	2.1	1.6	44.4
camb. 61-65	48.4	131.3	-4	58.1	131.3	-4
Costa Rica	497	1 390	2 420*	497f	1 790f	2 050*
% tierra total	9.7	27.2	47.4	9.7	35.1	40.1
camb. 61-65	2.7	43.4	-15	2.7	84.7	-28
El Salvador	651	610*	176*	699	610	158*
% tierra total	31.4	29.4	8.5	33.7	29.4	7.6
camb. 61-65	-0.6	0.7	-23.5	6.7	0.7	-31.3
Guatemala	1 580f	1 220f	5 040*	1 723f	1 270f	4 790*
% tierra total	14.6	11.3	46.5	15.9	11.7	44.2
camb. 61-65	9.6	17.4	-21.3	19.5	22.2	-25.2
Honduras	1 580f	2 240f	4 720*	1 745f	2 350f	4 310*
% tierra total	14.1	20	42.2	15.6	21	38.5
camb. 61-65	92.4	12	-33.5	112.5	17.5	-39.3
Nicaragua	1 210f	4 450f	5 390*	1 230f	4 700f	4 820*
% tierra total	10.2	37.5	45.4	10.4	39.6	40.6
camb. 61-65	-9.4	31.5	-7.9	-7.9	38.9	-17.6
Panamá	543	1 170f	4 410*	549f	1 220f	4 260*
% tierra total	7.1	18.4	58	7.2	16.1	56
camb. 61-65	-3.2	28.6	6.1	-2.1	34.1	2.5
TOTAL	6 107	11 117	23 168	6 492	11 977	21 400
% tierra total	12	21.8	45.5	12.7	23.5	42
camb. 61-65	14.6	24.6	-16.2	21.8	34.2	-22.6

Cuadro 8. Desarrollo del área cultivada desde 1961 a 1987 (miles ha\*).

País	1961-1965		1967		1972		1977		1982		1987	
	Cultivada Anual-perm.		Cultivada Anual-perm.		Cultivada Anual-perm.		Cultivada Anual-perm.		Cultivada Anual-perm.		Cultivada Anual-perm.	
Belice	21	10	26	11	40f	6f	43f	6f	46	7	44f	11f
% tierra total	0.9	0.4	1.1	0.5	1.8	0.3	1.9	0.3	2	0.3	1.9	0.5
camb. 61-65			23.8	10	90.5	-40	104.8	-40	119	-30	109.5	10
Costa Rica	285	199	285*	201	285*	212	283*	214f	283	229f	285f	241f
% tierra total	5.6	3.9	5.6	3.9	5.6	4.2	5.5	4.2	5.5	4.5	5.6	4.7
camb. 61-65			0	1	0	6.5	-0.7	7.5	-0.7	15.1	0	21.1
El Salvador	489	166	460f	171*	488	163	475	224	560	165	565f	168f
% tierra total	23.6	8	22.2	8.3	23.6	7.9	22.9	10.8	27	8	27.3	8.1
camb. 61-65			-5.9	3	-0.2	-1.8	-2.9	34.9	14.5	-0.6	15.5	1.2
Guatemala	1 125	317	1 210f	320f	1 120f	460f	1 250f	473f	1 300f	484f	1 380f	485f
% tierra total	10.4	2.9	11.2	3	10.3	4.2	11.5	4.4	12	4.5	12.7	4.5
camb. 61-65			7.2	0.9	-0.4	45.1	11.1	49.2	15.6	52.7	22.7	53.
Honduras	682	139	690f	150f	1 410f	170f	1 550f	195f	1 570f	199f	1 575f	210f
% tierra total	6.2	1.2	6.2	1.3	12.6	1.5	13.9	1.7	14	1.8	14.1	1.9
camb. 61-65			1.2	7.9	106.7	22.3	127.3	40.3	130.2	43.2	130.9	51.1
Nicaragua	1 180	155	1 270f	160f	1 040f	170f	1 060f	170f	1 085f	171f	1 095f	173f
% tierra total	9.9	1.3	10.7	1.3	8.8	1.4	8.9	1.4	9.1	1.4	9.2	1.5
camb. 61-65			7.6	3.2	-11.9	9.7	-10.2	9.7	-8.1	10.3	-7.2	11.6
Panamá	438	124	434f	115f	432	111	434f	115f	435f	124f	440f	135f
% tierra total	5.8	1.6	5.7	1.5	5.7	1.5	5.7	1.5	5.7	1.6	5.8	1.8
camb. 61-65			-0.9	-7.3	-1.4	-10.5	-0.9	-7.3	-0.7	0	0.5	8.9
TOTAL	4 220	1 110	4 375	1 128	4 815	1 292	5 095	1 397	5 279	1 379	5 384	1 423
% tierra total	8.3	2.2	8.6	2.2	9.4	2.5	10	2.7	10.4	2.7	10.6	2.8
camb. 61-65			3.7	1.6	14.1	16.4	20.7	25.9	25.1	24.2	27.6	28.2

Fuente: FAO 1989, 1979c.

El área centroamericana con maíz (en 1981-1985, promedio cosechada: 1 559 000 ha, Cuadro 9), frijol seco (393 000 ha, Cuadro 10), sorgo (303 000 ha, Cuadro 11) y arroz (275 000 ha, Cuadro 12) aumentó 15% desde 1961-1965 hasta 1981-1985. En general, su producción total en toneladas métricas subió 84% durante el mismo período, pero existe mucha variación entre los países y los productos. Se enfatiza el cultivo de maíz en Guatemala, El Salvador, Honduras y Belice, y más en el cultivo de arroz en Costa Rica y Panamá. En los últimos dos países, el cultivo de sorgo es de fecha relativamente reciente (FAO 1987c).

Datos más recientes, los cuales en algunos casos y por varias razones típicamente contradicen datos históricos, demuestran un incremento en la producción de alimentos hasta finales de la década de los setentas y una nivelación de esta. Aunque esto significó un aumento hasta los años ochentas, también representó una reducción durante esa misma década (FAO 1989). Hasta 1988, El Salvador, Costa Rica, Panamá y Guatemala ligeramente aumentaron o mantuvieron su nivel de producción per cápita de alimentos en relación con 1962. Pero en Honduras y Nicaragua la producción per cápita de alimentos bajó a niveles no registrados después de 1962 (Cuadro 13).

A pesar de que todavía los niveles de producción por hectárea no son altos en esta categoría de uso, en general se ha logrado una duplicación en las cosechas por hectárea de arroz, un aumento de 62% en el caso de maíz, de 52% en el caso de sorgo y solamente de 11% en el caso de frijol seco, entre 1961-1965 y 1981-1985 (FAO 1987c).

Según la misma fuente, existe mucha variedad en la cantidad cosechada por hectárea entre los países centroamericanos. Como se indica en los cuadros del 9 al 12, los promedios nacionales muestran una variación entre 1900 kg/ha y 985 kg/ha en el caso del maíz, entre 798 kg/ha y 301 kg/ha de frijol, entre 2127 kg/ha y 955 kg/ha de sorgo, y entre 3944 kg/ha y 1843 kg/ha de arroz. Aunque los datos pueden ser sobreestimados en algunos casos y subestimados en otros y a pesar de que las diferencias pueden, por una parte, tener su causa en las diferentes circunstancias (promedias) naturales en los países, no hay duda de que demuestran un potencial significativo para cosechas regionales más altas.

**Cuadro 9. Maíz: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985.**

País	Unidades	Período							
		48-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	
Belice	ha	6.5	6.6	5.2	7.2	10.6	11.6	11.4	
	kg/ha	768	696	595	1 063	1 335	1 565	1 581	
Costa Rica	t	5.2	4.4	3	8.2	14.4	17.8	17.8	
	ha	58.7	56.8	55.2	60.4	52.2	45.4	57	
El Salvador	kg/ha	1 133	1 088	1 122	1 299	1 319	1 723	1 685	
	t	80.2	62.2	61.2	78.4	68	77.4	96	
Guatemala	ha	179.5	171.6	184.2	200	214.6	262.2	250.6	
	kg/ha	970	909	1 082	1 372	1 684	1 728	1 900	
Honduras	t	173.2	155.8	198.4	275	362.4	456.2	475.8	
	ha	534	638.6	665.2	680.6	590.2	612.8	657.8	
Nicaragua	kg/ha	777	737	887	999	1 411	1 459	1 622	
	t	413.2	470.8	591	679.2	819	887.4	1 056.6	
Panamá	ha	278.8	338	275	281.2	294.2	400.6	334	
	kg/ha	725	735	1 081	1 197	1 175	1 019	1 436	
TOTAL	t	202	248.6	297.8	337	345.2	404.8	480	
	ha	128.6	144.6	173.8	236.8	230.6	199.4	179.4	
Panamá	kg/ha	971	792	877	900	832	1 002	1 151	
	t	124.8	114	152.2	212.8	192	198.2	205.4	
TOTAL	ha	76	84.8	94.6	97.8	69.4	71.6	69.2	
	kg/ha	942	862	821	825	801	923	985	
TOTAL	t	71.5	73.4	77.6	80.2	55.4	65.4	68	
	ha	1 262.1	1 441	1 453.2	1 564	1 461.8	1 603.6	1 559.4	
TOTAL	kg/ha	848	784	950	1 068	1 270	1 314	1 539	
	t	1 070.1	1 129.2	1 381.2	1 670.8	1 856.4	2 107.2	2 399.6	

Fuente: FAO 1987c.

Cuadro 10. Frijol: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985.

País	Unidades	Período							
		48-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	
Belice	ha	1.8	2	0.8	1.8	2	2	2.6	
	kg/ha	723	716	652	820	624	515	598	
Costa Rica	t	1	1	0.6	1.4	1.2	1	1.6	
	ha	33.3	44.4	46.6	35.2	31.6	25.6	38	
El Salvador	kg/ha	385	366	377	405	399	526	498	
	t	12.7	16	18.4	14.2	12.6	13.4	19	
Guatemala	ha	35.2	24.2	25.4	31	46.4	53	53.6	
	kg/ha	790	701	570	700	750	763	766	
Honduras	t	28	16	14.2	21.8	34.6	40.6	40.4	
	ha	44.7	47.2	76.6	99.2	127.8	89.4	136.8	
Nicaragua	kg/ha	654	618	649	623	600	803	798	
	t	26.3	28.8	49.6	59.6	72.4	68.8	102.8	
Panamá	ha	50	72.8	73.4	72	67.8	74.8	68.4	
	kg/ha	436	432	647	666	525	463	596	
Total	t	21.5	31.4	47.6	47.8	35.4	34.6	40.8	
	ha	44.2	47.2	52.4	64.6	58.2	60.8	84	
Total	kg/ha	801	624	800	853	771	674	664	
	t	34.7	30.4	42	55	45	41.4	55.8	
Total	ha	15.5	16.8	21	19.6	12.8	13.8	9.6	
	kg/ha	430	313	268	323	273	262	301	
Total	t	6.3	5.4	5.6	6	3.2	3.4	2.8	
	ha	224.7	254.6	296.2	323.4	346.6	319.4	393	
Total	kg/ha	581	507	601	636	590	636	670	
	t	130.5	129	178	205.8	204.4	203.2	263.2	

Fuente: FAO 1987c.

**Cuadro 11. Sorgo: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985.**

País	Unidades	Período						
		48-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
Costa Rica	ha			5	6	8.2	21.2	21.2
	kg/ha			1 618	1 637	1 839	1 884	1 755
El Salvador	t			8.4	9.8	15.2	40.2	37
	ha	89.8	88	97	112.8	126.8	131.4	115
Guatemala	kg/h	1 149	985	944	1 102	1 205	1 174	1 140
	t	103.5	87.4	91.4	124.4	152.8	153.8	131.2
Honduras	ha	18.8	21.2	38.2	48.4	39.8	40.4	46.4
	kg/h	653	604	650	856	1 273	1 610	2 010
Nicaragua	t	12.3	12.8	25.4	41.6	49.2	64.2	88.4
	ha	58.2	62.2	41.6	34.2	45.8	63.6	56.6
Panamá	kg/h	816	813.6	1 227	1 304	10.90	728	955
	t	47.5	50.6	51	44.4	48.4	46.2	53.8
Total	ha	42.3	50	50	54.2	50.4	49.6	53.2
	kg/h	1 268	834	943	1 017	1 007	1 261	2 127
Panamá	t	52.7	41.6	46.6	55.2	50.2	62.6	114.6
	ha						3.6	10.2
Total	kg/ha						856	1 809
	kg/ha						7.4	18.2
Total	ha	2 09.1	221.4	231.8	255.6	271	309.8	302.6
	kg/h	1 033	869	961	1 077	1 165	1 209	1 465
Total	t	216	192.4	222.8	275.4	315.8	374.4	443.2

Fuente: FAO 1987c.

Cuadro 12. Arroz: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985.

País	Unidades	Periodo							
		48-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	
Belice	ha	0.8	1	1.6	2	3.4	3.2	2.8	
	kg/ha	1 587	1 222	890	1 436	1 732	2 280	2 501	
Costa Rica	†	1.3	1.2	1.4	2.4	6.4	7.4	7.4	
	ha	29.5	46.2	52	54	60	73.4	73.8	
El Salvador	kg/ha	1 253	1 044	1 369	1 727	2 157	2 689	2 898	
	†	36.8	47.8	71.4	93.2	121.6	193.6	212.8	
Guatemala	ha	13.7	13.2	11.4	19.6	12.8	14.4	14	
	kg/ha	1 792	1 834	2 302	3 060	3 473	3 287	3 668	
Honduras	†	24.5	24.2	26.6	57.6	44.2	47.8	52	
	ha	8.3	9.6	10.2	10.4	13	13.6	16.4	
Nicaragua	kg/ha	1 215	1 312	1 584	1 915	2 167	2 391	2 851	
	†	9.8	12.4	16	19.8	28.2	30.8	47	
Panamá	ha	10.7	12.2	8.8	10.2	14.6	19.4	25.4	
	kg/ha	1 650	1 663	1 247	1 255	1 463	1 591	25.4	
Total	†	17.8	20.2	11	13	21.8	30.4	46	
	ha	25.2	22.8	23.4	26.8	27.4	28.6	42.2	
Nicaragua	kg/ha	1 414	1 433	1 946	2 738	2 964	3 115	3 944	
	†	37	32.6	45	73.2	80.6	89.8	165.8	
Panamá	ha	73.8	91	111.4	122	106.6	106	100.8	
	kg/ha	1 275	1 117	1 091	1 244	1 469	1 587	1 843	
Total	†	93	102.2	121.8	150	157.2	166.4	185	
	ha	162	196	218.8	245	237.8	258.6	275.4	
Total	kg/ha	1 359	1 228	1 340	1 670	1 934	2 189	2 600	
	†	220.2	240.6	293.2	409.2	460	566.2	716	

Fuente : FAO 1987c.

**Cuadro 13. Índices de alimentos total y per cápita en países seleccionados (1961-1965=100).**

País	Año													
	1962	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	
Costa Rica	93	102	104	109	118	126	145	146	156	169	172	178	180	
p.cap	97	102	101	101	106	108	122	119	124	129	128	130	128	
El Salvador	96	103	101	105	114	117	127	125	139	149	140	162	160	
p.cap	99	103	98	99	104	103	106	102	110	113	104	116	111	
Guatemala	96	102	104	109	107	111	117	122	128	133	139	143	143	
p.cap	100	102	101	103	98	99	102	103	104	105	107	107	104	
Honduras	97	97	102	110	120	134	143	147	141	153	165	159	146	
p.cap	100	97	99	103	109	117	122	123	113	118	124	116	102	
Nicaragua	93	101	104	111	111	116	123	129	133	137	136	139	143	
p.cap	96	102	101	105	102	104	107	109	109	109	105	104	103	
Panamá	96	100	103	109	112	116	131	139	127	139	139	144	150	
p.cap	99	100	99	102	102	102	111	115	102	109	105	107	107	
Estados Unidos														
p.cap	98	101	101	102	103	110	109	108	106	113	111	112	113	
Holanda	103	100	103	98	101	112	116	114	128	131	127	133	144	

Cuadro 13. (Cont.).

País	Año														
	1975	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	
Costa Rica	total	206	203	217	220	228	221	222	211	220	234	235	241	243	241
	p.cap	144	138	144	141	143	134	131	121	122	126	123	123	120	116
El Salvador	total	179	179	191	213	219	212	193	176	179	207	205	215	206	204
	p.cap	120	117	132	144	145	138	125	113	114	130	127	131	123	120
Guatemala	total	152	165	171	173	174	177	191	202	198	196	207	210	214	217
	p.cap	107	113	114	112	110	109	114	117	111	107	110	109	108	106
Honduras	total	127	146	152	164	156	174	188	181	172	177	177	182	183	198
	p.cap	85	96	96	100	92	99	103	96	88	87	84	84	82	85
Nicaragua	total	159	165	173	189	201	138	139	146	144	142	145	143	135	136
	p.cap	111	112	114	121	125	84	82	83	79	75	74	71	65	63
Panamá	total	158	159	170	175	177	177	188	185	194	193	203	210	215	201
	p.cap	111	107	112	113	112	109	114	109	112	109	112	114	114	104
Estados Unidos	p.cap	120	122	125	122	127	121	131	130	110	124	129	122	118	108
Holanda	p.cap	151	148	154	188	179	178	178	192	183	198	158	177	154	170

1961-1965=100.

Fuente: FAO 1987 c.

El área bajo cultivos permanentes —sobre todo café (alrededor de la mitad del área), banano y caña de azúcar— mostró, de 1961-1965 a 1987 y en términos porcentuales, un aumento ligeramente más alto que el área dedicada a los cultivos anuales (FAO 1989). Específicamente el área dedicada al cultivo de caña de azúcar mostró un aumento considerable desde 1961-1965 hasta 1981-1985 (130%) (Cuadro 14). El área cafetal aumentó un 23% (Cuadro 15). De los datos disponibles, parece que el área dedicada al cultivo de banano aumentó hasta el inicio de la década de los setentas, para después mostrar un porcentaje menor que el área dedicada en 1961-1965.

En cuanto a la producción por hectárea, hay más de una duplicación en el caso del banano, un aumento de 38% en el caso del café y un aumento de 27% en el caso de la caña de azúcar. La producción regional total de caña, banano y café aumentó en 192%, 105% y 69%, respectivamente. Igual que con los cultivos anuales, existe mucha variación en las producciones por hectárea entre los países. En el período 1981-1985, para el cultivo de caña se registró una variación entre el máximo promedio nacional de casi 85 t/ha y el mínimo promedio nacional de casi 34 tm/ha. Para el cultivo de café se notó una variación entre 1440 kg/ha y 369 kg/ha. De nuevo parece indicar un potencial significativo para un aumento de la producción regional. Pero, como en el caso anterior, la pregunta es: ¿será sostenible?

No hay duda de que, en términos de superficie, el área dedicada a pasto con 4 504 000 ha mostró el incremento más espectacular desde 1961-1965 a 1987. Por razones climáticas y socioeconómicas, la actividad pecuaria primero se desarrolló en la Vertiente del Pacífico (Parsons 1976). El desarrollo pecuario de la Vertiente del Atlántico en Costa Rica, por ejemplo, corresponde a una fecha más reciente. Es interesante notar que el incremento en el área dedicada a pasto, con 51%, se acompañó con un incremento de 52% en el número de ganado; es decir, la intensidad de la actividad con respecto al número de ganado por hectárea, aunque variable en el tiempo, resultó prácticamente inalterada. Los datos promedios demuestran que sí hubo un mejoramiento en cuanto a la producción animal, con 21% en el caso de carne y 28% en el caso de leche (FAO 1974b, 1989). En los últimos años parece que ha ocurrido una estabilización o disminución en las actividades ganaderas. Según el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas de Costa Rica (MIRENEM 1990), con base en datos recientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería, existen no menos de 600 000 ha de pastos abandonados en ese país.

Cuadro 14. Caña de azúcar: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985.

País	Unidades	Período									
		48-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85			
Belice	ha	0.8	3.4	5	11.6	15.2	23	24.4			
	kg/ha	38 384	37 613	51 052	49 969	49 680	40 937	43 433			
Costa Rica	t	25.7	141.8	261.8	573	736.8	948.8	1 056.8			
	ha	19.5	21.6	24.2	33.2	37.6	43	48.4			
El Salvador	kg/ha	35 408	35 844	51 158	54 050	59 828	58 653	56 863			
	t	683.5	770.8	1 228.2	1 792.6	2 251.4	2 504.2	2 664.4			
Guatemala	ha	26.2	27.4	25.2	28.6	37	39	33.6			
	kg/ha	30 229	30 123	42 286	53 526	69 678	82 925	84 860			
Honduras	t	791.2	828.2	1 059.8	1 522.8	2 572.4	3 241.6	2 863			
	ha	17.5	24.6	32.4	35.8	53.4	80	86			
Nicaragua	kg/ha	32 335	33 802	60 612	71 524	73 348	73 301	82 960			
	t	558.3	825.6	1 959.8	2 559.6	3 916.6	5 867	7 100			
Panamá	ha	30.5	31.2	33.2	42	51.4	66.6	94			
	kg/ha	20 870	22 101	24 022	26 525	28 722	33 012	33 522			
Total	t	629.8	689.2	796.6	1 117.6	1 474.4	2 211.4	3 152.2			
	ha	16.5	20.2	25	28	33.4	40	43.6			
Panamá	kg/ha	42 898	48 012	53 070	57 614	60 060	63 635	61 137			
	t	716	967	1 321.6	1 624	2 020.4	2 535	2 674.4			
Total	ha	14.3	16.4	17	17.6	24.6	40	43.2			
	kg/ha	23 791	35 139	47 657	62 357	57 621	61 150	49 719			
Total	t	339.8	576.4	794.6	1 086	1 408.2	2 417.4	2 128.2			
	ha	125.3	144.8	162	196.8	252.6	331.6	373.2			
Total	kg/ha	29 883	33 142	45 817	52 213	56 929	59 486	57 982			
	t	3 744.3	4 799	7 422.4	10 275.6	14 380.2	19 725.4	21 639			

Fuente: FAO 1987c.

**Cuadro 15. Café: área cultivada (1000 ha), rendimiento (kg/ha) y producción (1000 t) de 1948 a 1985.**

País	Unidades	Período						
		48-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
Costa Rica	ha	54	63.6	80.4	91.8	88.2	81.6	86.4
	kg/ha	489	780	711	809	975	1 160	1 440
	t	31.8	50	56.8	74.2	85.6	94.6	124.6
El Salvador	ha	118.3	122.8	130	124.6	145.6	159.2	181.2
	kg/ha	598	747	886	1 076	1 015	1 021	858
	t	71	91.8	115.2	133	147.8	162.8	155
Guatemala	ha	192.7	211.6	234.2	234.6	246.6	254.6	263.2
	kg/ha	322	421	473	484	578	646	614
	t	62.2	89.6	110.8	113.2	142.6	164	161.8
Honduras	ha	52	69	81.6	97	105.6	115.8	124.8
	kg/ha	300	300	342	377	412	508	607
	t	15.7	20.8	27.8	36.6	43.4	59	75.6
Nicaragua	ha	66.6	80.6	87.2	90	83.6	91.8	93.2
	kg/ha	373	283	345	362	488	638	597
	t	20.8	23	30.2	32.2	40.8	58.4	55.6
Panamá	ha	17	16	19.2	20.8	22.6	24.2	26.2
	kg/ha	191	213	235	233	214	257	369
	t	2.7	3.4	4.4	4.8	4.8	6	9.8
Total	ha	500.6	563.6	632.6	658.8	692.2	727.2	775
	kg/ha	408	494	546	598	672	749	751
	t	204.2	278.6	345.2	394	465	544.8	582.4

Fuente: FAO 1987c.

- Deforestación

Todo aumento en los otros sectores de uso de la tierra ha significado una disminución del área natural normalmente cubierta con una vegetación boscosa<sup>5</sup>. La rápida deforestación, de casi 10 millones de hectáreas (20% del área total) desde el período 1961-1965 a 1987 solamente a veces llamada la *strip-tease* de América Central, probablemente significa una enorme pérdida ecológica, sobre todo por la manera indiscriminada en que ocurrió. Y esto no dice nada sobre la calidad de lo que todavía queda. Pero, ¿cuánto vale el bosque? El hecho de que muchas veces la asignación de áreas para (mantener) el uso forestal ocurre por un proceso de selección negativa, indica que todavía no se responde muy bien a esta pregunta y menos aun en casos específicos.

Esta falta de criterio forestal en la población mundial moderna, cuyo crecimiento por lo tanto en sí mismo fue en detrimento del recurso "desconocido", ha causado también un sesgo en las políticas de sus gobiernos hacia la explotación indiscriminada y la plena deforestación.

Aunque en muchos países el rápido crecimiento de la población ha sido la causa de la pérdida del bosque, fuera de la región centroamericana también han contribuido en sentido directo las políticas gubernamentales (inter) dependientes, por ejemplo, debido a lo siguiente: promoción de la colonización y del desarrollo de áreas naturales; legislación y reglamentación en cuanto a la concesión de derecho de propiedad, la cual muchas veces pide la "limpieza" de esta; incentivos financieros que reducen impuestos u ofrecen crédito o subsidio para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias muchas veces sin requisitos de sostenibilidad ni a corto plazo; desarrollo de obras públicas sin considerar el impacto ambiental ni las consecuencias para su manejo y vida útil. En un sentido indirecto, tales políticas gubernamentales han contribuido a esta situación debido, por ejemplo, al manejo inadecuado del bosque en dominio público, el cual permite la incursión ilegal de madereros y colonos. De hecho, la mayoría de bosques densos en el

---

5 Aunque en general el mundo está deforestando en favor del área cultivada (-2.6% y +8.9%, desde 1964-1966 hasta 1982-1984, IIED/WRI 1987), en Europa, que fue deforestada en los siglos pasados, ocurre un proceso inverso (+10.0% y -7.9%, desde 1961-1965 hasta 1987, FAO 1974b y 1989).

mundo están en dominio público bajo la directa responsabilidad de un gobierno.

La falta de criterio se expresó por una subestimación del uso forestal, a veces ni siquiera considerado como un uso de la tierra —pero meramente como "cobertura"— y lógicamente por una sobreestimación de usos alternativos. En realidad, todavía 500 millones de personas en el mundo, en general miembros de grupos minoritarios, dependen directamente de los bosques por sus nueces, frutas, animales, mariscos, miel y otros alimentos (Repetto 1988). El valor de estas cosechas queda severamente subestimado, porque no se registran en un mercado formal.

Lo que sí se registra en el comercio formal son las resinas, aceites esenciales, sustancias medicinales, rotén, floras y una gran variedad de productos. Su valor agregado es sustancial: en Indonesia, a principios de los años ochentas se calculaba su valor anual en US\$125 millones. Según la Oficina del Congreso de los Estados Unidos para la Evaluación de Tecnología (1987), en Repetto (1988), un cuarto de todas las medicinas prescritas en los Estados Unidos tiene su base en las plantas tropicales. Todos estos productos son solamente una fracción pequeña del producto potencial y sostenible de los bosques tropicales, por razones de su inmensa variedad biológica. Por otro lado, son bien conocidos los ejemplos de la rápida disminución de la fertilidad de los suelos desarrollados bajo bosque tropical húmedo, cuando después de la deforestación se buscaba realizar usos de la tierra menos adaptados al ambiente, muchas veces a un alto costo público.

No hay duda de que en la región la dinámica del uso de la tierra está sobre todo influenciada por las fuerzas del mercado nacional e internacional, afectadas o no por las medidas macroeconómicas de los gobiernos, básicamente. El interesante estudio de la relación precisa entre el desarrollo de precios del mercado, medidas gubernamentales y el uso de la tierra en los diferentes países está fuera del alcance de este texto. Es claro que el mercado libre, sobre todo por su énfasis en el resultado a corto plazo, no ha considerado todos los gastos reales de la producción, o en general del aprovechamiento, que garanticen su sostenibilidad a largo plazo. Parece entonces que se requiere una intervención gubernamental más informada y precisa a fin de que el uso de la tierra sea mejor aprovechado, adaptado al ambiente y más sostenible.

## Conclusión

Se puede decir que la región centroamericana conoce una gran variedad de circunstancias biofísicas, algunas fácilmente adaptables para un aprovechamiento socioeconómico más o menos sostenible; pero otras, en realidad la mayoría, requieren de un mayor esfuerzo imaginativo y físico.

Gran parte de la población de América Central está involucrada en la actividad agrícola. Esta población se concentra en una porción arable del territorio, cuya tecnología y posibilidades financieras actuales —las cuales son relativamente pequeñas— contribuyen poco al PIB per cápita. La distribución actual de las tierras y de los recursos en general acentúa el poco acceso al terreno actualmente arable por parte de la mayoría de esta población, por lo que muchas veces esta sufre problemas de abastecimiento de alimentos para su sobrevivencia. Además, esta tierra tampoco constituye un recurso con características uniformes en todo el territorio y existe la tendencia de que los campesinos menos afortunados, preparados y apoyados se concentren en las peores áreas con suelos muchas veces más susceptibles a la erosión. Así pues, con frecuencia la marginación socioeconómica se une a la marginación biofísica, mientras que las dos se articulan y se agravan.

Debido a que la frecuente interrelación entre el uso de las mejores tierras y el de las tierras marginales hace imposible su clara distinción, se puede decir que en promedio el uso del terreno rural no produce mucha riqueza comparativa y que, como indican las tasas actuales de la erosión del suelo y de la contaminación del agua, tampoco es sostenible.

Sin embargo, para las economías nacionales del istmo es importante este sector y específicamente las áreas marginales justifican mayor atención estatal, primero, por el número de personas involucradas y, segundo, por el efecto frecuentemente negativo del uso de sus tierras sobre el potencial agrícola en general y sobre toda la infraestructura socioeconómica.

Además, como indicó Sibilia (1988) en un estudio de caso en República Dominicana, existe la tendencia de que la gente menos afortunada, después de haber llegado a las zonas marginales de las cuencas altas, emigren a los márgenes pobres de la ciudad. En efecto, la migración diaria de las áreas rurales a las urbanas es una ilustración

gráfica de la profundidad de la pobreza rural para la mayoría de la población del tercer mundo (Bryant y White 1982).

En el caso de Costa Rica, la contribución per cápita al PIB del sector agrícola, en comparación con la del resto del país, muestra menos divergencia que en otros países de la región. Sin embargo, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), un 30% de la población rural vive en la pobreza, ya que ganan menos de 1.75 veces el costo de la canasta básica (BID 1986). También la incidencia de la degradación del recurso tierra es notable en muchos lugares del país. Hartshorn (1983) estima que 70% de la tierra rural utilizada (42% de 60% del territorio) está afectado por la erosión acelerada.

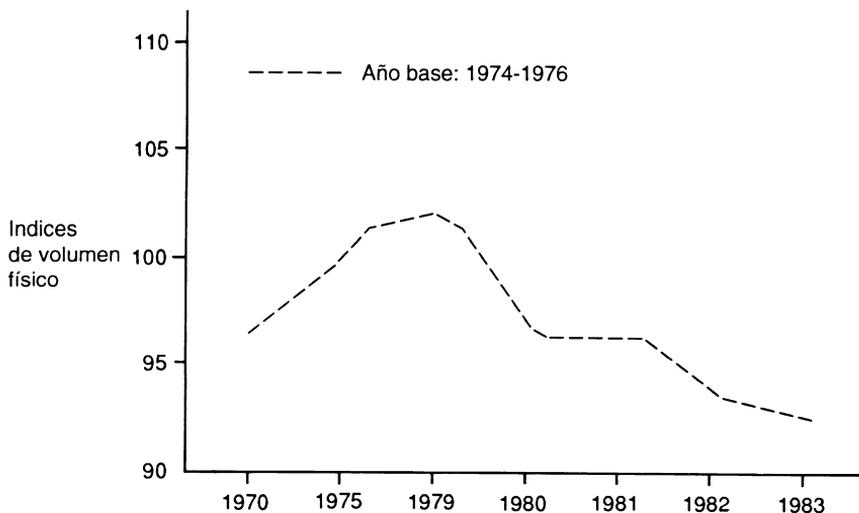
En relación con la región centroamericana en su totalidad, la baja contribución per cápita agrícola al PIB fue causada también por la reducida producción de alimentos. La Figura 3 ilustra la reducción de la producción per cápita de alimentos en los últimos años (Gallardo y López 1986).

La importación neta de cereales y preparados en la región subió de US\$ 155.2 millones en 1981-1983 a US\$ 191 millones en 1984-1986 (BID 1985 y 1988a). Los cambios en el uso de la tierra básicamente son el resultado de factores internos y externos: a) el costo (al comprador) de la producción local en comparación con el costo de esta en otro lugar; b) el valor de la demanda en comparación con otras demandas; y c) el costo relativo del transporte hacia donde existe la demanda. En el caso de los granos importados, teóricamente se supone que su producción local fue más costosa de los 191 millones de dólares pagados por la importación.

Como ya se indicó, parece que en un sentido general y macroeconómico, en vista de las diferencias entre las cosechas por hectárea en los países —patrón que en alguna medida se repite dentro de cada país— y por la baja intensidad en los sistemas de producción de carne, existe cierto potencial nacional y regional para aumentar los niveles de producción, de cultivos anuales y permanentes en el sector pecuario, cuando y donde sea necesario.

Las políticas agrícolas en otras partes del mundo dirigidas a disminuir los subsidios al sector y el paulatino agotamiento de las reservas, así como la búsqueda de soluciones al problema sofocante de las deudas externas, posiblemente causarán un aumento en los precios del mercado

mundial y una reducción en las tasas de interés local, y posiblemente darán un estímulo extra para el agro centroamericano.



**Fig. 3.** Producción per cápita de alimentos en América Central.

**Fuente:** Gallardo y López 1986.

Un estudio de Tyers y Anderson (1982) indica que los precios en el mercado mundial de productos agrícolas pueden subir 20% en general y hasta 50% para los productos más protegidos en la actualidad. El mismo estudio también señala que las políticas actuales en los países ricos tienen un efecto negativo sobre el ingreso de los agricultores en los países en desarrollo, estimado en US\$30 mil millones.

Sin embargo, la baja sostenibilidad de los sistemas actuales de uso de la tierra, es decir, la mala relación entre el uso y la tierra que causa un resultado cada vez más costoso, da la mejor base para tal intensificación. Además, ¿no es ahora, antes de que empiece una nueva ola de desarrollo acelerado del agro, el mejor tiempo para considerar el uso dentro de un contexto espacial, donde el bosque y el área natural en general tomen una posición más definida y apoyada?

La realidad del uso de la tierra en América Central y Panamá, presentada aquí en forma muy resumida, justifica ampliamente un

esfuerzo acertado hacia su mejor entendimiento. En los capítulos que siguen se presentan opciones para un enfoque institucional, el cual sobre la base de tal entendimiento busca una interacción entre el uso rural de la tierra y la persona que lo realiza, de forma que se acerque a una aplicación óptima y sostenible de los recursos naturales.



# CAPITULO 2

## Antecedentes



## Introducción

Las opciones consideradas en el enfoque institucional para un adecuado uso de la tierra se presentan dentro del contexto del uso histórico de la tierra, los objetivos gubernamentales y las estructuras institucionales para aprovechar y más tarde guiar este mismo uso.

## La Prehistoria: Antecedentes del Cazador-Recolector

Desde hace dos millones de años, al inicio de la época geológica —el pleistoceno— en la familia de Hominidae, el *H. habilis* se reconoce como la primera especie del género *Homo*, del que luego de un largo proceso de evolución surgió el *Homo sapiens sapiens* (Leakey y Lewin 1978). Ciertamente no hay mucha información sobre esta época; sin embargo, es probable que en ese tiempo aparecieran los primeros rasgos de la economía mixta de cazadores-recolectores y la incorporación de actividades de la caza en el patrón de vida cotidiana. Se considera que esta organización social, con su división de responsabilidades y cooperación, fue característica y básica para el desarrollo humano.

Con el tiempo, se desarrolló una modalidad de vida alrededor de un campamento básico en el cual, según los autores antes citados, las mujeres tenían la responsabilidad de la crianza de los niños mientras que los hombres se encargaban de la caza y probablemente de la recolección de frutas, raíces y otros. Al lado de la división de las responsabilidades entre el hombre y la mujer, establecidas sobre la base de sus características biológicas, también en relación con la caza existió una organización comunal del trabajo y una división de las tareas. Normalmente, el campamento fue una situación temporal y la vida fue nómada.

En esta organización, aspectos como el transporte de objetos —por ejemplo de alimentos, agua y fuego— fueron ingredientes que posibilitaron la exploración del mundo por parte del *H. erectus*. De este se desarrolló el *H. sapiens*, hace más o menos 400 000 años. Parece que de este *H. sapiens*, finalmente se desarrolló hace más de 50 000 años el *Homo sapiens sapiens*, con un cerebro todavía más grande. Es probable que de la línea directa de ascendencia también surgiera el *H. sapiens neanderthalensis*, hace 125 000 años, pero probablemente por su especialización genética este *H. sapiens neanderthalensis* desapareció finalmente como especie particular hace aproximadamente 30 000 años al mezclarse con el *H. sapiens sapiens* (Leakey y Lewin 1978; National Geographic Magazine 1985). Todos los seres humanos que viven en el mundo actual son miembros de la especie *H. sapiens sapiens*.

Al discutir sobre los orígenes del ser humano, es posible imaginar que hace 30 000 años el hombre ya tenía acumulada mucha experiencia y conocimientos sobre su ambiente natural. Ciertamente es que el *H. sapiens neanderthalensis*, por ejemplo, celebró un tipo de ceremonia fúnebre usando plantas medicinales (localmente en uso hasta nuestro tiempo) para acompañar el cuerpo en la tumba, hace más o menos 60 000 años. En general, se puede decir que el hombre vivió como parte de la tierra que lo sostenía, pero sin poseer necesariamente una conciencia conservacionista o ecologista.

El hombre de aquel tiempo conoció el uso del fuego y de los implementos de piedra y de madera. Conoció el arco, la flecha y la lanza y sabía vestirse, cuando hace más de 10 000 años desarrolló la agricultura con base en toda su experiencia social y ambiental.

## **Introducción de las Prácticas Agrícolas y sus Consecuencias Socioeconómicas**

La práctica de la siembra (base de la agricultura) no surgió solamente en un lugar ni tampoco en un tiempo específico. Existe evidencia de que las prácticas agrícolas surgieron, por ejemplo, en Mesopotamia y también en Mesoamérica, Perú y Tailandia entre 10 000 y 7000 años. Lo cierto es que la práctica agrícola se difundió rápidamente en el mundo entero. En menos de 8000 años por lo menos 50% de la población humana adoptó estas prácticas y hace 200 años tal vez 90%, y solamente 10% de

la población mantuvo su ancestral modo de vida conforme a la tradición de millones de años; en la actualidad, este porcentaje es aún más bajo. La rapidez de este cambio es significativa, así como también su naturaleza y su consecuencia.

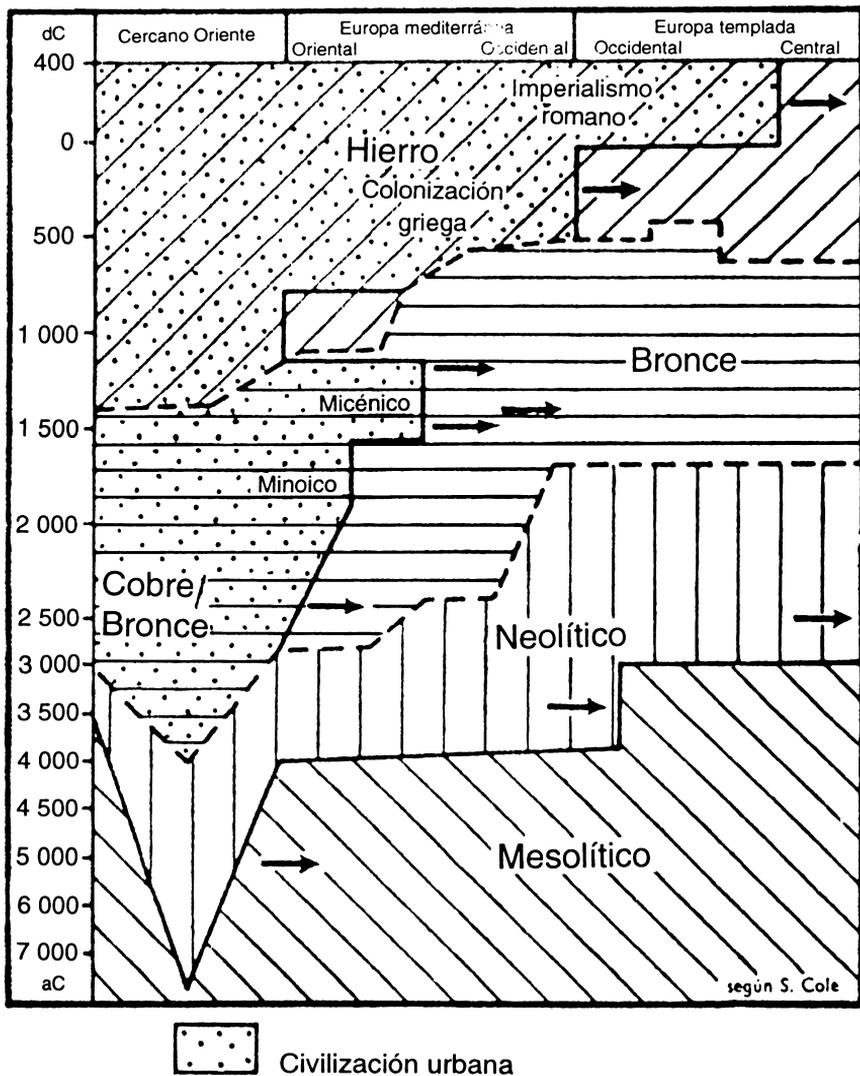
Como se indicó, la vida del cazador-recolector fue nómada. Este se mudaba en pequeños grupos de campamento a campamento, según lo dictaba la existencia de recursos comestibles, por lo que no estaba acostumbrado a guardar utensilios materiales que pudieran impedir sus movimientos; se puede decir que tenía un tipo de diálogo permanente con su ambiente. Esta modalidad de vida es casi opuesta a la del agricultor, el cual tiene por lo menos la obligación de permanecer con su cultivo y cuidarlo hasta la cosecha.

La vida sedentaria le ofreció al agricultor la posibilidad de acumular posesiones y la tecnología agrícola causó frecuentemente un excedente de alimentos almacenados. Por esta razón, la economía agrícola pudo y puede soportar una densidad más grande de población, lo que posibilita la creación de pueblos y ciudades. La empresa humana estaba iniciándose.

Con el tiempo el criterio urbano influyó cada vez más en el desarrollo del hombre. Los ejemplos más antiguos de desarrollo urbano se han hallado, de nuevo, en el Cercano Oriente, en la región conocida como el "creciente fértil", en Mesopotamia. Los muros de Jericó de hace 10 000 años son tal vez la primera señal de este desarrollo. Desde allí, el concepto de la ciudad se difundió al antiguo Egipto, al Valle del Indo y probablemente a China y al interior y sudeste de Asia. Parece probable que el nacimiento de la vida urbana en Mesoamérica (unos 3000 años después con respecto al Cercano Oriente, pero al parecer mucho antes de la llegada de los europeos) constituyó un fenómeno completamente independiente.

Sin embargo, a pesar de las diferencias en el tiempo, en la localización y en la configuración de las ciudades, ambas sociedades urbanas, la del antiguo y la del nuevo mundo, presentan notables semejanzas en su evolución: a) el desenvolvimiento de las instituciones urbanas se debió quizás a un estímulo de tipo religioso; b) la evolución de las distintas instituciones militares, religiosas y políticas siguió un proceso similar; y c) se hallan semejanzas en la organización del comercio, de los tributos y del poder político. La posible significación de este paralelismo constituye un tema de interés meramente erudito, pero

de todo ello se desprende claramente que el nacimiento de la vida urbana exige una reestructuración general de la sociedad, tanto en los propios núcleos urbanos en crecimiento, como en el campo que los rodea (Johnson 1980; Argüello 1984). La Figura 4 muestra la difusión europea de la vida urbana a partir del Cercano Oriente.



**Fig. 4** Difusión de la vida urbana a partir del Cercano Oriente.

**Fuente:** Cole 1958, en Johnson 1980.

Como ejemplo de una ciudad precolombina, puede mencionarse la ciudad de Teotihuacán, la cual estaba situada 40 kilómetros al noreste de la actual ciudad de México. Teotihuacán —después de Tenochtitlán<sup>6</sup>, que fue la ciudad precolombina más grande— nació hace 2000 años y en su época de máximo desarrollo hacia 500 d.C. llegó a tener más de 200 000 habitantes. En ese tiempo, Teotihuacán era mayor que la Roma Imperial y su influencia se extendió por toda Mesoamérica.

La ciudad entera fue completamente planificada; siguió el trazado original incluso durante el crecimiento abrupto en su época de mayor esplendor. La ciudad estaba dividida en zonas de acuerdo con la importancia político-religiosa de sus habitantes. Sus grandes monumentos religiosos —como la notable la Pirámide del Sol levantada entre los años 100 y 200 d.C.— amplias avenidas, plazas y demás edificios políticos y sagrados no tienen precedentes en América precolombina. A la vez se destaca la arquitectura de sus residencias, que con sus múltiples patios internos rescatan la individualidad dentro de la colectividad del plan general de la ciudad.

El dominio de Teotihuacán, que duró cinco siglos, declinó en los años 700 d.C., cuando las elites políticas y religiosas perdieron poderío y los grupos y las tribus de diversas regiones que habían sido dominados e incluso los de la ciudad se dispersaron y sublevaron contra el dominio militar. Entre los factores que influyeron en su decadencia, aparte de los sociales, se encuentran las condiciones climáticas adversas y la deforestación, que causaron sequías e imposibilitaron la consecución de los alimentos necesarios para la enorme cantidad de pobladores (Argüello 1984).

El cambio hacia una vida sedentaria también permitió la concepción y el desarrollo del Estado. Cuando Mancini define la nación como una sociedad natural de hombres creada por la unidad de territorio, de costumbres y de idioma, formada por una comunidad de vida y de conciencia social, el Estado puede reputarse como la organización jurídica de la Nación (Amaro 1986). Entonces, el Estado guiado por su

---

6 Tenochtitlán fue fundada alrededor del año 1300 d.C. y durante su época de máximo desarrollo llegó a tener más de 300 000 habitantes. Era un enorme centro comercial y de producción artesanal. Parece que basaba su poder en el control que su elite militar y terrateniente tenía sobre importantes obras hidráulicas que permitían la producción agrícola (Argüello 1984).

gobierno de una forma u otra se responsabilizó del manejo regional en general, mientras que los individuos del pueblo ("los ciudadanos") organizaban sus vidas en este contexto<sup>7</sup>.

Históricamente, el Estado ha tenido muchas formas de organización y de gobierno. Por ejemplo, se puede contrastar el Estado feudal con el Estado de derecho. A veces se define el Estado como administrador y la administración pública como el principal instrumento para concretar la acción del Estado: dictar y aplicar las disposiciones necesarias para el cumplimiento de las leyes y para la conservación y fomento de los intereses públicos, y resolver las reclamaciones producto de lo dictado. El concepto de la administración es sin duda tan antiguo como el mismo hombre social.

## Primer Interés del Estado en la Tierra como Recurso

Tanto para el individuo como para el Estado ha sido importante cuantificar y asegurar o confirmar las posesiones en cuanto a tierra. En el Egipto de 3000 a.C., ya existía un sistema catastral relacionado con la organización de riego en el valle del río Nilo. Aparentemente, ese sistema se estableció para poder confirmar las áreas individuales después de las inundaciones.

Según el historiador griego Herodoto (¿484-420? a.C.), este catastro se transformó en 1700 a.C. de un catastro jurídico en un catastro fiscal, constituyéndose en la primera gran regularización del impuesto sobre la propiedad raíz. Se fija entonces una quinta parte de las rentas (o sea, el 20% del ingreso bruto) como tasa de impuestos. Aparentemente, esta disposición sigue vigente en el Egipto de nuestros días (Dobner 1982).

El catastro romano (*tabulae censales*) es bastante conocido y aun los reyes francos posteriores a Carlomagno se sirvieron de los libros de los censos romanos para cobrar los impuestos. Durante la Edad Media se renovaron o introdujeron gradualmente los sistemas catastrales en Europa, básicamente desde el punto de vista estatal, con fines fiscales.

---

7 Se enfatiza la distinción entre el Estado y su Gobierno. Por Gobierno se entiende el conjunto de personas que, en un momento dado, se responsabiliza de los asuntos del Estado.

En los últimos 125 años, también se introdujo este sistema en muchos países, como en Honduras en 1980 y en Costa Rica en 1981.

La tierra no fue solo productora de alimentos, sino también una fuente de dinero para el buen funcionamiento del Estado. Como se ha visto, se desarrolló una sociedad más diversificada y compleja. Con el crecimiento de los centros poblados, se distinguió cada vez más la sociedad urbana de la rural. Se puede decir que con el tiempo el diálogo con el ambiente se revertió en un monólogo que dejó de lado el ambiente natural. Pero el desarrollo y los cambios no siempre fueron constantes ni graduales y tal vez menos en Mesoamérica.

El desarrollo y la caída de ciudades como Teotihuacán y Tenochtitlán y el proceso de colonización enfatizan la variación en el tiempo y la existencia de períodos consecutivos. Además, la colonización de América Latina causó la mezcla de culturas muy distintas y hasta ahora dependientes del "centro" extranjero. De hecho, el ambiente natural fue más importante para los pueblos indígenas que para los sectores de extracción extranjera, los cuales desarrollaban el territorio conquistado, según su criterio, desde la "ciudad-fortaleza"; por ello quizás el proceso de urbanización ha sido notable en América Latina, especialmente en ciudades como México, São Paulo, Buenos Aires, Río de Janeiro, Santiago de Chile, Lima, Porto Alegre, Guadalajara y Monterrey, cada una con más de 3 millones de habitantes al finales de los ochentas. Por otro lado, el diálogo entre lo rural y lo urbano fue dominado por las políticas y el dinero de la metrópoli (primero España y Portugal, después Holanda, y más tarde Gran Bretaña y Francia; los últimos tres se dirigieron más hacia Asia y Africa).

La acumulación de excedentes en cuanto a alimentos, junto con un mejor entendimiento acerca de cómo sobrevivir, posibilitó hace 10 000 años un crecimiento de la población mundial, de tal vez unos 10 millones de personas hasta mil millones de personas, cuando al inicio del siglo pasado se produjo la revolución industrial, primero en Inglaterra y después en otros países de Europa y el mundo.

El crecimiento poblacional significa una tasa anual de un poco más de 0.046%. De 1800 a 1987, la población se multiplicó cinco veces. El 11 de julio 1987, se conmemoró en todo el mundo la existencia de 5000 millones de seres humanos. Esto significa un crecimiento anual de 0.864%. La Figura 5 indica el crecimiento de la población mundial desde el siglo XVII.

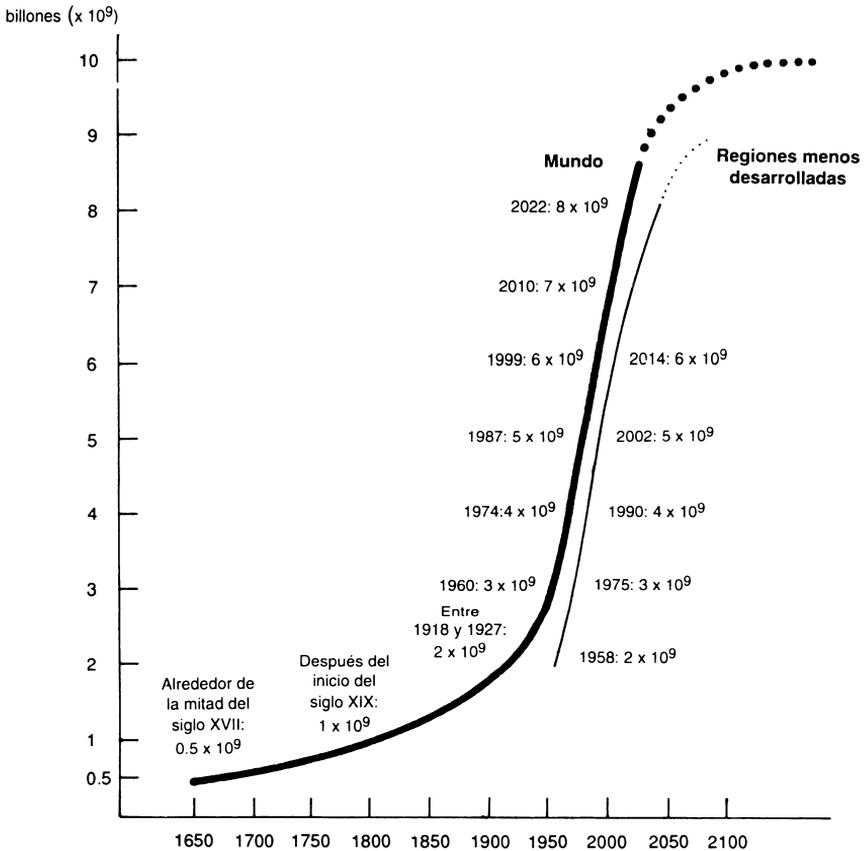


Fig. 5. Crecimiento de la población mundial desde el siglo XVII en billones.

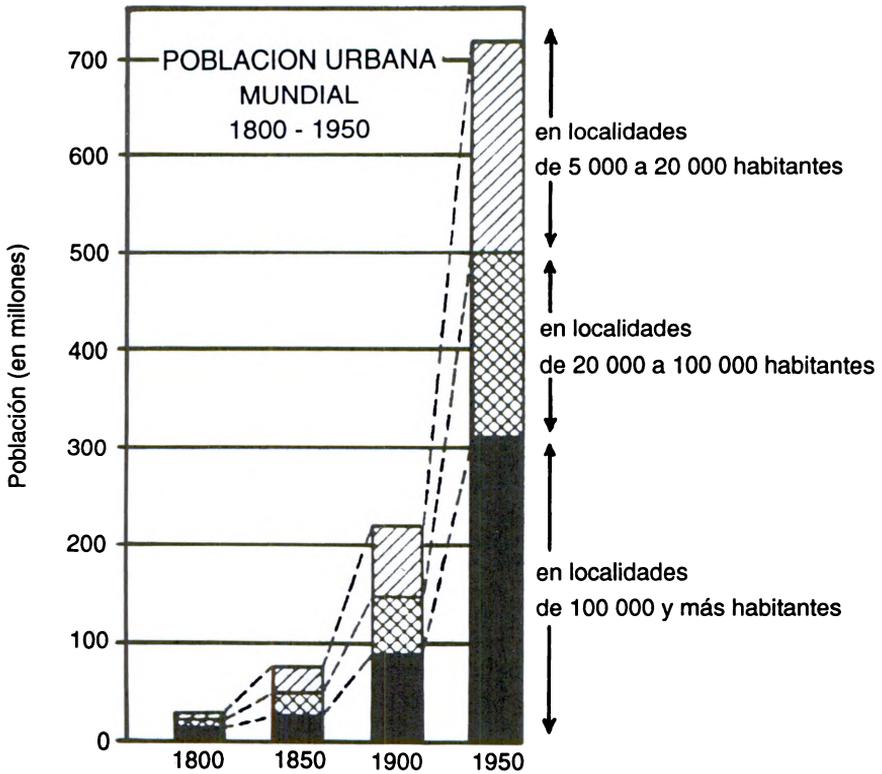
..... : Extrapolado manualmente

Fuente: Salas 1987.

## Revolución Industrial y su Efecto

La Revolución Industrial en el Reino Unido desde la segunda mitad del siglo XVIII tuvo gran consecuencia para el proceso de urbanización. La paulatina destrucción de la organización económica prevaeciente en el feudalismo europeo, la generalización de la producción agrícola con productores libres que llevaban sus productos al mercado y, sobre todo, el desarrollo de las fábricas textiles y la nueva maquinaria iniciaron una nueva forma de vida urbana. En el nacimiento y durante el desarrollo del sistema de producción capitalista, la ciudad continuó siendo el centro

político-administrativo y religioso y el lugar de residencia de grupos adinerados, grandes comerciantes e industriales; además, se convirtió en el centro de producción y en el eje central de la organización económica (Argüello 1984).



**Fig. 6.** Crecimiento de la población urbana del mundo de 1800 a 1950.

**Fuente:** Beaujeu-Garnier y Chalot 1963, en Johnson 1980.

Aunque la nueva industria se desarrolló primero fuera de las ciudades, con el tiempo el sector rural se desarrolló más en función del sector urbano. También, se puede decir que el diálogo entre el sector rural y el sector urbano se convirtió en un monólogo: la comunidad estaba alejándose de su ambiente natural. La Figura 6 ilustra el crecimiento de la población urbana del mundo. La relación (de explotación) urbano-rural es un tanto más compleja y, por la interacción entre distintos grupos

sociales, unos radican en la ciudad y otros en el campo (Argüello 1984). Asimismo, sobre todo en los países que se hallan en la periferia del capitalismo, esta dependencia del sector rural del urbano no solo tiene su raíz en las relaciones socioeconómicas locales, sino que también está influenciada por la dinámica del capitalismo a escala mundial (con raíces principales en Inglaterra y más tarde en los Estados Unidos).

#### **Para el año 2000**

- Por primera vez en la historia del hombre, la población urbana del mundo será más numerosa que la rural. De un total de 6200 millones de habitantes, 3200 millones —es decir, cerca del 52%— serán urbanos.
- En 1700 ciudades habitarán los dos tercios de la población urbana mundial.
- 1300 millones de personas —es decir, 41.4% de la población urbana del mundo, vivirán en 430 ciudades de más de un millón de habitantes.
- 45 de las 60 ciudades de más de 5 millones de habitantes estarán en países en desarrollo.
- De mantenerse las tendencias actuales, Ciudad de México tendrá 31 millones de habitantes, São Paulo 26 millones y Bombay metropolitana 17 millones. ¿Dónde y cómo vivirán los millones de habitantes adicionales?

El alejamiento del ambiente natural holístico, como la misma Revolución Industrial, tenía su base en el desarrollo filosófico y científico de los últimos siglos. Capra (1982), por ejemplo, lo ha descrito así:

"Antes del siglo XVI, los pueblos de Europa tenían lo que se puede llamar una visión "orgánica". El hombre vivió en comunidades pequeñas y cohesivas; tenía una experiencia del ambiente en términos de relaciones orgánicas, caracterizadas por la interdependencia de fenómenos espirituales y materiales y la subordinación de las necesidades individuales a las de la

comunidad. El marco científico, formulado por Tomás de Aquino, tenía sus raíces en dos fuentes filosóficas principales: Aristóteles y la Iglesia. Los logros astronómicos y físicos de Copérnico, Galileo y Newton, sin embargo, confirmaron una tendencia nueva, cambiando esta visión orgánica en un entendimiento del mundo como una máquina, o sea, como la interacción mecánica de factores y de procesos deducibles y manejables. Hay un cambio de una actitud integradora, holística, en una actitud analítica y de afirmación del ser individual. De allí viene la idea de "la lucha frente a la naturaleza", una actitud muy antiecológica. El filósofo René Descartes desarrolló una filosofía confirmando y reforzando la tendencia: la acción de deducción "en partes que se pueden entender", la distinción entre cuerpo y mente, la mente (el ego) que maneja al cuerpo (a la materia), etc. Los filósofos/científicos de la "revolución científica" de los siglos XVI y XVII y notablemente Descartes y sus discípulos, han influenciado fuertemente el pensamiento moderno".

En el noreste de Europa del siglo pasado (el "centro" en aquel tiempo), el mercado decidió los asuntos en los países, mientras que sus gobiernos tenían como objetivo liberal el desarrollo de la infraestructura entre el productor y el mercado. Resultó, entonces, el sistema capitalista clásico con sus correspondientes problemas sociales.

En muchos lugares existía un tipo de esclavitud para la gente pobre, por ejemplo: horas de trabajo no limitadas para hombres, mujeres y niños, pésima situación de vivienda para la mayoría y, en consecuencia, una situación de salud alarmante. Parece ser que en países como Holanda e Inglaterra, básicamente por el efecto sobre los sectores más afluentes de la sociedad, se inició la ordenación del espacio por parte del Estado.

Sin embargo, es necesario enfatizar que esta no fue la única interferencia del Estado en el uso de la tierra. Anteriormente, se mencionó el interés de sus gobernantes y "representantes" feudales en el uso de la tierra, por ser esta una fuente de alimentos y de impuestos. En varios momentos posfeudales y en diversas formas, quizás especialmente en el nuevo mundo, Australia, Nueva Zelandia, Africa del Sur y el actual Zimbawe, el Estado ya había intervenido en la estructura de la tenencia de la tierra y en los derechos de propiedad, sobre todo en forma indirecta en el uso de la tierra y como propietario en el mismo manejo de la tierra (Mather 1986).

Como ejemplos del primer tipo de intervención, se pueden mencionar las Homestead Acts de los Estados Unidos (1862) y Canadá (1872) y algunos reglamentos, a veces más antiguos, para la distribución de las tierras en Africa del Sur, Australia y Nueva Zelanda.

Las Homestead Acts de los Estados Unidos suministraron la base legal para el establecimiento de "fincas familiares" (*family farms*) de 160 acres, las cuales, en el noreste de ese país, se consideraron ideales y aptas para mantener el nivel de subsistencia de una familia alrededor de 1862. Sin embargo, parece que esta ley se aplicaba también en lugares menos aptos para el uso agrícola, incluso recientemente, y con requerimientos estructurales diferentes (comerciales). Por lo tanto, la misma ley eventualmente recurrió a medidas gubernamentales de apoyo, a fin de mantener el ideal original de la "finca familiar" (Mather 1986). Por su efecto sobre la estructura básica de la propiedad, los resultados de estas medidas, en general, aún se observan.

Con el propósito de mantener la paz social, con más o menos convicción y éxito, el viejo continente realizó esfuerzos estatales dirigidos al mejoramiento de las circunstancias de arrendamiento. Más tarde, a finales del siglo XIX, por ejemplo, los estados de Dinamarca e Irlanda se dedicaron también a la subdivisión de grandes propiedades en unidades más pequeñas, para ser distribuidas a los arrendatarios anteriores y a habitantes rurales sin tierra.

El criterio económico como base para las actividades estatales de reforma agraria, dirigidas a la defragmentación —desde 1924 en Holanda por mutuo acuerdo entre la mayoría de los agricultores involucrados en los proyectos (Gorter 1986)— y a la concentración de tierra por finca, por lo general ganó vigencia mucho más tarde, notablemente alrededor de la presentación del Plan Mansholt en Europa después de 1950.

Por ejemplo, el uso de la tierra se afectó en los nuevos territorios a través de las condiciones de adquisición: la limpieza obligatoria del terreno; la obligación de cultivar determinado cultivo (Natal) o de tener un número mínimo de ganado por unidad superficial (el anterior Rhodesia); el precio del terreno que estimula su uso más o menos intensivo; o por medio de apoyo adicional dirigido a ciertos usos particulares, como en Nueva Zelanda (Mather 1986).

En general, también las políticas nacionales de importación y exportación tenían su influencia sobre el uso de la tierra, como las leyes de grano (*corn laws*) de Inglaterra en el siglo XVIII y las políticas

proteccionistas de Francia, Alemania e Italia a finales del siglo XIX, como reacción contra las importaciones baratas de trigo y otros productos del nuevo mundo, Australia y Nueva Zelandia.

A un nivel más práctico, las actividades estatales dirigidas al desarrollo infraestructural siempre han sido importantes para el desarrollo rural y más aún cuando fueron dedicadas específicamente a la apertura de nuevas áreas o al drenaje de zonas húmedas.

Por último, el Estado tuvo injerencia en el uso de la tierra por su apoyo destacado a los centros científicos y de educación, los cuales ya en el siglo XVIII demostraron interés en el desarrollo productivo del agro, por ejemplo en Francia (en la Academia de Bordeaux), Prusia y Austria (Ogg 1965).

En cuanto a la propiedad de la tierra, se ha observado un proceso cíclico en el que la tierra fue un recurso libre en tiempos pre-agrícolas y, aunque dividido entre las tribus y pueblos, no existió la propiedad individualizada. Con el tiempo, la tierra comunal fue reemplazada por un sistema de propiedad individual, lo que resultó en más tierra para los más poderosos.

En tiempos feudales, la propiedad individual fue exclusiva de los reyes y sus vasallos (y conquistadores); después la tierra quedó en manos de los más adinerados. Desde finales del siglo pasado, con el desarrollo del Estado de derecho y por su intervención, se iniciaron procesos de distribución de la tierra a los arrendatarios y a otros miembros menos afortunados de la comunidad rural y procesos de readquisición de la tierra por el Estado, en conjunto con sus otras intervenciones, de nuevo para el bien de la comunidad (Jacoby 1971, en Mather 1986).

En los países del nuevo mundo (como también en Australia y Nueva Zelandia), casi toda el área aún no asignada, desarrollada o colonizada en el siglo XIX fue declarada propiedad de los nuevos estados independientes. Gran parte de este territorio se transformó en propiedad privada según las políticas prevalecientes, mientras que la otra parte pasó a ser responsabilidad del Estado. Esta tierra estatal quedó como área natural para la conservación y la recreación.

El primer parque nacional del mundo, el famoso Yellowstone Park de los Estados Unidos, se creó en 1872. El primer parque nacional canadiense se estableció en Banff en 1885. En los Estados Unidos,

además, en 1905 las reservas forestales se transfirieron al Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>8</sup>. La tierra estatal se desarrolló para la producción de madera y otros usos estratégicos.

Datos de los años setentas indican que por ejemplo en Canadá, Estados Unidos y Gran Bretaña, el Estado (nacional o federal y local) es dueño de 89.3%, 39.6% y 8.8% del territorio nacional, respectivamente (Mather 1986)<sup>9</sup>. En el manejo de estas tierras estatales, típicamente se involucraban varias instituciones, cada una con sus objetivos y su manera de trabajar. Hasta hoy, aunque a veces el uso mismo es diversificado y manejado con más flexibilidad por las instituciones involucradas, en la mayoría de los casos hace falta una política nacional e integrada para el manejo coherente y eficiente (sostenible) de estas tierras estatales.

En resumen, antes del último cambio de siglo, con el desarrollo del Estado de derecho y sin duda en parte por sus consecuencias, en varios lugares y momentos el Estado ya había actuado con respecto a la

---

8 La preocupación por la naturaleza se sintió también en Europa, donde se crearon varias sociedades para la protección o la conservación y el estudio de animales, sobre todo de pájaros. En Francia, en 1861, el bosque de Fontainebleau fue declarado reserva biológica y artística, por iniciativa e insistencia de los pintores de la Escuela de Barbizon. También en otros países se adquirieron terrenos relativamente pequeños para la protección de la naturaleza, principalmente por sociedades privadas de naturalistas. En general, la preocupación estatal, quizás por ser menor, se desarrolló solamente en el siglo XX, ya que los derechos de propiedad privada y el mismo uso de la tierra ya habían sido establecidos por mucho tiempo y tal vez por el éxito de las sociedades privadas (que provocaron además la creación de organizaciones internacionales como la UICN/WWF en 1948 y 1961), lo que canalizó en cierta medida el limitado deseo público. Por el uso de la tierra ya establecido, los parques nacionales en el viejo continente generalmente se diferencian de los parques nacionales en otras partes del mundo. En el noroeste de Europa, el Estado fue el que primero se preocupó por la producción de madera, por ejemplo en Holanda, desde 1899, con la creación del Servicio Estatal para la Explotación Forestal, y en Gran Bretaña desde 1919, con la creación de la Comisión Forestal.

9 En algunos países, como en la antigua Unión Soviética e Israel, se ha visto la tierra como un bien común del cual el hombre puede hacer uso responsable pero no ser dueño particular. Por consiguiente, en estos países toda o casi toda la tierra pertenece al Estado (Mather 1986; Pohoryles *et al.* 1979). Por lo menos teóricamente, el Estado en estos casos puede ejercer una influencia más directa sobre el uso de la tierra y, más importante en nuestro contexto, sobre la calidad de esta en la gran mayoría de los países, donde por lo menos las tierras agrícolas están en manos privadas. Por lo tanto, estos países muestran una situación poco común en América Latina.

mayoría de los problemas de uso de la tierra, los cuales hoy en día, aunque con más intensidad y definición, todavía se tratan de mitigar.

Por falta de conocimiento en cuanto a los procesos involucrados, técnicas de predicción y datos estadísticos cada vez más diversificados y complejos de la producción, del consumo y del comercio, probablemente las acciones fueron más de tipo crudo y de prueba y error que las actuales. La ordenación del espacio es una actividad estatal, que se origina en la última parte del siglo pasado. La preocupación se basa en el mal uso del espacio urbano, como consecuencia de la urbanización acelerada, estimulada por la revolución industrial. Esta actividad en particular, en nuestro tiempo también justificada por el mal uso del espacio rural, es la que se pretende estudiar con más detalle a continuación.

## **Desarrollo del Interés Estatal en la Ordenación del Espacio**

El noreste de Europa, Holanda y Gran Bretaña son tal vez los países en que a nivel mundial la ordenación del espacio por parte del Estado ha sido más articulada en teoría y práctica, debido a su desarrollo y densidad poblacional. Para ilustrar el proceso, primero se analizará la situación de Holanda.

A finales del siglo pasado, los problemas sociales y específicamente la mala situación de la salud pública, consecuencia de la exagerada explotación del espacio urbano (poco espacio para muchas casas y falta de servicios comunales) estimularon esfuerzos gubernamentales para su solución. Se trató de un cambio gradual, por ejemplo, para mejorar la situación de la vivienda, lo cual tomó casi cincuenta años (1853-1901), hasta que el Rey Guillermo III de Holanda pidió un informe con las características deseadas de una vivienda obrera al Instituto Holandés de Ingenieros —probablemente inspirado en las cuatro famosas casas modelos construidas en la primera exhibición mundial en Londres en 1851, a pedido del Príncipe Albert de Gran Bretaña— con la consecuente promulgación de la primera Ley de Vivienda. Este retraso indica en cierta forma el grado de resistencia del sector privado frente al involucramiento del Estado en la actividad privada (WAU 1985; Jansen 1984).

La mencionada ley tenía dos componentes principales:

1. La protección de la calidad de vivienda (normas mínimas), lo cual:
  - a) Permitió la construcción de una vivienda solamente si se obtenía una licencia.
  - b) Exigió la verificación de la realización del plan original, que sirvió como base para otorgar la licencia después de que la construcción realmente se había hecho.

Aunque todavía secundario, el siguiente componente fue más importante para el ordenamiento del espacio:

2. La exigencia de que cada comunidad con más de 10 000 habitantes tuviera un plan de desarrollo territorial con respecto al trazado de calles, parques, canales y otros, es decir, un plan de expansión. El objetivo era proteger el espacio libre en las áreas nuevas por desarrollar (aire, luz, disminuir el peligro para que se produzcan incendios, etc.).

Después de promulgada la primera Ley de Vivienda, surgió la idea de que esta debía ordenar el uso territorial de una manera más aseverativa. Entonces, en la nueva Ley de 1921, también se consideraron las áreas entre las calles y entre la infraestructura pública en general.

Por influencia de una corriente de la arquitectura urbanista llamada el "funcionalismo", la cual propone una diferenciación entre las funciones de vivienda, trabajo, tráfico y recreación, se incorporó en esta versión de la Ley el requerimiento de cierta definición y designación de las áreas urbanas, según su función prevista, pero todavía solo en relación con los planes de expansión del pueblo o de la ciudad. La Ley no tomó en cuenta las áreas ya construidas, ni tampoco las áreas rurales dentro del límite municipal, fuera del área incluida en los planes de expansión (WAU 1985). Pero, en comparación con la primera versión, esta ley generó planes más completos hacia un desarrollo "deseado" del uso de la tierra.

Un importante representante del funcionalismo en la arquitectura urbana fue el suizo Le Corbusier. Otra corriente urbanista de importancia se desarrolló con base en las ideas de Ebenezer Howard, expresadas en su libro *Garden Cities of Tomorrow* (1901). El propuso la creación de

"ciudades jardines", como satélites de los grandes centros urbanos, donde los ciudadanos vivieran cerca del ambiente rural (McLaughlin 1987).

Poco a poco, pero ya desde el inicio de este siglo, creció la idea de que el ordenamiento del espacio debería incluir el área interurbana y, más aun, en relación con el desarrollo de la infraestructura hacia y en los alrededores de los centros poblados. También esta preocupación surgió como consecuencia del proceso de urbanización, pero esta vez no tanto por la calidad de vivienda o del uso del espacio urbano, sino más bien por el fenómeno en general y por la rapidez en que ocurrió.

También desde el inicio del siglo XX y primero en los estratos sociales con poder económico de la ciudad, creció el interés por las "áreas naturales", sobre todo como elemento conexo con la recreación. Estas dos tendencias tenían su influencia sobre la versión de 1931 de la Ley, en la cual, por primera vez, se exigió el diseño de planes regionales.

Es interesante notar que los planes regionales serían el resultado de una cooperación voluntaria entre los centros urbanos. Por la voluntariedad y por la falta de experiencia y conocimientos más allá de la planificación y la arquitectura urbana, en su sentido estrecho, la incorporación del aspecto regional, incluyendo factores como el desarrollo, la distribución y los requerimientos de la población y de la economía, no funcionó satisfactoriamente. En la misma ley se articulan mejor las posibilidades de las municipalidades para intervenir en el desarrollo de espacio en su territorio, pero solamente dentro del contexto de los planes de expansión.

La urbanización espontánea, fuera del área de expansión, solo se pudo controlar después de un fallo judicial en 1937, el cual permitió incorporar algunos aspectos de planificación del área rural de la municipalidad en el plan de expansión. Esta tercera Ley de Vivienda mostró una tendencia hacia el concepto del plan nacional: un plan general para estimular un desarrollo armónico del suelo holandés, según objetivos bien definidos (Giebels 1986; WAU 1985).

Durante la Segunda Guerra Mundial, en 1942, se creó la base para el plan nacional y para planes regionales dependientes, después de haber fundado el Servicio Estatal para el Plan Nacional en 1941, del cual se desarrolló el actual Servicio Planológico Estatal. Esta vez, el diseño de los planes regionales se consideró responsabilidad de las provincias. En relación con lo anterior, en 1950 se creó una ley que tuvo vigencia hasta

1965, la cual no fue muy productiva. Por lo tanto, Holanda nunca ha tenido su plan nacional.

Específicamente el sector agrícola y el sector naturalista/conservacionista, es decir, el sector rural, ha impulsado el otorgamiento de más poder al gobierno estatal con respecto a la planificación del espacio rural. Aparentemente, ese sector no ha tenido mucha confianza en los criterios urbanos de la municipalidad en lo que concierne al ordenamiento territorial.

En 1965, finalmente la Ley de Vivienda se dividió en una nueva Ley de Vivienda y en una primera Ley de Ordenación del Espacio. Ordenación del espacio quería decir: guiar el desarrollo del espacio de la manera más favorable para la población. Como fue el caso con la primera Ley de Vivienda, la nueva Ley de Ordenación del Espacio sirvió, en primera instancia, solo para evitar un desarrollo negativo. Luego se incorporaron aspectos de planificación hacia un desarrollo positivo y deseado.

La Ley de Ordenación del Espacio no dio mucho poder al Gobierno. Según esta, el poder de asignación en Holanda, con respecto al uso de la tierra, es muy descentralizado y corresponde más a las municipalidades. A este nivel se preparan los planes de asignación, los cuales limitan al terrateniente en el uso de su terreno y determinan el uso urbano con mucho detalle.

El más general de los dos reemplazos del anterior plan de expansión es el plan estructural; ahora debe incluir toda el área rural de la municipalidad. Los gobiernos provinciales, con referencia a sus planes regionales, y el gobierno estatal, con referencia a sus notas de manejo para la ordenación del espacio (es decir, los otros dos niveles de gobierno) pueden interferir de varias maneras en los planes de la municipalidad, pero al final, el poder de decisión lo tiene esta última (después de un proceso democrático y verificado de consultas a la comunidad afectada).

Entonces, en vez de optar por el plan nacional, que representa un enfoque de imposición desde arriba, se seleccionó un enfoque participativo desde abajo.

Desde 1986, por razones sobre todo estratégicas y por recomendación del Ministerio de Vivienda, Ordenación del Espacio y

Medio Ambiente (la última añadidura es de 1982), el Gobierno puede legalmente decidir sobre una determinada aplicación de un terreno. Pero en realidad, la sociedad es tan compleja y el Gobierno tan lejano del terreno local, que solamente en algunos casos de verdadera importancia nacional (verificada por el Parlamento) el Gobierno puede hacer uso de este poder.

Recientemente, como consecuencia de un rápido desarrollo causado por la concienciación de la mayoría del pueblo en cuanto al actual deterioro de los recursos naturales, se observa un aumento considerable en el interés del Gobierno nacional en la estructura general del uso de la tierra. También el Ministerio de Agricultura, Pesca y (desde 1990) Manejo Natural, originalmente dirigido a las primeras dos actividades y en el contexto de la reforma agraria, a la primera de ellas, busca ahora un enfoque más integral y holístico en sus proyectos<sup>10</sup> (IDG 1990), como ejecutor de la Ley de Habilitación de Tierras (1985), que reemplaza las anteriores leyes de reforma agraria, y con referencia a su reciente plan de Manejo Natural (1989).

Aunque diferente en sus detalles, la ordenación del espacio territorial en Inglaterra y Gales presenta rasgos similares a la de Holanda. También tiene su origen en una preocupación por la situación de la salud pública, causada por las circunstancias de vivienda alrededor de la mitad del siglo XIX (Mather 1986).

También, como se expresa en la *Town and Country Planning Act* de 1932, la planificación del campo estaba unida a la planificación urbana. Clout (1976) indica que, similar a lo ocurrido en Holanda, fueron la centralización de la planificación en los años cuarentas —bajo la responsabilidad del Ministerio de Vivienda y expresada en la *Town and Country Planning Act* de 1947— y la descentralización desde los años sesentas, con la distinción entre planes generales o "estrategias" de

---

10 En Holanda (y en otros países industrializados), las actividades dedicadas al "medio ambiente" se dirigen sobre todo al "saneamiento" de los efectos negativos producidos por la empresa humana en el suelo, el agua y el aire. El "manejo natural" se dirige a la naturaleza viva, pero, como indican Baerselman y Vera (1990), con la tendencia de sobrevalorar mucho los paisajes culturales en relación con la naturaleza realmente original y típica del país. La responsabilidad para el "manejo natural" en Holanda fue, con mucha oposición de representantes de este sector, trasladado del Ministerio de Cultura, Recreación y Bienestar Social al Ministerio de Agricultura y Pesca, en 1982 (Gorter 1986).

ordenación a nivel nacional, planes de condado provincia o departamento) y planes locales, como se justifica en la Ley con el mismo nombre de 1968. La tendencia centralista de los años treinta y cuarenta también se observó en Estados Unidos, Alemania y Francia (WAU 1985).

Clout (1976) ofrece una ilustración de la planificación rural en función de la planificación urbana en Inglaterra y Gales, por razones de protección y recreación, y concluye que: "La aplicación efectiva de la planificación desarrollista en áreas rurales requiere que se siga una serie de etapas esenciales. Las propuestas de ordenación deben ser positivas, progresivas y globales. Deben reconocer que numerosos —y algunas veces conflictivos— intereses se ven complicados en el uso, conservación y ordenación de los recursos del campo. Se necesita tener una financiación especial para la planificación del campo. Esta debería dedicarse a proyectos que satisfagan posibles demandas futuras de los recursos rurales (producción de alimentos, silvicultura, recreación, residencia, etc.), antes que a establecer programas que simplemente subvencionen y mantengan el *status quo*, (resultados de lo que el llamó la "planificación proteccionista").

Es necesario reconocer, en términos espaciales, que el modelo existente de poblamiento rural debería modificarse para satisfacer cambios de movilidad y de empleo y también para introducir nuevas formas de uso de los recursos rurales."

En el noreste de Europa, el sector urbano no solo ha penetrado cada vez más en el rural, sino que también ha cambiado. Después de 1945 y principalmente luego de la creación de la Comunidad Económica Europea (CEE) en 1957, hubo una "racionalización" del sector agrícola, en gran parte permitida por el crecimiento de los otros sectores económicos. En la Comunidad de los Seis, el número de fincas se redujo de 6.4 millones en 1960 a 4.8 millones en 1986, mientras que la superficie media por explotación aumentó de 12 ha a casi 20 ha. En el mismo tiempo, el número de personas que trabajaban en la agricultura se redujo de 15 200 000 a 5 200 000.

En 1987, en la Comunidad de los Doce, solo 8% de la población activa total trabaja en forma directa en la agricultura (en Gran Bretaña solamente 2.4%). La inversión de capital en forma de maquinaria, edificios e instalaciones experimentó un gran incremento. Los avances tecnológicos unidos a una creciente especialización han permitido aumentar el volumen de producción. El agricultor de hoy utiliza más

abonos, productos antiparasitarios, semillas de primera calidad y forrajes concentrados. Todo este esfuerzo, del cual surgen enormes gastos ambientales no previstos, hizo posible, por ejemplo, un aumento de la producción de cereales de 27% desde 1973 a 1986, mientras que la superficie sembrada se redujo con 3% (CCE 1989a). También la producción de leche por vaca aumentó 26% de 1974 a 1986 (CCE 1989b).

La integración de los sectores rural y urbano, para la cual el aumento neto de la población y el aumento de su movilidad y de la racionalización del agro han sido factores importantes, hizo que ya no se pudiera contemplar de modo satisfactorio la ciudad y el campo como medios separados para la ordenación del medio ambiente (Clout 1976). Se puede decir que en estos casos el sector rural fue urbanizado. Esta situación califica en cierta manera la distinción entre regional y local (y rural y urbano) en, por ejemplo, la legislación de Holanda citada anteriormente. El hecho de que las actividades de protección natural se dirijan sobre todo al mantenimiento de los viejos paisajes culturales muestra que el criterio "natural" quedó aislado.

En América Central se halla una situación muy diferente: climas tropicales y paisajes volcánicos y montañosos, los cuales en muchos lugares son altamente susceptibles a la erosión hídrica o eólica<sup>11</sup>. Por su historia relativamente reciente de colonización, por parte de un pueblo totalmente autóctono, se trata de poblaciones por lo general mucho más heterogéneas y estratificadas, de economías todavía menos diversificadas, agrícolas y externamente dependientes—como lo enfatizan algunos autores— y de sistemas de gobierno más centralistas y menos estables. Sin embargo, existen rasgos similares en cuanto al desarrollo estatal del espacio desde la ciudad, aunque quizás más por su historia de colonización y su dependencia del capitalismo extranjero que por un fortalecimiento gradual de la ciudad, acelerado por la revolución industrial como ocurrió en Europa.

---

11 En Holanda, con su topografía plana, el promedio máximo de pérdida del suelo por erosión se encuentra entre 10 y 40 t/ha/año. Aunque en el sur del país la erosión ocasionada por la fuerza del agua ha causado pérdidas considerables, a nivel nacional las pérdidas del suelo por erosión ocurren sobre todo por la fuerza del viento en los campos abiertos, preparados para el cultivo de papa, en el norte del país (Kasteren 1986).

## Problemas de la Administración del Desarrollo

En todo el mundo falta capacidad administrativa para enfrentar las realidades cambiantes del momento, pero en los países en desarrollo (también políticamente) esta carencia constituye un factor de particular importancia. Una vez que se ha ganado el poder, formulado un plan de desarrollo y asegurado los fondos para su ejecución, la fase de implementación del plan es mucho menos clara (Bryant y White 1982). Los problemas en cuanto al concepto del plan de desarrollo se discutirán nuevamente en el capítulo 4. Al lado de estas dificultades, sin embargo, existen otras que son inherentes a la administración del desarrollo. Estos problemas pueden afectar en un sentido negativo el desarrollo, sea cual fuere el camino que se seleccione para su generación o estimulación.

Bryant y White (1982) señalan que el subdesarrollo también es un proceso, pero en oposición al desarrollo; es un proceso que provoca una menor equidad en la participación del desarrollo y una marginación de gente y recursos. La incapacidad administrativa se demuestra por la falta de habilidad intrínseca para responder a las necesidades del pueblo. Esto no quiere decir que una administración efectiva sea siempre buena, aunque es necesaria para lograr el desarrollo. Asimismo, una administración muy efectiva también puede llegar a frenar este proceso; en efecto, la misma paradoja se ha observado en la asistencia técnica que los países ricos brindan a los menos afortunados, que en vez de estimular, tiende a reemplazar la iniciativa local.

Para Bryant y White (1982), el poder administrativo es, en efecto, un componente del poder político. Este debe tener la capacidad para guiar al poder administrativo, de tal forma que sirva adecuadamente a la sociedad. Distinguir los dos poderes y permitirles su funcionamiento no es nada fácil. Por un lado, el poder político tiende a identificarse demasiado con la administración del país, lo que causa la inestabilidad de esta última. Por otro lado, con la creación de instituciones autónomas, por ejemplo, en algunas ocasiones se ha perdido el control sobre los procesos administrativos y los servicios correspondientes. La privatización de servicios estatales, muy popular en tiempos recientes, le deja por lo menos al mercado el control de la calidad del producto resultante. Sin embargo, no todos los sectores de la población tienen igual influencia sobre el mercado.

Antes de citar algunos síntomas de incapacidad administrativa, vale la pena notar que la buena administración para el desarrollo —dirigida al

aumento de equidad y a cambios estructurales— en un ambiente caracterizado por una crítica escasez de recursos, alta incertidumbre y alto riesgo, es una tarea sumamente compleja y requiere un número de calidades especiales por parte del administrador y del aparato administrativo que lo ampara.

Como síntomas de incapacidad administrativa, los cuales no son exclusivos de los países menos desarrollados, Bryant y White (1982) mencionan:

- Alta centralización de los ministerios y falta de estructuras institucionales que lleguen a las zonas menos accesibles del país.
- Alta movilización (y movilidad) de los pocos administradores capaces, entre funciones y entre oficinas centrales.
- Falta de personal capacitado para trabajar en las zonas rurales, en donde más se le requiere.
- Incapacidad de las instituciones locales fuera del "centro", por el predominio de las oficinas centrales y por la falta de personal capacitado, equipo y presupuesto.
- Alejamiento social entre los administradores, los empleados subordinados y el público, por el mejor acceso que tienen los primeros a la educación y a los recursos en general.
- Susceptibilidad a sobornos, por falta de expectativa de los funcionarios, falta de acceso regular a los decisores o, precisamente, por tener tal acceso. La corrupción que entra en el proceso perjudica el respeto y la legitimidad que deben caracterizar a los administradores y a la administración en general para funcionar eficientemente.
- Los gobiernos nacionales, concientes de su debilidad, plantean pocas demandas al público. Este fenómeno se ha llamado *soft state* (Estado suave): no hay muchas obligaciones para trabajar en el interés de la comunidad, ni tampoco para evitar acciones dañinas para ella (como las de corrupción). En una situación así, por ejemplo, con frecuencia los impuestos se reciben en forma arbitraria.

Un síntoma inherente a los ya mencionados es el enfoque de "arriba hacia abajo" en las instituciones que produce un énfasis exagerado de la importancia de las oficinas, de los funcionarios superiores y de la institución en general, como institución y no como ejecutora de una tarea importante para el desarrollo del país.

En relación con el conjunto institucional, se debe mencionar la sectorización y el aislamiento exagerado de funciones específicas. Aunque la sectorización se justifica, en forma exagerada causa una duplicidad de funciones y omisiones. La centralización del poder ejecutivo en las instituciones produce la centralización de la administración; por ejemplo, hay poco poder administrativo a nivel de la municipalidad.

Con referencia a Costa Rica, Ortiz (1987) señala que se ha producido y justificado una invasión estatal en las autonomías institucionales o, por lo menos, un condicionamiento político, financiero y jurídico que en el área municipal ofrece graves proporciones<sup>12</sup> debido a lo siguiente: a) la supremacía real del Estado, sea económica, técnica o política; b) las exigencias de la planificación y dirección nacional y sus instrumentos; c) el farrago de regulaciones estatales y administrativas en general, que sofocan el funcionamiento de los entes menores, tanto si son legítimas como si son espurias; y d) la psicología y la ideología ambientales.

Ya se mencionó la debilidad/inestabilidad administrativa causada por la insuficiente definición y distinción entre el poder político y el administrativo. Aunque pareciera que en la actualidad falta estabilidad institucional, la búsqueda de estabilidad no se debe exagerar. Las instituciones que han adoptado políticas que inducen un ritmo de cambio, con períodos de innovación seguidos por períodos de consolidación, han mantenido una respuesta flexible y adaptada a la realidad del momento. Los problemas y las oportunidades anticipados son registrados a tiempo y cambiados en beneficios dirigidos a la satisfacción de los objetivos de

---

12 En Costa Rica se distinguen tres divisiones territoriales: la provincia, el cantón y el distrito. Según Ortiz (1987), el cantón, jurisdicción territorial de la municipalidad, es la única forma importante de división territorial del país para efectos administrativos. La provincia no solo no es ente legal, sino que tampoco es comunidad con influencia importante en la vida pública, administrativa o política de la población de su territorio. El distrito, en este caso, es una área subcantonal; es el límite espacial de competencia del Consejo de Distrito. Este último, sin embargo, es un órgano periférico del municipio, con funciones no decisorias.

esas instituciones. Por otro lado, las instituciones que se han desarrollado hacia la estabilidad y la mínima reducción de disturbios y riesgos potenciales tienden a reaccionar ante problemas y oportunidades como señales de una crisis peligrosa.

Bryant y White (1982) mencionan causas externas e internas para explicar la existencia de esta debilidad administrativa. Las causas externas se refieren a las teorías estructuristas —de dependencia— de la escuela marxista, las cuales enfatizan el efecto directo e indirecto del mundo desarrollado sobre los intereses, actividades e infraestructuras en los países menos desarrollados. Para las causas internas se consideran las teorías de Weber, las cuales enfatizan que idiosincrasia, costumbres, prácticas y procedimientos internos presentan una influencia marcada sobre la habilidad administrativa. Específicamente, Weber encontró que la autoridad, basada en la tradición o el carisma del líder, tiene limitaciones obvias en cuanto a su efectividad, por lo menos a mediano y largo plazo.

## Conclusión

En este capítulo se discutieron algunos aspectos generales de la relación histórica entre el hombre y la tierra. Este análisis enseña que, con el transcurso del tiempo y básicamente desde la introducción de las prácticas agrícolas, el hombre hizo un esfuerzo importante para reducir la dependencia de su ambiente natural. Incluso, a pesar de que ya existían ciudades capitalinas de un tamaño considerable en el pasado, principalmente la revolución industrial permitió al hombre el desarrollo de una idiosincrasia urbana y, por consiguiente, de un sentimiento de dominio sobre ese entorno natural.

Se señaló también que el Estado con características feudales se interesó en la tierra por ser esta un factor de producción y una fuente de impuestos. Pero ya desde el siglo XVIII, el Estado se involucró en la organización "macroeconómica" del agro, sobre todo en relación con los requerimientos de importación o exportación de los países. Más recientemente —desde la Revolución Francesa— el Estado de derecho, con más consideración por el bienestar de los miembros individuales del pueblo, asumió cierta responsabilidad en cuanto al arreglo de la propiedad de la tierra y la situación de los derechos correspondientes.

En este sentido, se puede distinguir el comportamiento estatal en el nuevo y en el viejo mundo. En el viejo mundo, en donde la propiedad de la tierra se había establecido, el Estado con su deseo de mantener la paz social primero realizó esfuerzos variados para mejorar las circunstancias de arrendamiento. Para el nuevo mundo, sin esta propiedad de la tierra establecida o reconocida, deben distinguirse por lo menos los tiempos coloniales y poscoloniales y los antecedentes de los colonos para entender las políticas estatales de distribución de las tierras nuevas. Tal vez el único aspecto que se pueda generalizar es la mayor libertad en la selección de las opciones en el último caso.

Hacia finales del siglo XIX, sobre todo en relación con los aspectos negativos del desarrollo acelerado de los centros urbanos, el Estado empezó a asumir responsabilidades por el ordenamiento del uso de la tierra. En Holanda, por ejemplo, donde la ciudad y más tarde la municipalidad ya tenían un poder operacional bien desarrollado, el peso de la ordenación territorial se dio al nivel de esta última. Se ha observado una tendencia hacia el "plan nacional" alrededor de los años cuarentas del siglo XX y una confirmación de poderes descentralizados hasta los años setentas. Por lo general, aunque el control del Estado sobre el uso de la tierra ha sido más fuerte en países con alta densidad demográfica, se observó una tendencia mundial hacia el fortalecimiento y la ampliación de este control en los últimos treinta años. Mather (1986) calificó esta tendencia como una de las más significativas en lo que respecta al uso de la tierra en las últimas décadas. En el caso de Holanda e Inglaterra, se observó esta tendencia en los tres niveles de Gobierno: a) planificación en detalle a nivel de la municipalidad; b) planificación regional a nivel de la provincia (o del condado); y c) desarrollo de estrategias o políticas de manejo a nivel nacional.

Es importante señalar que este fortalecimiento del control estatal en el uso de la tierra actualmente se basa no tanto en aspectos sociales o económicos, sino más bien en las circunstancias ambientales y, en segunda instancia, naturales. Sin embargo, se puede decir que el acercamiento a la tierra todavía es básicamente urbano. Weller (1967), en Clout (1976), señala que la planificación rural es la cenicienta comparada con sus dos hermanas: la planificación urbana y la planificación económica. Este comentario es válido para gran parte del mundo y no solo para el desarrollado. Esta situación trae como consecuencia la falta de criterio ambiental/natural en la planificación del espacio. El problema del mal uso de la tierra tiene así su aspecto

conceptual general, a nivel del Estado, más que en el pueblo que representa.

En la última parte de este capítulo, se hizo referencia a dos aspectos generales: a) la debilidad administrativa y su efecto negativo sobre la efectividad de entes locales —como la municipalidad—; y b) el mal uso de la tierra en cuanto al manejo del espacio por parte del Estado. Estos dos aspectos, entendidos en su sentido más general, indican que la situación actual no ofrece la mejor circunstancia para el manejo óptimo del uso de la tierra y más aún en los países de América Central.

Por la erodibilidad de los suelos y por ser América Central una región básicamente agrícola y relativamente natural, es necesario un enfoque rural/ambiental dirigido al manejo integrado del uso de la tierra. Justamente en este tiempo, se observa un cambio en toda la región, por la fuerte y obvia degradación de los recursos naturales y, en consecuencia, de los recursos derivados, por ejemplo el de la hidroelectricidad.



## CAPITULO 3

### Manejo del Uso de la Tierra: Una Definición



## Introducción

En el primer capítulo se definió el concepto tierra. También se describieron, en términos generales, algunos aspectos socioeconómicos y biofísicos de la tierra en América Central y se ilustró la problemática del uso de la tierra rural en esta región, indicando que específicamente la zona marginal requiere atención estatal. En el segundo capítulo se mencionaron dos desarrollos importantes para el uso de la tierra: uno en relación con la diseminación de las prácticas agrícolas y otro con respecto al desarrollo de un sector urbano. La más reciente revolución industrial tuvo un efecto importante sobre la urbanización de la sociedad.

Se analizó el enfoque estatal ocurrido hasta la fecha y se indicó la importancia del mercado socioeconómico como guía para la planificación; también se analizó lo que se puede llamar el "urbacentrismo" y, por consiguiente, la poca atención al sector rural (del agro y natural) en términos relevantes para este sector. Hace falta un manejo integrado de los recursos naturales en general y del uso de la tierra en particular, más todavía a nivel local; sobre todo se requiere una base para que dicho manejo solucione debilidades conceptuales e institucionales. Sin duda se necesita un estudio mucho más profundo y específico de la situación en cada país, como base para acciones relevantes. Pero en este desglose general, conviene aclarar qué se entiende por "manejo del uso de la tierra".

## Uso de la Tierra

Con frecuencia se dice que el uso de la tierra ocurre solo cuando esta se manipula físicamente. El área sin intervención física tiene así su cobertura natural y el área intervenida, su cobertura artificial. Entre ambas áreas se visualiza la frontera agrícola. Este enfoque "desde la ciudad" significa un entendimiento parcial y estático del uso de la tierra.

Se ha visto que los problemas más graves con respecto al uso de la tierra (que debe ser sostenible) ocurren alrededor de la frontera agrícola en las áreas marginales con pendientes fuertes, suelos no profundos, lluvias muy erosivas, agricultura marginal con poca atención-apoyo técnico-financiero por parte del Estado (y poca absorción de este apoyo, si hay) y otros.

Se observó que, por el enfoque aplicado, el aparato estatal se desarrolló de acuerdo con las tres zonas distinguidas: la urbana, la agrícola y la natural, dejando vacíos de atención entre ellas. En realidad, desde más de un punto de vista, estas áreas de marginalidad son las que necesitan más atención estatal<sup>13</sup>. Se ha escrito alrededor de la frontera agrícola porque vista en detalle no se puede hablar de ella. Se trata de una zona de marginalidad que se extiende, por un lado, en el bosque aún natural y, por otro, en la zona ya cultivada. De hecho, esta zona no tiene límites bien definidos. Forzada por las presiones socioeconómicas, toda esta zona tiende a moverse hacia el bosque. El reciente abandono de pastizales desarrollados sobre tierras recién deforestadas, el cual se observa en Costa Rica y posiblemente permitirá alguna regeneración, indica que por variación en el mercado económico este movimiento no necesariamente significa un desarrollo constante.

El enfoque y también la estructura institucional provocan que en la actualidad se dirija la acción principalmente a la mitigación de los efectos de los problemas de uso de la tierra que ocurren en los márgenes. Para poder anticipar los eventos, es importante que primero por uso de la tierra se entienda cualquier aplicación de este recurso, en el sentido de que cualquier área definida/mapeada tiene en efecto su uso. De hecho, como se indicó en el capítulo 1, un bosque natural sí tiene su uso de la tierra. Todavía vale distinguir entre cobertura y uso de la tierra: por cobertura se entiende lo que se ve, lo que cubre el suelo; el uso de la tierra se refiere al significado de esta cobertura para el ser humano. Entonces, toda el área que podemos encontrar en un mapa es de interés para el manejo y tema de planificación del uso de la tierra.

---

13 El área de marginalidad que se encuentra alrededor de la "frontera urbana" y que tiene características distintas también requiere atención estatal especial y específica. Por lo general, no se busca excluir ningún área del territorio. Se sugiere un enfoque espacial integral, con la atención estatal medida y definida según la necesidad local.

## **Categorías de Uso de la Tierra**

Mientras que toda el área definida tiene su uso, es conveniente distinguir las siguientes categorías de uso.

*La tierra en su totalidad.* Esta representa nuestro ambiente natural y es un recurso de oportunidades tremendamente variadas y cruciales para la supervivencia del género humano, en gran variedad de circunstancias cambiantes: aquí se debe pensar no solo en los recursos genéticos existentes. Para proteger este recurso, es importante que parte de la tierra se desarrolle imperturbablemente y que mantenga la mayor variedad de calidades naturales posibles. Existen varios tipos de manejo (más o menos 17), con mayor o menor interacción con la "empresa humana" (Miller 1980).

*Sus productos biológicos.* Aquí se puede pensar en todo producto agrícola silvicultural, pastoril o de caza, con o sin siembra o crianza anterior o restauración después de la cosecha. De alguna forma también se incluye la pesca terrestre. Esta categoría es la más importante desde el punto de vista del uso de la tierra en general.

*El agua que recibe, almacena y produce.* El uso o la aplicación de esta agua —después de su "producción", como agua potable para riego, como agua industrial o para la generación de hidroelectricidad (o una combinación), por ejemplo— determina la importancia de esta categoría en una situación específica.

*Su reserva mineral, de petróleo o de gas natural.* Este aspecto es importante solamente en casos específicos.

*Su espacio físico.* Esta categoría incluye las áreas pobladas, industriales, de infraestructura vial o de aeropuertos, por ejemplo. Puede ser de gran importancia económica en casos específicos, por ejemplo, en y alrededor de las áreas metropolitanas.

Muchas veces existen conflictos entre estas categorías y entre los muchos usos que se pueden distinguir en cada una. Relacionar los diferentes usos entre sí y con el recurso tierra es la función del manejo del uso de la tierra.

## Manejo del Uso de la Tierra: Necesidad y Objetivo

La necesidad para el manejo del uso de la tierra se explica mediante dos factores:

- a) La escasez cada vez más apremiante del recurso tierra per cápita.
- b) Los efectos negativos del uso de la tierra más allá de un potencial sostenible, fuera de su propio ambiente en tiempo y espacio.

El manejo del uso de la tierra se define como la actividad estatal, cuya meta es la determinación, el establecimiento y el mantenimiento de una combinación socioeconómicamente relevante de sistemas de usos variados de la tierra en el país, hasta el potencial sostenible que tiene la tierra en el lugar afectado. La mejor aplicación de sistemas relevantes de uso de la tierra se determina con cierta regularidad por medio de un proceso, más o menos cíclico, de redefinición y reevaluación de los sistemas y de sus requisitos, por un lado, y de las calidades de la tierra, por otro, en el ámbito físico, químico, biológico, social (político) y económico del lugar, del país y de su entorno (adaptación de Richters 1985).

Dentro del manejo del uso de la tierra se pueden distinguir tres categorías de actividades: la determinación, el establecimiento y el mantenimiento (de una combinación de usos).

La planificación del uso de la tierra se relaciona con la primera categoría y muchas veces también con la segunda. En efecto, se habla mucho de "planificación del uso de la tierra" como título genérico de todas las actividades relacionadas con este. Mientras que la planificación es una actividad importante en el manejo del uso de la tierra, no comprende todo lo que este incluye.

La planificación también indica un enfoque diferente. Por ejemplo, en un plan para solucionar un problema de una región específica, como falta de desarrollo, se consideran aspectos con una vigencia espacial y temporal limitadas. El manejo, por otro lado, indica un acercamiento más dinámico hacia la mitigación y prevención de un problema en general. Es una actividad permanente que coordina las actividades de planificación en el contexto político nacional y con base en los resultados de un "monitoreo" de actividades anteriores.

La palabra "manejo" (del inglés *management*) se refiere a la tarea del poder administrativo, dirigido por el poder político. En este caso, se refiere solamente al uso de la tierra; y en este sentido limitado, el manejo puede, según el caso, incluir la tarea de la ordenación del espacio.

Con referencia a lo anterior, el manejo del uso de la tierra podría referirse a toda el área mapeada, o sea, a las áreas rural y urbana. Sin embargo, para brindar atención específica al desarrollo rural, a continuación se considera solamente el manejo del uso de la tierra rural.

La Figura 7 indica, en resumen, la posición de manejo del uso de la tierra, por un lado, en relación con su uso y la tierra misma y, por el otro, en relación con la planificación, evaluación y "monitoreo".

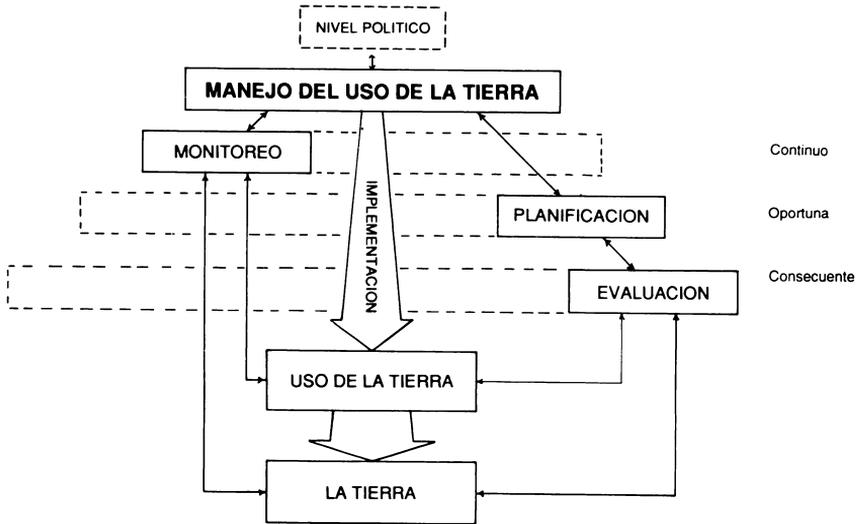
## Sostenibilidad

En la definición del manejo del uso de la tierra se expresa el deseo de lograr un uso de la tierra según su potencial sostenible, lo que conduce a la sostenibilidad, discutida sobre todo en el contexto del modelo macro de desarrollo, que se busca realizar a nivel nacional.

En los intentos hacia la solución del problema de no sostenibilidad, se han observado dos enfoques: uno pragmático y otro teórico. Históricamente, esto se relaciona con la percepción del problema. Primero, las expresiones de no sostenibilidad, básicamente en el contexto del mal uso de la tierra, se vieron como anomalías, entendidas como resultados irregulares y no deseados de la actividad humana en general, o sea, del modelo de desarrollo aplicado. Por consiguiente, las acciones de corrección fueron de tipo pragmático y restringidas al sector en donde ocurrieron los problemas: el sector agrícola. Con el crecimiento de la población y con la intensificación de las demandas sobre los recursos ambientales, en las últimas décadas se ha entendido la no sostenibilidad como un problema del modelo de desarrollo. Como consecuencia, se está desarrollando un enfoque teórico que explora las raíces conceptuales de nuestro modelo de desarrollo.

En el último contexto se planteó la interrogante: ¿qué es desarrollo? (ver capítulo 4), una línea de investigación que al final parece llegar a lo que se busca, necesita y desea de la vida, como individuos, como madres o padres de familia y como miembros responsables de la sociedad. Paralelamente, o tal vez de forma dominante, se presenta otra pregunta:

¿existe una sostenibilidad del ambiente o en él, de la cual se depende en cuanto a la conceptualización y la realización de las necesidades y deseos? y si existe posiblemente solo hasta cierto nivel, ¿cómo entenderla, lograrla, medirla y mantenerla?



**Fig. 7.** Manejo del uso de la tierra.

**Fuente:** Elaboración del autor.

Richard Carpenter (1987), citando a la Global Tomorrow Coalition, define el desarrollo sostenible como un proceso de cambio para satisfacer las necesidades de la gente, como definidas por ellos mismos, sin disminuir el potencial para satisfacer sus necesidades, las de otras sociedades ni las de generaciones futuras.

La Comisión Mundial sobre el Ambiente y Desarrollo, creada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1983 (WCED: World Commission on Environment and Development), mejor conocida como la Comisión Brundtland—de su presidenta Gro Harlem Brundtland, anterior Ministra del Ambiente y entonces Primera Ministra de Noruega— en su importante informe final Nuestro Futuro Común, hizo famosa una definición similar: el desarrollo sostenible es aquel que satisface las

necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (WCED 1987). El informe se desarrolla alrededor de este tema: aclara con autoridad el porqué de la no sostenibilidad del desarrollo actual y el efecto negativo que tiene sobre el ambiente y la sociedad mundial, y sugiere una cantidad coherente de acciones para su desarrollo e implementación a nivel nacional e internacional<sup>14</sup>.

En la síntesis de la Estrategia Nacional de Costa Rica de Conservación para el Desarrollo Sostenible (ECODES), se define el desarrollo sostenible como un proceso dinámico en el que el manejo de los recursos naturales, la potenciación del ser humano, el enfoque del desarrollo científico y tecnológico, la formulación de nuevos esquemas legales y administrativos, y la orientación de la economía, fortalezcan las opciones para satisfacer las necesidades básicas de las generaciones actuales, sin destruir la base ecológica ni los sistemas de soporte vital de los que dependen el desarrollo y la calidad ambiental futuros (Quesada 1989).

El Congreso de la Estrategia de la Conservación del Mundo efectuado en Ottawa en 1986 fue más específico al expresar que existe sostenibilidad cuando se mantienen, en forma cuantitativa y cualitativa, las reservas de los recursos renovables. O sea, hay sostenibilidad cuando, en el aprovechamiento de los recursos renovables (ecosistema, suelo, agua, aire), la regeneración o el repuesto cuantitativo y cualitativo de estos recursos es igual a (o excede) su consumo o degradación. Esto implica que se deben considerar posibilidades socioeconómicamente reales, quizás ya planificadas, para la completa recuperación de los recursos usados. Esto a la vez indica la importancia primordial de medir el estado actual de los recursos y su cambio. En capítulo 7 se tratará este aspecto con más detalle.

---

14 Como escribe Gro Harlem Brundtland en la introducción del informe, esto fue publicado como aporte a la tarea enorme de las Naciones Unidas —apoyada y sostenida por toda la humanidad— en cuanto a la satisfacción responsable de las necesidades y aspiraciones de la humanidad. Después de los informes de la Comisión Brandt (North-South, A Programme For Survival, en 1980, y Common Crisis, en 1983) y de la Comisión Palme (Common Security, en 1982), el futuro común es una tercera llamada para la acción política en este contexto.

Aunque se requiere discutir y profundizar ampliamente la base teórica y filosófica de este tema, la urgencia de solucionar este problema es tal que al mismo tiempo garantiza la importancia del enfoque pragmático. Es decir, aunque en un sentido absoluto tal vez no se puede (todavía) conceptualizar el uso sostenible de la tierra, sí se puede claramente observar en el campo lo que no es sostenible en el uso actual de los recursos naturales. En este texto se enfatiza lo que se puede hacer para lograr un uso más sostenible, así como el papel del Estado en este proceso<sup>15</sup>.

Como una nota aparte, aunque su relación es obvia, en sentido práctico se sugiere distinguir bien el enfoque teórico y el pragmático aquí presentados, con el fin de no confundir la planificación de actividades urgentes con discusiones más abstractas y tal vez no tan relevantes al nivel de acción considerado, o sea, en un sentido general, para lograr un mejor avance en los dos frentes.

Debido a que la sostenibilidad se refiere principalmente al uso de los recursos primarios renovables, se ha argumentado que la batalla para lograrla se da sobre todo en las economías de los países que dependen principalmente de sus sistemas naturales: los del "tercer mundo".

La ventaja que tiene el mundo "desarrollado", por la diferenciación de sus economías, a lo mejor parece ser marginal cuando se piensa en la contaminación de los océanos y del aire (la lluvia ácida, el efecto de invernadero, los daños a la capa de ozono) y frágil por su eventual dependencia de los mismos recursos naturales. Sin embargo, es probable que los problemas de no sostenibilidad se sientan más fuertemente en el mundo "dependiente", debido a su deficiente organización socioeconómica y política y a las estructuras de poder establecidas en el mundo. La integración real de las estructuras socioeconómicas y políticas parece ser más urgente que nunca.

---

15 Sin que se justifique la crítica válida de Wilburg Jimenez Castro (citado por Amaro Guzmán 1986): "La administración es, por lo tanto, antagónica al pragmatismo y al empirismo, puesto que ellos no son aceptados como válidos por ninguna disciplina científica y la misma experiencia sistemática a que está sometida, ha venido a demostrar la ineficiencia de aquellas empresas en las cuales se busca el camino fácil de la no aplicación de los principios administrativos".

## CAPITULO 4

### Planificación del Uso de la Tierra



## Introducción

Como se mencionó anteriormente, la planificación es un componente básico del manejo del uso de la tierra. Se puede decir que la función de la planificación del uso de las tierras es orientar las decisiones que sobre el particular se deben tomar, a fin de permitir la conservación y el uso más adecuado de los recursos ambientales, en beneficio del futuro del hombre (FAO 1976). Muchas veces esta actividad como parte de una planificación regional se delega a consultores externos.

En este capítulo se presenta una discusión sobre la planificación regional como actividad distinta. Luego se describen algunos aspectos de la planificación operacional estatal actual, dentro del contexto donde se desarrolla la planificación regional. Posteriormente se discute la importancia dada a la planificación regional como herramienta para el desarrollo y se analiza la institucionalización de la planificación regional. Al final se concluye con una breve discusión sobre el lugar que debe darse a la planificación del uso de la tierra.

## Planificación Regional

La planificación regional trata de lograr un cambio planeado, proyectado hacia un mejor uso de los recursos socioeconómicos y biofísicos para causar, en general, un desarrollo acelerado en una región. El buen uso de los recursos incluye la aplicación sostenible de nuevos recursos, pero también la protección y recuperación de aquellos recursos ya sobreusados. Se habla de "ciclos" de planificación. Las consideraciones principales de un ciclo son:

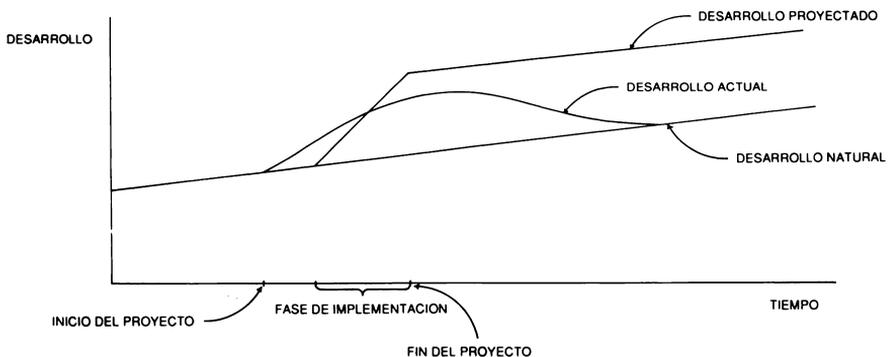
1. Identificación de objetivos.
2. Evaluación de parámetros relevantes.
3. Diseño del plan de acción.
4. Aceptación del plan.

5. Implementación del plan.
6. Evaluación de los resultados.

Aunque estas consideraciones parecen seguir una a la otra en forma lógica, en la realidad ocurre un traslape; la evaluación (6) empieza a ser importante desde el inicio del diseño del plan de acción (3). Por lo tanto, existen procesos iterativos.

Se habla de un "ciclo" de planificación porque después de que termina un proyecto, la implementación de un plan, se pueden identificar y formular los objetivos para otro proyecto.

Aunque la interacción con los planificadores durante el desarrollo del plan y, por supuesto, la implementación del plan resultante normalmente genera un desarrollo acelerado en una región, con el tiempo ocurre una regresión hacia el nivel de desarrollo natural, el cual se observa en la región vecina que no ha recibido esta atención. La Figura 8 ilustra las consecuencias proyectadas y actuales del desarrollo y de la implementación de un plan.



**Fig. 8.** Disminución del efecto de un proyecto de desarrollo.

**Fuente:** Elaboración del autor.

Para evitar esta regresión, pareciera que debe prolongarse la atención, dar un apoyo continuo y desarrollar un programa de extensión rural, por ejemplo. En otras palabras, hay que institucionalizar la atención a la zona de interés, o sea, facilitar la interacción entre la investigación/conocimiento y la implementación en el campo de sus resultados/conclusiones, y probablemente debe aumentarse la disponibilidad de dinero en forma de crédito o de subsidio para lubricar el proceso de adaptación. Se puede argumentar que la mencionada "regresión" al nivel de desarrollo del entorno también puede ocurrir como consecuencia de un ajuste positivo del entorno. Lo cierto es que se puede estimular tal efecto por medio de la incorporación e institucionalización de un componente de divulgación y de comunicación con la región vecina. El objetivo de un plan es manejar una región o parte de un país, bajo la autoridad de un gobierno.

## **La Región: Criterios para su Selección**

El Gobierno y el conjunto institucional estatal desempeñan un papel importante en un proyecto de planificación, primero, con la identificación de objetivos, la provisión de información básica, la aceptación del plan (es decir, con el diseño del plan), y con la ejecución y la evaluación de los resultados.

Aunque un grupo de consultores externos pueda apoyar el desarrollo de un plan de acción o un proyecto de desarrollo en general, el Gobierno continúa siendo el responsable del desarrollo. Por esta razón, las agencias financieras impulsan la obtención de una contrapartida estatal en el desarrollo de los proyectos que financian.

Algunas ventajas de usar la asistencia externa son:

- Permitir la formación de equipos para realizar tareas específicas.
- Facilitar un mejor análisis de costos y beneficios.
- Posibilitar un mejor control de calidad.
- Prevenir la ruptura de actividades en proceso, en la institución matriz.

Se ha dicho que el objetivo de un plan es una región, la cual se considera como una unidad geográfica subnacional. A continuación se presentan algunos criterios que se pueden aplicar con respecto a la delineación de una unidad geográfica:

1. *Principio de homogeneidad.* El tipo de homogeneidad o uniformidad está definido por los criterios expresados en el objetivo de la delineación. Por ejemplo, si estos criterios se refieren a características físicas, la región puede presentar cierta homogeneidad y uniformidad en cuanto a topografía, tasa de lluvia y otros. Si los criterios se refieren a características económicas, la región puede ser uniforme con respecto a sistemas de producción, por ejemplo, o a determinado tipo de producción. Si los criterios se refieren a aspectos sociales, la uniformidad puede referirse a idioma, religión, grupos étnicos, entre otros.
2. *Principio de funcionalidad.* Este principio involucra el concepto de interrelación espacial y se refiere especialmente a la funcionalidad socioeconómica en una región, o sea, función gubernamental/administrativa, función de mercado, función educacional.
3. *Cuencas hidrográficas.* Aquí, el criterio para definir la región se basa en la coherencia hidrológica, aunque puede incluir los dos principios anteriores. La cuenca hidrográfica tiene homogeneidad por ser una entidad hidrológica y a la vez responde al principio de funcionalidad —específicamente cuando las cuencas tienen características bien desarrolladas en áreas montañosas—. La cuenca hidrográfica brinda un contexto ambiental al desarrollo socioeconómico y es entonces el área preferida para el manejo del uso de la tierra, el cual se preocupa principalmente por la relación entre contexto ambiental y desarrollo socioeconómico.
4. *Otras consideraciones.* También se pueden crear regiones para resolver problemas especiales que han ocurrido o que ocurren actualmente, producto de inundaciones, terremotos, depresión económica y otros (Framework for regional planning in developing countries 1980).

Para tener éxito en la planificación regional y en el desarrollo regional planificado en general y, por consiguiente, para poder lograr ajustes necesarios en el uso de la tierra, la coincidencia con la infraestructura gubernamental/administrativa es crucial. En otras palabras, el principio de funcionalidad incide fuertemente en la determinación del área de una actividad. Aunque la cuenca hidrográfica —como región preferida desde el punto de vista de manejo del uso de la tierra— también tiene su aspecto de funcionalidad, hasta la fecha existe una frecuente discrepancia entre

las divisiones administrativas, base para las infraestructuras gubernamentales en varios países de la región y del mundo.

En la actualidad, muchas veces se crea una autoridad específica para el manejo de la cuenca, estableciendo así una conexión con el aparato estatal, por ejemplo, la Tennessee River Valley Authority (TVA) en los Estados Unidos de América, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Río Cauca (CVC) y otras. Para una definición de manejo de cuencas, véase el capítulo 11.

### ***Consideraciones de Escala***

Al lado de los aspectos de homogeneidad y funcionalidad, se considera la escala de las actividades para una adecuada selección del área del proyecto. La escala de actividades depende del problema por solucionar y de los recursos disponibles para ello.

Cuando no se dispone de suficientes recursos para solucionar el problema de forma integral, será necesario analizar y distinguir sus aspectos o componentes. Se debe determinar hasta qué punto su solución contribuye al problema en su totalidad, y luego asignar los recursos.

El problema del uso de la tierra se puede seccionar de tres maneras: a) dividir el área problemática en áreas más pequeñas y representativas; por ejemplo, manteniendo un enfoque integral, se selecciona una subcuenca de una cuenca hidrográfica o un cantón de una provincia; b) dedicar la atención a ciertos usos de la tierra en particular o a determinadas combinaciones o sistemas de usos (para mejorar sus rendimientos, por ejemplo); y c) dedicar la atención solamente a ciertas técnicas agrícolas (para la conservación de suelos, por ejemplo), es decir, a aquellos aspectos que contribuyan más notablemente al problema señalado. La primera solución puede ser conveniente cuando el problema es básicamente de naturaleza institucional; la segunda, cuando la tarea es mejorar los ingresos de un cierto tipo de productor y la tercera cuando la tarea es disminuir la degradación del recurso suelo en una zona o en un sistema de uso. Es conveniente considerar estas tres posibilidades en la secuencia aquí presentada.

Cuando se acepta la cuenca hidrográfica como el área de atención, es importante precisar lo que es una cuenca hidrográfica. Se habla de macrocuencas, microcuencas, subcuencas y otras; pero pareciera que

se carece de una definición de su interrelación, o sea, de una clasificación de las cuencas hidrográficas.

Una definición general es la siguiente: una cuenca hidrográfica es un área en la que el agua superficial, como resultado de la precipitación, se une para formar un curso principal. Esta definición abre la posibilidad real, aunque de menor importancia, de que el agua precipitada, que logra infiltrar estratos subterráneos, finalmente fluya a una cuenca vecina.

Considerando el punto de vista hidrológico, se pueden enumerar los cauces permanentes desde el principal hasta los cauces tributarios más pequeños o al contrario. En el último caso, se recomienda el enfoque de Strahler (1952), en el cual primero se distinguen los cauces más pequeños como los de primer orden; después de la unión de las secciones de primer orden sigue una de segundo orden; después de la unión de dos secciones de segundo orden sigue una sección de tercer orden, etc., hasta llegar al mar o a un lago principal.

Las cuencas se ordenan de la misma manera. Una cuenca de primer orden se refiere al área, aguas arriba, de la primera unión del cauce más pequeño con otro; una cuenca de segundo orden se refiere al área, aguas arriba, de la unión de un cauce del segundo orden con otro de segundo orden o de un orden más alto y así sucesivamente.

Naturalmente, no todas las cuencas, ni siquiera las del mismo orden, tienen un tamaño igual. Por razones logísticas, a veces vale la pena agrupar las cuencas según un tamaño mínimo, como se ha hecho en Nicaragua ("cuenca operativa").

### ***Priorización Regional***

Con base en un objetivo claro y posiblemente con el apoyo de los criterios expuestos, se puede seleccionar el área en donde la actividad sería más efectiva. Con el tiempo se han presentado varias priorizaciones de las cuencas hidrográficas de la región centroamericana y en América Latina en general. En este contexto, se hace referencia al trabajo de carácter general de Gutiérrez e Incer (1982) en Nicaragua, de Olaya (1985) y de González (1986) en Costa Rica y, recientemente, de Arce (1989) en Guatemala, o al Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT 1984) en Venezuela o al Ministerio de Agricultura y Alimentación de Perú (1984).

Existe la tendencia de acumular criterios diferentes para efectuar la priorización que, casi automáticamente, llega a la cuenca más desarrollada del país, como la de mayor prioridad. A veces, el factor político influye fuertemente en las consideraciones. En estos casos, es valioso aplicar en el resultado final un análisis de sensibilidad en cuanto a la importancia de cada criterio o de cada grupo de criterios (Arce 1989).

Se enfatiza el hecho de que la especificidad del objetivo determina la especificidad del resultado. Cuando el objetivo es aliviar la pobreza rural, por ejemplo, se selecciona el área rural más pobre del país, lo cual se puede hacer solamente después de haber definido esta situación de pobreza y la acción que se propone desarrollar para su mitigación. Como siempre, la tarea es seleccionar el área donde el potencial para la acción es mayor y donde, entonces, esta acción puede ser más efectiva. En muchos otros casos, no se da tanta prioridad al área donde ya existe una situación extrema, la acción estatal es más cara y el efecto medido tal vez es no tan grande, sino al área con el máximo riesgo (o en el sentido positivo, la máxima oportunidad) de llegar a esta situación extrema. Así, se selecciona el área con mayor potencialidad positiva o negativa según el interés. Esta potencialidad expresa cierta urgencia de acción y de la manera más favorable.

Cuando el objetivo es disminuir la degradación ambiental, se selecciona el área donde los procesos de deterioro son mayores y no el área ya más deteriorada. Se enfatiza que esta selección solamente se puede hacer después de definir con alguna precisión el proceso de degradación ambiental en este caso específico y la acción contemplada para su disminución. Por otro lado, cuando se busca seleccionar la mejor área para apoyar el establecimiento de un desarrollo industrial, se debe hacer con base en criterios apropiados, por ejemplo en términos de potencial de mercado, disponibilidad de mano de obra, recursos y otros. No parece de gran utilidad hacer una priorización de la "cuenca más importante" del país sobre la base de una mezcla de criterios, como los presentados en los casos mencionados.

## **Fases de la Planificación Regional**

En este apartado se describen las diferentes fases de una planificación regional, como posible contexto de una planificación del uso de la tierra.

## ***Necesidad de Distinguir Fases***

Básicamente se distinguen diferentes fases en una planificación para diferenciar, analizar y optimar las actividades de la planificación. Cuando se habla de planificación regional en su sentido amplio, primero el planificador debe definir algunos objetivos, principalmente tentativos, en cuanto al desarrollo que se vislumbra. Con esta idea, él hará su primer reconocimiento del área en cuestión. Tratará de distinguir algunos potenciales para el desarrollo; luego discutirá estas ideas con sus superiores o con los firmantes de su contrato para confirmar su relevancia en el contexto general de objetivos políticos. El planificador tratará de definir proyectos sectoriales, los cuales en conjunto deberán corresponder al objetivo del plan general.

Existe una secuencia lógica en cuanto a las actividades por considerar. Sin embargo, como ya se indicó, por la disponibilidad creciente de información existen procesos iterativos en la ejecución de estas actividades. Justamente por esta interacción entre las fases determinadas, la planificación resulta ser un proceso complejo y requiere multidisciplinaridad y experiencia por parte del planificador.

## ***Fase de Preplanificación***

Esta fase, que precede a la misma actividad de planificación, es la preocupación del Gobierno o de su institución representante que ordena la ejecución de este trabajo.

Primero, el Gobierno decide adoptar la planificación regional como una política de desarrollo. Para ello, verifica si la capacidad institucional y operacional actual permite tal ejercicio y la implementación posterior de sus recomendaciones. Sin embargo, ¿existe bastante información relevante y confiable para hacer una determinación de potencialidades socioeconómicas y biofísicas de manera comparativa?, ¿existen suficientes mecanismos de comunicación con el sector de la población que será afectado por la implementación de las recomendaciones del plan que se desarrolle? y ¿se cuenta con facilidades necesarias para "monitorear" el avance de la implementación y para registrar su efecto?

Después se hará la selección de una o más áreas con marcadas y evidentes potencialidades para el desarrollo, aplicando una técnica de priorización regional.

El potencial para el desarrollo dependerá en gran medida de la definición de este último concepto, para lo cual se puede considerar la formulada por Rondinelli y Ruddle (1978). Ellos describen el desarrollo como un aumento de participación en actividades económicas por medio de la creación de sistemas socioeconómicos, los cuales involucran un mayor número de personas en procesos de producción, de intercambio y de consumo, y aumentan el nivel de ingreso para los grupos más pobres, lo que da como resultado que una mayor cantidad de personas pueda conseguir artículos básicos, ahorrar, invertir y tener acceso a los servicios necesarios para mejorar su calidad de vida.

Definido así el desarrollo, se necesitan ciertas calidades que expresen potenciales con respecto a la infraestructura socioeconómica y calidades que puedan causar un aumento en la producción. En efecto, esta definición expresa un interés particular para que también los resultados de este aumento se apliquen en beneficio de un desarrollo equitativo. Para medir el efecto del desarrollo sobre la calidad de vida, se requiere un entendimiento preciso acerca del desarrollo. Todaro (1977), en Bryant y White (1982) indica que el desarrollo se relaciona con tres valores básicos:

- Sostenibilidad de la vida: la habilidad de proveer las necesidades básicas como comida, abrigo, salud y protección.
- Autoestima: la habilidad de ser una persona, de tener respeto de sí mismo, de no sentirse usado por otros, en el beneficio de ellos.
- Libertad de servidumbre: la habilidad de escoger y tener una situación libre de condiciones materiales enajenadas, libertad con respecto a la servidumbre social del hombre por la naturaleza, las limitaciones por ignorancia o por la miseria, el dominio económico de otro hombre o de ciertas instituciones que no permiten una acción libre, y libertad de creencias dogmáticas.

Gandhi lo ha dicho en cinco palabras: "la realización del potencial humano". Para Bryant y White (1982), desarrollo significa aumentar la capacidad del ser humano para influenciar su propio futuro, para lo que debe aumentarse la habilidad. Esto requiere más equidad en cuanto a la atención dada a los diferentes sectores de la población y a la distribución del poder entre estos (apoderamiento, según Sagasti 1990). También, se involucran los conceptos de sostenibilidad e interdependencia en esta definición del desarrollo.

Contreras y Cordero (1982) sostienen que se puede modelar y cuantificar la calidad de vida, tomando en cuenta los cinco factores siguientes: a) impacto fisiológico; b) impacto psicofisiológico sobre el ser humano; c) desarrollo cultural para la participación del individuo en la comunidad; d) condicionamiento social; y e) dependencia ecológica. En la actualidad este último punto es cada vez más importante: la realización del "potencial humano" no solo depende de la sociedad a la que pertenece el hombre, sino del ambiente biofísico local, regional y mundial en que vive.

Como se señala en *Adaptive Environmental Assessment and Management* (1978), las dimensiones ambientales se deben tomar en cuenta desde el inicio del proceso de desarrollo planificado y del diseño de políticas, y deben ser integradas a las consideraciones sociales y económicas, de tal manera que el desarrollo sea beneficiado por las fuerzas naturales.

Parece que la humanidad se preocupará cada vez más por su propia sobrevivencia y que la motivación para su desarrollo, en el sentido de su actuación hacia el futuro, será mitigar el riesgo de no sobrevivencia. Probablemente, la calidad del desarrollo, también del individuo, será medida en términos de su sostenibilidad social y ambiental y no tanto en términos de producción adicional, como ocurre en la actualidad. Los esfuerzos de producción, requeridos para mantener las generaciones actuales y futuras de la población mundial, parece que serán guiados por un mejor entendimiento del ambiente y por criterios de eficiencia, dando énfasis al reemplazo acelerado de recursos por tecnología y a las posibilidades de reciclaje, dirigido hacia la autosuficiencia local de recursos (aunque esto no siempre será biofísicamente posible ni socioeconómicamente deseado).

Después de la selección del área, el Gobierno debe decidir cuál o cuáles instituciones nacionales deben ejecutar y supervisar el ejercicio de la planificación y si es conveniente reclutar consultores externos en el contexto de programas de cooperación bilateral o multilateral.

Se recomienda establecer un comité interdisciplinario para la supervisión general, el cual después puede guiar la implementación del plan. La composición del comité depende del objetivo de la planificación. Debe incluir por lo menos una representación de la institución (ministerio) de planificación nacional y representantes del área por planificar.

Los especialistas externos deberán presentar ofertas (*tenders*), en donde expresen su enfoque acerca del problema, sus capacidades para contribuir a solucionarlo y una estimación del costo de su trabajo. Cuando se contempla la solicitud de apoyo a un programa de cooperación bilateral o multilateral, se deben preparar los términos de referencia, con base en los cuales puede resultar una subcontratación por parte del programa de apoyo.

Todos los partidos involucrados deben definir sus responsabilidades en el proyecto de planificación. En este contexto, se pueden distinguir los siguientes documentos:

- Términos de referencia.
- Plan de trabajo.
- Contratos.
- Documento de proyecto.

- Términos de Referencia

Los términos de referencia deben incluir:

- Delimitación y caracterización de la región.
- Descripción del desarrollo que se vislumbra.
- Lista de recursos que se pueden utilizar para lograr este desarrollo.
- Inventario de la información disponible.
- La forma como el plan regional se relaciona con los planes nacionales.
- Grado de detalle requerido.

- Plan de Trabajo

Quando se asigna el proyecto a una o varias agencias nacionales, estas deben formular un plan de trabajo con respecto a la tarea que les corresponde. Los componentes esenciales que deben ser considerados son: una escala de tiempo que ubique a cada actividad y un esquema de asignación que indique el personal que se necesita, cuándo y por cuánto tiempo (Cuadro 16).

Cuadro 16. Ejemplo de un esquema de asignación.

	Fase 1/2				Fase 3					
	1972				1973					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1 Coordinador										
2 Infraestructura social										
3 Infraestructura social										
4 Sociología										
5 Geología y minería										
6 Geología y minería										
7 Geología y minería										
8 Hidrogeología										
9 Ingeniería civil										
10 Ingeniería civil										
11 Riego y drenaje										
12 Ingeniería civil										
13 Ingeniería civil										
14 Agronomía										
15 Ganadería y pesca										
16 Suelos y forestaría										
17 Planificación agrícola										
18 Economía agrícola										
19 Manufactura										
20 Electricidad										
21 Economía industrial										
22 Economía de transporte										
23 Economía y logística de proyecto										
24 <u>Macroeconomía</u>										

Cuadro 16. (Cont.).

	Fase 4/5					Fase 6		MESES HOMBRE		
	1973					Junio	Julio	Campo	Oficina	TOTAL
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo						
1 Coordinador	*****	****, *****	*****	*****	*****			7 1/4	5 3/4	13
2 Infraestructura social	*****	*****	*****	*****	*****			3 1/2	1	4 1/2
3 Infraestructura social	*****	****, —	*****	*****	*****			6 3/4	5 3/4	12 1/2
4 Sociología	*****	—	—	—	—			6 1/2	-	6 1/2
5 Geología y minería	*****	*****	*****	*****	*****			2	1/2	2 1/2
6 Geología y minería	*****	*****	*****	*****	*****			1 1/2	2 1/2	4
7 Geología y minería	*****	*****	*****	*****	*****			1 3/4	-	1 3/4
8 Hidrogeología	*****	*****	*****	*****	*****			2	2 1/2	4 1/2
9 Ingeniería civil	*****	*****	*****	*****	*****			2 1/2	2 1/2	5
10 Ingeniería civil	*****	*****	*****	*****	*****			1	1	2
11 Riego y drenaje	*****	*****	*****	*****	*****			1 1/2	-	1 1/2
12 Ingeniería civil	*****	*****	*****	*****	*****			1 1/2	-	1 1/2
13 Ingeniería civil	*****	*****	*****	*****	*****			2	2	4
14 Agronomía	*****	*****	*****	*****	*****			2	2	4
15 Ganadería y pesca	*****	*****	*****	*****	*****			2 1/2	2 1/2	5
16 Suelos y forestaría	*****	*****	*****	*****	*****			3	1	4
17 Planificación agrícola	*****	*****	*****	*****	*****			6 1/4	5 3/4	12
18 Economía agrícola	*****	*****	*****	*****	*****			4	2 1/2	6 1/2
19 Manufactura	*****	*****	*****	*****	*****			1 1/2	1 1/4	2 3/4
20 Electricidad	*****	*****	*****	*****	*****			4	-	4
21 Economía industrial	*****	*****	*****	*****	*****			1 3/4	2	3 3/4
22 Economía de transporte	*****	*****	*****	*****	*****			6	6	12
23 Economía y logística de proyecto	*****	*****	*****	*****	*****			1 1/2	1/2	3
24 Macroeconomía	*****	*****	*****	*****	*****			73 3/4	47 1/2	121 1/4

— En el "campo" (capital y región)

\*\*\*\*\* En la oficina central (de manera continua)

\*\*\*\*\* En la oficina central (de modo intermitente: 50%)

Fuente: Van Slaveren et al. 1980.

Para la elaboración del plan de trabajo, se sugiere aplicar una técnica de programación por camino crítico (*network planning*), ya que presenta la relación entre las actividades e indica las actividades críticas del avance del proyecto en su totalidad<sup>16</sup>.

- Contratos

Cuando se busca el apoyo de entidades externas, se necesita establecer un contrato oficial que señale las responsabilidades de cada participante, de acuerdo con regulaciones formales del Gobierno o de la agencia donante.

- Documento de Proyecto

Este documento es la parte principal del contrato: involucra a participantes externos en el ejercicio de la planificación, incluye los términos de referencia del proyecto y los planes de trabajo de cada participante (contratante). Debe incluir por lo menos lo siguiente:

- Estrategia y acciones consecuentes necesarias para el cumplimiento de los objetivos.
- Responsabilidades de cada uno de los participantes, la designación de representantes de cada participante y su competencia legal.
- Contribuciones de cada participante en cuanto a personal, información técnica, equipo, edificios, transporte, servicios y otros.
- Estimaciones del costo de cada asunto, incluyendo servicios de cada participante por año presupuestario.
- Formalidades requeridas para el reclutamiento de personal nacional e internacional, como también sus términos de referencia.
- Programación de informes de progreso y evaluaciones periódicas sobre el avance del proyecto.

---

16 Para una discusión práctica de las técnicas PERT (Program Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method), ver Miragem *et al.* 1985.

## **Fases del Proyecto de Planificación**

De acuerdo con el libro *Framework for regional planning in developing countries* (1980), se pueden distinguir las siguientes fases en un proyecto de planificación, análogo al que se esbozó anteriormente.

<b>Fase</b>	<b>Duración aprox. (meses)</b>
1. Preparación	1
2. Estudio de reconocimiento	1-2
3. Estudio principal de campo	6
4. Estudio adicional de campo (opcional)	(2)
5. Preparación del borrador del informe final	4-6
6. Edición del informe final	1-3

Cada fase concluye con un informe preliminar, que será discutido con el comité interdisciplinario u otra institución gubernamental, la cual debe dar su autorización para continuar el trabajo en la fase siguiente. Hay que notar que muchas veces se trata de informes y autorizaciones más o menos informales para evitar un proceso demasiado estático o burocrático.

La duración aproximada de cada una de las fases indicadas anteriormente se debe tomar como un valor relativo. En realidad, la duración dependerá mucho del objetivo, de la complejidad de la región, disponibilidad de información, número de personas involucradas, eficiencia del equipo y eficiencia del aparato estatal en general.

### **Actividades Principales por Fase**

- 1. Preparación.** Primeras reuniones de los miembros del equipo, bajo la responsabilidad del coordinador del equipo:
  - Presentación del problema y descripción extensiva del área y del objetivo del estudio.
  - Iniciación del estudio de la literatura más relevante.

- Definición de la composición del equipo para el estudio de reconocimiento (normalmente, el coordinador y los miembros principales del equipo) y de tareas específicas.
- Discusión del plan de trabajo.
- Organización de los requerimientos logísticos para poder cumplir con las fases siguientes.

2. **Estudio de reconocimiento.** Con esta fase se trata de dar respuesta a preguntas como: ¿cuáles son las políticas gubernamentales relacionadas con el desarrollo nacional y regional?, ¿qué información existe a nivel nacional y regional en cuanto a los recursos socioeconómicos y biofísicos? Se distinguen cuatro subfases:

- Orientación general con respecto a la administración nacional, visitas a ministerios y a otras instituciones estatales, señalamiento de objetivos sobre crecimiento y distribución de ingreso, empleo y colonización, normas de nutrición y salud, programas, proyectos, organización y aspectos logísticos de las instituciones importantes, políticas y reglamentos de planificación, e información estadística y otra que sea relevante para el plan regional.
- Orientación general en la zona en cuestión, para lo cual se visitarán las oficinas regionales de las instituciones relevantes. Las visitas de campo son importantes para tener una clara idea de la región, su población, actividades principales, infraestructura, problemas específicos, organización de la asistencia de las agencias autorizadas locales y otros.
- Preparación del informe inicial (primer informe preliminar). Se hace un resumen de los descubrimientos hechos durante las primeras dos fases. Se concentra el texto en las ideas principales en cuanto al desarrollo, procedimientos principales y programación general del estudio.

El informe debe incluir: a) descripción general de la región; b) evaluación tentativa de los potenciales para el desarrollo, en relación con las estrategias actuales; c) análisis de los problemas principales encontrados hasta la fecha, en términos biofísicos, organizativos, estructurales, entre otros, sus causas y consecuencias; d) evaluación de los estudios y proyectos

anteriores ejecutados en la región; e) lista de los datos por buscar, en donde se indique su orden de prioridad; f) información sobre las restricciones para el desarrollo, las cuales no se pueden solucionar sin una acción directa del Gobierno (nacional, regional o local); g) propuesta para el ajuste de los términos de referencia, si es necesario; y h) programa detallado de las fases 2, 3, 4 y 5.

Luego se debe discutir con el comité interdisciplinario el informe inicial, con el propósito de procurar la aprobación de los resultados y conclusiones, la confirmación del aporte de las instituciones involucradas y la aprobación de los términos de referencia ajustados (cuando ello aplica). Se debe decidir si se continúa o termina el estudio.

3. **Estudio principal de campo.** Aquí se tiene que buscar toda la información que falta para preparar el plan regional por medio de observaciones, encuestas y evaluaciones sistemáticas. En el comienzo, todas las disciplinas involucradas pueden individualmente ejecutar sus estudios específicos. Más tarde, los descubrimientos se integran para verificarlos y se obtiene una idea total. Es necesario prevenir la duplicación en el trabajo y hallar un nivel de detalle común. Se distinguen cuatro pasos:

- Estudios de campo. Cada disciplina utiliza una metodología apropiada (se tratará de dar un enfoque y un método para la evaluación del uso de la tierra).
- Planificación preliminar. Con la nueva información, el equipo de trabajo diseña un conjunto de propuestas alternativas para el desarrollo, en relación con cada sector. Se deben verificar su justificación económica y su aceptación social, así como su consecuencia ambiental. Entonces, los proyectos más prometedores se pueden elaborar con más detalle.
- Preparación del segundo informe preliminar. Cada disciplina involucrada en el ejercicio prepara su informe sectorial. Con base en estos informes parciales se produce el segundo informe preliminar (*skeleton report*), el cual describe las propuestas alternativas desarrolladas y de forma tentativa los criterios para la selección de proyectos y de programas específicos. También, trata el desarrollo de estrategias más generales, como marco para las actividades específicas.

- Discusión con el comité interdisciplinario sobre el segundo informe preliminar. El comité debe seleccionar el plan más apropiado con uno o dos planes alternativos, para una elaboración posterior en detalle; además, debe comentar la estrategia propuesta y decidir sobre la necesidad de efectuar estudios adicionales, su detalle, su requerimiento de fondos adicionales y otros.
4. **Estudio adicional de campo.** En esta fase se ejecutan los estudios adicionales de campo, para complementar la información recolectada y analizada.
  5. **Preparación del borrador del informe final.** Se puede decir que en el desarrollo del borrador se reiteran con mayor detalle las fases 2 y 3, con el fin de refinar la formulación y evaluación de los proyectos y programas identificados. De nuevo, se distinguen cuatro pasos:
    - Revisión y optimación de los planes preliminares. Muchos factores no se definieron detalladamente en la fase 3. Con respecto al uso de la tierra, se puede considerar el tipo y la extensión adecuada de las fincas, las mejores combinaciones de cultivo y ganado, la rotación de cultivos más apropiada y otros. En este momento, los planes individuales/sectoriales se deben integrar con la información aportada en la fase 4 y serán seleccionados conforme a los criterios preparados en la fase 3. Se formula el plan integrado, conforme a las estrategias tentativas de desarrollo, tomando en cuenta la interdependencia de los proyectos y su necesidad competitiva en cuanto a recursos e infraestructura.

En efecto, se deben optimar las variables para poder seleccionar el mejor plan. A veces se considera la aplicación de técnicas específicas, como la de programación lineal. Los economistas y los sociólogos deben analizar los resultados de esta optimación de las diferentes estrategias consideradas, con base en criterios relevantes (nivel de ingreso, empleo, producción de alimentos, requerimientos sociales, entre otros). Todo esto da como resultado una clasificación de la aplicación de las alternativas.

- Formulación de programas de acción. Se formulan los programas de acción conforme al plan seleccionado y con la colaboración de las agencias involucradas. Se describen e identifican los programas y proyectos, y se incluyen las estimaciones del costo de las inversiones específicas recurrentes y no recurrentes.

También, en forma tentativa, se incluye una planificación de los programas y proyectos y una estimación del personal requerido, entre otros. Los proyectos individuales pueden tener características muy diferentes: a) construcción de una presa y su correspondiente sistema de riego; b) reclamación de tierras; c) uso sostenible de la tierra; d) reforestación; e) manejo de bosques naturales; f) introducción de un servicio de extensión agrícola; g) organización e instalación de industria (agrícola); h) servicios públicos; y otros.

También, se debe pensar en la inclusión de recomendaciones en políticas y reglamentos, o sea, en la institucionalización de un marco administrativo mejor adaptado a la situación actual. Debe verificarse la consistencia de los componentes del plan final, de los programas y de los proyectos. Al final, por medio de un proceso de priorización, hay que distinguir actividades a largo, mediano y corto plazo.

- Desarrollo de borradores finales del plan, de los anexos y del resumen ejecutivo.
  - Discusión con el comité interdisciplinario para su análisis, comentario y aprobación. Esta es la última posibilidad para considerar ajustes finales hacia un producto aceptable, factible, manejable y acorde con el objetivo de desarrollo.
6. **Edición del informe final.** Para ello se debe realizar lo siguiente:
- Ajustes con base en recomendaciones anteriores del comité interdisciplinario.
  - Discusión con el comité interdisciplinario (según el caso).
  - Edición final, publicación y distribución.

## **Relación entre Planificación Regional y Planificación Operacional Gubernamental**

Se distingue el manejo horizontal, la "planificación horizontal", de la "planificación vertical" (Framework for regional planning in developing

countries 1980). El manejo horizontal analiza e integra varios aspectos del objeto de planificación en un nivel de administración o de gobierno específico, y puede presentarse a nivel nacional, regional o local.

La planificación vertical también se llama planificación sectorial y toma en cuenta un sector específico, como lo sería educación, salud, agricultura y otros.

También se distinguen dos aproximaciones: con la aproximación de abajo hacia arriba (*bottom to top*), los planes locales tienen su origen y su definición a nivel local. Estos planes pueden ser agregados en planes subregionales y regionales o en planes sectoriales, los cuales, a la vez, pueden formar parte de un plan nacional.

Con la aproximación de arriba hacia abajo (*top to bottom*), el plan nacional suministra el marco para trazar planes sectoriales o regionales y locales, y al final para establecer proyectos específicos.

En general, se necesita una buena correlación entre las dos aproximaciones para lograr un desarrollo sostenible. Con más iniciativa y participación desde los niveles bajos, se aumenta la probabilidad de que el proyecto sea adaptado.

En el inicio del proceso de planificación regional, normalmente existen algunas ideas y objetivos en cuanto al desarrollo deseado a nivel nacional, nivel de manejo, con respecto al uso de la tierra. Es tarea del planificador regional integrar los factores socioeconómicos y biofísicos de una región específica en un plan dirigido al uso potencial de estos factores, tomando en cuenta el contexto o marco nacional.

Hay que notar que en la mayoría de los países prevalecen los sistemas administrativos centralizados y sectoriales con una aproximación de arriba hacia abajo. En estos casos, los planificadores regionales deben proponer, como tarea importante, estructuras de manejo que estimulen iniciativas locales, desde el área afectada por el plan (de abajo hacia arriba).

Se puede mencionar aquí un caso típico ocurrido en el sureste de Asia, en un proyecto para la rehabilitación de un sistema de riego de arroz. Además de la rehabilitación de las obras físicas de este sistema, se tuvo que considerar la parte organizativa: ordenar la distribución del

agua y, por consiguiente, de todas las actividades relacionadas con la operación agrícola, es decir, de la siembra hasta la cosecha.

En otros tiempos, los ingenieros civiles y los canaleros ubicados en la oficina cantonal del Departamento de Riego ni siquiera tenían una representación dentro de la oficina de la administración del proyecto, mientras que los agrónomos del servicio de extensión, aunque sí estaban ubicados en la oficina, a su vez dependían de los programas nacionales de extensión, los cuales se dedicaban principalmente a aspectos agronómicos y no a aspectos de riego. Debido a que los canaleros no querían adquirir la responsabilidad de los extensionistas, se produjo un vacío en cuanto al manejo del agua a nivel de campo, lo que es fatal en la operación de cualquier sistema de riego.

Por ello, se recomendó la creación de una oficina para guiar el proceso de ordenación de la actividad de riego, tomando en cuenta las limitaciones del sistema y los deseos de los agricultores. La creación de esta oficina significó la institucionalización de un estrato de manejo dentro del sistema de riego, "rompió" en cierta medida las líneas verticales hacia la capital, y logró integrar mejor las actividades que eran cruciales para el manejo adecuado del sistema.

Mientras que el manejo de este tipo de riego normalmente es muy centralizado, es claro que no puede funcionar sin los propios agricultores. En efecto, fue necesario ajustar la organización y el programa del servicio de extensión agrícola, para facilitar la participación más directa de los agricultores en el manejo. Por otro lado, los agricultores fueron reorganizados en grupos según su campo, para posibilitar una comunicación eficiente con los extensionistas y, así, con los administradores del sistema.

La organización de los agricultores que permitió una comunicación de abajo hacia arriba produjo un diálogo institucionalizado crucial para el desarrollo y la constante actualización de planes ejecutables de riego.

## **Importancia de la Planificación Regional**

La planificación, o sea, la organización de las actividades para lograr algún objetivo, se llevó a cabo desde tiempos prehistóricos. Con objetivos más complejos se requería una planificación más compleja. Se puede pensar en la planificación operacional y logística de la conquista

y del manejo de los antiguos imperios del Cercano Oriente, del norte de Africa, de India, de China, como también de las civilizaciones precolombinas de América. La planificación operacional evolucionó en la planificación del desarrollo en la anterior Unión Soviética y en otros países centralistas, y en la planificación macro socioeconómica menos directa en otros países. La planificación del desarrollo, originalmente dirigida a la industrialización de la Unión Soviética, resultó en los famosos planes de cinco o diez años.

Se puede pensar también en la planificación estructural de las pirámides de Egipto y México (cuya construcción requirió también una elaborada planificación operacional) o de las catedrales de Europa y de los rascacielos de Estados Unidos. La planificación estructural, que involucra el espacio territorial, se ha desarrollado en la planificación urbana.

Con la planificación regional se busca planificar el desarrollo, básicamente socioeconómico, de una región específica, muchas veces dentro del contexto de un desarrollo nacional. Esta planificación se ha desarrollado tanto que al final resultó en una aproximación integral de todos los factores y posibilidades para un desarrollo regional. En *Framework regional planning in developing countries* (1980) se trata de dar un marco para este enfoque integral.

Sin embargo, en la práctica, se ha observado que a pesar de que este enfoque produce una gran cantidad de estudios ambiciosos e informes voluminosos, tiene la gran desventaja que son demasiado complejos para su ejecución en las circunstancias limitativas de la realidad. Además, son demasiado estáticos (tienden a dar demasiado desarrollo teórico con base en la situación específica de un momento). Por otro lado, se ha visto el desarrollo de proyectos muy pragmáticos, pero no muy integrados en un marco general. En muchas ocasiones, se ha observado la duplicación de esfuerzos y la falta de institucionalización, como consecuencias de este enfoque.

En la década de los setentas surgió la tendencia de buscar la solución intermedia. El enfoque *Themes Strategy and Projects* (TSP), por ejemplo, se ve en ese contexto (Bendavid-Val 1975). En general, estos enfoques sugieren que se ejecute la planificación en su sentido más amplio y profundo, cerca o en el área que se quiera afectar y que, a nivel nacional, se ocupan solo del diseño de estrategias generales como contexto. Estas

estrategias se desarrollan de acuerdo con ciertos temas de interés especial, decididos a nivel político.

En el caso de una iniciativa estatal hacia la mitigación de un problema específico, se puede sugerir el siguiente esquema general. Primero se analiza todo el problema (el tema), los problemas principales correspondientes, sus causas más importantes y específicas, entre otros, y se construye un diagrama relacional hasta llegar a las causas originales. El diagrama ofrece un modelo ilustrativo de la problemática en su totalidad y una primera oportunidad para observar la importancia relativa de cada subproblema. Después, para cada problema en el diagrama se desarrolla un objetivo —hacia los niveles de definición más precisos— que indique una tarea específica para su solución.

Luego de haber verificado la realidad del modelo, sobre la base de los objetivos se desarrolla una estrategia de acción, un "marco lógico", el cual después de un análisis de campo que estimule la participación local, enfatiza proyectos con posibles resultados cuantificables. A su vez, se califican los proyectos según el costo de su beneficio a corto, mediano y largo plazo, considerando sus efectos ambientales negativos como un costo real.

Aunque se logre un entendimiento global de todo el problema, según este enfoque, es reducida la cantidad de información específica que se requiere para lograr una primera acción correctiva o de desarrollo. Permite una acción rápida y un ajuste del esquema relacional según la experiencia lograda; y no se presta para justificar la implementación de obras principales, como embalses hidroeléctricos, grandes sistemas de riego, drenaje y otros.

Una guía teórica para este enfoque se desarrolló bajo el nombre Rapid Rural Appraisal (Diagnóstico Rural Rápido) a finales de la década de los setentas. En este contexto, Carruthers y Chambers (1981) señalan la necesidad de este enfoque pragmático pero, a la vez, rechazan soluciones "rápidas y sucias".

El enfoque requiere más experiencia de los técnicos que lo aplican y una conciencia continua de los prejuicios profesionales comunes que pueden guiar el proceso hacia resultados no óptimos. Según Chambers (1980), estos prejuicios profesionales poseen: a) dimensiones espaciales (enfatan sectores específicos: centros urbanos, regiones prósperas y lugares cercanos a carreteras asfaltadas, pero no a la periferia de los

pueblos, por ejemplo); b) dimensiones de proyecto (enfatan áreas servidas por proyectos especiales); c) dimensiones de personas (enfatan contactos con las elites rurales, con los hombres más que con las mujeres, con los adaptadores más que con los no adaptadores, con los usuarios de servicios y no con los no usuarios); y d) dimensiones de estación (se prefiere la estación seca, por ser más sana).

Para lograr diagnósticos "rápidos y limpios", Carruthers y Chambers (1981) sugieren la siguiente guía:

- Compensar perjuicios, como los mencionados anteriormente. Por introspección, identificar y compensar los perjuicios probables en las visitas al campo, en la aplicación de encuestas y en la selección de fuentes y tipos de información.
- Observar en forma directa y atentamente buscando lo inusual y tratar de experimentar el mismo fenómeno de diferentes maneras.
- Aplicar la información existente. Buscar e investigar registros e informes existentes, encontrar informantes principales, organizar su interacción constructiva y usar muestras de la información existente.
- Entrevistar en forma creativa. Entrevistar individuos o grupos en forma guiada pero flexible, y aplicar los cuestionarios fijos solamente en asuntos muy específicos o de verificación.
- Aplicar indicadores indirectos. Identificar indicadores (considerando las sugerencias de la población local), los cuales reflejan el estado de estos aspectos o tendencias, por su relación interdependiente con aspectos o tendencias más complejas o a largo plazo.
- Combinar los conocimientos de varias disciplinas. Organizar interacciones entre las disciplinas con el fin de acelerar y mejorar los conocimientos generados.
- Combinar los diferentes métodos y fuentes. Hacer un uso múltiple y eficiente de las acciones del diagnóstico.

## **Manejo Descentralizado**

También se puede institucionalizar la planificación horizontal para lograr un manejo permanente a nivel regional, como se ha procurado en varios países de Africa, Asia y América Latina. En otras palabras, se puede descentralizar el poder ejecutivo (el manejo) hacia niveles subnacionales, sin que estos nuevos estratos administrativos pierdan el contacto con el contexto nacional (Conyers 1981). En el capítulo 10 se desarrollará más este aspecto.

## **Conclusión**

Como se señaló en el capítulo 2, en muchas partes del mundo industrializado, cuando surgieron los problemas del manejo regional causados por el crecimiento de la población y por la urbanización con sus demandas de espacio y recursos, surgieron también los planes para su solución. Este tipo de planificación regional, de ordenación estructural, enfatiza el buen uso del espacio territorial y de los recursos naturales en general. Por el estado actual de los recursos naturales en América Central y por su difícil recuperación, urge la incorporación de una buena planificación del uso de la tierra, manejado y coordinado con el criterio de sostenibilidad permanente.



## CAPITULO 5

### Evaluación de las Tierras y de su Uso



## **Introducción**

La actividad clave para una planificación del uso de la tierra en una región es la evaluación de las tierras y de su uso. En este capítulo se presenta una introducción de esta actividad en general, de la labor de clasificación en particular y, más específicamente, de clasificación por capacidad de uso de las tierras, suministrada por Klingebiel y Montgomery (1961). Este sistema, publicado por el Servicio de Conservación de Suelos del USDA en el Agricultural Handbook 210 (Manual 210), ha sido el ejemplo principal para muchos sistemas similares que se desarrollaron después en muchas partes del mundo.

## **Evaluación de Tierras**

Se puede definir la evaluación de tierras como la actividad que describe e interpreta aspectos básicos de clima, vegetación, suelos y de otros aspectos biofísicos y socioeconómicos, con el objeto de identificar usos probables de la tierra y compararlos con el rendimiento estimado de su aplicación sostenible (Richters 1987). Esta es una definición moderna en la que se destaca el acercamiento positivo, o sea, hacia un uso deseado.

Actualmente, existe una mayor distinción entre la actividad de evaluación y la de clasificación. Esto se debe a que las clasificaciones han mostrado tener una vigencia temporal limitada. Con el tiempo y con el avance de la tecnología, la metodología para lograr una clasificación (la evaluación propia) ha ganado más importancia que la misma clasificación (final). Antes de desarrollar con más detalle la idea moderna de evaluación, hay que retroceder un poco en el tiempo.

## **Clasificación de Suelos**

La clasificación más general de tierras es la geográfica. En esta clasificación se consideran todos los parámetros estables y menos

estables que, en conjunto, describen las características básicas de la tierra, por ejemplo: geología, geomorfología y pendiente, clima, suelo, agua, vegetación, fauna y actividades humanas; esta es una descripción actual. También existen clasificaciones más específicas que describen la ocurrencia espacial de un aspecto con más detalle. Un ejemplo clásico lo constituyen las diferentes clasificaciones de suelos<sup>17</sup>.

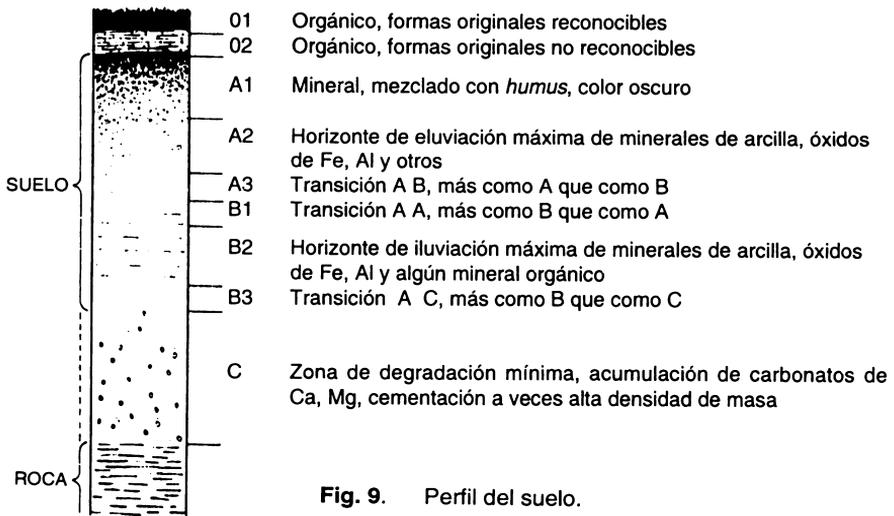
El suelo es un cuerpo tridimensional que ocupa la parte exterior de la corteza del planeta, con propiedades diferentes a las del material de piedra que está debajo, como resultado de las interacciones entre clima, organismos vivientes (inclusive, el hombre), material parental y pendiente, durante períodos determinados. Un suelo se distingue de otros según sus características internas, pendiente, microtopografía y pedregosidad de la superficie.

El objetivo general de una clasificación de suelos es aclarar la distribución de las variaciones en el suelo, vista en el contexto de su

---

17 Desde el inicio del siglo XIX, se han tratado de zonificar tierras de acuerdo con su valor y uso, en función de la distancia del mercado para su producto, o sea, con respecto a sus características biofísicas y sociales. En este contexto, Johann Heinrich Von Thünen publicó por primera vez en 1826 su libro *El Estado Aislado y su Efecto sobre la Agricultura y la Economía Nacional (Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie)*, en el que considera el Estado totalmente autodependiente; además, señala que el factor más determinante para el valor y el uso de la tierra (el costo del transporte hacia el mercado) fue proporcional a la distancia del mercado y que los otros costos de producción, excepto el del transporte, eran constantes. En consecuencia, para cierto uso de la tierra, el rendimiento neto disminuye cuando la distancia hacia la ciudad aumenta. Por otro lado, la reducción del rendimiento con más mayor distancia del mercado es más grande para productos voluminosos de poco valor o poco durables, que para productos que no tienen esas características. Cuando las decisiones del uso de la tierra solo se efectúan con base en el criterio de Von Thünen, el patrón resultante será de zonas circulares y concéntricas alrededor de la ciudad con, por ejemplo, producciones de hortalizas y de leche, seguido por las producciones de madera, agrícola intensiva, agrícola extensiva y, finalmente, extensiva de ganado para carne. Aunque el tipo de análisis de Von Thünen mantiene su valor (Griffin 1978), la variabilidad espacial de las características de la tierra, las estructuras de tenencia de la tierra, la presencia o ausencia de infraestructura vial y la reducción del costo del transporte desde el punto de vista de Von Thünen son factores que intervienen en el desarrollo de las zonas correspondientes. Como se ha visto, la ciudad no es una entidad estática y también su desarrollo presenta un efecto muy marcado sobre el valor y el uso de la tierra en sus alrededores. Sinclair (1967) desarrolló un modelo que incorpora el efecto negativo sobre el uso de las tierras, todavía agrícolas, en los alrededores inmediatos de la ciudad (Mather 1986).

desarrollo, como consecuencia de la interacción de los factores de su formación. Los suelos se clasifican según sistemas taxonómicos (del lat. *taxis*, orden y *nomos*, ley, o sea, según su formación natural). Normalmente, los suelos se agrupan en estas categorías taxonómicas, según las características de sus perfiles, como consecuencia de la etapa de su desarrollo (clasificación pedogenética). Un perfil de suelo es una sección vertical que muestra normalmente varios estratos u horizontes indicativos y a veces el material parental (Figura 9).



**Fig. 9.** Perfil del suelo.

**Fuente:** Adaptación del autor.

A Dokuchaiev, de Rusia, se le acreditó la primera clasificación natural de suelos (cerca de 1900) y actualmente se han desarrollan y utilizan varios sistemas en diferentes países; pero el sistema más conocido en gran parte del mundo es del American Soil Survey Staff. En 1960 se produjo un nuevo sistema, mundialmente conocido como la séptima aproximación. En 1975, surgió una nueva versión llamada la octava aproximación, que actualmente es el sistema usado en Estados Unidos.

El sistema del American Soil Survey es jerárquico y se desarrolla con base en categorías generales dirigidas hacia un gran número de categorías muy específicas según la realidad del campo. Se distinguen las siguientes:

- Orden.
- Suborden.
- Gran grupo o grupo mayor.

- Subgrupo.
- Familia.
- Serie.
- (Fase).

Las primeras dos categorías se distinguen por tipo y etapa de desarrollo pedogenético. La tercera categoría está definida por la presencia o ausencia de horizontes diagnóticamente significativos. Las categorías subsiguientes son muy semejantes y solo se distinguen en aspectos muy particulares (ILACO 1981). Como en la clasificación geográfica general, estas clasificaciones de suelo son descriptivas.

## **Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras**

Según Klingebiel y Montgomery (1961), la información de los mapas de suelos —resultado de, por ejemplo, el sistema de clasificación descrito anteriormente— debe ser explicada de manera que tenga sentido para el usuario de la tierra. Así, los mapas de suelos pueden ser interpretados por:

1. Clases individuales de suelos en el mapa.
2. Grupos de suelos que se comportan de manera similar con respecto a un manejo o tratamiento particular.

De esta manera y con base en sistemas anteriores de clasificación, con fines de un mejor uso de la tierra, Klingebiel y Montgomery publicaron, en 1961, el famoso sistema de clasificación por capacidad de uso de las tierras. Este sistema es el resultado de un desarrollo del pensamiento en Estados Unidos y en otros países. Se puede mencionar, por ejemplo, la clasificación desarrollada en el Estado de Tennessee (Hendricks 1936, en Graham 1944) que tenía 10 clases: las clases 1, 2 y 3 para la agricultura anual intensiva; la 4 para cultivos con rotación de 7 a 10 años, con el propósito de mantener la fertilidad del suelo; las 5 y 6 para pastos; las 7 y 8 para bosques; la 9 para aquellos terrenos que después de ser drenados podrían clasificarse como de clase 1 ó 2; y la 10 para otras tierras de monte o usadas por su espacio físico.

También existe una clasificación por capacidad de uso de las tierras, muy similar al sistema de Klingebiel y Montgomery, la cual fue publicada en 1940 y 1943 (Graham 1944). Para Inglaterra, Hudson (1971) señala

que Jacks en 1946 publicó un estudio comparativo de varios sistemas de clasificación para "la planificación del uso de la tierra" en Inglaterra. Otro ejemplo es el sistema desarrollado por el United States Bureau of Reclamation, en 1953, relacionado con la planificación del riego.

Primero se destaca que la clasificación por capacidad, según Klingebiel y Montgomery (1961), es un agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas.

La clasificación por capacidad comienza por la distinción de las unidades de mapeo. Una unidad de mapeo es una porción del suelo que tiene características similares y cuyos límites son fijados por medio de definiciones precisas. Por otro lado, la clasificación distingue dos grupos de suelos:

1. Los suelos arables, los cuales se agrupan de acuerdo con su potencialidad y limitaciones para obtener una producción continua de los cultivos comunes que no requieren condiciones o tratamientos particulares.
2. Los suelos no arables, los cuales no son adecuados para una producción continua y de largo tiempo, se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones para la producción de vegetación permanente y de acuerdo con los riesgos de destrucción o daños, si son mal manejados.

Esta clasificación por capacidad fue diseñada para lo siguiente:

1. Ayudar a los usuarios de tierras y a otros en la interpretación y uso de los mapas de suelos.
2. Permitir ciertas generalizaciones con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones de uso y problemas de manejo.

El agrupamiento, según la capacidad de los suelos, primero se realiza sobre la base de su capacidad para producir plantas cultivadas comunes y pastos por un período largo, sin que esto cause un deterioro. El motivo principal de esta clasificación es evitarle daños al suelo. Asimismo, esta clasificación por capacidad presenta tres categorías de grupos de suelos: unidades, subclases y clases.

Un miembro de la primera categoría, o sea, una unidad, constituye un agrupamiento de suelos que tiene aproximadamente las mismas respuestas a sistemas de manejo de plantas cultivadas y pastos comunes. La producción agrícola es, entonces, uno de los criterios significativos para establecer esta unidad de capacidad, dentro de la clase. Las estimaciones de la producción sostenible de los cultivos, adaptados a los suelos individuales dentro de la unidad y bajo condiciones comparables de manejo, no pueden variar más allá de 25%; si hubiese una variación mayor, se deberán distinguir diferentes unidades. Aquí se trata de niveles relativos de producción.

En teoría, inicialmente existe una clara distinción entre las unidades de mapeo o las unidades físicas del terreno y las unidades de capacidad. Las unidades de capacidad se refieren no solamente a la homogeneidad del suelo, sino también al efecto que su condición tiene sobre la sostenibilidad de la producción del cultivo. Con la aplicación de criterios para la definición de la capacidad de uso, las unidades de mapeo se redefinen como unidades de capacidad. O sea, al final las unidades de mapeo son las mismas que las de capacidad. Con frecuencia, una unidad es equivalente a una "serie" de suelos en el sentido pedológico, pero esto no siempre es así.

La subclase es un agrupamiento de unidades de capacidad que poseen factores similares en cuanto a limitaciones y riesgos. Se reconocen cuatro tipos de limitación: a) erosión; b) humedad; c) limitación en la zona radicular en relación con la salinidad, por ejemplo; y d) clima.

La tercera y más alta categoría en la clasificación agrupa todos los suelos en ocho clases de capacidad. Los riesgos de daños al suelo o las limitaciones en su uso se hacen progresivamente mayores de la clase 1 a la 8.

Los suelos en las primeras cuatro clases, bajo buenas condiciones de manejo, son capaces de producir cultivos adaptados a su condición, tales como árboles, pastos y cultivos comunes (anuales). Los suelos en las clases 5, 6 y 7 son adecuados para el uso de plantas nativas adaptadas (permanentes). Algunos suelos en las clases 5, 6 y 7 también son capaces de producir cultivos especializados, como frutales y ornamentales, e incluso cultivos agronómicos y de hortalizas, bajo prácticas intensivas de manejo que comprenden prácticas elaboradas para conservación del suelo y del agua. De hecho, estas prácticas aumentan la capacidad de uso, lo cual indica que esta no es una

característica tan estática inherente en las aplicaciones de este sistema de clasificación. En las simplificaciones del sistema, desarrolladas después, generalmente se excluye o se subestima este aspecto de flexibilidad. Los suelos en la clase 8 no pagan los gastos de manejo para cultivos, pastos o árboles, sin efectuar mayores prácticas de recuperación o protección.

Con la discusión de las categorías (unidades, subclases y clases), se ha efectuado la presentación original de este sistema. En la práctica, sin embargo, se aplicaron principalmente solo las ocho clases mayores. Hudson (1971), por ejemplo, encontró que las subclases solamente tienen aplicación en el contexto de las clases 2, 3 y 4. Por otro lado, de los países que han aplicado este sistema, Estados Unidos fue el único con suficiente información disponible para hacer la distinción de las unidades de capacidad.

Como excepción, el Catastro de Honduras recientemente inició en algunas partes de ese país la aplicación de una versión completa del sistema (Manual 210) hasta el nivel de unidades, no tanto para influir en el uso de la tierra, sino para poder asignar algún valor a los diferentes predios.

Aunque el Manual 210 da una descripción de las ocho clases, no brinda criterios fijos para su determinación. La clasificación por capacidad es interpretativa, basada en los efectos de cierto uso sobre el suelo. Es importante notar que por uso se entiende principalmente la cobertura que se le da al suelo. Así, el Manual le permite al usuario definir sus propios criterios.

En Estados Unidos el Soil Survey Manual (Agricultural Handbook 18 o Manual 18), publicado en 1951 y revisado en 1962, puede ser usado junto con el Manual 210, aunque no fue desarrollado para tal fin. Este Manual 18 se encuentra en constante proceso de revisión parcial, pero no tiene una edición completa reciente. Analizándolo más detalladamente, en él aparecen diferencias entre una situación y otra, vistas en espacio y en tiempo. Según Salgado (1987), la Oficina de Catastro de Honduras se basa en los conceptos de Kliengebiel y Montgomery (Manual 210) y aplica los criterios específicos de Marín (1971).

Como se indicó, el sistema de Klingebiel y Montgomery tiene como objetivo principal minimizar los procesos de la erosión del suelo, o sea,

protegerlo del efecto negativo provocado por el hombre. En este sentido, existe una analogía con la primera etapa del desarrollo de la planificación regional en general.

Puesto que solo se aplicó la categoría más gruesa de la clasificación, o sea, las ocho clases, sin definir los usos localmente relevantes de la tierra, se enfatiza la vulnerabilidad del suelo y se deja de lado su productividad. En realidad, las ocho clases en sí no dicen mucho sobre fertilidad o productividad y puede ser que, en algunos casos, un suelo de clase 2 produzca más que uno de clase 1. Se puede pensar en el tabaco, que tiene mejores niveles de producción en suelos livianos y en terrenos ondulados, los cuales normalmente se clasifican en clase 2 ó 3 (Hudson 1971). Más conocido es el caso del arroz bajo riego, o sea, cultivado en terrazas inundadas, el cual se realiza con mejor éxito sobre suelos con "fuertes problemas" de drenaje. Sin embargo, las ocho clases indican que, para mantener el suelo a largo plazo, hay que tener más cuidado con un suelo de clase 2 que con uno de clase 1. O sea, debe buscarse una mejor y más permanente cobertura para los suelos de las clases mayores.

El sistema de clasificación ha tenido gran popularidad y en algunos casos se amplió su nombre a "sistema de clasificación de la capacidad productiva de la tierra". En otros casos, se ha hablado que con los suelos de la clase 1, por ejemplo, no solo se logra una producción más alta, sino también un rendimiento mayor. Aunque en un nivel muy general este puede ser el caso, a nivel de campo la capacidad productiva depende por lo menos del uso de la tierra y del clima, y el rendimiento depende del sistema de producción (o de uso), de la infraestructura física e institucional, del mercado y de otros.

Entonces, capacidad de uso se refiere solo a un nivel máximo de aplicación del recurso suelo, sin que este se deteriore, con una tasa más grande que la tasa de su formación. En este contexto, el deterioro del suelo se refiere sobre todo al arrastre y transporte hacia abajo de la pendiente de partículas de suelo por la acción del agua precipitada, es decir, a la erosión hídrica.

### ***Deterioro del Suelo***

Se presume que en la situación natural existe un equilibrio entre la formación del suelo y su deterioro. Este equilibrio se puede perder por razones naturales (climatológicas o geomorfológicas) o por razones

antrópicas. No cabe duda de que en América Central se pueden esperar grandes desequilibrios naturales hacia más deterioro que formación del suelo, en lugares y tiempos específicos, debido a su actividad tectónica. Sin embargo, en general las actividades humanas son las que causan el deterioro acelerado. En consecuencia, el deterioro acelerado es un resultado de la interacción entre la actividad humana y el ambiente.

El Proyecto UNEP/ISRIC para la Determinación Global del Deterioro del Suelo (GLASOD), cuyo objetivo era la concienciación de los decisores y políticos en cuanto al peligro del manejo inapropiado de la tierra y del suelo para el bienestar global y el desarrollo de una base para el establecimiento de prioridades para programas de acción, definió el deterioro acelerado del suelo como "un proceso que describe los fenómenos, inducidos por el hombre, los cuales disminuyen la capacidad presente o futura del suelo para sostener la vida humana" (Oldeman 1988).

El Proyecto GLASOD distingue el deterioro del suelo del deterioro de la tierra. El último se refiere al deterioro del ambiente en general y al deterioro del ecosistema en particular. Esto tiene un efecto destacado sobre el deterioro del suelo. En cuanto al deterioro del suelo se distinguen dos categorías. La primera trata el arrastre y el transporte de material del suelo. Este proceso tiene un efecto local, en la finca, que antes se denominaba erosión, y un efecto a distancia que antes se llamaba sedimentación. La segunda categoría se refiere al deterioro interno del suelo. El deterioro del suelo en general fortalece el deterioro de la tierra.

### Deterioro por Arrastre y Transporte de Material del Suelo

#### *Erosión hídrica*

En el lugar:

- Pérdida de la capa fértil del suelo.
- Deformación de la superficie del terreno fuera del lugar.

Fuera del lugar:

- Sedimentación de embalses, lagos y puertos.

- Inundaciones, incluyendo la sedimentación de cauces, la erosión de las orillas del río y el depósito excesivo de sedimentos en las tierras planas.
- Destrucción de corrales, de criaderos de mariscos y de alga marina.

### *Erosión eólica*

En el lugar:

- Pérdida de la capa fértil del suelo.
- Deformación de la superficie del terreno.

Fuera de lugar:

- Deposición de material.

Deterioro Interno del Suelo

### *Deterioro químico*

- Pérdida de nutrimentos.
- Contaminación y acidificación.
- Salinidad.
- Discontinuidad de fertilización por inundación.
- Otros problemas químicos.

### *Deterioro físico*

- Costración y sellamiento de la capa del suelo.
- Compactación por maquinaria o animales pesados.
- Deterioro estructural por sales Na (y Mg).
- Deterioro de características hidrológicas por saturación e inundación.
- Aridificación.
- Hundimiento de suelos orgánicos por drenaje y oxidación.

### *Deterioro biológico*

- Desequilibrio en la actividad microbiológica en la capa superior del suelo por cambios drásticos en el ecosistema o por el énfasis exagerado en la aplicación de fertilizantes químicos (Oldeman 1988).

Aunque la intensificación de la agricultura ha tenido su efecto, de la lista anterior se infiere que también el conocimiento de los procesos en el suelo aumentó de tal forma que actualmente se entiende por deterioro del suelo mucho más que los procesos relativamente sencillos de erosión. Consecuentemente, el concepto de capacidad de uso requiere una revisión. A pesar de que en relación con un proceso de deterioro en particular el suelo puede tener cierta resistencia —justificando de algún modo una clasificación por capacidad— con respecto a todos los procesos de deterioro en conjunto este concepto pierde su validez. Al final depende de las características detalladas del uso y de la capacidad del suelo para sostenerlo.

Por su importancia en la región, a continuación se explica el proceso de la erosión hídrica<sup>18</sup>: una expresión más precisa de lo que causa la erosión hídrica se encuentra en la ecuación universal de la pérdida del suelo, *universal soil-loss equation* (USLE) (Wischmeier y Smith (1978). En esencia, esta ecuación distingue las variables más importantes en el proceso de la erosión hídrica y sugiere que la multiplicación del efecto de estas dé como resultado la cantidad total del suelo perdido. Como variables se distinguieron:

- Pérdida del suelo, como resultado de los demás factores.
- Erosividad de la lluvia, o sea, capacidad de una tormenta para causar la erosión, como resultado de su energía cinética total, multiplicada por su más alta intensidad en treinta minutos ( $E \cdot I_{30}$  o  $EI_{30}$ ).
- Erodibilidad del suelo, es decir, su susceptibilidad para la erosión hídrica.
- Longitud de la pendiente de la superficie del suelo.
- Gradiente de la pendiente de la superficie del suelo.

---

18 Los factores principales de la erosión eólica son: velocidad del viento, sequedad y aspereza del suelo (Hudson 1971).

- Manejo general del suelo, su cobertura.
- Realización de prácticas de conservación del suelo.

Para poder expresar el efecto de cada variable con un número, hay que medirlo. Una contribución de Wischmeier y Smith (1978) fue el diseño de una parcela estándar sobre la base de las dimensiones, aplicadas con frecuencia en muchas estaciones experimentales en Estados Unidos. La parcela estándar diseñada por Wischmeier y Smith tiene un tamaño de 0.01 acre (40.47 m<sup>2</sup>) y un ancho de 6 pies (1.83 m) sobre una pendiente uniforme de 9% en sentido longitudinal. Como consecuencia de las medidas mencionadas, tiene una longitud de 72.6 pies (22.13 m). La parcela se labora hacia arriba y abajo de la pendiente y debe estar bajo barbecho continuo durante dos años antes de que se inicie la toma de datos.

Tomando las dimensiones y el manejo de la parcela estándar como constantes (o sea con valor 1), todavía hay tres variables por establecer, a saber: la erosividad de la lluvia (R), la erodibilidad del suelo (K) y la pérdida del suelo mismo (A). Como ecuación básica se estableció (Hudson 1971):

$$A = R \cdot K$$

Las variables A y R se pueden medir así: A es el suelo que se capta abajo de la parcela estándar y R es la energía cinética de la tormenta, o sea, el producto de su masa total y su energía al llegar al suelo, multiplicado por su más alta intensidad en un período de treinta minutos (por dos, para llegar a un valor en pulgadas o centímetros por hora)<sup>19</sup>. Conociendo A y R se puede derivar el valor de K, como se hizo para los suelos principales en Estados Unidos. Según Wischmeier *et al.* (1971), en Mora (1987), la erodibilidad del suelo depende del porcentaje de limo

---

19 Con referencia a registros de pluviógrafo, se calcula para la tormenta la intensidad de la lluvia en períodos de quince minutos, por ejemplo, y se expresa su valor en milímetros por hora(i). Para cada intervalo de quince minutos se calcula la energía cinética mediante la fórmula:  $e = 0.119 + 0.0873 \log_{10}(i)$ . E es la suma de todos los valores de e de la tormenta y se expresa en MJ/ha/mm. El valor de E se multiplica con el  $I_{30}$ —la intensidad de la lluvia en los treinta minutos de la tormenta en que cae más agua, multiplicado por dos— para llegar al  $EI_{30}$ . (En Rodesia, el actual Zimbabwe, Hudson (1971) encontró una mejor correlación excluyendo los valores de e, calculados con un  $i < 25$  mm/h y excluyendo el  $I_{30}$ . En vez de  $EI_{30}$  él habló de  $KE < 25$ ).

más arena muy fina, el porcentaje de arena mayor de 0.1 mm, el contenido de materia orgánica, la estructura y la conductividad hidráulica bajo saturación.

Incluyendo las otras cuatro variables la ecuación completa es la siguiente:

$$A = R * K * L * S * C * P,$$

en la cual, entonces:

- A = La pérdida de suelo calculada por unidad de área, expresada en las unidades seleccionadas para K y para el período seleccionado para R. En la práctica, estas unidades son generalmente seleccionadas de manera que el valor de A se obtiene en toneladas por acre o por hectárea por año.
- R = Factor de la lluvia (y escorrentía) que es el número de unidades del índice de erosividad de la lluvia (más un factor por escorrentía después del deshielo o de la aplicación de agua, cuando tal escorrentía es significativa). Como se observó en el capítulo 1, en América Central el factor R máximo puede llegar a ser hasta tres veces este factor medido en Estados Unidos.
- K = Factor de erodibilidad del suelo que es la tasa de pérdida de suelo por unidad de índice de erosión para un suelo específico, tal como se mide en una parcela estándar de 22.13 m de longitud con pendiente uniforme de 9% y bajo barbecho continuo.
- L = Factor de longitud de pendiente que es la relación entre la pérdida de suelo desde la longitud de la pendiente del campo y la de una pendiente con 22.13 m de longitud bajo idénticas condiciones.
- S = Factor de gradiente de pendiente que es la relación entre la pérdida de suelo desde la gradiente de la pendiente en el campo y la pérdida de suelo desde una pendiente con 9% de gradiente, con todas las otras condiciones idénticas.
- C = Factor de manejo y cobertura que es la relación entre la pérdida de suelo desde un área con cierta cobertura y manejo

específicos y la pérdida desde un área exactamente igual pero bajo barbecho continuo.

P = Factor del método de control de erosión que es la relación entre la pérdida de suelo con una práctica de control de la erosión —como la siembra a contorno, en fajas o en terraceo— y la pérdida que ocurriría con un laboreo y siembra a favor de la pendiente.

Como se ha dicho, en la parcela estándar el valor de las últimas cuatro variables es 1. Los valores para L y S pueden llegar a ser mayores o menores que 1, dependiendo de si las pendientes son más o menos largas y fuertes que los 22.13 m y 9%. El valor de la variable P normalmente es inferior a 1, por ser la práctica de manejo en la parcela estándar casi la peor que puede ocurrir. Valorar el variable C es mucho más complejo, básicamente por ser tan cambiante no solo en el espacio, sino también en el tiempo.

En Estados Unidos es posible referirse a tablas para obtener una idea de los valores locales de las variables y, entonces, de la pérdida que pueden sufrir los suelos bajo ciertas circunstancias (ver la nota 6) En otras regiones, como en América Central con toda su variación física, falta mucha información y experimentación consistente al respecto, a pesar de algunos esfuerzos notables.

De la anterior ecuación se deduce que la tasa de erosión hídrica está determinada por un gran número de factores. Es importante notar que la ecuación se refiere a las formas relativamente ligeras o superficiales de erosión y no incluye la pérdida causada por deslizamientos o cárcavas. También es importante considerar esta característica, especialmente cuando se busca aplicar la ecuación a nivel regional. Cuando la región demuestra mucha variabilidad en cuanto a los factores de la ecuación, se seleccionan subregiones más homogéneas.

En la ecuación, el elemento humano, factor antrópico, se expresa en los factores C y P. Específicamente, el factor de la cobertura del suelo (C) es determinante en la erosión que resulta del uso. Cuando el sistema de producción no permite una cobertura completa y permanente, las medidas para evitar la erosión se dirigen a la reducción de la longitud de la pendiente por medio del cultivo en contorno, por ejemplo, o a la reducción de la gradiente (y de la longitud) de la pendiente mediante de terrazas.

Desde 1985, ingenieros del USDA y cooperadores científicos han tratado de refinar la ecuación universal USLE, según las realidades en los Estados Unidos y una mayor cantidad de información disponible al respecto, y llegaron a una versión revisada y computarizada que llamaron Revised USLE o RUSLE (Renard 1992). La RUSLE reconoce una disminución del factor R en situaciones donde la lluvia y la pendiente causan inundaciones del suelo, una variación en el año del factor K, variabilidad de pendientes en la zona estudiada, subfactores del C y una mayor disponibilidad de información, tanto climática como del efecto del uso de la tierra y de las prácticas de conservación.

Paralelamente, el Proyecto para la Predicción de la Erosión Hídrica (WEPP), también desde 1985 ha tratado de considerar mejor las realidades y variabilidades del campo, de la cuenca hidrográfica o de cualquier reja topográfica, hasta llegar a modelos de simulación computarizados (Lafren y Flanagan 1992). Para usar y desarrollar este tipo de enfoque aplicando modelos de simulación, primero se requiere una buena base de información confiable.

Volviendo al tema principal de este capítulo, la clasificación de la capacidad de uso de Klingebiel y Montgomery, vale recordar que esta tiene como finalidad expresar y generalizar la vulnerabilidad actual de los suelos a la erosión hídrica y no la tasa actual de un suelo específico, como pretende la ecuación.

Desde un acercamiento puramente "suelero" y solo en los últimos años, en las modificaciones locales del sistema de Klingebiel y Montgomery se ha tomado en cuenta el factor antrópico pero de forma muy preliminar, con una distinción sencilla entre "agricultura tradicional" y "agricultura avanzada", por ejemplo. Porque la erosión acelerada se refiere específicamente al efecto humano (antrópico) sobre el suelo, es importante dar más atención a este factor crucial.

En general, el genio humano puede adaptarse a una gran variedad de circunstancias, aun cuando estas se refieren a los recursos naturales, con toda su variedad y a veces extremidad de condiciones. Esta potencialidad humana no cambia el hecho de que una unidad de suelo es más vulnerable a la erosión o a la degradación que otra. Solamente indica que, con prudencia, el hombre puede manejar y aprovechar las unidades de suelo, incluso de las más vulnerables. Entonces, es un error generalizar y delimitar los usos posibles en cada unidad, clasificada según su vulnerabilidad actual (cultivos anuales, perennes, pastos, sistemas

agroforestales, bosque). Este error también se nota cuando un uso, adecuado según la clasificación por capacidad de uso, causa la erosión acelerada por su mal manejo o por otro tipo de deterioro no contemplado en el sistema de clasificación aplicado (lavado de nutrientes del suelo, compactación y otros).

En efecto, la sugerencia de aplicar ciertos usos específicos en las áreas clasificadas por su diferente vulnerabilidad actual puede solamente referirse a una realidad específica y no se debe entenderse en un sentido absoluto.

En realidad, las clases de uso se refieren principalmente a cierto nivel de tecnología, con el cual se sugiere un uso menos intensivo para los suelos más vulnerables. Esto no excluye la posibilidad de que con más tecnología y con la aplicación de las medidas anteriormente mencionadas los suelos más vulnerables se pueden manejar con éxito y en forma sostenible. Más tecnología requiere un esfuerzo adicional, el cual muchas veces se traduce en su proyección hacia el mercado y en un precio mayor para el producto. En otras palabras, el mercado natural (o artificial, es decir, subsidiado) hasta cierto nivel determina el uso que se puede dar a las diferentes clases de vulnerabilidad actual.

### ***Subuso, Uso a Capacidad, Uso Potencial y Sobreuso***

Con la aplicación de los sistemas de clasificación del tipo anteriormente descrito, también surgieron caracterizaciones como: "subuso", "uso a capacidad", "uso potencial" y "sobreuso". El uso actual es lo que sucede en la actualidad en el campo. Con un sistema de clasificación por capacidad se pretende determinar la supuesta capacidad de uso. La discrepancia entre el uso actual y la capacidad de uso indica si hay un subuso, uso a capacidad (no discrepancia) o un sobreuso.

La definición de sobreuso es bastante obvia: uso que causa la erosión acelerada. En algunas instancias también se distingue la categoría subuso, con la cual se indica la responsabilidad del usuario de la tierra para lograr un uso, quien aprovecha la supuesta capacidad máxima del suelo. El sistema desarrollado por el Centro Científico Tropical para Costa Rica se refiere más detalladamente a este aspecto. Por ahora, es relevante mencionar que otros autores, notablemente Sheng (1986), no van más allá del objetivo de conservar al recurso suelo. Para estos autores todo uso fuera de la definida categoría sobreuso es un "uso correcto".

El uso potencial se define como el uso virtualmente posible con base en la capacidad (biofísica) de uso y las circunstancias socioeconómicas. En este contexto, el uso potencial indica el nivel hasta el cual se puede realizar un uso según la supuesta capacidad del suelo, bajo las circunstancias locales y actuales. Entonces, aquí el uso potencial es menos intensivo o de igual intensidad que el uso a capacidad, pero nunca más intensivo (se supone que la vulnerabilidad del suelo es una característica fija, pero se ha visto que no es así). En la Figura 10 se muestra una aplicación de las categorías. En la conclusión del capítulo 6 se describen los sistemas que se derivan del actualmente discutido.

De hecho, cuando las clases de Klingebiel y Montgomery se entienden como clases de vulnerabilidad actual del suelo y si los usos propuestos en cada clase se deben tomar solo como guía general, toda extensión teórica con base en estos usos, que al mismo tiempo supone o propone su aplicación rigurosa, exagera su importancia y tiende a perder justificación. No hay que olvidar que las cualidades de los suelos clasificados muchas veces fueron el efecto de su uso pasado por parte del hombre, hasta cierto nivel por lo menos.

## **Objetivos de una Evaluación de las Tierras y de su Uso**

A continuación se distinguen los objetivos para la actividad de la evaluación:

- La valoración neutral o positiva de las tierras, en el sentido amplio del catastro (Marín 1971) o en sentido específico del valor ambiental para la producción de ciertos cultivos. Para ello, considérese el Proyecto Benchmark Soils, el Proyecto de Producción de Granos Básicos en Centroamérica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica, el Proyecto de Zonas Agroecológicas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Tosi (1981), CCT (1985) y Tablas (1986).
- La protección y recuperación de tierras frágiles, como primera orientación hacia una acción al respecto (Sheng 1986; Michaelsen 1977; Tosi 1981; CCT 1985; Tablas 1986).
- La implementación de usos deseados (Sistema para la evaluación de la tierra, FAO).

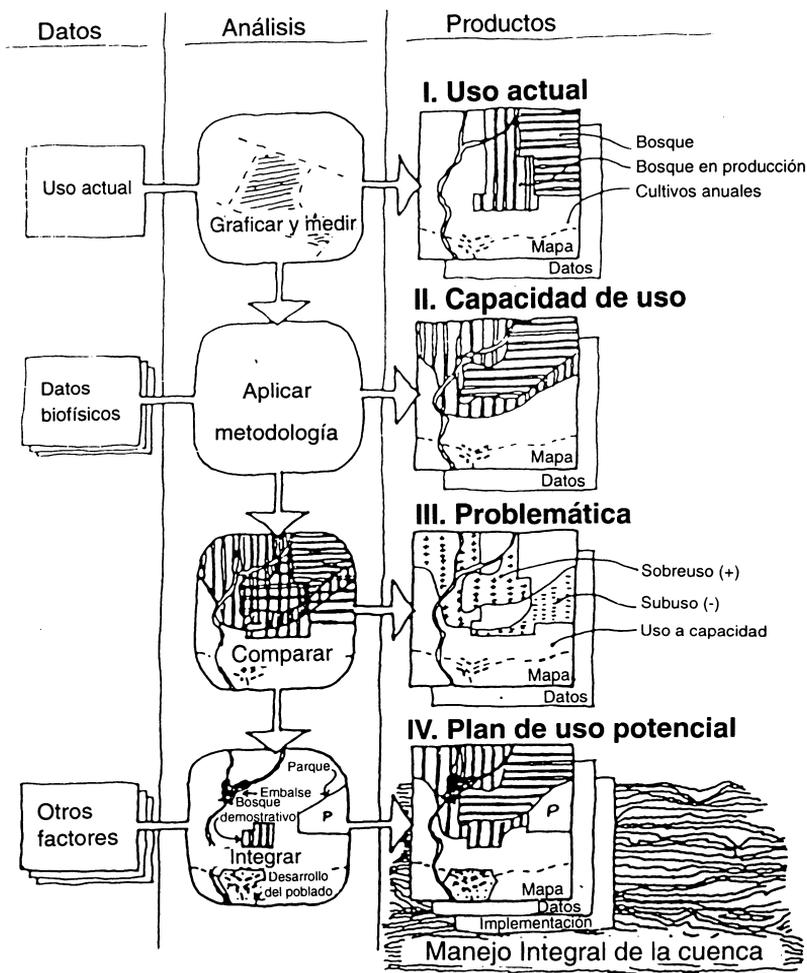


Fig. 10. Proceso analítico para determinar el uso potencial de la tierra.

Fuente: Komives *et al.* 1985.

En el capítulo 6 se incluye un resumen de los sistemas de clasificación propuestos por Sheng (1986), Michaelsen (1977), Tosi (1981), CCT (185), Tablas Dubón y Marín (1971), el Benchmark Soils Project, el Proyecto de Producción de Granos Básicos en Centroamérica del CATIE y el Proyecto de Zonas Agroecológicas de la FAO. En los capítulos 7 y 8 se trata con más detalle el enfoque propuesto por la FAO para la evaluación de la tierra.

## CAPITULO 6

### Evaluación de las Tierras y de su Uso: Enfoques en la Región



## **Introducción**

En el capítulo 5 se definió la evaluación de las tierras en general y se mencionó la evaluación frente a la clasificación (clasificación de suelos y clasificación por capacidad de uso de las tierras, según Klingebiel y Montgomery). De este último sistema surgió una escuela con sistemas parecidos en casi todo el mundo. Se observó que se trata de un enfoque "suelero", cuyo objetivo principal es proteger el suelo. También, se mencionó que se trata de un enfoque con clases anteriormente fijadas de usos generalizados y que esto, a nivel de campo, no siempre es muy realista; en efecto, sería mejor hablar solamente de clases de vulnerabilidad actual del suelo en cuanto a la erosión hídrica.

En este capítulo se presenta, de forma ilustrativa, un resumen de algunos sistemas en uso en la región y de algunos enfoques relevantes para su consideración.

## **Enfoque de la Dirección Ejecutiva del Catastro de Honduras**

Se trata de una aplicación casi "pura" del sistema de Klingebiel y Montgomery. Como ya lo habían hecho antes estos autores, la Sección de Suelos del Departamento de Recursos Naturales de la Dirección Ejecutiva del Catastro de Honduras también vió la necesidad de describir los suelos y expresar "el rango potencial de usos de la tierra a partir de los suelos y la información ambiental por medio de la clasificación de las tierras". Para la descripción de los suelos, el Catastro de Honduras sugiere la clasificación taxonómica del American Soil Survey del USDA y, para la clasificación, las clases, subclases y unidades distinguidas por Klingebiel y Montgomery. La Figura 11 presenta una idea del enfoque general del Catastro de Honduras.

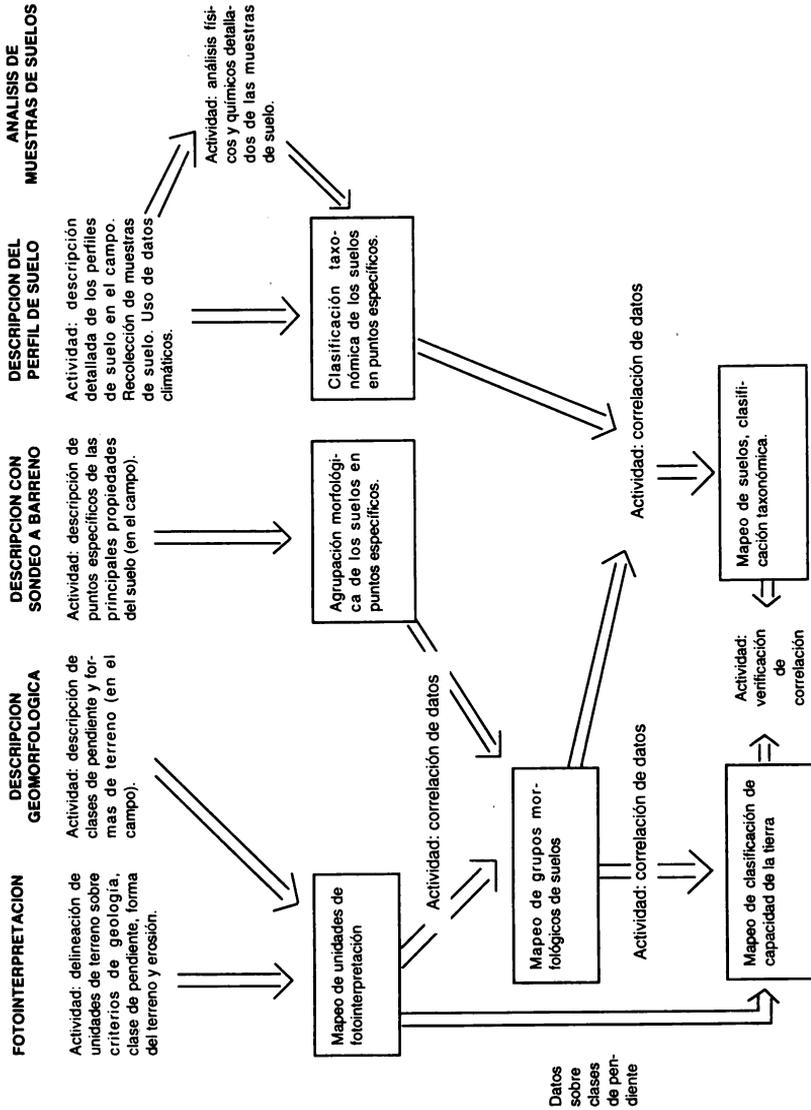


Fig. 11. Procedimiento para el mapeo de suelos.

Fuente: DEC 1981.

Primero se intentó aplicar el sistema de agrupación morfológica, desarrollado por el Land Resources Division del Overseas Development Administration de Inglaterra. Los criterios se adoptaron de la mencionada clasificación taxonómica y de la leyenda del mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO (1974)<sup>20</sup>.

Los factores que se tomaron en cuenta para la agrupación morfológica son:

- Geología. Indica la naturaleza de la roca sobre la cual se desarrolló el suelo.
- Profundidad.
- Vertisoles. Se hace distinción entre vertisoles y no vertisoles.
- Material grueso.
- Drenaje.
- Textura.
- Color.

Por ejemplo, la agrupación morfológica No. 124 fue asignada a suelos con: profundidad mayor de 100 cm, vertisoles, menos de 40% de material grueso, bien drenados, textura mediana y con un color rojo dominante en el horizonte B. Por otra parte, KTva-124 indicó suelos con tales características, desarrollados sobre las rocas cretácicas de la formación "valle de ángeles".

La combinación entre la agrupación morfológica y la pendiente predominante indicaba la clase de capacidad y también la subclase, como se muestra en los cuadros 17 y 18. En el Cuadro 19 se presentan los criterios para las unidades de capacidad. De ahí se seleccionó el número de la limitante principal.

Según el ejemplo anterior, la clasificación de capacidad completa podría ser: III<sub>e</sub>-2, cuando la superficie del terreno tiene una pendiente representativa de 7% (el Cuadro 17 se refiere a la clasificación III, el Cuadro 18 a<sub>e</sub> y el Cuadro 19 a -2).

---

20 La leyenda del mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO (1974) se desarrolló paralelamente a la clasificación taxonómica del American Soil Survey. También por la reducida escala de trabajo, 1:5 000 000, se trata de una leyenda de mapa útil para establecer potencialidades del suelo en áreas extensas y no de un sistema taxonómico, ya que no ofrece un desarrollo taxonómico para sus distintas clases de suelos. En la nomenclatura, la leyenda intenta aplicar los términos usados en distintos países.

**Cuadro 17. Ejemplo del esquema para la determinación de clases de capacidad de uso de la tierra según características morfológicas de los suelos y de la pendiente.**

AGRUPACION MORFOLOGICA	PENDIENTE									
	0-2%	2-5%	5-10%	10-15%	15-30%	30-50%	50-75%	>75%		
49	VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII		
51	IV	IV	IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII		
53	IV	IV	IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII		
55	IV	IV	IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII		
57	VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII		
59	V-VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII		
61	V-VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII		
63	V-VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII		
112	III-V/II*	III-VII	III-VII	IV-VII	VI-VII	VII	VII	VIII		
116	III-VII	III-VII	III-VII	VI-VII	VI-VII	VII	VII	VIII		
120	III-VII	III-VII	III-VII	IV-VII	VI-VII	VII	VII	VIII		
124	I	II	III	IV	IV-VI	VII	VII	VIII		
128	I	II	III	IV	IV-VI	VII	VII	VIII		
132	I	II	III	IV	IV-VI	VII	VII	VIII		
136	I-II	II	III	IV	IV-VI	VII	VII	VIII		

Cuadro 17. (Cont.).

MORFOLOGICA	PENDIENTE										
	0-2%	2-5%	5-10%	10-15%	15-30%	30-50%	50-75%	>75%			
140	I-II	II	III	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
144	I-II	II	III	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
196	III-VII*	III-VII	III-VII	IV-VII	IV-VII	VII	VII	VIII			
200	III-VII	III-VII	III-VII	IV-VII	IV-VII	VII	VII	VIII			
204	III-VII	III-VII	III-VII	IV-VII	IV-VII	VII	VII	VIII			
208	III-IV	III-IV	III-IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
212	III-IV	III-IV	III-IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
216	III-IV	III-IV	III-IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
220	III-IV	III-IV	III-IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
224	III-IV	III-IV	III-IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
228	III-IV	III-IV	III-IV	IV	IV-VI	VII	VII	VIII			
232	V-VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII			
236	V-VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII			
240	V-VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII			
244	V-VI	VI	VI	VI	VI	VII	VII	VIII			

\* Textura arenosa y/o gravosa.

Fuente: DEC 1981.

**Cuadro 18. Ejemplo del esquema para la determinación de subclases de capacidad de uso de la tierra según características morfológicas de los suelos y de la pendiente.**

AGRUPACION MORFOLOGICA	PENDIENTE							
	0-2%	2-5%	5-10%	10-15%	15-30%	30-50%	50-75%	>75%
49	S	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
51	S	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
53	S	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
55	S	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
57	WS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS
59	WS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS
61	WS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS
63	WS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS	EWS
112	S	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
116	S	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
120	S	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
124	-	e	e	e	e	e	e	e
128	-	e	e	e	e	e	e	e
132	-	e	e	e	e	e	e	e
136	-(s)*	e	e	e	e	e	e	e
140	-(s)	e	e	e	e	e	e	e
144	-(s)	e	e	e	e	e	e	e

Cuadro 18. (Cont.).

AGRUPACION MORFOLOGICA	PENDIENTE							
	0-2%	2-5%	5-10%	10-15%	15-30%	30-50%	50-75%	>75%
196	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
200	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
204	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
208	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
212	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
216	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
220	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
224	w	ew	ew <sup>c</sup>	ew	ew	ew	ew	ew
228	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
232	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
236	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew
240	w	ew	ew	ew	ew	ew	ew	ew

\* Se usa en la clase II.

e= erosión.

w= exceso de agua.

s= limitantes en la zona radicular.

c= limitantes climáticas.

Fuente: DEC 1981.

**Cuadro 19. Criterios para la definición de las unidades de capacidad.**

<b>Unidad</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Drenaje</b>	<b>Textura</b>	
1	Profunda (>100 cm)	Bueno	Gruesa	
2			Mediana	
3			Fina	
30		Imperfecto	Complejo aluvial	
4			Gruesa	
5			Mediana	
6			Fina	
31			Complejo aluvial	
7			Pobre	Gruesa
8				Mediana
9	Fina			
32	Moderada Profunda (100-50 cm)	Bueno	Complejo aluvial	
10			Gruesa	
11			Mediana	
12		Fina		
13		Imperfecto	Gruesa	
14			Mediana	
15			Fina	
16		Pobre	Gruesa	
17			Mediana	
18			Fina	
19	Poco profunda (50-10 cm)	Bueno	Gruesa	
20			Mediana	
21			Fina	
22		Imperfecto	Gruesa	
23			Mediana	
24			Fina	
25		Pobre	Gruesa	
26			Mediana	
27			Fina	

**Cuadro 19.** (Cont.).

Unidad	Limitante
28	Muy poco profundo (<10 cm)
29	Suelos orgánicos
33	Inundaciones frecuentes
34	Salinidad
35	Alcalinidad
36	Grava y piedra en los 50 cm superficiales
37	Grava y piedra por debajo de 50 cm
38	Afloramiento de rocas
39	Estructura no favorable
40	pH alto o muy alto
41	pH bajo o muy bajo
42	CIC no favorable
43	Capa impermeable a poca profundidad
44	Gravas y piedras superficiales
45	Erosión hídrica (cárcavas)

**Fuente:** DEC 1981.

También se sugirió complementar la clasificación a nivel de las clases tomando en cuenta factores como: infiltración, permeabilidad, riesgo de inundación, salinidad, alcalinidad, humedad aprovechable y pH. Sobre tales factores se requerirá más investigación in situ y en el laboratorio. Al final, se combinaba esta información con la de los límites legales y la de ubicación de un predio para saber su "capacidad productiva" y su valor. Como se mencionó en el capítulo 5, aun cuando se toman en cuenta más criterios, no hay que exagerar el valor de la clasificación de la supuesta capacidad productiva, cuando esta no se base en las características precisas de lo que causa una producción en particular (DEC 1981).

Sin embargo, para poder cumplir con sus objetivos, el Catastro de Honduras tuvo que generalizar. Es importante destacar que se ha intentado valorar las tierras sobre la base de sus características intrínsecas y objetivas, y no con base en lo que producen estas tierras actualmente.

Volviendo a la metodología aplicada, se han presentado problemas con la clasificación de la capacidad de uso, especialmente con los rangos entre las clases y la dificultad de definir las con precisión.

Por esta razón, el Catastro de Honduras actualmente usa los criterios desarrollados por Eduardo Marín (1971) en Nicaragua, para su aplicación dentro del mismo contexto del sistema del USDA.

## Sistema Marín y su Aplicación en Honduras

Según Salgado (1987), existe una metodología para establecer analogías con base en la capacidad del uso de la tierra. La clasificación de la tierra se basa en los conceptos de la Land Capability Classification, Manual 210 del USDA, con las adaptaciones propuestas por Eduardo Marín. El sistema contempla tres categorías que, dentro del orden jerárquico, corresponden a:

- Clase de capacidad.
- Subclase de capacidad.
- Unidad de capacidad.

*Clase de capacidad.* Es la categoría más amplia del sistema y está designada por números romanos del I al VIII. Los números indican progresivamente mayores limitaciones y una relación más estrecha para su uso práctico. Se definen como sigue:

- Clase I. Suelos que presentan pocas o ninguna limitación que restringen su uso.
- Clase II. Suelos que tienen limitaciones moderadas que reducen el rango de plantas o que requieren prácticas sencillas de conservación.
- Clase III. Suelos que presentan fuertes limitaciones que reducen el rango de plantas o que requieren prácticas sencillas y especiales.
- Clase IV. Suelos que presentan severas limitaciones que reducen el rango de plantas o que requieren prácticas especiales de conservación.

- Clase V.** Suelos que están sujetos a poca o ninguna erosión, pero que tienen otras limitaciones difíciles de remover que limitan su uso, principalmente para pastos, bosques o vida silvestre.
- Clase VI.** Suelos que presentan limitaciones tan severas que los hacen inapropiados para cultivos anuales y que limitan su uso, principalmente para pastos, bosques o vida silvestre.
- Clase VII.** Suelos que tienen limitaciones a tal grado que aun los pastos presentan dificultades de manejo y son apropiados más bien para bosques o vida silvestre.
- Clase VIII.** Suelos o formas de terreno en los que la cantidad de limitaciones los hacen inapropiados para cualquier tipo de explotación agropecuaria, siendo adecuados para bosques o vida silvestre, para la protección de cuencas hidrográficas, la recreación (posiblemente dentro del contexto de parques nacionales) y otros.

*Subclase de capacidad.* Son grupos de limitaciones que se presentan dentro de una clase, tales como:

- Erosión y escurrimiento. Incluye todos los suelos que presentan problemas de erosión actual o potencial para efecto de declives que facilitan el escurrimiento.
- Deficiencias del suelo. Incluye diferentes tipos de limitaciones que se producen en el suelo y que afectan el desarrollo de las plantas, tales como profundidad efectiva, reacción (pH), fertilidad baja, presencia de sales y/o álcalis, pedregosidad y otros.
- Exceso de humedad. Agrupa las limitaciones que producen exceso de humedad, ya sea por movimiento lento del agua en la superficie del suelo (encharcamiento) y/o en el perfil (mal drenaje), por fluctuaciones del nivel freático o por inundaciones, de tal forma que limitan el crecimiento de las plantas.

*Unidad de capacidad* (grupos de uso y manejo). Son agrupaciones de fases de suelos con limitaciones comunes dentro de una misma subclase que presentan aptitudes similares de producción y requieren tratamientos de manejo parecidos.

**Ejemplos de Variables y Parámetros Edáficos**

## Topografía y pendiente (%)

## Símbolo Características del suelo

A	Plano o casi plano	0-2
B	Suavemente inclinado y/u ondulado	2-5
C	Moderadamente inclinado y/u ondulado	5-10
D	Fuertemente inclinado y/u ondulado	10-15
E	Moderadamente escarpado	15-25
F	Escarpado	25-35
G	Fuertemente escarpado	35-50
H	Montañoso	50-75
I	Precipicios (terreno muy abrupto)	> 75

## Profundidad efectiva (cm)

0	Muy profundo	> 150
1	Profundo	100-150
2	Moderadamente profundo	75-100
3	Poco profundo	50-75
4	Superficial	20-50
5	Muy superficial	< 20

## Limitante del desarrollo radicular

(No se anota en profundidades mayores de 100 cm a 150 cm)

- 1 Arena gruesa, grava, guijarros o piedras
- 2 Arcilla agregada
- 3 *Gley o pseudo-gley*
- 4 Agua
- 5 Toba suave o talpetate
- 6 Toba dura
- 7 Planes endurecidos (*hardpan, claypan* y otros)
- 8 Material parcialmente meteorizado (horizonte C)
- 9 Lecho rocoso
  - 9a - Rocas ácidas
  - 9b - Rocas básicas
  - 9s - Rocas sedimentarias
  - 9m - Rocas metamórficas
  - 9g - Rocas graníticas

Textura superficial (hasta 30 cm)

- 0 Muy gruesa (arena gruesa, grava fina)
- 1 Gruesa (amf - af - am - af)
- 2 Moderadamente gruesa (af - fa)
- 3 Media (Fa - F - FL - L)
- 4 Moderadamente fina (FAA - FA - FAL)
- 5 Fina (A - Al - Aa)
- 6 Muy fina (A + de 60% de arcilla)

Abreviaturas: F= franco, A= arcillosos, L= limoso, a= arenoso, mf= muy fino, f= fino, m= medio.

Textura del subsuelo

- 0 Muy gruesa
- 1 Gruesa
- 2 Moderadamente gruesa
- 3 Media
- 4 Moderadamente fina
- 5 Fina
- 6 Muy fina

Drenaje natural

- 0 Excesivo
- 1 Moderadamente excesivo
- 2 Bueno
- 3 Moderadamente bueno
- 4 Imperfecto
- 5 Pobre
- 6 Muy pobre

Erosión hídrica

- No identificada
- h1 Leve
- h2 Moderada
- h3 Fuerte
- h4 Severa

## Erosión eólica

—	No identificada
e1	Leve
e2	Moderada
e3	Fuerte

## Tabla de agua fluctuante (cm)

—	Muy profunda	> 150
W1	Profunda	100-150
W2	Moderadamente profunda	75-100
W3	Poco profunda	50-75
W4	Superficial	20-50
W5	Muy superficial	5-20
—	En la superficie	< 5

## Inundaciones

—	No tiene peligro
i1	Leve
i2	Moderada
i3	Severa
i4	Fuerte o extrema

## Salinidad (mmhos/cm)

—	Sin sales o libre de ellas	< 2
s1	Leve	2-4
s2	Moderada	4-8
s3	Fuerte	8-12
s4	Muy fuerte	12-16
s5	Severa	> 16

## Alcalinidad (%Na)

—	Libre o normal	< 5
a1	Leve	5-15
a2	Moderada	15-35
a3	Fuerte	35-50
a4	Severa	> 50

## Gravas o guijarros en la superficie

—	Ausentes	< 5
g1	Pocos	5-10
g2	Moderadamente abundantes	15-40
g3	Abundantes	40-60
g4	Muy abundantes	60-80
g5	Extremadamente abundantes	> 80

## Gravas o guijarros en el perfil

—	Ausentes	< 5
G1	Pocos	5-10
G2	Moderadamente abundantes	10-15
G3	Abundantes	15-40
G4	Muy abundantes	40-60
G5	Extremadamente abundantes	> 60

## Piedras en la superficie

—	Sin piedras	< -0.1
p1	Muy pocas o leves	0.1-1
p2	Moderadas o pocas	1-3
p3	Fuertes o abundantes	3-15
p4	Muy fuertes o muy abundantes	15-40
p5	Severo o pedregoso	50-80
p6	Excesivo o muy pedregoso	> 80

## Piedras en el perfil (%)

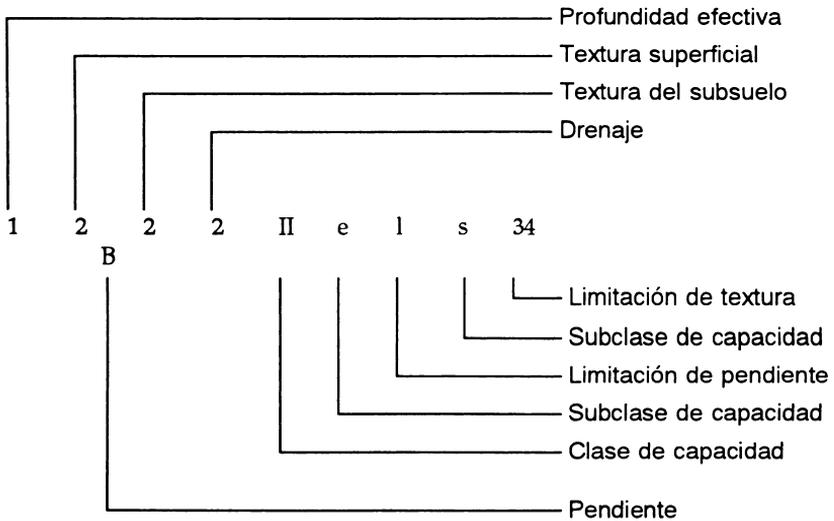
—	Sin piedras	< 0.1
P1	Pedregosidad leve	0.1-1
P2	Pedregosidad moderada	1-3
P3	Pedregosidad fuerte	3-15
P4	Pedregosidad muy fuerte	15-50
P5	Pedregosidad severa	50-80
P6	Pedregosidad excesiva	> 80

Afloramientos rocosos

- Sin afloramiento
- R1 Leve
- R2 Moderado
- R3 Fuerte
- R4 Muy fuerte
- R5 Excesivo

Nomenclatura edáfica

El símbolo de cada unidad de mapeo se representa por medio de una fórmula cartográfica compuesta que se expresa por un quebrado, en donde la profundidad, textura y drenaje se colocan en el numerador, y la pendiente y otras limitaciones, en el denominador. Ejemplo:



En el Cuadro 20 se presenta una tabla de clasificación de parámetros para evaluar la capacidad de uso de la tierra.

## Sistema Sheng

Este sistema fue desarrollado por el Dr. Ted C. Sheng con base en su experiencia en Taiwán<sup>21</sup> y Jamaica; fue presentado en 1971 en el Seminario sobre el Manejo de las Cuencas Hidrográficas en América Latina, efectuado en La Plata, Argentina, con el título Proyecto de Clasificación de la Capacidad de la Tierra, para tierras marginales montañosas de los bosques húmedos (Sheng 1986).

Como lo indica el Dr. Sheng en el resumen de su presentación, se trata de "un proyecto orientado hacia el tratamiento para tierras montañosas marginales que señala tratamientos importantes de conservación para cada clase de tierra clasificada como tal" (Sheng 1986:5).

El sistema Sheng concuerda con la mayoría de principios y supuestos usados en la formulación y evolución del sistema USDA y también se refiere al sistema propuesto por Bibby y Mackney (1969) en Inglaterra. Sin embargo, su autor notó que en Taiwán, Jamaica y otros países montañosos con alta presión demográfica, mucha gente se ve obligada a buscar su supervivencia en áreas con fuertes pendientes, normalmente clasificadas como no aptas para uso agrícola. Concluyó que cualquier tierra que pueda ser cultivada a mano sin riesgos, también debería clasificarse como tierra apta para el cultivo. Además, indicó la importancia de los tratamientos de conservación para que los agricultores de ladera pudieran mantener mejor sus tierras: "Cualquier terreno que pueda tratarse y protegerse mediante medidas adecuadas de conservación de suelos para el cultivo permanente debería considerarse como tierra cultivable" (Sheng 1986:6).

---

21 Aunque el sistema se basa en experiencias obtenidas en Taiwán, en este país se utiliza otro sistema de clasificación. En la actualidad, ahí se prefiere recomendar zanjas en las laderas sobre bancales (Liao y Wu 1987).

**Cuadro 20. Tabla de clasificación de parámetros para evaluar la capacidad de uso de la tierra.**

Clases y subclases	Pendiente	Profundidad	CLASE TEXTURA				Drenaje natural	EROSION		Tabla de agua	
			Superficie		Subsuelo			Hídrica (agua)	Eólica (viento)		
I	A	0 - 1	3 - 4		3-4-5		2	—	—	—	
II	A	0 - 1	3 - 4		3-4-5		2	h1	e1	w2	
	B	2	5	2	2	5	2	h1	e1	w2	
Subclases	e1	s1	s2	s3	s4	s5	—	e2	e3	h1	
III	A B	0 1 2	2 3 4 5		2 3		2		h2	e2	—
	C	3	1		4 5		1	3	h2	e2	w3
Subclases	e1	s1	s2		—		s3	h1	e2	e3	h2
IV	A-B-C	0-1-2-3	1-2-3-4-5		2-3-4-5		2 - 3		h3	e3	w2
	D E	4	1	4 5	6 1		4		—	—	w4
Subclases	e1 e2	s1	s2	—	s3	s4	h1		e3	e4	h2
V	A	0-1-2-3-4	2-3-4-5		2-3-4-5		2		—	—	—
	A - B C	0 1 2 3	6		6		3 4	5	—	—	w5
Subclases	e1	s1	s2	s3		h1	h2	—		h3	
VI	A a D	1 5	2-3-4-5		2-3-4-5		2		h3	—	—
	F	2 3 4	0 6		6 1		1	4 5	—	—	w5
Subclases	e1	s1 s2	s3 s4	s5 s6	—		h1	e2	—		h2
VII	A a D	1 5	2 3 4 5		2-3-4-5		2		h4	—	—
	G	2 3 4	0 6		6 0		1	5	—	—	w5
Subclases	e1	s1 s2	s3 s4	s5 s6	—		h1	s2	—		h2
VIII	A a D	1 5	2 3 4 5		2-3-4-5		2		h4	—	—
	H I	2 3 4	0		0		0	6	—	—	w6
Subclases	e1 e2	s1	s2	s3		s4	h1	e3	—		h2

Cuadro 20. (Cont.).

Clases y subclases	Inundaciones	Salinidad	Alcalinidad	MATERIALES GRUESOS				Otras limitaciones
				Superficie		Perfil		
				Gravas	Piedras	Gravas	Piedras	
I	—	—	—	—	—	—	—	
II	i1	s1	—	g1	p1	G1	P1	
	i1	s1	—	g1	p1	G1	P1	
Subclases	h2	s6	—	s7	s8	s9	s0	
III	i2	s2	a1	g2	p2	G2	P2	
	i2	s2	a1	g2	p2	G2	P2	
Subclases	h3	s4	s5	S6	S7	S9	S9	
IV	i3	s3	a2	g3	p3	G3	P3	
	i3	s3	a2	g3	p3	G3	P3	
Subclases	h3	s5	s6	s7	s8	s9	s0	
V	i4	s3	a3	g4	p4	—	—	
	i4	s3	a2	g4	p4	—	—	
Subclases	h4	s4	s5	s6	s7	—	—	
VI	—	—	—	—	—	G3	P3	
	i4	s4	a3	—	—	G3	P3	
Subclases	h3	s7	s8	—	—	s9	s0	
VII	—	—	—	g5	p5	G4	P4	
	i4	s5	a4	—	—	—	—	
Subclases	h3	s7	s8	s9	s0	sG	sP	
VIII	—	—	—	g5	p6	G5	P5	
	i4	s5	a4	—	—	—	—	
Subclases	h3	s3	s6	s7	s8	s9	s0	

Fuente: Salgado 1987.

**Cuadro 21. Nuevo esquema de clasificación de terrenos por capacidad de uso. Un tratamiento orientado al esquema de tierras de laderas marginadas.**

Pendiente	Pendiente suave	Pendiente moderada	Pendiente fuerte	Pendiente muy fuerte	Escar-pado	Muy escarpado
Profundidad de suelo	<7° (<12%)	7° - 15° (12.27%)	15° - 20° (27.36%)	20° - 25° (36.47%)	25° - 30° (47.58%)	> 30° (>58%)
Profundo (P) >36" (>90 cm)	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	FT	F
Moderadamente profundo (MP) 20"-36" (50 cm - 90 cm)	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> / P	FT / F <sup>1</sup>	F
Poco profundo (PP) 8"-20" (20 cm - 50 cm)	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> / P	C <sub>3</sub> / P	P	F <sup>1</sup>	F
Muy poco profundo (MPP) <8" (20 cm)	C <sub>1</sub> / P	P	P	P	F <sup>1</sup>	F

**Símbolos para la labranza o usos más intensivos:**

- C<sub>1</sub>: Terreno cultivable 1, hasta 7° de pendiente, no necesita prácticas intensivas de conservación de suelos, o apenas necesita algunas pocas como cultivo en contomo, siembra en fajas, barreras de piedra y, en las fincas más extensivas, terrazas de base ancha.
- C<sub>2</sub>: Terreno cultivable 2, con pendientes entre 7° y 15° con suelos moderadamente profundos; necesitan prácticas de conservación más intensas como terrazas de banco o bancales, terrazas de absorción y de desagüe, hexágonos, miniterrazas convertibles, que permitan la labranza con tractores de cuatro ruedas. Los tratamientos de conservación se pueden ejecutar con maquinaria de tamaño intermedio como *Bulldozer* D5 o D6.
- C<sub>3</sub>: Terreno cultivable 3, con pendientes entre 15° y 20°, el cual necesita terrazas de bancos, hexágonos y miniterrazas convertibles en suelo profundo y acequias de ladera, fosas individuales en suelo menos profundo. La mecanización se limita al uso de tractores pequeños o tractores impulsados por fuerza humana, en razón de lo pronunciado de la pendiente. El terraceo puede ejecutarse con maquinaria más pequeña.
- C<sub>4</sub>: Terreno cultivable 4, con pendientes entre 20° y 25°; todos los tratamientos necesarios deben hacerse manualmente. Las escardas se llevan a cabo con tractores impulsados por fuerza humana o manualmente.
- P: Pastizales mejorados y manejados. Donde la pendiente se acerca a 25° y cuando el terreno es demasiado húmedo, no debe practicarse el pastoreo. Para toda clase de pendiente, se recomienda el pastoreo en rotación.
- FT: Árboles frutales o similares. En pendientes de 25° a 30°, el terraceo de huertos frutales es el tratamiento principal, suplementado con la siembra en contomo, los canales de desviación y la cobertura muerta. Por lo pronunciado de las pendientes, los espacios entre hileras de siembra deben conservarse con una cobertura permanente de pastos.

**Cuadro 21.** (Cont.).

- F: Terreno forestal con más de 30° o 25° de pendiente en donde el suelo es muy poco profundo para poder establecer cualquier tratamiento de conservación de suelos.
- 2- Todo terreno muy húmedo, que ocasionalmente se inunda o que es demasiado pedregoso para permitir la labranza y los tratamientos de conservación, debe clasificarse de la siguiente manera:
  - a- Con pendiente inferior a 25° : potrero
  - b- Con pendiente superior a 25°: bosque
- 3- Terrenos cortados por cárcavas que impiden las operaciones normales de la labranza: bosque o potrero.
- 4- Los símbolos para el levantamiento de mapas pueden anotarse así:

$$\frac{\text{Uso más intensivo}}{\text{Suelo- pendiente- profundidad}}$$

Ejemplo: 
$$\frac{C_2}{32-2-D}$$

Significa: 
$$\frac{\text{Tierra cultivable 2}}{\text{Suelo franco arcilloso *Wirefence* -7° a 15° - más de 36 pulgadas}}$$

O puede distinguirse sencillamente como C<sub>2</sub>

**Fuente:** Sheng 1986.

El sistema Sheng (desde 1980) distingue ocho clases: cuatro para cultivos en general (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>), una para pasto (P), una para árboles forrajeros (FT), una para agroforestería (AF) y la última para bosque (F). La distinción se hace con base en la pendiente y la profundidad del suelo. Además, cuando por razones de humedad inundaciones o pedregosidad el suelo no se puede cultivar, se recomienda el uso del pasto en pendientes menores de 25° (47%) y el uso de bosque en pendientes mayores de 25° (47%). Finalmente, se recomienda el uso de pasto y de bosque para áreas disectadas por cárcavas.

El Cuadro 21 ilustra el esquema de la clasificación según Sheng (1986) y la Figura 12 muestra las medidas que se deben tomar en las distintas categorías de pendiente para disminuir la vulnerabilidad del suelo.

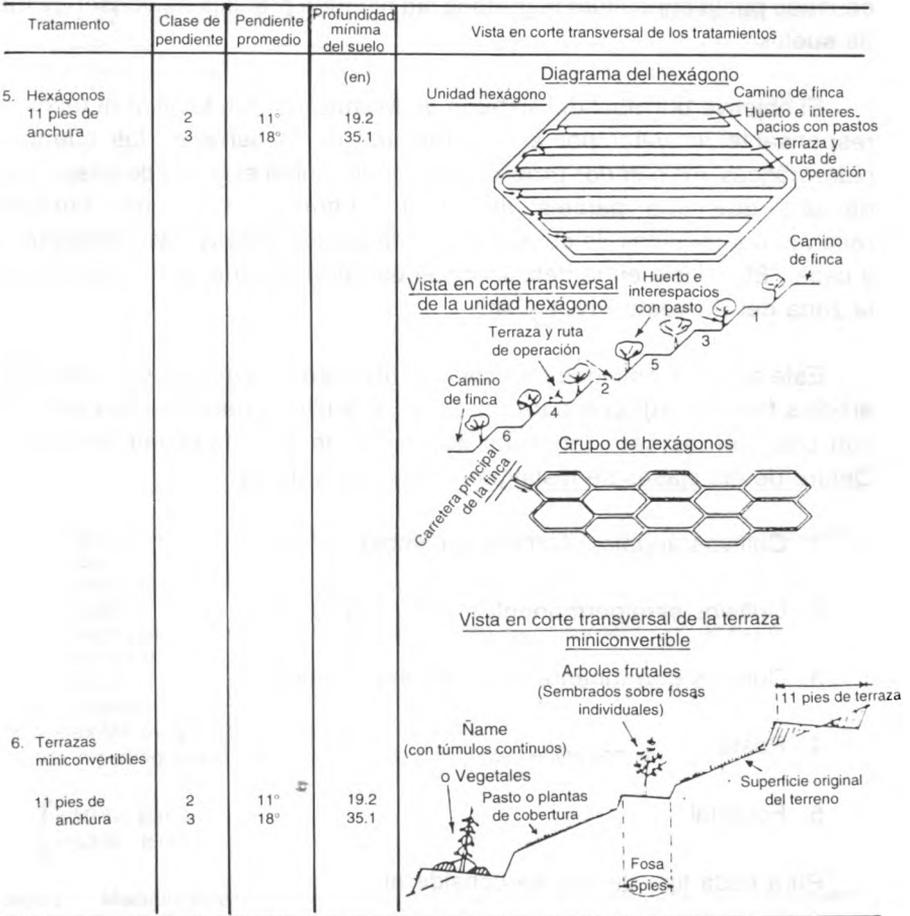
Tratamiento	Clase de pendiente	Pendiente promedio	Profundidad mínima del suelo (en)	Vista en corte transversal de los tratamientos
1. Terrazas de banco o bancales 8 pies de anchura 11 pies de anchura 15 pies de anchura 19 pies de anchura	2 3 4 2 3 2 2	11° 18° 23° 11° 18° 11° 11°	13.3 23.0 32.2 19.2 35.1 26.1 33.1	<p>Bancal                      Hortalizas (con almácgigos)                      Name (con túmulos continuos)</p>
2. Acequias de ladera y 3. Cosas individuales 6 de anchura 5 de diámetro (por fosas)	2 3 4	11° 18° 23°	11.8 19.1 26.0	<p>Acequias de ladera                      Piña (Sembrados en contorno con cobertura muerta)                      Cobertura muerta                      Fosa individual Banano                      Acequia de ladera                      (con plantas de cobertura y acequias de ladera)                      Plantas de cobertura                      Fosa                      6 pies                      5 pies                      6 pies</p>
4. Huertos en terrazas 6 pies de anchura 5 pies de diámetro (por fosas)	5	28°	35.5	<p>Huerto en terrazas                      Cítricos                      Pasto de cobertura                      (con pasto en terrenos con pendiente)                      Terraza                      Fosa                      6 pies                      5                      5</p>

Por conveniencia, se usan los promedios de pendiente para clasificar y planear un área extensa. Sin embargo, durante el período de tratamiento, la pendiente de cada porción de terreno debe medirse de nuevo directamente. La profundidad necesaria puede obtenerse de las "tallas específicas de tratamiento".

Fig. 12. Algunas profundidades mínimas del suelo para tratamiento de conservación en diferentes categorías de pendiente.

Fuente: Sheng 1986.

Fig. 12. (Cont.).



### Sistema Michaelsen

El sistema Michaelsen es una aplicación del enfoque del sistema Sheng, para la situación específica de Honduras. Fue publicado en el contexto del Proyecto PNUD/FAO/HON/75/109: "Planificación y Ejecución de la Corrección de las Cuencas Afectadas por el Huracán Fifi" con el nombre "un sistema de clasificación de la tierra por capacidad de uso para tierras marginales" (Michaelsen 1977).

En la introducción del sistema se indica que uno de los principales problemas de las cuencas hidrográficas es el uso abusivo de la tierra,

causado por la agricultura migratoria sin ninguna práctica de conservación de suelos.

El objetivo principal del sistema de Michaelsen fue facilitar al técnico, responsable de velar por el uso racional de la tierra en las cuencas hidrográficas, los criterios prácticos para determinar el grado de intensidad de uso que una parcela de terreno permite, así como también recomendar medidas de conservación de suelos para varias condiciones y usos. El énfasis en la definición del uso probablemente se justifica en la zona del Proyecto PNUD/FAO.

Este sistema distingue seis clases: tres para cultivos ( $C_1$ - $C_3$ ), una para árboles frutales (A), una para pasto (P) y la última para uso forestal (F), con base en las características de pendiente y profundidad del suelo. Dentro de las clases se distinguen cinco tipos de uso:

1. Cultivos anuales, cultivos en limpio.
2. Cultivos semipermanentes (ej.: caña de azúcar).
3. Cultivos permanentes (ej.: árboles frutales).
4. Pasto.
5. Forestal.

Para cada tipo de uso se consideran:

1. Medidas mecánicas extensivas de conservación (ej.: barreras vivas o de piedra).
2. Medidas mecánicas intensivas de conservación (ej.: terrazas de banco).
3. Medidas agronómicas de conservación (ej.: rotación de cultivos).

Los cuadros 22 y 23 presentan el esquema general de clasificación e información en relación con los parámetros usados.

**Cuadro 22. Sistema de clasificación de la tierra por capacidad de uso.**

Pendiente % grado	< 12	12 - 30	30 - 50	50 - 60	>60
Profundidad del suelo (cm)	< 7°	> - 17°	17 -27°	27 - 31°	> 31°
> 90	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	A	F
50 -90	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	$\frac{A}{F}$	F
20 - 50	C <sub>1</sub>	$\frac{C_2}{P}$	P	F	F
< 20	$\frac{C_1}{P}$	P	P	F	F

C<sub>1</sub> = Tierra cultivable con medidas extensivas de conservación de suelos, mecanización posible.

C<sub>2</sub> = Tierra cultivable con medidas intensivas de conservación de suelos, mecanización posible.

C<sub>3</sub> = Tierra cultivable a mano con medidas intensivas de conservación de suelos.

A = Arboles frutales sobre terrazas de huerto.

P = Pasto

F = Forestal

Donde existe peligro de inundaciones frecuentes: pasto.

Donde la pedregosidad impida la labranza con herramientas normales:

{ < 50 % : pasto  
> 50 % : forestal

**Notas:** Medidas extensivas: cultivo en contorno, cultivo en fajas, barreras vivas o muertas, terrazas de base ancha, bordas de tierra y otros.

Las medidas agronómicas como rotación de cultivos *mulch*, abono orgánico y verdes, entre otros, son aplicables en todas las pendientes en donde se permite el uso agrícola.

**Definición de parámetros**

0 - 12%: Plano o suavemente ondulante. Tierras cultivables en limpio sin prácticas mecánicas de conservación de suelos o aplicando medidas sencillas tales como: barreras vegetativas, barreras de piedras, bordas de tierra y en unidades grandes, terrazas de base ancha, de camellón, etc.

12% - 30%: Moderadamente ondulante. Tierras cultivables con cultivos anuales mediante el sistema de terraza de banco y para cultivos semipermanentes con acequias de ladera, terrazas individuales, hexágonos, etc. La mecanización es posible tanto en la construcción de terrazas y hexágonos como en el manejo de los cultivos.

**Cuadro 22.** (Cont.).

- 30% - 50%: Fuertemente ondulante. Tierras cultivables con cultivos permanentes mediante el cultivo de acequias de ladera y terrazas individuales. Para unidades pequeñas (minifundios) es posible realizar cultivos anuales con terrazas de banco. En la gran mayoría de los casos, los trabajos de construcción de las obras de conservación así como en el manejo de los cultivos se harán a mano.
- 50% - 60%: Muy fuertemente ondulante. Tierras para cultivos permanentes con el sistema de terrazas de huerto. Todas las actividades a mano.
- > 60%: Empinado. Cobertura forestal.

Para los valles o en zonas agrícolas será posible un desgloce más detallado de las pendientes de 0 - 12%

## b) Profundidad del suelo

La profundidad del suelo se entiende como la profundidad efectiva o toda la capa meteorizada sin tomar en cuenta horizontes desarrollados o no en ella.

- < 20 cm Muy poco profundo. Solo puede realizarse el cultivo en limpio en tierras casi a nivel.
- 20 cm - 50 cm Poco profundo. Este solo puede cultivarse con tratamientos mecánicos de conservación en las pendientes con menos de 30 % de pendiente.
- 50 cm - 90 cm Moderadamente profundo. Para hacer terrazas de 2 m de ancho, en una pendiente de 50 % se requiere un corte de aproximadamente 90 cm de profundidad.
- > 90 cm La profundidad no presenta un factor limitante.
- c) Peligro de inundación y pedregosidad  
 Donde exista el peligro de inundaciones frecuentes: pastos.  
 Donde la pedregosidad impida la labranza con herramientas comunes:  
 < 50 % de pendiente: pasto  
 > 50 % de pendiente: forestal

**Fuente:** Michaelsen 1977.

**Cuadro 23. Medidas de conservación de suelo según pendiente, uso y profundidad.**

CLASE Y PENDIENTE	USO PERMITIDO	PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)			
		> 90	90 - 50	50 - 20	< 20
C	Cultivos anuales	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas
	cultivos semipermanentes	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas
< 12%	Cultivos permanentes	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C2	Cultivos anuales	Terrazas de banco	Terrazas de banco	Terrazas de banco	No cultivar
12% - 30%	Cultivos semipermanentes	Acequias de ladera y terrazas individuales	Acequias de ladera y terrazas individuales	Acequias de ladera y terrazas individuales	No cultivar
	Cultivos permanentes	Acequias de ladera y terrazas individuales, hexágonos	Acequias de ladera y terrazas individuales, hexágonos	Acequias de ladera y terrazas individuales, hexágonos	No cultivar
	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C3	Cultivos anuales	Terrazas de banco	Terrazas de banco	No cultivar	No cultivar
30% - 50 %	Cultivos semipermanentes o permanentes	Acequias de ladera y terrazas individuales	Acequias de ladera y terrazas individuales	No cultivar	No cultivar

**Cuadro 23.** (Cont.).

CLASE Y PENDIENTE	USO PERMITIDO	PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)			
		> 90	90 - 50	50 - 20	< 20
	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
A	Cultivos perma- nentes	Terrazas de huerto	Terrazas de huerto	No cultivar	No cultivar
50 % - 60 %	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
P	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
0 - 50 %	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
F	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

**Fuente:** Michaelsen 1977.

## Definición de parámetros

### a) Pendiente

- 0 - 12%: Plano o suavemente ondulante. Tierras cultivables en limpio sin prácticas mecánicas de conservación de suelos o aplicando medidas sencillas tales como: barreras vegetativas, barreras de piedras, bordas de tierra y en unidades grandes, terrazas de base ancha, de camellón y otras.
- 12 - 30%: Moderadamente ondulante. Tierras cultivables con cultivos anuales mediante el sistema de terrazas de banco y para cultivos semipermanentes con acequias de ladera, terrazas individuales, hexágonos y otros. La mecanización es posible tanto en la construcción de terrazas y hexágonos, como en el manejo de los cultivos.
- 30 - 50%: Fuertemente ondulante. Tierras cultivables con cultivos permanentes mediante el cultivo de acequias de ladera y terrazas individuales. Para unidades pequeñas (minifundios), es posible realizar cultivos anuales con terrazas de banco. En la gran mayoría de los casos, los

trabajos de construcción de las obras de conservación así como el manejo de los cultivos se harán a mano.

50 - 60%: Muy fuertemente ondulante. Tierras para cultivos permanentes con el sistema de terrazas de huerto. Todas las actividades son a mano.

> 60%: Empinado. Cobertura forestal.

Para los valles o en zonas agrícolas será posible un desgloce más detallado de las pendientes de 0 - 12%.

#### b) Profundidad del suelo

La profundidad del suelo se entiende como la profundidad efectiva o toda la capa meteorizada sin tomar en cuenta horizontes desarrollados o no en ella.

< 20 cm: Muy poco profundo. Solo puede realizarse el cultivo en limpio en tierras casi a nivel.

20 - 50 cm: Poco profundo. Solo puede cultivarse con tratamientos mecánicos de conservación en las pendientes con menos de 30% de pendiente.

50 - 90 cm: Moderadamente profundo. Para hacer terrazas de 2 m de ancho en una pendiente de 50%, se requiere un corte de aproximadamente 90 cm de profundidad.

> 90 cm: La profundidad no presenta un factor limitante.

#### c) Peligro de inundación y pedregosidad

Donde existe el peligro de inundaciones frecuentes: pastos.

Donde la pedregosidad impide la labranza con herramientas comunes:

< 50% de pendiente: pasto

> 50% de pendiente: forestal

A continuación se describen las principales diferencias del sistema Michaelsen con respecto al sistema Sheng:

1. El sistema propuesto por Michaelsen enfatiza más el uso de la tierra y brinda un esquema de medidas de conservación de suelo según pendiente, uso y profundidad del suelo.
2. El sistema Michaelsen distingue diferentes clases de pendiente y una clase menos que las del sistema de Sheng.
3. Las clases  $C_2$  y  $C_3$  del sistema Sheng están contenidas en la clase  $C_2$  del sistema Michaelsen.
4. El sistema Michaelsen no distingue una clase para agroforestería (Sheng lo hizo a partir de 1980)

## Sistema Tablas Dubón

En El Salvador se aplican básicamente dos sistemas de clasificación: el sistema USDA puro y el sistema Tablas Dubón. El Ing. José Miguel Tablas Dubón trató de ajustar el sistema USDA a las circunstancias de El Salvador, lo cual resultó, en 1973, en una propuesta bajo el título Un Sistema para Evaluar la Capacidad de Uso Mayor de las Tierras en El Salvador. En 1975 se publicó una revisión del sistema Tablas Dubón, en donde se involucran las consideraciones de Ted Sheng.

El sistema resultante es "de orientación conservacionista, por lo cual clasifica las tierras por su capacidad de uso más intensivo, con miras hacia su tratamiento, mediante la aplicación de prácticas y estructuras de conservación de suelos que permitan la utilización óptima, sin deterioro de su capacidad productiva. (...) El sistema no clasifica las tierras por su uso más lucrativo ni por la aptitud de los suelos a determinados cultivos o cosechas específicas; tampoco pretende determinar la cantidad y calidad de la producción" (Tablas 1986:19).

En efecto, se trata de dos clasificaciones: a) para terrenos con pendientes menores del 12%; y b) para terrenos con pendientes mayores del 12%. En los cuadros del 24 al 27b se muestran los criterios usados para las dos clasificaciones y sobre las clases de tierra y su tratamiento conservacionista.

Cuadro 24. Factores edáficos y su codificación.

CODI- GO	CLIMA		EROSION (E)		SUELO (S)			DRENAJE (D)	
	Zonas msnm	Pendiente % (P)	Topografía	Erosión Grado (e)	Profundidad efectiva cm (h)	Texturas (t)	Pedregosidad y rocosidad (r)	Drenaje natural (d)	Riesgo de inundación (i)
0	0 a 400	0-2		Nula	> 120	Franco medias a mod. finas	Ninguna a esporádica	Bueno	Sin riesgo
1	400 a 800	> 2-5		Ligera	> 80-120	Franco modera- damente gruesas	Poca	Mod. bueno	Inundaciones ocasionales
2	800 a 1 200	> 5-12		Moderada	> 40-80	Arcillosas	Moderada	Algo pobre	Inundaciones frecuentes regulares
3	1 200 a 1 600	> 12-25		Severa	> 20-40	Arenosas francas	Abundante	Algo rápido	Inundaciones frecuentes irregulares
4	1 600 a 2 000	> 25-40		Muy severa	> 10-20	Arcillosas pesadas expansivas	Muy abundante	Pobre	Inundaciones muy frecuentes o de carácter permanente
5	> 2 000	> 40-60		-	< 10	Arenosas	Severa	Rápido	-
6	-	> 60		-	-	-	Muy severa	Muy pobre	-
7	-	-		-	-	-	Extrema	Nulo	-

Fuente: Tablas 1986.

Expresión simbólica de clase, subclase, unidad de capacidad y unidad de mapeo:

Clase de capacidad

(según código de cuadros 25 y 26)

Ejemplo: C<sub>3</sub> ES (Clase) C<sub>3</sub> ES (Subclase) C<sub>3</sub> p11 (unidad de capacidad) C<sub>3</sub> 2.12.1(12) (unidad de mapeo)

Pendiente - grado de erosión - profundidad efectiva - textura  
Pedregosidad y rocosidad - drenaje natural - riesgo de inundación

100

**Cuadro 25. Clasificación de tierras con pendientes menores de 12%.**

CLASES DE CAPACIDAD		CODIGO		EROSION (E)		
		Clase de uso	Cate- goría	Pen- diente (P)	Grado (e)	
Aptas para la labranza	Intensiva	Tierra cultivable 1	C	1	0	0
		Tierra cultivable 2	C	2	0,1	0,1
		Tierra cultivable 3	C	3	0,1,2	0,1,2
	Restring.	Tierra cultivable 4	C	4	0,1,2	0,1,2
		Tierra cultivable 5	C	5	0,1,2	0,1,2
No aptas para la labranza	Cultivos permanentes	Tierra apta para cultivos permanentes, categ. 6	CP	6	0,1,2	0,1,2,3
		Tierra apta para pastos naturales mejorados, categ. 6	P	6	0,1,2	0,1,2,3
		Tierra apta para pastos naturales mejorados, categ. 7	P	7	0,1,2	0,1,2,3
	Tierras forestales	Tierra apta para cultivo de especies forestales, categ. 7	F	7	0,1,2	0,1,2,3
		Tierra para protección y vida silvestre, categ. 8	VS	8	0,1,2	0,1,2,3,4

Cuadro 25. (Cont.).

CLASES DE CAPACIDAD		DRENAJE			
		(D)			
		Pedregosidad y rocosidad (r)	Drenaje natural	Riesgo de inundad.	
Aptas para la labranza	Intensiva	Tierra cultivable 1	0	0	0
		Tierra cultivable 2	0	0,1	0,1
		Tierra cultivable 3	0,1	0,1,2,3	0,1
	Restring.	Tierra cultivable 4	0,1,2	0,1,2,3,4	0,1,2
		Tierra cultivable 5	0,1,2,3	0,1,2,3,4	0,1,2
No aptas para la labranza	Cultivos permanentes	Tierra apta para cultivos permanentes, categ. 6	0,1,2,3,4	0,1,2,3,5	0,1
		Tierra apta para pastos naturales, mejorados, categ. 6	0,1,2,3,4,5	0,1,2,3,4,5,6	0,1,2,3
	Tierras forestales	Tierra apta para pastos naturales, mejorados, categ. 7	0,1,2,3,4,5,6	0,1,2,3,4,5,6	0,1,2,3
		Tierra apta para cultivo de especies forestales categ. 7	0,1,2,3,4,5,6,7	0,1,2,3,4,5,6	0,1,2,3,4
		Tierra para protección y vida silvestre, categ. 8	0,1,2,3,4,5,6,7,8	0,1,2,3,4,5,6,7	0,1,2,3,4

Fuente: Tablas 1986.

Cuadro 26. Tabla para la clasificación de tierras con pendientes mayores de 12%.

CLASES DE CAPACIDAD	CODIGO		EROSION (E)		SUELO (S)		Pedregosidad y rocosidad	
	Clase de uso	Categoría	Pendiente (P)	Grado (e)	Profund. efectiva (h)	Textura		
						0-30 cm		30-60 cm
Aptas para la labranza		C	4	3	0,1,2	0,1,2	0,1,2,3,4	0,1,2
	Tierra cultivable categ. 4							
	Tierra cultivable categ. 5							
Restringida a muy restringida		C	5	3	0,1,2	0,1,2,3	0,1,2,3,4	0,1,2,3
	Tierra apta para cultivos permanentes, categ. 5							
	CP	5	3,4	0,1,2	0,1,2	0,1,2	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4
Cultivos permanentes		CP	6	3,4,5	0,1,2,3	0,1	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4,5
	Tierra apta para cultivos permanentes, categ. 6							
	P	6	3,4,5	0,1,2,3	0,1,2,3	0,1,2,3	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4,5
No aptas para la labranza		P	7	3,4,5	0,1,2,3	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4,5	0,1,2,3,4,5
	Tierra apta para pastos naturales o mejorados, categ. 6							
	P	7	3,4,5	0,1,2,3	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4,5	0,1,2,3,4,5
Tierras forestales		F	7	3,4,5,6	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4,5	0,1,2,3,4,5,6
	Tierra apta para el cultivo de especies forestales, categ. 7							
	VS	8	3,4,5,6	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4,5	0,1,2,3,4,5	0,1,2,3,4,5	0,1,2,3,4,5,6,7
	Tierras para protección y vida silvestre, categ. 8							

Fuente: Tablas 1986.

**Cuadro 27a. Clases de tierras y su tratamiento conservacionista  
Tierras con pendientes menores de 12%.**

CLASE	CODIGO	POSIBILIDADES DE USO	TRATAMIENTO CONSERVACIONISTA
TIERRA CULTIVABLE CATEGORIA 1	C1	Tierras aptas para toda clase de cultivos adaptados a la zona, sin restricciones para la mecanización y labranza intensiva	Ninguna a pocas medidas: cultivo en contorno, cultivo en fajas, rotación de cultivos, incorporación de abonos orgánicos, fertilización adecuada.
TIERRA CULTIVABLE CATEGORIA 2	C2	Tierras aptas para una amplia gama de cultivos adaptados a la zona. Pueden presentarse restricciones de leves a moderadas, debido a problemas de erosión, suelo o drenaje. Son aptas para labranza intensiva y la mecanización.	Cultivo en contorno, cultivo en fajas y en áreas extensas, terrazas de base ancha o bordas de tierra; además, rotación de cultivos, incorporación de abonos orgánicos y adecuada fertilización.
TIERRA CULTIVABLE CATEGORIA 3	C3	Tierras aptas para la labranza intensiva con cultivos de escarda (cultivos limpios). Pueden ser utilizadas con otros cultivos tales como frutales, pastos o forestales, siempre que se adapten a las condiciones ambientales y edáficas. Pueden presentar restricciones moderadas, debido a problemas solos o combinados de erosión, suelo o drenaje. Son aptas para la mecanización.	Cultivos en contorno, cultivo en fajas y en áreas extensas, terrazas de base ancha o bordes de tierras, barreras vivas a muertas. Pueden necesitar labores de desempiedro, canales de drenaje u obras para el control de inundaciones, incorporación de abonos orgánicos y fertilización adecuada.
TIERRA CULTIVABLE CATEGORIA 4	C4	Tierras aptas para cultivos de escarda. Pueden ser utilizadas con otros cultivos tales como frutales, pastos o forestales siempre que se adapten a las	Los ya señalados para las clases anteriores.

**Cuadro 27a.** (Cont.).

<b>CLASE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>POSIBILIDADES DE USO</b>	<b>TRATAMIENTO CONSERVACIONISTA</b>
TIERRA CULTIVABLE CATEGORIA 5	C5	<p>condiciones ambientales y edáficas. Pueden presentarse restricciones de moderadas a severas, debidas a problemas solos o combinados de erosión, suelo o drenaje, que pueden interferir en la labranza y la mecanización.</p> <p>Tierras de uso transitorio con mayor aptitud para pastos, pero con posibilidades para la exploración de algunos cultivos que se adapten a las condiciones ambientales y edáficas. Pueden presentar restricciones severas, debido a problemas solos o combinados de erosión, suelo o drenaje, los cuales pueden interferir seriamente en la labranza y la mecanización.</p>	Los ya señalados para las clases anteriores.
TIERRA APTA PARA CULTIVOS PERMANENTES CATEGORIA 6	CP6	Debido a severas restricciones por problemas solos o combinados de erosión o suelo, son aptas mayormente para algunas especies de frutales o para bosques.	Barreras vivas o muertas, terrazas individuales, acequias de ladera o bordes de tierra, terrazas de base ancha, cajuelas para humificación e infiltración, incorporación de abonos orgánicos y adecuada fertilización.
TIERRA APTA PARA PASTOS NATURALES O MEJORADOS CATEGORIA 6	P6	Tierras que, debido a severas restricciones solas o combinadas de erosión, suelo o drenaje, solo son aptas para puntos naturales o mejorados o para bosques.	División de potreros, pastoreo rotativo, evitación del sobrepastoreo, aprovechamiento adecuado del estiércol para mejoramiento del suelo, control de malezas, adecuada fertilización. Pueden necesitar obras para drenaje o control de inundaciones.

**Cuadro 27a.** (Cont.).

<b>CLASE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>POSIBILIDADES DE USO</b>	<b>TRATAMIENTO CONSERVACIONISTA</b>
TIERRA APTA PARA PASTOS NATURALES O MEJORADOS CATEGORIA 7	P7	Tierras que, debido a restricciones muy severas de erosión, suelo o drenaje, solas o combinadas, solo son aptas para pastos naturales o mejorados de inferior calidad.	Los ya señalados para la P6
TIERRA APTA PARA EL CULTIVO DE ESPECIES FORESTALES CATEGORIA 7	F7	Tierras que, debido a restricciones muy severas de erosión, suelo o drenaje, solas o combinadas, solo son aptas para bosques, producción de madera u otros productos forestales.	Evitación de talas y quemadas, control de incendios, selección de especies, control de plagas y enfermedades, evitación de pastoreo y explotación racional que no rebase los límites de la cantidad de madera u otros productos que se deban extraer.
TIERRA PARA PROTECCION Y/O DESARROLLO DE VIDA SILVESTRE	VS8	Debido a muy severos problemas de erosión, suelo o drenajes solos o combinados, no presentan ninguna posibilidad productiva de uso agropecuario o forestal, pero pueden ser utilizadas para el desarrollo de vegetación.	Evitación de talas y quemadas, control de incendios, evitación del pastoreo, control de la caza o la pesca, establecimiento de zonas o períodos de veda.

**Nota:** Para la clasificación y la determinación de sus limitantes se utiliza el Cuadro 25.

**Fuente:** Tablas 1986.

**Cuadro 27b. Clases de tierras y su tratamiento conservacionista. Tierras con pendientes mayores de 12%.**

CLASE	CODIGO	POSIBILIDADES DE USO	TRATAMIENTO CONSERVACIONISTA
TIERRA CULTIVABLE CATEGORIA 4	C4	Tierras que, debido a problemas solos o combinados de erosión y suelo, en condiciones naturales solo son aptas para su uso con cultivos de escarada ocasionales, pero pueden ser utilizadas económicamente con cultivos permanentes (frutales, café, cacao o pastos) o especies forestales. Sin embargo, permiten el uso continuado con cultivos de escarada, siempre que se apliquen prácticas intensivas de conservación de suelos.	Para cultivos de escarada (limpios), en suelos medianamente profundos a muy profundos: bancales, hexágonos, terrazas convertibles, con el fin de facilitar el uso de tractores de 4 ruedas. Estos tratamientos pueden hacerse con máquinas de tamaño intermedio, tales como <i>Bulldozer</i> D5 o D6. En suelos poco profundos: acequias de ladera tipos bancal o trinchera. Si hay piedras: desempiedro y construcción de barreras muertas. Para cultivos permanentes: acequias de ladera, bancales individuales, barreras vivas o muertas y cajuelas de absorción y humificación, uso de cobertura muerta ( <i>mulch</i> ) o viva (plantas de cobertura). Además, para ambos: incorporación de abonos orgánicos y adecuada fertilización.
TIERRA CULTIVABLE CATEGORIA 5	C5	Tierras que, debido a problemas solos o combinados de erosión y suelo, en condiciones naturales solo son aptas para su uso con cultivos de escarada ocasionales, pero pueden ser utilizadas económicamente con pastos o especies forestales. Sin	Para cultivos de escarada (limpios): acequias de ladera tipos bancal o trincheras. Si hay piedras: desempiedro y construcción de barreras muertas. Puede combinarse el uso de cultivos mediante un adecuado plan de rotación; además, incorporación de

**Cuadro 27b. (Cont.).**

CLASE	CODIGO	POSIBILIDADES DE USO	TRATAMIENTO CONSERVACIONISTA
		embargo, permiten un uso más continuado con cultivos de escarda, mediante la aplicación de prácticas intensivas de conservación de suelos.	abonos orgánicos y fertilización adecuada.
TIERRA APTA PARA CULTIVOS PERMANENTES CATEGORIA 5	CP5	Tierras que, debido a problemas solos o combinados de erosión y suelo, en condiciones naturales no son aptas para cultivos de escarda salvo en forma muy ocasional, pero pueden ser utilizadas económicamente con cultivos permanentes (frutales, café, cacao o pastos) o especies forestales que se adapten a las condiciones ambientales y edáficas. Pueden permitir el uso de cultivos de escardas, preferentemente en combinación con cultivos perennes, siempre que se apliquen medidas muy intensivas de conservación de suelos.	Para suelos profundos a muy profundos: bancales, hexágonos y terrazas convertibles. Para suelos moderadamente profundos: acequias de ladera tipo bancale o trincheras y terrazas individuales. Debido a la inclinación de la pendiente, la mecanización se limita a pequeños tractores de ruedas o tractores manuales. La construcción de las terrazas puede efectuarse con tractor de banda D4 o de forma manual. Si hay piedras: desempiedro y construcción de barreras muertas. Puede considerarse también el uso de barreras vivas combinado con las estructuras ya mencionadas y el uso de cobertura muerta ( <i>mulch</i> ) o viva (plantas de cobertura). Además de las cajuelas para absorción y humificación, incorporación de abonos orgánicos y adecuada fertilización.
TIERRA APTA PARA CULTIVOS PERMANENTES CATEGORIA 6	CP6	Tierras que, debido a problemas solos o combinados de erosión y suelo, solamente son aptas para su uso con cultivos	Para suelos profundos a muy profundos: bancales o terrazas convertibles. Para suelos menos profundos: acequias de lade-

**Cuadro 27b. (Cont.).**

CLASE	CODIGO	POSIBILIDADES DE USO	TRATAMIENTO CONSERVACIONISTA
		permanentes (frutales, café, cacao o pastos) o especies forestales que se adaptan a la zona.	ra tipo bancal o trinchera, terrazas de huerto y terrazas individuales. El cultivo deberá realizarse de forma manual y mediante tractor manual. Además, los ya señalados para la CP5.
TIERRA APTA PARA PASTOS NATURALES O MEJORADOS CATEGORIA 6	P6	Tierras que, debido a problemas solos o combinados de erosión y suelo, solo son aptas para su uso con pastos mejorados o naturales o bosques.	División de potreros-pastoreo rotativo, evitación del sobrepastoreo, aprovechamiento adecuado del estiércol para mejora del suelo, fertilización adecuada. Pueden necesitarse acequias de riedera.
TIERRA APTA PARA PASTOS NATURALES O MEJORADOS CATEGORIA 7	P7	Tierras que, debido a problemas muy severos, solos o combinados de erosión y suelo, solo son aptas para el uso con pastos naturales o mejorados de inferior calidad o para bosques.	Los ya señalados para la P6.
TIERRA APTA PARA EL CULTIVO DE ESPECIES FORESTALES CATEGORIA 7	F7	Tierra que, debido a problemas muy severos solos o combinados de erosión y suelo, solo son aptas para bosques, producción de madera u otros productos forestales.	Evitación de talas y quemadas, control de incendios, selección de especies, control de plagas y enfermedades, evitación de pastoreos, explotación racional que no rebase los límites de la cantidad de madera u otros productos que deban ser extraídos de acuerdo con un inventario forestal.

**Cuadro 27b.** (Cont.).

CLASE	CODIGO	POSIBILIDADES DE USO	TRATAMIENTO CONSERVACIONISTA
TIERRA PARA PROTECCION Y/O DESARROLLO DE VIDA SILVESTRE	VS8	Debido a severos problemas de erosión y suelo solos o combinados, no presentan ninguna posibilidad de uso agropecuarios o forestal productivo, pero pueden utilizarse para el desarrollo de vegetación y vida silvestre, protección, recreación o turismo.	Evitación de talas y quemas, control de incendios, evitación de pastoreos, control de la caza, establecimiento de zonas o períodos de veda.

**Nota:** Para la clasificación y la determinación de sus limitantes se utiliza el Cuadro 26.

**Fuente:** Tablas 1986.

## Sistema Tosi

Este sistema fue desarrollado por Joseph Tosi en Perú y Colombia y fue publicado en este último país en 1972, bajo el título Una Clasificación y Metodología para la Determinación y Levantamiento de Mapas de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra Rural en Colombia, auspiciado por el Proyecto UNDP/SF - FAO COL. 16, del Centro de Educación e Investigaciones Forestales de la Universidad Nacional, Medellín. En Perú, la idea original del sistema Tosi quedó incorporada como parte del Reglamento de Clasificación de Tierras de la Ley Agraria.

El sistema Tosi distingue cinco categorías generales de uso "mayor" de la tierra:

- a) Cultivo en limpio (A)
- b) Cultivo permanente (C)
- c) Pastoreo (P)
- d) Bosque de protección (B)
- e) Protección (X)

"Se entiende que la categoría de uso mayor de la tierra es prioritaria pero no necesariamente exclusiva. Así, una unidad de terreno de características homogéneas o uniformes puede reunir condiciones ecológicas que la hacen apta para el cultivo en limpio. Este mismo

terreno, probable pero no necesariamente, reúne condiciones ecológicas que también lo hacen apto para las otras cuatro categorías de uso. Al calificarlo como apto para el cultivo en limpio se indica que tal uso será el máximo permitido y que debe tener, cuando son favorables, todas las otras condiciones tales como las económicas, sociales, institucionales, tecnológicas, de localización geográfica, transporte, etc. Al bajarse el uso en la escala de categorías, se refleja el orden prioritario con los de menor prioridad más y más limitados en sus rangos de usos potenciales. La clasificación en sí misma no sobrepasa, si se juzgan en términos ecológicos los factores de orden medio-ambiental que son absolutamente limitantes siempre en relación con las suposiciones hechas sobre los sistemas de manejo tecnológico que vaya a emplear en su uso, sobre el deterioro de su productividad y sobre los daños externos potenciales. Dentro del rango de usos posibles, entonces, la selección final la hace el economista, el planificador o el agricultor, pero este no debe exceder los límites determinados en la clasificación" (Tosi 1981:7).

Por lo citado, se trata de un sistema dirigido sobre todo al uso de la tierra. Aunque el mismo autor indica otros criterios que se deben considerar, en cierta medida se enfatizan todos los sistemas de esta índole, en donde el cultivo en limpio es prioritario. Es importante destacar que este cultivo no siempre es así desde el punto de vista económico, social, tecnológico o ambiental. Al final, este sistema se propone como una guía principal para la planificación del uso de la tierra en general.

El sistema Tosi distingue cuatro sistemas de manejo tecnológico que funcionan como subcategorías en la clasificación:

- a) Avanzado, mecanizado (M)
- b) Avanzado, artesanal (A)
- c) Tradicional (T)
- d) Primitivo (N)

El sistema propuesto por Tosi enfatiza la función del clima en el medio ambiente: "El clima ejerce su influencia en forma continuada y universal sobre todos los demás factores del medio ambiente" (Tosi 1981:13).

Se adoptó el sistema de análisis y clasificación bioclimática de las zonas de vida del mundo de Holdridge (1978), como base para establecer las primeras divisiones ecogeográficas. El hipotético sistema de zonas de vida combina, en forma integral, los factores bioclimáticos: calor,

precipitación y evapotranspiración, que "se expresan en términos cuantitativos directamente relacionados con la vida orgánica y con los factores fisiográficos y edáficos con un criterio que permite una comparación a escala mundial" (Tosi:1981:13).

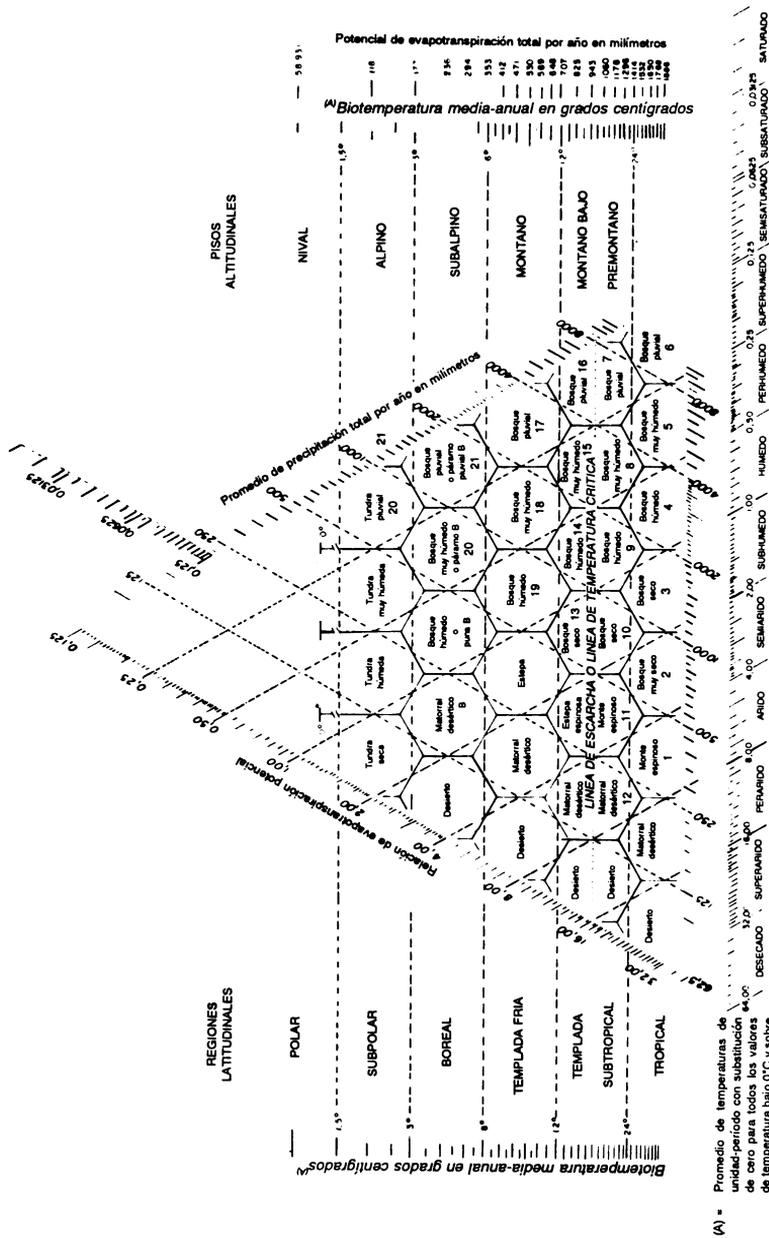
Para cada bioclima o zona de vida de importancia geográfica en Colombia, se presenta una clave (clave 1-21: se han descrito 20 zonas de vida en Colombia) en que los factores limitantes de orden geográfico y edáfico (de 12 en total) determinan la capacidad de uso mayor con respecto a los cuatro sistemas de manejo tecnológico, definidos anteriormente.

Los factores geográficos y edáficos que Tosi consideró son:

- Pendiente con laderas cortas.
- Pendiente con laderas largas.
- Micro relieve.
- Profundidad.
- Textura.
- Pedregosidad.
- Drenaje interno total.
- Fertilidad inherente.
- pH.
- Erosión sufrida.
- Salinidad.
- Peligro de anegamiento o inundación.

En la Figura 13 y en el Cuadro 28 se presenta el diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, diseñado por Holdridge (1978), con las veinte zonas de vida de Colombia y un ejemplo de las claves para la clasificación, según Tosi (1981).

Para una aplicación simplificada del sistema Tosi, obsérvese el Cuadro 29, el cual contiene la misma clave que se ha mostrado antes, pero ajustada para servir a un proyecto específico, también localizado en Colombia, el cual se tomó del Plan de Manejo Integral de la Cuenca Superior del Río Lebrija, Proyecto ACIDI-CDMB 286-007-08) (Bucaramanga 1985, en Proyecto ACIDI-CDMB286-007-08 1985).



(A) = Promedio de temperaturas de unidad-periodo con substitución de cero para todos los valores de temperatura bajo 0°C y sobre 30°C, respectivamente. (E) límite cálido de 30°C es provisional pendiente de más investigación).

(B) = En la región tropical solamente.

**Cuadro 28. (Cont.).**

FACTORES EDAFICOS: CLASES PERMISIBLES							SUELOS			OBSERVACIONES
Capacidad de uso mayor de la tierra	7 Fertilidad inherente	PM 1:1	8 Erosión sufrida	9 Solinidad	10 Peligro de anegamiento					
A CULTIVOS EN LIMPIO	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-1	0	0-1	R.S. opcional				
	1-2	6 <sup>2-8</sup>	0-1	0-1	0-1	R.S. opcional				
	1-2	6 <sup>2-8</sup>	0-1	0-2	0-2	R.S. opcional				
	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-1	0	0-1	R.S. opcional				
	1-2	6 <sup>2-8</sup>	0-1	0-1	0-1	R.S. opcional				
	1-2	6 <sup>2-8</sup>	0-1	—	—	R.S. opcional				
C CULTIVOS PERMANENTES	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-1	0-2	0-1	R.S. opcional: aspersion				
	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-2	—	—	R.S. opcional				
	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-2	—	—	R.S. opcional				
	1-2	6 <sup>2-8</sup>	0-1	—	—					
	1-2	6 <sup>2-8</sup>	0-1	—	—					
	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-1	0-2	0-1					
P PASTOREO	1-4	5 <sup>2-9</sup>	0-2	0-1	0-1					
	1-4	5 <sup>2-9</sup>	0-2	0-1	—					
	1-4	5 <sup>5-8</sup>	0-1	0-1	—					
	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-1	0-1	—					
	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-1	—	—					
	1-5	> 4 <sup>0</sup>	0-3	0-2	0-2					
B BOSQUES DE PRODUCCION	1-5	> 4 <sup>0</sup>	0-3	0-1	0-2					
	1-4	5 <sup>2-9</sup>	0-2	—	—					
	1-3	5 <sup>5-8</sup>	0-1	—	—					

R.S. = Riego suplementario

**Zona de vida:** Bosque húmedo montano bajo tropical  
Bosque húmedo montano bajo subtropical

A = 21 t/ha, cuando la profundidad del suelo = 60 cm.  
R = 525

Fuente: Tosi 1981.

**Cuadro 28. Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores.**

FACTORES EDAFICOS: CLASES PERMISIBLES											
Capacidad de uso mayor de la tierra	Sistemas de manejo tecnológico incluidos	Clases agrológicas principales	1		2	3		4		5	6
			Pendientes	%		Laderas o cerros cortos	Laderas o campos largos	Profundidad mfn. en cm	Texturas		
<b>SUELOS</b>											
A CULTIVOS EN LIMPIO	M,A,T	I	0-1	0-1	1-2	90	M	0	B		
	M,A,T	II	0-1	0-1	1-2	60	L,M,P	0	A,B,C		
	A,T	III	0-1	0-1	1	30	Todos	0-1	A,B,C		
	M,A,T	I	1-3	1-2	1-2	90	L,M	0	B		
	M,A	II	3-10	2-6	1-2	90	L,M,P	0-1	A,B,C		
	A	III	10-15	6-9	1-2	90	L,M	0-1	A,B		
	A	IV	15-23	9-14	1-2	90	L	0-1	A,B		
	M,A,T	II	0-16	0-16	1-2	100	L,M,P	0-1	A,B,C		
	A,T	III	16-30	16-20	1-3	100	L,M,P	0-2	A,B,C		
	A,T	III	1-20	1-14	1-3	60	L,M,P	0-2	A,B,C		
C CULTIVOS PERMANENTES	A	IV	20-40	14-28	1-2	60	L,M,P	0-2	A,B,C		
	A	IV	40-80	28-50	1-2	100	L,M	0-1	A,B		
	A,T	V	0-2	0-1	1-3	20	Todos	0-3	A,B,C,D		
	M,A,T	VI	1-3	1-2	1-2	40	L,M,P	0-1	A,B,C,D		
	M,A,T	VI	3-8	2-5	1-2	60	L,M	0-1	A,B,C		
	A	VI	3-10	2-7	1-3	60	L,M,P	0-3	A,B,C		
	A	VI	10-16	7-10	1-3	60	L,M	0-3	A,B		
	A	VI	16-25	10-18	1-3	60	L	0-2	A,B		
	A,T	V,VII	0-1	0-1	1-4	40	Todos	0-3	Todos		
	M,A,T	VI,VII	1-50	1-30	1-3	40	Todos	0-3	Todos		
BOSQUES DE PRODUCCION	M,A,T	VI,VII	50-100	30-50	1-2	60	Todos	0-3	A,B,C		
	M,A,T	VII	100-150	50-100	1-2	80	M,P	0-2	A,B,C		
	A	V,VII									
	A	VII									
X PROTEC. VEGETAC. NATURAL	A	V,VII									
	A	VII									
	A	VIII									

Cuadro 29: Manejo de la cuenca superior del Río Lebrija: uso potencial mayor del suelo.

USO POTENCIAL MAYOR	RANGOS PERMISIBLES			OBSERVACIONES
	PENDIENTE	PROFUNDIDAD	TEXTURA	
Cultivo limpio	0 a 5%	Todas	Todas	Es posible que necesite riego
	6 a 12%	Mod. profunda	Franca	
	6 a 12%	Profunda	Franca	
Cultivo semilimpio	6 a 12%	Superficial	Franca	Es posible que necesite riego
	13 a 30%	Mod. profunda	Franca	
	13 a 30%	Profunda	Franca	
Cultivo denso	6 a 12%	Superficial	Gruesa y fina	Es posible que necesite riego
	13 a 30%	Mod. profunda	Gruesa y fina	
	13 a 30%	Profunda	Gruesa y fina	
	13 a 30%	Superficial	Franca	
	31 a 70%	Mod. profunda	Franca	
	31 a 70%	Profunda	Franca	
Cultivo agrosilvopastoril	13 a 30%	Superficial	Gruesa	Es posible que necesite riego
	31 a 70%	Mod. profunda	Gruesa	
	31 a 70%	Profunda	Gruesa	
Cultivo silvopastoril	13 a 30%	Superficial	Fina	Es posible que necesite riego
	31 a 70%	Mod. profunda	Fina	
	31 a 70%	Profunda	Fina	
Bosque productor-protector Protección absoluta	71% y más	Mod. profunda	Todas	
	71% y más	Profunda	Todas	
	31 a 70%	Superficial	Todas	
	71% y más	Superficial	Todas	

ZONA DE VIDA: bosque húmedo montano bajo (bh-mb). Temperatura 12°-17°. Precipitación 1 000 a 2 000 mm.

Fuente: Proyecto ACDI-CDMB 266-007-08 1985.

## Sistema CCT

El sistema CCT (CCT 1985a, b), que formalmente se llama Sistema para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica, fue desarrollado por el Centro Científico Tropical (CCT) de este país con base en un convenio de cooperación establecido con el Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través del Programa de Conservación de Recursos Naturales (GCR/AID-515-T-032). Fue publicado en agosto de 1985 y en setiembre de 1987 quedó incorporado en el Decreto de Emergencia Forestal de Costa Rica; actualmente se exige su aplicación por parte de todas las instituciones públicas relacionadas con el uso de la tierra.

El proyecto para el desarrollo del sistema CCT tuvo una duración de doce meses y se llevó a cabo en tres etapas. La primera consistió en la recolección de información y en el análisis de distintas metodologías en el país; en la segunda etapa se hizo la investigación de campo y se recogió la información de los datos respectivos; y en la última se procedió al análisis de toda la información recopilada. Como resultado de este proceso, se estructuró un sistema de clasificación que consta de 10 clases de uso diferentes y de tres sistemas de manejo tecnológico. Como el sistema propuesto por Tosi (1981), esta metodología de clasificación de capacidad de uso está enmarcada en el sistema de zonas de vida de Holdridge (1978), por lo que el manual incluye 11 claves, cuyas clases y parámetros tienen valores numéricos distintos, dependiendo del bioclima. Cada clave del manual consta de 13 parámetros de clasificación agrupados en factores climáticos, topográficos, edáficos y de drenaje.

El CCT (1985a) señala que la metodología resultante se diseñó para que pueda ser aplicada por profesionales y subprofesionales que posean conocimientos básicos en el uso de la tierra, principalmente de suelos, y que es adecuada, para aplicarse a niveles detallados, preferiblemente a escalas mayores de 1:50 000.

El sistema distingue las siguientes clases, dentro del contexto de las zonas de vida:

- I Cultivos anuales (muy alto rendimiento).
- II Cultivos anuales (alto rendimiento).
- III Cultivos anuales (moderado rendimiento).
- IV Cultivos permanentes o semipermanentes.
- V Pastoreo intensivo.

- VI Pastoreo extensivo.
- VII Cultivos arbóreos.
- VIII Producción forestal intensiva.
- IX Producción forestal extensiva.
- X Protección.

El sistema también incluye los siguientes sistemas de manejo tecnológico, dentro del contexto de las clases:

- T = Sistema de manejo tecnológico tradicional.
- A = Sistema de manejo tecnológico avanzado.
- M = Sistema de manejo tecnológico mecanizado.
- Y = Clasificación de los terrenos según los siguientes factores:

- Pendiente máxima permisible.
- Textura.
- Profundidad mínima.
- pH.
- Drenaje.
- Pedregosidad.
- Riesgo de inundación.
- Erosión sufrida.
- Micro relieve.
- Meses secos.
- Viento.
- Neblina.
- Condiciones especiales.

Igual que en el sistema Tosi, los objetivos del sistema CCT son amplios, dirigidos al uso de la tierra. "La determinación de la capacidad de uso de la tierra es de suma importancia, para este país y cualquier otro cuya economía dependa principalmente del agro. Es solamente conociendo esta que se puede planificar acertadamente el desarrollo equilibrado de las actividades productivas basadas en el uso acertado de la tierra, de acuerdo con su capacidad para lograr así el máximo rendimiento de esta, tanto a corto como a largo plazo" (CCT 1985a:3).

Por otro lado, se advierte que no "se debe sobreestimar el alcance de la metodología, pues esta es solamente un instrumento y no un medio para lograr la ordenación del campo agronómico. Sin embargo, queda la alternativa de ligar esta al crédito, lo cual, dadas las circunstancias en las que se encuentra el país, podría convertirse en muy poco tiempo en un

poderoso medio para lograr el objetivo final, (...) el uso de la tierra según su capacidad" (CCT 1985a:4).

Por lo tanto, el sistema CCT busca evitar el sobreuso y el subuso de la tierra. Por el carácter casi obligatorio que le ha dado el mencionado Decreto de Emergencia Forestal al sistema CCT, surge la pregunta de si este mismo, con su limitada base de información e impuesto desde arriba, en la práctica no restringe mucho la flexibilidad del uso de la tierra, requerida para seguir la variabilidad del mercado.

En cuanto al problema de sobreuso, como alternativa se puede pensar en penalizar la degradación antrópica de la tierra con multas o impuestos, y establecer un sistema de apoyo técnico y financiero para la recuperación de este recurso. Esto le permitirá al usuario seleccionar el uso más idóneo de su tierra y aplicar las técnicas de conservación, según su situación específica.

Por otra parte, se puede analizar la causa del subuso. Por ejemplo, es cierto que la situación de la tenencia de la tierra se relaciona fuertemente no solo con el sobreuso, sino también con el subuso de la tierra. Otra razón para un subuso de la tierra puede ser la falta de infraestructura hacia el mercado o la falta de un mercado. Así, no se puede estimular ni exigir un uso más intensivo de la tierra solamente sobre la base de una clasificación por capacidad de uso.

La siguiente cita ilustra la problemática confrontada por los usuarios de los sistemas de esta índole: "muchas veces, dos sistemas no califican en igual forma a una misma unidad de tierra, e inclusive, puede darse el caso de que dos personas, usando el mismo sistema, califiquen en forma diferente la misma unidad de tierra debido a la complejidad del tema" (CCT 1985a:5, 6). No parece muy cautelosa o realista la conclusión que luego se plantea, adoptada en el Decreto: "es conveniente usar un solo sistema de clasificación de tierras en el país" (CCT 1985a:6).

En la Figura 14 se presenta de nuevo el esquema de Holdridge (1978), junto con las zonas de vida de Costa Rica. En el Cuadro 30 se muestra un ejemplo de una clave de la misma zona de vida que se ha usado en los ejemplos de Colombia.



**Cuadro 30. Zona de vida: bosque húmedo montano bajo (bh-MB).  
Sistema de manejo: tradicional.**

CAPACIDAD DE USO	PEN-DIENTE MAXIMA PERMI-SIBLE	TEXTURA	PROFUN-DIDAD MINIMA (cm)	pH	DRENAJE (Categ.)	PEDRE-GOSIDAD (Categ.)
I	4%	F,FL,Fa <sup>-</sup>	+90	6.0-6.8	3	1
II	8%	Fa <sup>+</sup> ,Fa <sup>-</sup> , F,FL FAL, FA	+90	5.7-7.0	2,3,4	1,2
	12%	FAa, FAL, FA, Aa, AL, A <sup>-</sup>	+80	+5.7	2,3,4	1,2,3
III	8%	Fa <sup>+</sup> Fa <sup>-</sup> ,FL, F,L	◇	◇	◇	◇
	5%	Todas excepto a, aF, A <sup>+</sup>	40-80	◇	◇	◇
IV	28%	Todas excepto a, aF, A <sup>+</sup>	+90	+5.2	2,3,4	1,2,3
	22%	◇	60-90	◇	◇	◇
V	No se encuentra en este sistema de manejo					
VI	28%	F,FL,L,FA,FAa, FAL,Aa,AL,Fa <sup>-</sup>	+90	+5.0	2,3,4	1,2,3,4,5
	30%	◇	+60	◇	◇	4,5
	22%	◇	60-90	◇	◇	1,2,3
	5%	◇	+20	◇	5,6	1,2
	20%	aF,Fa <sup>+</sup>	+60	+5.5	1,2	◇
	15%	Todas excepto a,A <sup>-</sup> ,A <sup>+</sup>	40-60	◇	2,3,4	1,2,3
	15%	A <sup>-</sup> ,A <sup>+</sup>	+60	+5.0	◇	◇
	25%	Todas excepto a,A <sup>-</sup> ,A <sup>+</sup>	40-60	◇	◇	4,5
VII	38%	Todas excepto a,aF	+90	+5.2	2,3,4	1,2,3,4
	30%	◇	60-90	◇	◇	◇
VIII	No se encuentra en este bioclima					
IX	60%	NC	+70	NC	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5
X	Todas las tierras no incluidas en esta clase					

Cuadro 30. (Cont.).

CAPACIDAD DE USO	RIESGO DE INUNDACION (Categ.)	EROSION SUFRIDA (Categ.)	MICRO-RELIEVE (Categ.)	MESES SECOS (Categ.)	VIENTO (Categ.)	NEBLINA (Categ.)	CONDICIONES ESPECIALES
I	0	0,1	1	2	1	1,2	
II	0,1	0,1	1,2	2,3	1	1,2	
	0,1,2	0,1	1,2	2,3	1	1,2	
III	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
IV	0,1	0,1	1,2	2,3	1	1,2	
	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
V	No se encuentra en este sistema de manejo						
	0,1,2	0,1	1,2,3	N C	1,2	1,2	
VI	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
	0,1,2,3	◊	◊	◊	◊	◊	
	0,1,2	◊	◊	◊	◊	N C	
	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
VII	0,1	0,1,2	1,2,3	N C	1	1,2	
	◊	◊	◊	◊	◊	◊	
VIII	No se encuentra en este bioclima						
IX	0,1,2,3	0,1,2,3	N C	N C	N C	1,2	
X	Todas las tierras no incluidas en esta clase						

N C= No se considera.

Fuente: CCT 1985 b.

## Otros Enfoques hacia la Clasificación de la Tierra

Después de discutir algunos sistemas de clasificación con base en el sistema del USDA, a continuación se describen otros esfuerzos dirigidos hacia una clasificación de la tierra, como el Proyecto Benchmark Soils, el Proyecto de Sistemas de Producción de Granos Básicos en Centroamérica del CATIE y el Proyecto de Zonas Agroecológicas de la FAO.

### *Proyecto Benchmark Soils*

La hipótesis de este proyecto consiste en que la taxonomía de suelos es especialmente apta para definir "nichos ecológicos" aprovechables en la producción agrícola (Beinroth *et al.* 1980). Para comprobar esa hipótesis, el Proyecto Benchmark Soils realizó, a escala mundial, una serie de experimentos para definir superficies de respuesta a la fertilización, principalmente con fósforo. En general, se encontró que suelos de la misma familia respondieron de forma semejante a la fertilización con fósforo, aunque el uso previo del sitio afectó las curvas de respuesta. (Beinroth 1982).

Sin embargo, el Dr. Beinroth, durante una visita que hizo al CATIE, indicó que el acercamiento del Proyecto Benchmark Soils fue un poco limitado. La cosecha depende no solo de suelos, sino también de clima, genotipo y manejo. La taxonomía de suelos tampoco enfatiza mucho la capa superficial del suelo (horizonte A, el epipedon), tan importante para la producción agrícola. Parece que falta definir aspectos de fertilidad y de comportamiento del agua en el suelo. Como se mencionó en el capítulo 5, la clasificación taxonómica se desarrolló, en primera instancia, para describir mejor el suelo y no tanto para ver su efecto sobre ciertas aplicaciones.

Un logro importante del Proyecto Benchmark Soils fue el desarrollo de la base filosófica de un enfoque para evaluar cuantitativamente la relevancia espacial y a la vez el alcance potencial de la transferencia de una tecnología agrícola en un agroambiente específico.

### ***Proyecto Sistemas de Producción de Granos Básicos en Centroamérica (CATIE)***

El CATIE investigó los determinantes edafoclimáticos de la tecnología agrícola aplicada, en relación con los sistemas de los granos principales del istmo centroamericano, y definió el área de extrapolación en donde la tecnología apropiada realmente puede tener éxito o alcanzar una producción esperada (CATIE 1986b, c, d; Navarro 1986). Este proyecto consistió en los siguientes pasos:

1. Identificar los sistemas de cultivos principales del istmo centroamericano y su localización geográfica.
2. Construir un banco de datos geográficos de condiciones edafoclimáticas y otro de los sistemas de cultivos principales.
3. Caracterizar las condiciones edafoclimáticas en las áreas de los principales sistemas de cultivo e identificar los determinantes de los sistemas utilizando datos secundarios.
4. Caracterizar el manejo de los principales sistemas de cultivo e identificar los determinantes de manejo.
5. Probar una determinada tecnología en una red de sitios experimentales para definir los determinantes de la producción de la tecnología dada y desarrollar modelos que puedan predecir la producción de una tecnología específica.
6. Determinar la factibilidad de clasificar la región centroamericana con base en la producción prevista de una tecnología específica, utilizando información existente o la que se pueda obtener (CATIE 1986b).

Además de dedicarse a los granos básicos, el enfoque de este proyecto ha sido demostrar la relación entre el uso actual, por un lado, y su ambiente edafoclimático, por otro. Como la tecnología ya fue desarrollada según sitios específicos, se enfatizó más la definición y zonificación del área de extrapolación de una tecnología existente que la definición de esta tecnología.

Aunque el proyecto ya concluyó, es conveniente completar y afinar la metodología, incluyendo un procedimiento para la definición y priorización

de aspectos tecnológicos limitativos de los sistemas actuales de granos principales, para el desarrollo y la verificación de soluciones a las limitaciones observadas, la transferencia de las mejores opciones tecnológicas, la verificación del efecto y la retroalimentación del esfuerzo. Asimismo, es necesario institucionalizar esta metodología en cada país como parte de un esfuerzo centroamericano de intercambio y de cooperación tecnológica.

### **Proyecto de Zonas Agroecológicas (FAO)**

Con referencia al enfoque de la FAO para la evaluación de tierras y de su uso, el cual se discutirá en los capítulos 7 y 8, este proyecto se concentró en una clasificación de la tierra según aspectos físicos y económicos generales y su efecto sobre la producción de cultivos seleccionados. Por su escala de trabajo, el estudio se limitó al análisis de las posibilidades de producción, en un régimen de secano, de un número limitado de cultivos de importancia mundial, a saber: trigo, arroz, maíz, mijo perla, sorgo, soya, algodón, frijol, papa, camote y yuca (FAO 1978a y 1981).

En relación con el proceso de la fotosíntesis y sus requisitos de temperatura y nivel de radiación, se identificaron cinco grupos principales de cultivos:

- Grupos I y II. El primer producto de la fotosíntesis es un ácido orgánico  $C_3$ .
- Grupos III y IV. El primer producto es un ácido orgánico  $C_4$ .
- Grupo V. (Ej.: piña y sisal). Adaptados a condiciones xerofíticas, aunque tienen algunas características de los cultivos  $C_4$ , son diferentes de los cultivos  $C_4$  (y  $C_3$ ). Esto, por ejemplo, debido a que fijan  $CO_2$  durante la noche y por su máxima eficiencia en el uso del agua.

Por lo general, los cultivos  $C_3$  (grupo I, ej.: papa, frijol, trigo, café) se desarrollan de manera óptima bajo temperaturas y niveles de radiación relativamente bajos ( $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ,  $0,2$ - $0,6$  cal  $cm^{-2}min^{-1}$ ) y los cultivos  $C_4$  (grupo III, ej.: millet, maíz, sorgo, caña de azúcar) se desarrollan mejor en temperaturas y niveles de radiación relativamente altos ( $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$ ,  $1,0$ - $1,4$  cal  $cm^{-2}min^{-1}$ ). Los cultivos  $C_4$  poseen un intercambio de  $CO_2$  más alto, tasas de crecimiento más altas y una mayor eficiencia en el uso del agua, a diferencia de los cultivos  $C_3$ . Finalmente, los cultivos del grupo II

(ej.: camote, algodón, arroz, yuca, banano, cacao, cultivares tropicales de frijol, soya) funcionan de manera óptima en temperaturas más altas (25°-30°), mientras que los cultivos del grupo IV (ej.: algunos cultivares de maíz, sorgo, millet) se desarrollan mejor en temperaturas relativamente bajas para los cultivos C<sub>4</sub> (20°-30°).

Al lado de los requisitos para el proceso de fotosíntesis, deben satisfacerse otros que son necesarios para el desarrollo del cultivo y, especialmente, para el desarrollo de su parte útil. Los requerimientos climáticos de importancia con un efecto significativo en cuanto al período de crecimiento son: temperatura, radiación, precipitación y evapotranspiración potencial (determinada por la radiación, temperaturas máximas y mínimas, humedad del aire y velocidad del viento), expresados en términos cuantitativos y de distribución en el tiempo<sup>22</sup>. Por lo general, el período de crecimiento es cuando la tasa de precipitación sobrepasa la tasa de evapotranspiración potencial.

Para obtener un cultivo exitoso, su tiempo de crecimiento, o sea, el tiempo comprendido entre la germinación y la madurez con cultivos anuales, y el tiempo de crecimiento nuevo anual con cultivos perennes deben ubicarse confortablemente en el período de crecimiento local. Además, dentro del período de crecimiento, muchos cultivos tienen requerimientos más específicos además de los factores climáticos mencionados, con el fin de poder iniciar y concluir ciertos procesos de su desarrollo o maduración. En todos los casos se distinguieron rangos óptimos y críticos para cada cultivo considerado, por ejemplo: el sorgo, con un período de crecimiento de 75-89 días, la producción prevista es de 0.2-1.1 t/ha; con un período de crecimiento de 90 a 119 días, de 1.2-2.5 t/ha; y con un período de crecimiento de 120 a 149 días, de 2.5-3.8 t/ha.

Con respecto a los requisitos edáficos, se distinguieron requisitos internos y externos. Como requisitos internos, se investigaron los relacionados con el régimen de temperatura del suelo, régimen de humedad y de aeración, fertilidad, profundidad efectiva, textura y pedregosidad en la superficie y en el perfil, la ausencia de salinidad y elementos tóxicos. Como requisitos externos, se investigaron los

---

22 Existe otro requisito relacionado con la fotoperiodicidad del lugar, es decir, el número de horas luz por día. Este es un requisito más general y sobre todo importante con cultivos originados adaptados a otra latitud geográfica.

relacionados con la topografía macro y micro del suelo, la ocurrencia de períodos de inundación y el acceso y tráfico del suelo.

Según el caso, se consideraron otros requisitos edáficos, específicos de los cultivos particulares. Para cada cultivo, se determinaron los rangos óptimos y críticos de las siguientes características: pendiente del suelo, profundidad, drenaje, textura y tipo de arcilla, fertilidad natural, salinidad, pH, contenido de *calcium* carbonato libre y contenido de yeso.

Después de haber definido los requisitos de los cultivos según el clima y el suelo, se efectuó un inventario de las características correspondientes en África, suroeste de Asia, América Central, América del Sur y sureste de Asia (FAO 1978ab, 1980a, 1981). Para ello se utilizó el mapa mundial de suelos, cuya escala es 1:5 000 000 (FAO/UNESCO 1974). Esta correlación entre los requisitos de los cultivos y las características locales de clima y del suelo constituyó la base para la evaluación de la idoneidad o aptitud de la tierra.

El Proyecto de Zonas Agroecológicas produjo mapas de aptitud por cultivo en las regiones estudiadas, con una escala de 1:5 000 000 para su mejor desarrollo; luego se ampliaron a nivel regional y nacional con escalas mayores (FAO 1981). Como ejemplos de una elaboración más detallada de este enfoque, considérense la "Evaluación de los recursos de tierra para la producción en secano de cultivos en Mozambique", ejecutada dentro del contexto del Proyecto Planificación de Tierra y Agua (MOZ/75/011) de la FAO, y la "Evaluación de los recursos de tierra de Bangladesh para el desarrollo agrícola", resultado de los proyectos FAO/UNDP BGD/78/014, BGD/81/035, BGD/81/023 y BGD/83/010.

En el primer ejemplo se investigó la adaptabilidad de la tierra a ocho cultivos de importancia local, considerando dos niveles de ingreso al cultivo (o sea, en total se consideraron 16 tipos de utilización) y se logró su definición y representación en la escala 1:2 000 000 (FAO 1982b). En el segundo ejemplo se trató de adaptar una evaluación de los recursos de tierra para el desarrollo agrícola en un sentido más amplio, a una evaluación de la aptitud de la tierra para 48 cultivos en 216 tipos de utilización (considerando varios cultivares, dos niveles de manejo y su realización con o sin riego); en este estudio se logró una escala de 1:750 000 (FAO 1982b). Ambos estudios sirven como base para investigaciones más detalladas sobre la implementación de usos más apropiados de la tierra en diferentes países.

## Conclusión

En este capítulo se presentaron varios sistemas para la clasificación de la capacidad del uso del suelo, los cuales se basan en criterios similares y de cierta forma poseen las mismas debilidades, ya que principalmente muestran la vulnerabilidad actual del suelo en cuanto al proceso de deterioro más importante en la región: la erosión hídrica. Por lo tanto, pueden ser útiles en la definición de áreas críticas de este proceso de deterioro del suelo.

Con referencia a la ecuación universal de pérdida del suelo, se puede inferir que al lado de la cobertura y las prácticas de uso, la pendiente, la erosividad de la lluvia y la erodibilidad del suelo son los tres factores principales de la erosión hídrica. Entonces, para una evaluación de la vulnerabilidad relativa del suelo, se deben medir los determinantes de cada factor: el gradiente y la longitud de la pendiente, la intensidad de la lluvia y la estabilidad estructural del suelo.

Para conocer la vulnerabilidad absoluta, se investiga el efecto real de cada factor y de los factores en conjunto, sobre la erosión de los suelos. Cuando también se conocen las tasas de erosión de los diferentes suelos, las cuales aun se pueden considerar permisibles en vista de sus tasas de formación, se puede derivar un índice de erodibilidad de tierra<sup>23</sup>.

La importancia de la pendiente como factor de la erosión hídrica del suelo, la falta de información, la supuesta invariabilidad o la excesiva variabilidad en relación con la escala de trabajo y los otros determinantes han causado su importancia relativa en los trabajos presentados en este capítulo. La profundidad del suelo, por lo general, tiene un efecto positivo sobre su drenaje interno.

---

23 Desde la aceptación de la Ley de Seguridad Alimenticia de Los Estados Unidos en 1985, su Título de Conservación (Title XII) define el índice de erodibilidad de tierra como:  $EI = R * K * L * S / T$ , donde EI es el índice (en este caso), T es la tasa de erosión permisible y R, K, L y S son los factores de la ecuación universal de pérdida del suelo. El Título distingue tres clases de tierras erodibles: clase 1, tierras altamente erodibles, donde  $EI > 10$ ; clase 2, tierras con potencial de ser altamente erodibles, donde  $6 \leq EI \leq 10$ ; y clase 3, tierras no altamente erodibles, donde  $EI < 6$ . Además, define parcelas como altamente erodibles, cuando un tercio o más de estas pertenecen a la clase 1, o con parcelas más grandes de 150 acres, cuando 50 acres o más son de clase 1.

Con una buena tasa de infiltración, la escorrentía se reduce en estos suelos. También parece que el problema de erosión es menos urgente con suelos profundos. Pero el hecho de que la capa fértil se refiera solamente a la parte superficial del suelo indica que no se debe exagerar. Además, si la tarea es sostener el recurso suelo, cualquier pérdida más allá de la tasa de su formación es una señal de no cumplimiento.

Aunque algunos autores han tratado de aumentar el alcance del enfoque del sistema de Klingebiel y Montgomery —determinación de un uso óptimo de la tierra— cabe la duda de si este procedimiento ha sido realista. No se puede pretender cambiar el uso de la tierra sin tomar en cuenta su actual uso, incluyendo toda la complejidad biofísica y socioeconómica del lugar y del tiempo.

Como se indicó en el capítulo 5, el entendimiento moderno de la complejidad del deterioro del suelo enfatiza más el efecto específico del uso que la complicada determinación de la resistencia del suelo ante todos los factores de deterioro en conjunto. Es decir, la noción de una capacidad fija y cuantificable del suelo para sostener al uso humano ha perdido su validez. Por lo tanto, es necesario visitar a los agricultores en el campo, para estudiar con ellos el efecto real de su sistema de uso sobre el ambiente y conjuntamente llegar a soluciones más sostenibles y provechosas. Esta es una tarea difícil que requiere la revisión de políticas presupuestarias e institucionales en general y de costumbres operacionales en particular.

Por otra parte, se destaca el enfoque del Catastro de Honduras, cuyo objetivo de valorar predios sobre la base de su capacidad productiva en un tiempo dado, cuando no se exagera su alcance, justifica la aplicación de criterios biofísicos y químicos del ambiente, sobre todo cuando el buen registro permite una revaluación de las características independientes relacionadas con su contribución a la capacidad productiva y ciertas aplicaciones específicas en el futuro.

El Proyecto Benchmark Soils fue un esfuerzo alternativo para relacionar el conocimiento del suelo con el ambiente agronómico. Esto no es fácil, principalmente por la gran variabilidad de los requisitos inherentes en la multitud de aplicaciones agronómicas y agropecuarias que existen. Parece imposible llegar a clasificaciones específicas, las cuales al mismo tiempo deben tener una aplicación general.

Con respecto a los esfuerzos hacia la clasificación del ambiente natural, la naturaleza se desarrolla en el espacio dejado por el entorno, por lo que muchas veces la distinción entre los componentes de la naturaleza es menos abrupta de lo que parece. Además, existe una variación continua en cuanto a los componentes, los cuales en un momento y lugar determinados integran la totalidad.

Cuando se intenta alguna clasificación, se puede preguntar si no se queda un número igual o más grande de componentes por clasificar, fuera o entre las clases establecidas. La experiencia ha demostrado que en el esfuerzo de perfeccionar una clasificación fija se abandona cada vez más la realidad.

El Proyecto Sistemas de Producción de Granos Básicos en Centroamérica del CATIE es quizás el esfuerzo más pragmático realizado hasta la fecha en la región. Sería interesante retomarlo, revisar la metodología y estandarizar criterios evaluativos y de procedimiento.

El Proyecto de Zonas Agroecológicas de la FAO ha sido un paso más dirigido a un entendimiento general de las potencialidades del mundo, esta vez en cuanto a los principales cultivos agrícolas. Además, constituye la aplicación de un enfoque evaluativo, el cual puede servir como herramienta para estimular un mejor uso del recurso tierra en una zona, posiblemente seleccionada por la vulnerabilidad a la erosión hídrica. Este esfuerzo evaluativo se presenta en los capítulos siguientes.

## CAPITULO 7

### Evaluación de Tierras en Función de su Uso: Introducción al Enfoque de la FAO



## Introducción

En los capítulos 5 y 6 se definió la evaluación de tierras en general y se habló de evaluación *versus* clasificación, de clasificación de suelos y de la clasificación por capacidad de uso de las tierras, según Klingebiel y Montgomery (1961). De este último sistema surgió una escuela con sistemas parecidos en casi todo el mundo, con el objetivo principal de proteger el suelo. Aunque con el tiempo se han tomado en cuenta los aspectos socioeconómicos, esto justificaba solamente en parte los objetivos cada vez más amplios hacia el establecimiento en sitios específicos del "uso a capacidad". Todavía se trataba de sistemas con categorías anteriormente fijadas de clasificación, de generalización, útiles para la definición de áreas críticas en cuanto a la erosión hídrica o, en forma adaptada, para la valoración de predios, pero no tanto para la definición de un uso adecuado de las tierras. Al final del capítulo 6 se mencionaron algunos enfoques más agronómicos, como puente hacia el tema de este y el siguiente capítulo,

Desde fines de los años sesentas, se ha tratado de buscar una solución al problema de la poca aplicabilidad de los sistemas de clasificación de la capacidad del uso de las tierras, con el auspicio de la FAO. En este capítulo se analizan los primeros resultados de esta búsqueda.

## Antecedentes del Enfoque de la FAO

En 1970, la mayoría de los países del mundo ya había desarrollado su sistema o sistemas particulares para la evaluación de las tierras. Al lado del aspecto de aplicabilidad, esta dispersión de sistemas hizo difícil el intercambio de información, lo cual produjo la necesidad de efectuar una discusión internacional para buscar alguna forma de estandarización. La idea de la implementación de dicha consulta fue concebida en 1970, con el propósito de desarrollar un sistema para la evaluación de la tierra,

como base amplia para actividades dirigidas hacia la optimización del uso de esta, en gran variedad de circunstancias biofísicas y socioeconómicas.

El trabajo de preparación para la consulta fue llevado a cabo durante los 24 meses siguientes por dos comités multidisciplinarios; uno en el Reino de los Países Bajos y el otro dentro de la FAO. Estas actividades dieron como resultado la preparación conjunta de un documento de antecedentes (FAO 1972), el cual sirvió como base para la reunión.

La consulta se llevó a cabo en el Centro Internacional de Agricultura, situado en Wageningen, del 6 al 12 de octubre de 1972; participaron 44 expertos reconocidos internacionalmente, procedentes de 22 países. Algunos documentos que describían varios sistemas para clasificación de la tierra, utilizados a través del mundo, formaron parte del documento de antecedentes y fueron también publicados por la FAO (1974a).

El IILRI (1973) publicó un resumen de las discusiones y recomendaciones acordadas en la consulta. Se logró un acuerdo general sobre la mayoría de las preguntas discutidas y se obtuvo un gran avance al redactarse un primer borrador de un sistema para la evaluación de las tierras, publicado por la FAO en 1973 y distribuido ampliamente.

Se recibieron comentarios de 14 países, los cuales se consideraron en una consulta de expertos celebrada en Roma, del 6 al 8 de enero de 1975, en donde participaron principalmente representantes de los dos comités multidisciplinarios originales. El objetivo de esta consulta fue revisar los documentos y experiencias del borrador del sistema, identificar los vacíos en el documento y sugerir mejoras al texto. Se identificaron 10 áreas mayores para mejoramiento; la FAO publicó en 1975 un informe de las actas. El sistema revisado, en el cual se incorporaron los cambios acordados en la consulta, fue producido por la FAO en 1976.

## **Consideraciones para una Evaluación de Tierras**

La evaluación de tierras puede referirse a su producción actual. Sin embargo, con frecuencia, una evaluación supone cambios y busca también estimar sus efectos. Estos cambios se dan en el uso de las tierras y, en algunos casos, constituyen alteraciones mayores de las tierras mismas. En una evaluación de carácter amplio, la cual se refiere no solamente al suelo sino a las tierras en general, se toma en consideración la economía de las empresas propuestas, las

consecuencias sociales para la población de la zona del país en cuestión y las consecuencias para el medio ambiente. La evaluación debe dar respuesta a interrogantes como las siguientes:

- ¿De qué manera se manejan actualmente las tierras y qué sucederá si no se modifican las prácticas actuales?
- En el contexto de su utilización actual, ¿cuáles mejoras podrían introducirse en las prácticas de manejo de tierras?
- ¿Cuáles otros usos de las tierras son físicamente posibles y económica y socialmente oportunos?
- ¿Cuáles de estos otros usos ofrecen posibilidades de una producción sostenible y, tal vez, de otros beneficios?
- ¿Cuáles efectos negativos, físicos, económicos o sociales están asociados con cada uso?
- ¿Cuáles insumos recurrentes son necesarios para alcanzar la producción deseada y reducir a un mínimo los efectos adversos?
- ¿Cuáles son los beneficios de cada forma de uso?

Si la adopción de un nuevo uso de las tierras supone un cambio importante en la propia tierra, como en los planes de conservación o de riego, entonces se deberá responder a las siguientes preguntas adicionales:

- ¿Cuáles cambios en el estado de las tierras son factibles y necesarios y cómo se pueden realizar?
- ¿Cuáles insumos no recurrentes son necesarios para llevar a la práctica estos cambios?

El proceso de evaluación no determina por sí mismo los cambios que se deberán adaptar en el uso de tierras, pero facilita datos con los que se puede llegar a estas decisiones. Normalmente, el resultado de una evaluación da información sobre dos o más formas potenciales de uso para cada zona de tierras, incluidas las consecuencias favorables o adversas de cada una.

La actividad de evaluación es parte de la planificación del uso de las tierras que se ejecuta en el contexto de un buen manejo. Análoga a la secuencia de consideraciones en una actividad de planificación, se presenta ahora una secuencia de actividades y decisiones con respecto a una evaluación del uso de las tierras:

1. Reconocimiento de la necesidad de un cambio.
2. Identificación de los objetivos.
3. Formulación de propuestas que suponen otros usos posibles de las tierras y reconocimiento de sus requisitos principales.
4. Reconocimiento y demarcación de las diferentes unidades de tierras presentes en la zona.
5. Comparación y evaluación de cada unidad de tierras en cuanto a su aptitud para la aplicación sostenible de los usos propuestos.
6. Selección del uso preferido para cada unidad de tierras
7. Diseño del proyecto, para lo cual muchas veces se requieren otros análisis detallados de aspectos relacionados con su implementación.
8. Decisión de implementación.
9. Implementación.
10. Vigilancia de las operaciones.
11. Evaluación posproyecto.

## Principios Básicos

En el enfoque de la FAO, se distinguen los siguientes principios:

1. La evaluación es de la tierra, no del suelo. Según la definición mencionada anteriormente acerca de la tierra, deben considerarse todos los aspectos biofísicos y socioeconómicos.

2. La aptitud de las tierras se evalúa y clasifica con respecto a clases específicas de utilización. En este principio, se reconoce implícitamente el hecho de que las diferentes clases de uso de las tierras tienen exigencias también diversas. Por ejemplo, una llanura aluvial sin drenaje puede ser altamente adecuada para el cultivo del arroz, pero no para muchas otras formas de agricultura o silvicultura.
3. La evaluación exige una comparación de los beneficios obtenidos y de los insumos necesarios en diferentes tipos de tierra. Las tierras, por sí mismas, sin insumos, rara o ninguna vez poseen un potencial productivo. Incluso, la recolección de frutos silvestres exige mano de obra, mientras que el empleo de tierras improductivas naturales para la conservación de la naturaleza exige medidas para su protección.
4. Se necesita lograr una solución multidisciplinaria. El proceso de evaluación exige aportaciones procedentes de los sectores de las ciencias naturales, tecnología y uso de las tierras, economía y sociología.
5. La evaluación se hace en términos pertinentes al contexto físico, económico y social de la zona en cuestión. En otras palabras, la clase de utilización antes mencionada debe ser bien definida.
6. La evaluación supone la comparación de más de una clase de uso. Esta comparación se podría hacer, por ejemplo, entre la agricultura y la silvicultura, entre dos o más sistemas de labranza o entre distintos cultivos. Por lo menos, se deben comparar las propuestas con la situación inalterada.

## Escala de Actividades

Se pueden distinguir varios niveles de intensidad, por ejemplo:

**Reconocimiento.** Produce un inventario amplio de los recursos y las posibilidades, a nivel regional y nacional. El análisis económico se hace

en términos generales y la evaluación de tierras es cualitativa<sup>24</sup>, para planes nacionales. La escala es entre 1:500 000 y 1:100 000.

*Semidetalle.* Distingue objetivos más específicos como los estudios de factibilidad. Aquí, el análisis económico es más importante y la evaluación es cuantitativa<sup>25</sup>, para la identificación y selección de proyectos. La escala es entre 1:75 000 y 1:25 000.

*Detalle.* Frecuentemente este tipo de estudio se realiza después de un estudio de factibilidad. Se contempla como la preparación para la implementación del proyecto. La escala es entre 1:20 000 y 1:2500.

## Solución Bifásica y Paralela

A veces se distinguen dos procedimientos para la evaluación (Figura 15):

1. En la solución bifásica, la primera fase se interesa primordialmente por la evaluación cualitativa de los aspectos biofísicos de las tierras y la segunda fase consiste en un análisis económico y social.
2. En la solución paralela, se incluyen criterios económicos a lo largo de todo el proceso de armonización y de clasificación de aptitud de la tierra.

La solución bifásica tiene la ventaja de ser de concepto y realización más directos y en ella las actividades y responsabilidades se definen claramente. La clasificación inicial, basada en factores biofísicos, seguirá siendo válida durante un período relativamente largo y la evaluación económica final puede ser revisada fácilmente a la luz de la evolución de las condiciones socioeconómicas. Una desventaja es que se pueden

---

24 En una evaluación cualitativa, los resultados se presentan en términos cualitativos, sin que se preste atención a *outputs*, *inputs*: ganancia y costo.

25 En una evaluación cuantitativa, los resultados se presentan en términos numéricos, los cuales hacen posible una comparación entre aptitudes para diferentes tipos de uso.

pasar por alto algunas posibilidades económicas interesantes en la evaluación biofísica inicial. Además, existe el peligro de que el análisis económico formal no se complete nunca, una vez que se establezcan las clases de aptitud biofísica de la tierra, las cuales, por ser un resultado intermedio en sí, no tienen mucho valor.

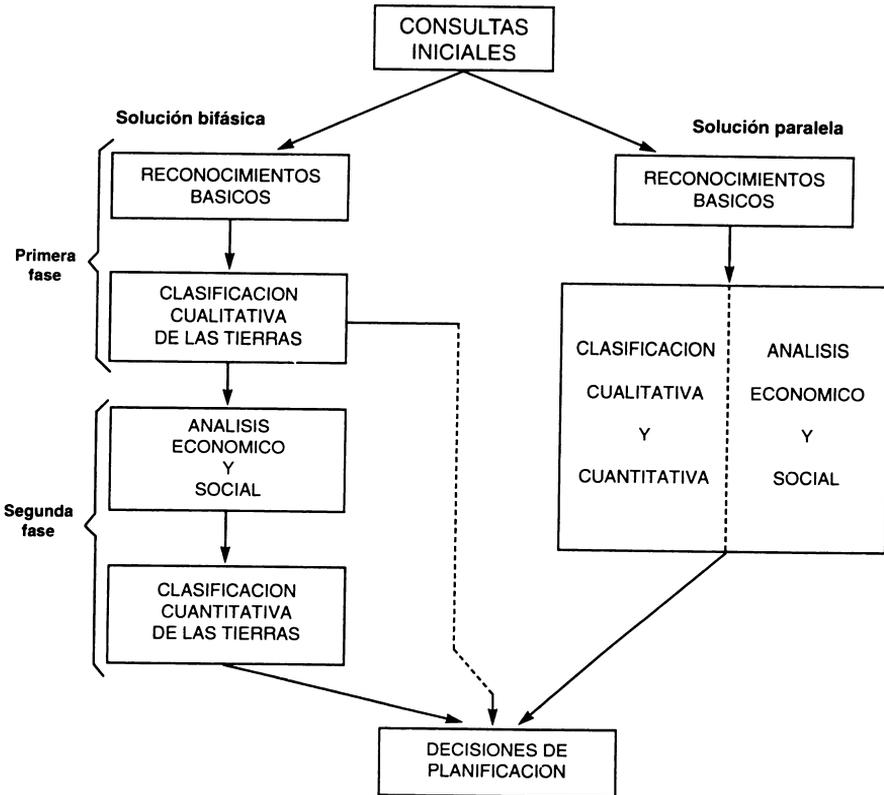


Fig. 15. Soluciones bifásica y paralela para la evaluación de tierras.  
 Fuente: FAO 1976.

En la solución paralela, el análisis económico y social de las clases de uso de tierras procede simultáneamente con el reconocimiento y evaluación de los factores físicos. Las clases de uso a que se refiere la evaluación se modifican de ordinario en el transcurso del estudio. En el caso de la agricultura labrantía, por ejemplo, esta modificación puede incluir una selección de cultivos y rotaciones, estimaciones de los insumos de capital y mano de obra, y determinación del tamaño óptimo de la explotación agrícola. De modo análogo, en la silvicultura puede incluir,

por ejemplo, la selección de especies arbóreas, edades de corta, aclareo y medidas necesarias de protección. Este procedimiento se adapta a propuestas específicas relacionadas con proyectos de desarrollo y niveles semidetallados y detallados de intensidad.

Se espera que la solución paralela dé resultados más precisos en un período de tiempo relativamente corto, ya que ofrece mejores oportunidades de concentrar las actividades del reconocimiento y recolección de datos, según los requerimientos estrechamente determinados por las circunstancias socioeconómicas del momento. En consecuencia, esta solución solo tiene valor por el tiempo en que las circunstancias socioeconómicas quedan inalteradas. Después, toda la información generada pierde su valor y el esfuerzo para su levantamiento —el cual normalmente involucra a una organización compleja y a un grupo grande de especialistas— pierde su sentido.

La solución bifásica parece ser más directa al estar formada por una secuencia bien definida de actividades. Los reconocimientos de recursos físicos preceden al análisis económico y social sin superposiciones, lo que permite una determinación flexible del momento de las actividades y la contratación de personal. La solución bifásica es fundamental en el texto que sigue, excepto cuando se dice lo contrario.

## Uso de la Tierra

El esquema de la FAO propone definir, en primer lugar, el uso de las tierras y, después, evaluar las unidades de tierra.

- Una clase primordial de uso de las tierras es una subdivisión principal de este, tal como: agricultura de secano, agricultura de regadío, pastizales, dasonomía o recreo.
- Un tipo de utilización de las tierras es una clase de uso, descrito o definido, con un grado de detalle mayor que la clase primordial de uso. Está definido por una serie de especificaciones técnicas, referentes a sus aspectos biofísicos y socioeconómicos.
- La definición de la clase primordial o del tipo de utilización se hace sobre la base de una abstracción hipotética del uso de su ambiente. Aunque se puede referir al uso actual, se trata siempre de una propuesta del uso, la cual es calificada como más o

menos aplicable en el lugar del estudio, según una serie de consideraciones técnicas.

El detalle de las descripciones del uso de las tierras depende mucho del nivel de intensidad del estudio. En un estudio de evaluación de tierras, de naturaleza cualitativa o de reconocimiento, se definen solamente las clases primordiales. Por otro lado, en un estudio de detalle, un solo tipo de utilización de tierra puede tener una descripción de unas páginas; en otras palabras, puede tener el nivel de definición que se encuentra en una descripción de un subsistema de la finca: un sistema agroecológico.

En el Anexo se incluye un ejemplo de diferentes descripciones de tipos de utilización de las tierras. En efecto, cada estudio comienza con una descripción simple que después se elabora hasta el nivel apropiado.

Como referencia al ambiente biofísico y socioeconómico en el cual se desarrolla el uso de las tierras, se incluyen algunas figuras de Hart (1985). La Figura 16 presenta en forma muy esquemática el flujo de fondos, materiales, energía e información de una finca, que forma un sistema de finca con un subsistema socioeconómico y uno o más subsistemas agroecológicos (agroecosistemas). Las figuras 17 y 18 muestran esquemas de un agroecosistema, uno con un subsistema de cultivos y otro con un subsistema animal.

### ***Requisitos del Uso de la Tierra***

Después de una primera descripción sobre los tipos de utilización de tierras, se definen los requisitos para su aplicación exitosa en el ambiente real. Estos requisitos, más tarde, serán comparados con las calidades de tierra dentro de las unidades de tierra. Se distinguen requisitos fisiológicos, de manejo y aquellos que evitan la degradación del recurso tierra.

### **Unidad de Tierra**

Con referencia a la definición de la tierra (capítulo 1), una unidad de tierra es un área, por lo general mapeada, con características específicas, la cual se usa como base para la evaluación. Aunque con poca definición, también Klingebiel y Montgomery (1961) distinguieron esta categoría (capítulo 5).

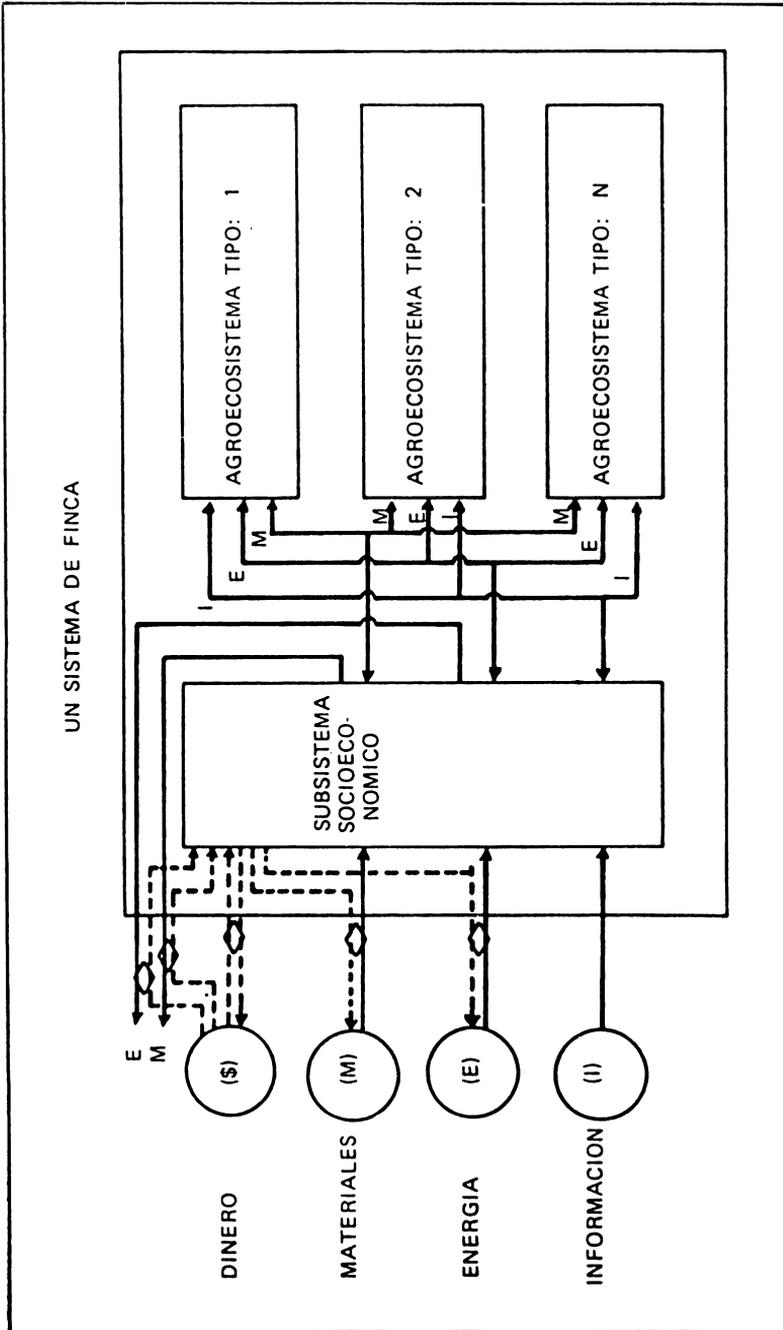
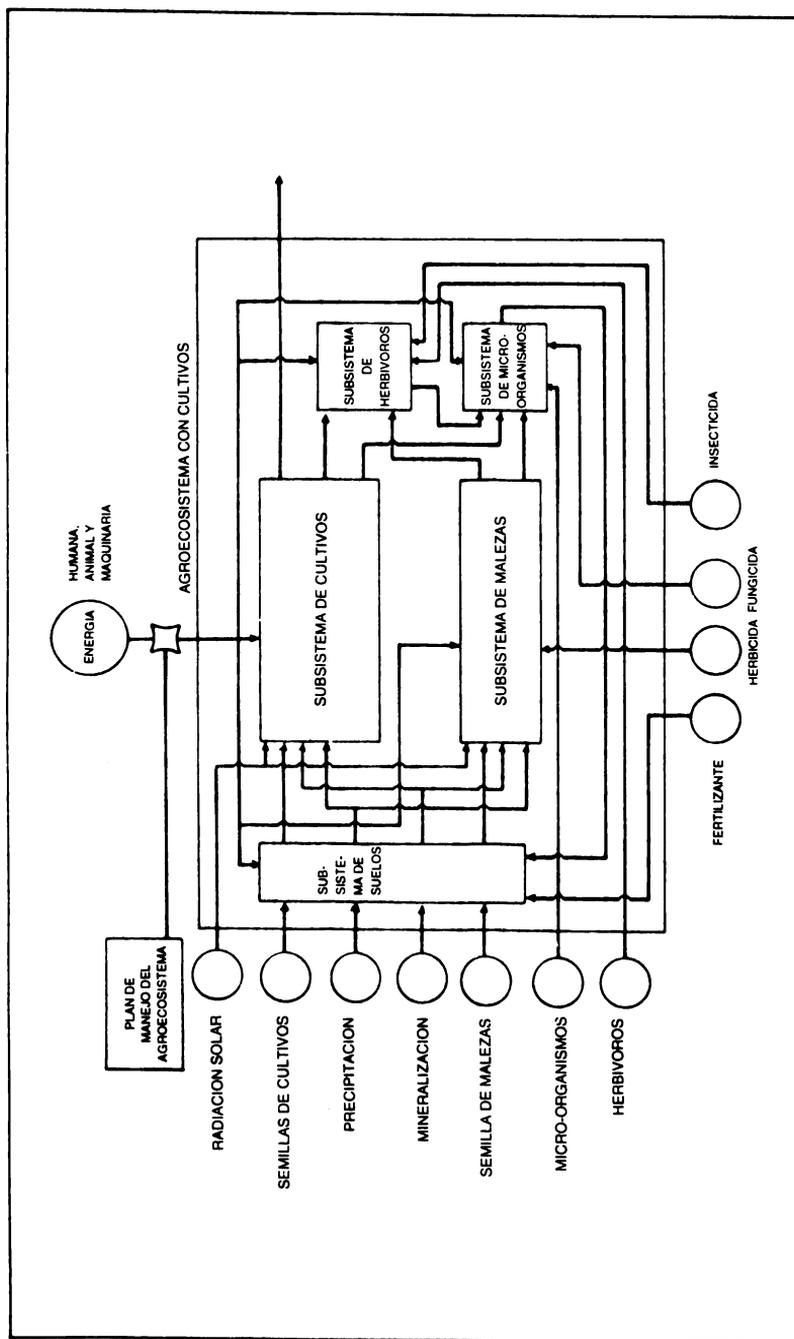


Fig. 16. Flujo de dinero, materiales, energía e información de una finca que forma un sistema de finca con un subsistema socioeconómico y uno o más agroecosistemas.



**Fig. 17.** Flujo de materiales y energía por un agroecosistema con un sub-sistema de cultivos y con sub-sistemas de suelos, malezas, herbívoros y micro-organismos.

**Fuente:** Hart 1985.

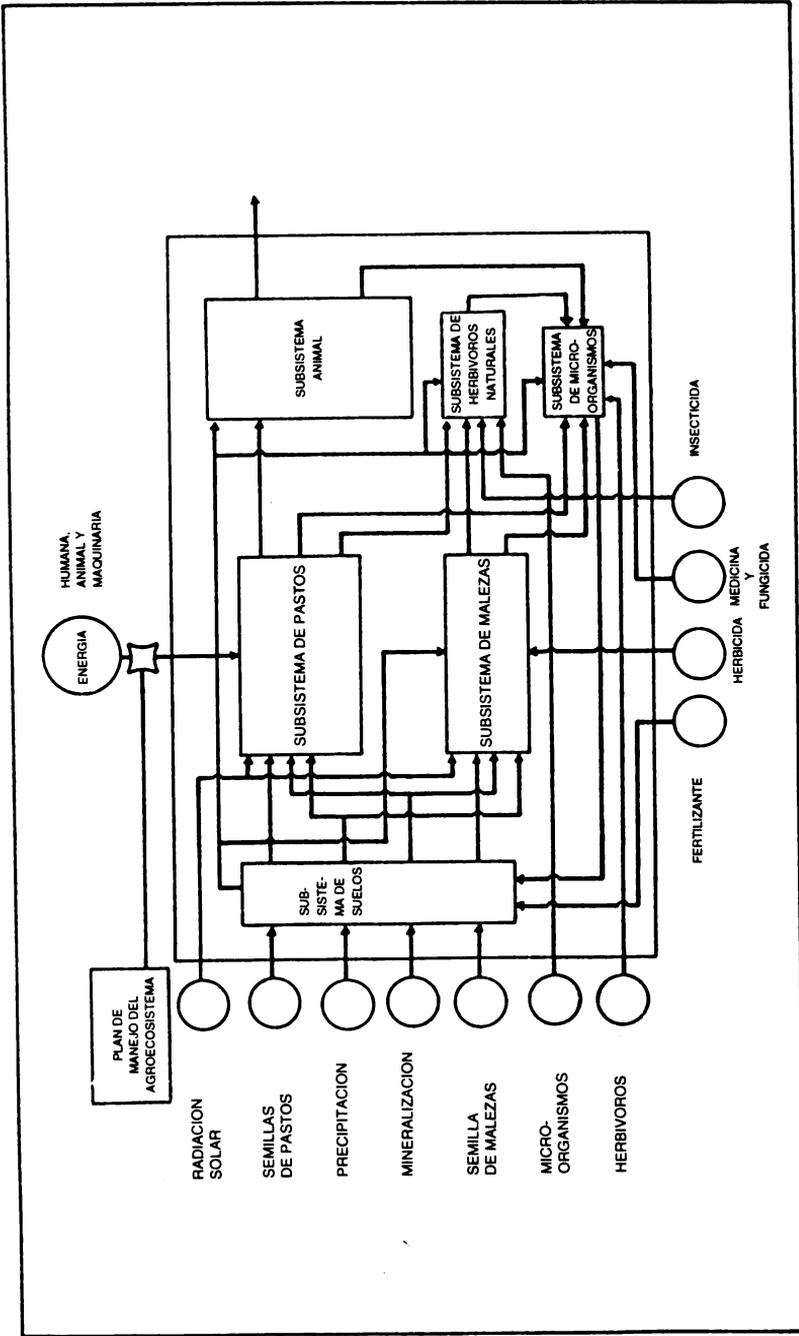


Fig. 18. Flujo de materiales y energía por un agroecosistema con un subsistema animal y con subsistemas de suelos, malezas, herbívoros y micro-organismos.

Fuente: Hart 1985.

La FAO también indica que, de forma ideal, estas unidades se deben aproximar a las "unidades de manejo" con respuestas uniformes a los sistemas relevantes de manejo. La diferencia es que, mientras la definición de unidades queda abierta con Klingebiel y Montgomery, la FAO propone un mecanismo para esta, no tanto en función de los suelos, sino más bien en función de los usos específicos que se busca dar a las tierras en el lugar del estudio.

Como primera guía para la definición de las unidades, se propone lo siguiente:

- Las unidades de tierra deben ser lo más homogéneas posible.
- La agrupación debe tener valor práctico con respecto al uso de las tierras propuesto hipotéticamente.
- Debe ser posible mapear las unidades en forma consistente.
- Las unidades deben ser definidas en la forma más simple posible y deberán basarse en las propiedades relativamente estables del suelo y de la superficie de la tierra, las cuales no tendrán una respuesta rápida a las prácticas de manejo. Se desea que sean fácilmente observables en el campo con la ayuda de fotos aéreas o imágenes de satélite. La definición de las unidades puede cambiar y frecuentemente se ajusta a una definición más detallada cuando, durante la evaluación, se adquiere mayor información.

### ***Características y Calidades de la Unidad de Tierra***

Dentro del contexto de las unidades de tierra, se pueden definir características y calidades de tierra. Una característica de tierra es un atributo de esta que se puede medir o estimar, como la pendiente (el ángulo de inclinación), la precipitación pluvial o la textura del suelo. Entonces, las características son factores de diagnósticos.

Una calidad de tierra es un atributo complejo de esta, que actúa de manera distinta en su influencia sobre la aptitud o adaptabilidad de la tierra para una clase concreta de empleo, por ejemplo: humedad o nutrimentos disponibles, condiciones para germinación, factores del terreno que afectan la mecanización (traficabilidad) y otros.

Como se describe en el capítulo 7, las calidades de tierra se comparan con los requisitos del uso propuesto. Como casi nunca las calidades de tierra dan una respuesta completa a todos los requisitos del uso, es necesario desarrollar escalas para poder medir y cuantificar el nivel en que los requisitos del uso son satisfechos por las calidades de tierra. Este nivel, entonces, indica la aptitud de la tierra con respecto a la aplicación sostenible del uso.

## **Mejoramiento de las Unidades de Tierra**

Una clasificación de aptitud puede referirse a la adaptabilidad o aptitud actual de la tierra para un uso definido, o sea, sin que se considere significativamente mejorar la calidad de tierra. También, una clasificación de este tipo puede referirse al uso actual de la tierra, ya sea con las prácticas de cultivo existentes o perfeccionadas, o bien con un uso diferente. Si la aptitud de una unidad de tierra en cuanto al tipo de uso considerado es insuficiente por razones de una o varias de sus calidades y si por lo demás existe una relación favorable, se puede considerar el ajuste de las características determinantes de las calidades deficientes. El esfuerzo necesario para lograr tales ajustes mayores se cuantifica para determinar la relación y su justificación con el producto o la utilidad adicional.

Una clasificación de aptitud potencial se refiere a la adaptabilidad de las unidades de tierra para un uso definido, en el estado que alcanzarán estas unidades en alguna fecha futura, después de realizarse determinados perfeccionamientos de mayor cuantía. A menudo se encuentran ejemplos de clasificaciones de adaptabilidad potencial en estudios para proyectos propuestos de riego o avenamiento. Para que una clasificación sea de aptitud potencial, no es necesario que los mejoramientos se aporten a todas las partes de la tierra; la necesidad de mejoramientos de mayor cuantía puede variar de una unidad de tierra a otra; en algunas unidades quizás no sea necesario ningún mejoramiento.

En las clasificaciones de aptitud potencial es importante para el usuario saber si los costos de amortización del capital desembolsado en mejoramientos han sido incluidos. Cuando esto es así, en las hipótesis que se establezcan se deberá constatar la amplitud en los insumos costeados y los tipos de interés y período de restitución supuestos. La clasificación, incluyendo los costos de amortización, solo es posible si la restitución de estos costos de capital se puede prorratear entre zonas

identificables de la tierra, o sea, entre las unidades de tierra. Si los beneficios derivados de desembolsos de mayor cuantía no se consiguen en el sector agrícola (como es el caso en los proyectos de riego de finalidad múltiple y de fuerza motriz), la responsabilidad para la restitución del capital es difícil de determinar. En estas circunstancias, los costos de amortización quedarán excluidos en la evaluación de ordinario.

## **Efecto Ambiental**

A veces se investiga y cuantifica el efecto ambiental de los usos propuestos por la evaluación (con o sin mejoramiento de las unidades de las tierras, según el caso). Aunque en general el efecto ambiental puede referirse a cualquier efecto fuera del área o del tema originalmente contemplado en la evaluación, en este caso se refiere primero al efecto sobre el entorno biofísico. Específicamente con proyectos de tamaño considerable se recomienda, y a veces se obliga, realizar una evaluación de impacto ambiental, involucrando a técnicos externos y a grupos potencialmente afectados (capítulo 9).

## **Análisis Económico y Social**

Como se expuso anteriormente, en la evaluación de tierras se distinguen dos formas de plantear el análisis o dos soluciones: la solución bifásica y la solución paralela. En general, se prefiere la solución bifásica y aunque en la primera fase se toma en cuenta el contexto socioeconómico, el estudio socioeconómico de fondo seguiría en la segunda fase. Al distinguir las dos fases, no se excluye la posibilidad de que también este estudio socioeconómico empiece durante la primera fase. Si fuera posible, este recubrimiento de actividades representa solamente un ahorro de tiempo y permite un intercambio continuo de información entre los especialistas en ciencias naturales y sociales, lo que puede dar mayor eficiencia a ambos.

A veces se distingue la clasificación cualitativa de la cuantitativa. Una clasificación cualitativa es aquella en que la aptitud relativa se expresa únicamente en términos cualitativos, sin calcular con precisión los costos y beneficios. Las clasificaciones cualitativas, como las cuantitativas, se basan en las consideraciones de producción, manejo y conservación de recursos; pero se refieren a la circunstancia socioeconómica únicamente

en un sentido amplio. Por lo general, se emplean en estudios de reconocimiento, por ejemplo en zonas degradadas y como primera fase de un estudio bifásico. Las evaluaciones cualitativas permiten la integración intuitiva de muchos aspectos de los beneficios sociales y ambientales, así como económicos.

Una clasificación cuantitativa es aquella en que se definen las distinciones entre clases en términos numéricos comunes, lo cual permite una comparación financiera entre las clases relativas a las diversas modalidades de uso de la tierra.

Normalmente, pero no siempre, las clasificaciones cuantitativas suponen un empleo considerable de criterios económicos y financieros, es decir, costos y precios aplicados tanto a los insumos como a la producción. Los proyectos de fomento específicos, incluidos sus estudios de preinversión, suelen exigir una evaluación cuantitativa. Las clasificaciones cuantitativas pueden perder su actualidad más rápidamente que las cualitativas, como resultado de los cambios en los costos y precios relativos.

La FAO (1985a), citando a Dent y Young (1981), distingue consideraciones económicas y sociales generales y un análisis económico detallado. Las primeras examinan la relación entre el uso de la tierra y, por ejemplo, mercado, mano de obra, transporte, densidad de población, requisitos de subsistencia, tenencia de la tierra y aceptación social; y deben realizarse en todas las evaluaciones, incluidas las cualitativas.

El análisis económico detallado examina la aptitud de la tierra en términos financieros y económicos, sobre la base de costos y precios. En este análisis se distinguen dos etapas: a) el análisis del margen bruto de beneficios; y b) el análisis de flujo de caja (*cash flow*). El análisis del margen bruto consiste en tomar el ingreso anual de un agricultor procedente de la venta de sus productos, sustraer sus costos de producción y sus gastos generales y obtener la utilidad o pérdida resultante. Cuando los costos de capital para inversiones en cuanto a mejoramientos de la tierra son importantes, es necesario pasar a la etapa siguiente de análisis de costo/beneficio, cuya finalidad es comparar el gasto inicial de capital con las ganancias derivadas de este a lo largo del tiempo. El procedimiento para hacer el análisis de flujo de caja exige que se reduzca un costo o beneficio futuro a una cifra algo menor, a la que se le denomina valor descontado o presente. La selección de los factores

de descuento y las hipótesis de precios de este método dependen de los propósitos de la evaluación.

En un extremo, una plantación de propiedad privada puede estar interesada básicamente en la rentabilidad de su inversión. En este caso se realizará más bien un análisis financiero que un análisis económico, y se utilizará una tasa de descuento comercial y precios reales, corrientes y proyectados. En el otro extremo, en un proyecto de pequeños propietarios basado esencialmente en cultivos alimenticios de subsistencia, la rentabilidad estricta es menos importante que las consideraciones de orden social. En este caso se utilizará una tasa de descuento social, cuya finalidad es reflejar el costo de oportunidad social del capital, y que normalmente es considerablemente inferior a la tasa comercial; además, se darían precios ficticios para ciertos insumos, excluyendo el costo de la mano de obra, por ejemplo.<sup>26</sup>

Cualquiera que sea el método seleccionado, el resultado del análisis de flujo de caja puede expresarse en los términos de valor descontado neto (debe ser positivo), coeficiente de beneficio/costo (debe ser mayor a uno), o tasa interna de rendimiento (mejor cuando sea mayor a la tasa de interés comercial). Deben consultarse los textos usuales para una explicación más detallada, por ejemplo, Gittinger (1972, 1982); Hansen (1976, 1978) y Miragem *et al.* (1985).

## **Clasificación de la Aptitud de las Unidades de Tierra: Estructura**

Se entiende por aptitud la adaptabilidad de una determinada unidad de tierra para un uso definido. Como el uso puede referirse al uso actual o a uno alternativo, la unidad de tierra se puede considerar en su estado actual o después de la implementación de mejoras. El proceso de la clasificación de aptitud de las unidades de tierra se realiza al final de la evaluación de estas en función de su aptitud para usos definidos. La

---

26 Se distingue el análisis financiero estrecho del análisis económico amplio. El análisis financiero trata las ganancias y pérdidas para una empresa o un empresario en términos monetarios reales, que a la vez definen el resultado para dicha empresa o dicho empresario. El análisis económico se ocupa del bienestar de la comunidad en su conjunto y también toma cuenta beneficios y costos menos directos o tangibles, pero no menos reales (ej.: los efectos multiplicadores).

clasificación final de aptitud es solamente una opinión con referencia a una situación biofísica y socioeconómica, en un lugar y un tiempo específicos. Entonces, no se debe exagerar su valor ni su validez. La Figura 19 muestra una representación esquemática de las actividades en una evaluación de tierras.

En la primera guía de la FAO (1976), se han propuesto cuatro categorías de generalización decreciente:

1. Ordenes de aptitud de las tierras: reflejan si la tierra puede soportar (A) o no (N) el uso sostenible propuesto.
2. Clases de aptitud de las tierras: reflejan grados de adaptabilidad.

En el orden A se encuentran tres clases:

Altamente apta:	$A_1$
Moderadamente apta:	$A_2$
Marginalmente apta:	$A_3$

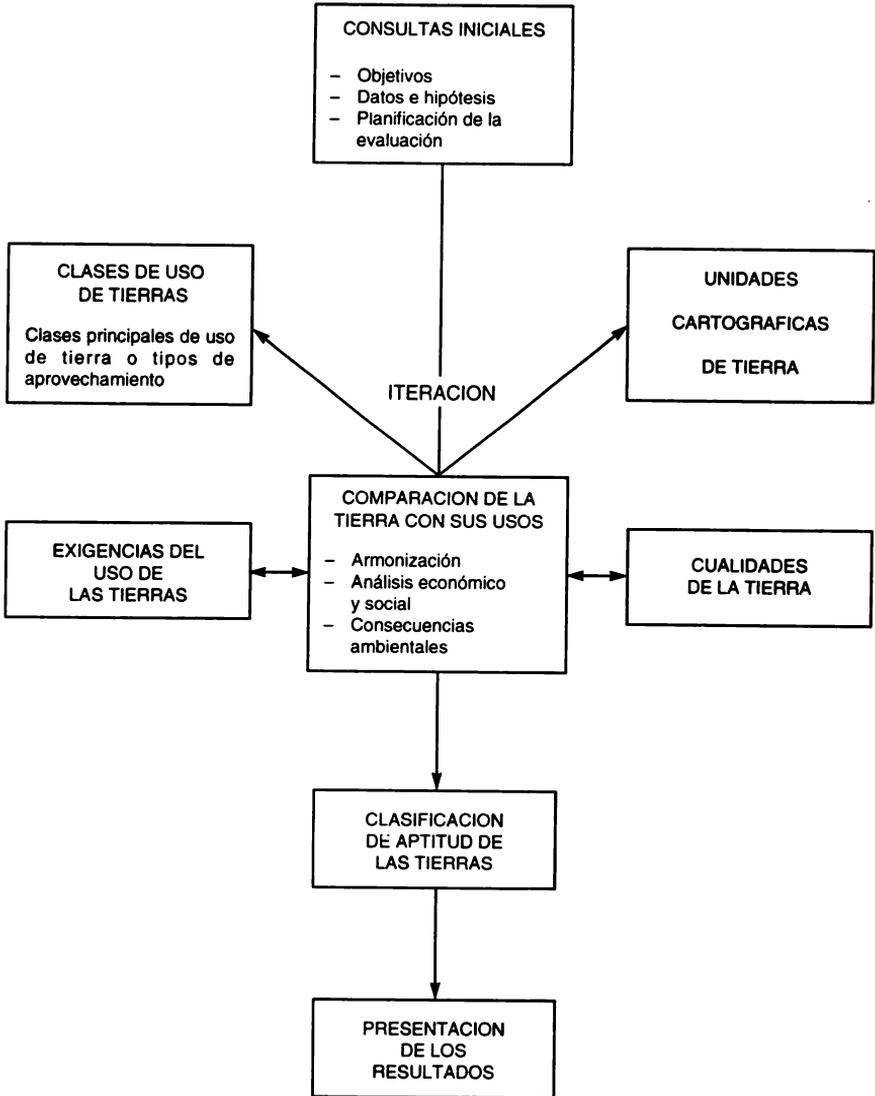
En el orden N se hallan dos clases:

No apta actualmente:	$N_1$
No apta permanentemente:	$N_2$

3. Subclases de aptitud de la tierra: reflejan el tipo de limitación que se ha presentado, por ejemplo, carencia de humedad:  $A_{2h}$  y peligros de erosión:  $A_{3e}$ .

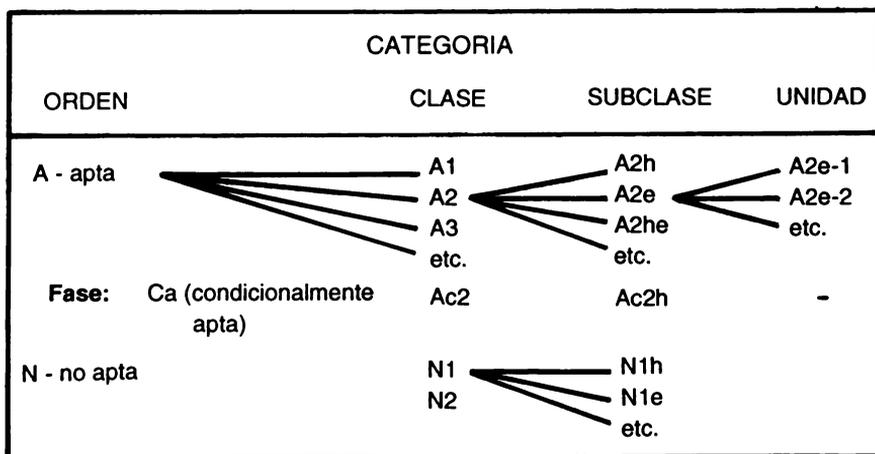
En la clase  $A_1$ , que no tiene limitaciones, no se distinguen subclases.

4. Unidades de aptitud de la tierra: reflejan diferencias de menor cuantía en el ordenamiento dentro de las subclases. Su reconocimiento permite una interpretación detallada a nivel de la planificación de la explotación. Se distinguen mediante cifras arábicas que siguen un guión así:  $A_{2e-1}$ ,  $A_{2e-2}$ . En la Figura 20 se presenta la estructura de la clasificación de aptitud. Se enfatiza que se trata de una propuesta; su aplicación, posiblemente parcial, depende de las necesidades del momento.



**Fig. 19.** Representación esquemática de actividades en la evaluación de tierras.

**Fuente:** FAO 1976.



**Fig. 20** Estructura de la clasificación de aptitud.

**Fuente:** Adaptado de FAO 1976.

## Resultados de la Evaluación de la Aptitud de las Tierras

Los resultados de una evaluación comprenderán ordinariamente los siguientes tipos de información:

1. Contexto físico, social y económico.
2. Descripciones de los tipos de utilización de la tierra o de las clases principales.
3. Descripción de las unidades de tierra.
4. Requisitos del uso de la tierra y calidades de tierra.
5. Aptitud de las tierras, incluyendo mejoramiento de la tierra, efecto ambiental, análisis primordial económico y social.
6. Evaluación profunda de aspectos económicos y sociales.
7. Recomendaciones.
8. Apéndices y otros.

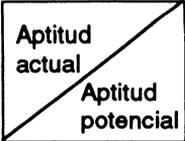
En el informe final también se incluye una descripción de los objetivos y métodos de la evaluación. En ocasiones se ha afirmado que un mapa de clasificación es el resultado principal de una evaluación de tierras. Sin embargo, por lo menos en los reconocimientos cuantitativos, la información sobre los tipos de utilización de tierras y las especificaciones sobre insumos y ordenación necesarios pueden ser igualmente importantes. En los cuadros 31a y 31b y en la Figura 21 se muestran dos formas de representación tabular de los resultados y algunos ejemplos de mapas de aptitud. En el último caso se observa que para cada uso considerado se produce un mapa.

**Cuadro 31a. Primer ejemplo de leyenda tabular para los mapas de aptitud de tierras.**

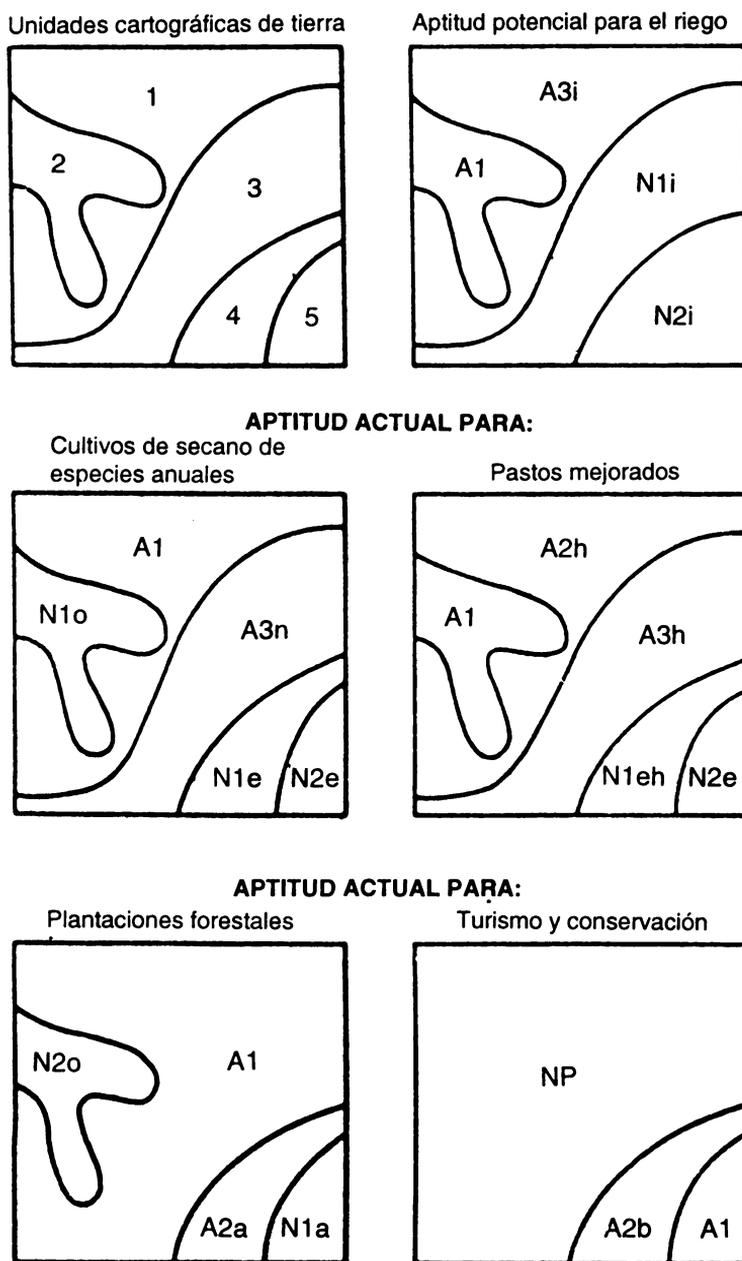
Unidades cartográficas de tierras	Clases de uso de tierras					etc.
	A	B	C	D	E	
1	A1	A1	A3	A1	N2	
2	A2	A1	A2	N1	N2	
3	A4	A2	A2	NR	A3	
4	N1	N1	A3	NR	A2	
5	N2	N2	N2	A3	A1	
etc.						

Fuente: Adaptado de FAO 1976.

**Cuadro 31b. Segundo ejemplo de leyenda tabular para los mapas de aptitud de tierras.**

Unidades cartográficas de tierras	Clases de uso de tierras		etc.
	A	B	
1	A3h A1	N2e N2e	
2	N2h A3g	N2e N1e	
etc.			

Fuente: Adaptado de FAO 1976.



**Fig. 21.** Ejemplos de mapas de aptitud cualitativa de la

**Fuente:** Adaptado de FAO 1976.

## CAPITULO 8

### Guías para la Evaluación de Tierras para la Agricultura en Secano



## Introducción

Después de una amplia introducción a la actividad de evaluación de tierras en función de su uso, como la propuesta por la FAO (1976), conviene establecer algunos detalles prácticos sobre una evaluación para la agricultura en secano. En este capítulo se hace una adaptación de la información presentada en el documento "Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano" (FAO 1985a) y del estudio de campo de Rosal (1988) realizado en la cuenca alta del río Pensativo en Guatemala.

## Enfoque de Sistemas

En primer lugar se retomará el enfoque de sistemas. En las figuras 16, 17 y 18 anteriores se hizo referencia brevemente a este enfoque sistemático; ahora se aclara su relación con la actividad de la evaluación de las tierras. Un sistema puede definirse como un arreglo de componentes físicos o un conjunto de elementos conectados o relacionados en tal manera que forman o actúan como una unidad, como un todo (Becht 1974); este sistema posee componentes, interacciones entre estos, entradas, salidas y límites.

La idea de sistema nació del deseo de aclarar la relación entre sus componentes. Como se mencionó en el capítulo 2, la ciencia moderna se desarrolló de acuerdo con las bases impuestas por Copérnico, Galileo y Newton, las cuales podían manejar relaciones simples entre fuerzas o cuerpos, lo que, en consecuencia, presenta una imagen del universo reducida a obedecer tales relaciones. Este enfoque permitió que hasta poco tiempo prevaleciera un criterio reduccionista y mecanicista de la ciencia.

Según Saravia (1985), con referencia a Dillon (1976) y Bertalanffy (1968), el reduccionismo implica disminuir el fenómeno en estudio a sus

partes constitutivas, suponerlas independientes unas de otras, analizarlas aisladamente para explicar sus comportamientos, luego reunir las explicaciones encontradas separadamente y concluir que esa suma explica el comportamiento del fenómeno como un todo. Como consecuencia, el reduccionismo provocó la categorización de los fenómenos en clases más y más pequeñas, al mismo tiempo que cada una de estas se asociaba a una disciplina que se hacía más especializada. Por su parte, el mecanicismo supone que los fenómenos pueden ser explicados en términos de relaciones mecánicas causa-efecto, aunque para eso sea necesario reducirlos a problemas de dos variables —una causa y un efecto— y cadenas causales lineales. El reduccionismo y el mecanicismo significaron grandes avances para las ciencias físicas.

Sin embargo, en las áreas de la biología, del comportamiento y de la sociología, existen problemas que no fueron considerados por el enfoque reduccionista-mecanicista. Por lo tanto, este enfoque no toma en cuenta fundamentos teleológicos, o sea, de utilidad, ni de organización, capacidad de dirección, definición de objetivos y metas y toma de decisiones.

A principios de este siglo, comenzó una reacción contra el reduccionismo que afectó incluso a ciencias como la física, la cual había demostrado ser exitosa. De esta forma, mientras que la relatividad se desarrolló en el campo de la física y la teoría cuántica en la microfísica, las ciencias biológicas se apartaron del vitalismo para buscar una teoría más aceptable de la vida. Pero, como las leyes físicas eran insuficientes para explicar las interacciones complicadas que se producían en un ser vivo o en la economía, fue necesario el desarrollo de nuevas leyes que, sin contradecir las anteriores, las complementaban.

En contraposición al reduccionismo y al mecanicismo, sigue Saravia, el expansionismo, la teleología y la síntesis son ahora reconocidas por muchos autores como vías para alcanzar una mejor comprensión del mundo. En otras palabras, la ciencia actual intenta conocer las partes a través del conocimiento del todo, lo que no significa, sin embargo, intentar desarrollar una teoría general, sino que entre lo específico que carece de significado y lo general que no tiene contenido, debe existir, para cada propósito y en cada nivel de abstracción, un grado óptimo de generalidad.

El expansionismo ve el todo como un sistema, compuesto por un conjunto de partes interrelacionadas. Se supone que el sistema es un todo indivisible y no solo la suma de sus partes, y que entonces exige un

tratamiento multidisciplinario. Esta aproximación fue esbozada por Bertalanffy primeramente en 1937 y luego en posteriores publicaciones con el nombre de Teoría General de Sistemas, la cual intenta un acercamiento entre la descripción cualitativa y la cuantitativa de un fenómeno, como forma de encontrar su propia estructura.

Como se ilustra en la Figura 22, el sistema central en la evaluación de la tierra consiste en dos elementos: la tierra y el uso de la tierra, o con más precisión, la unidad de tierra y el tipo de utilización. Este sistema de uso de la tierra está afectado por inversiones en la tierra (mejoras de la tierra) y en el uso de la tierra, las cuales interactúan con los elementos del sistema que determinan el *output*, o sea, su producto.



Fig. 22. Elementos de un sistema de uso de tierras

Fuente: FAO 1985a.

Como un ejemplo se puede pensar en un sistema que representa el cultivo de maíz por minifundistas, con técnicas mejoradas de producción, en un área con suelos clasificados como *ferric luvisols*, moderadamente ondulados, con unos 900 mm de lluvia anual.

Cuando los insumos incluyen semilla de variedades mejoradas y una aplicación de fertilizantes a razón de 200 kg/ha, el producto puede ser 4000 kg/ha de maíz por cosecha.

Un cambio en cualquiera de estas variables causa mutaciones en algunas de las otras. Cuando la unidad de mapeo no tiene *ferric luvisols* sino *arenosols*, que son menos fértiles, el insumo de 200 kg/ha de fertilizante puede causar un producto de solamente 3000 kg/ha. Con solamente 100 kg/ha de fertilizante y un *ferric luvisols*, por ejemplo, el

producto puede disminuir de 4000 kg/ha a 3500 kg/ha. Un cambio de semilla también puede afectar la cosecha. En general, cada componente de un sistema de uso de la tierra está interactuando con otros y, en consecuencia, afecta el producto final (FAO 1985a).

En analogía con la planificación operacional, discutida en el capítulo 4, se pueden distinguir sistemas horizontales y sistemas verticales. El sistema de uso es, en efecto, un sistema horizontal donde se integran de alguna forma los sistemas verticales (sectoriales o disciplinarios), biofísicos y socioeconómicos. El sistema de uso generalmente se llama artificial y formal. Aunque es muy complejo, se puede lograr una descripción más o menos detallada, una modelación y una simulación de su funcionamiento.

McDowell y Hildebrand (1980) señalan las pautas para una descripción del flujo de materiales, trabajo y dinero dentro de un sistema de una finca pequeña y típica en las montañas del oeste de Guatemala, y Hart (1980 y 1985), para una descripción de este flujo en un sistema de una finca pequeña en La Esperanza de Honduras. Para el modelaje de los procesos biofísicos de una producción agrícola, se pueden consultar a Doorenbos y Kassam *et al.*, en FAO (1979b); Van Keulen y Wolf (1986); y Doorenbos y Pruitt, en FAO (1977c).

Como en una evaluación se considera una multitud de combinaciones de subsistemas de uso y subsistemas de tierra, o sea, una multitud de sistemas de finca, esta descripción estática y esta simulación de variables, aunque deseables, todavía están fuera del alcance de las posibilidades por falta de información sobre las características y procesos involucrados. Sin embargo, ya no cabe duda de que la idea de sistematizar el uso de la tierra brinda una base conceptual valiosa para la evaluación de la tierra en función de su uso.

## **Estructura y Contexto General de la Evaluación**

Como anteriormente se indicó, se distinguen tres actividades que se refieren al uso de la tierra, a la tierra misma y a las relaciones entre estos dos subsistemas.

El Cuadro 32 presenta un esbozo de los procedimientos de la evaluación de las tierras en función de su uso.

**Cuadro 32. Esbozo de los procedimientos de evaluación de tierras.**

<b>Fase</b>	<b>Actividades relacionadas con el uso de la tierra</b>	<b>Actividades generales</b>	<b>Actividades relacionadas con la tierra</b>
<b>FASE PREVIA O DE PLANIFICACION</b>		<p><b>CONSULTAS INICIALES</b> Objetivos. Hipótesis. Datos necesarios. Modelos, problema/solución.</p>	Datos disponibles sobre recursos de tierras.
	Tipos de utilización de la tierra que deben considerarse. Datos necesarios para la evaluación.	<p><b>PLANIFICACION DE LA EVALUACION</b> Planificación de levantamientos. Personal y cronograma de trabajo.</p>	
<b>FASE DE INVESTIGACION DE CAMPO</b>	<p><b>TIPO DE USO DE LA TIERRA.</b> Estudio de tipos actuales y de posibles tipos de utilización de la tierra, con inclusión de insumos, productos y sus relaciones. Requisitos de uso de la tierra</p>		<p><b>ESTUDIOS DE TIERRAS</b> Reconocimientos básicos de recursos Unidades de tierra Unidades y características de la tierra</p>
		<p><b>COMPARACION DEL USO DE LA TIERRA CON LA TIERRA</b> Concordancia. Mejoramiento de la tierra. Impacto ambiental. Análisis económico y social. Revisión de resultados provisorios. Verificación de campo.</p>	
	(Modificaciones de los tipos de utilización de la tierra).	<b>CLASIFICACION DE APTITUD DE TIERRAS</b>	Recopilación de datos adicionales.

**Cuadro 32.** (Cont.).

	<b>Actividades relacionadas con el uso de la tierra</b>	<b>Actividades generales</b>	<b>Actividades relacionadas con la tierra</b>
<b>FASE POSTERIOR DE RESULTADOS</b>	Tipos de utilización de la tierra: descripciones insumos, productos, especificaciones en materia de ordenación.	PREPARACION DE RESULTADOS Mapas de aptitud de tierras. Informe. Cartografía e impresión. Presentación de resultados	Mapas y relación de recursos básicos.
	<b>FASE POSTERIOR A LA EVALUACION</b>	Aplicaciones de los resultados. Supervisión.	

**Fuente:** FAO 1985a.

Primero se debe producir un entendimiento general del contexto en el que se desarrollará la evaluación. Como guía se puede pensar en los siguientes temas:

- Ubicación y accesibilidad.
- Clima/hidrología.
- Aspectos geológicos, geomorfológicos (relieve) y caracterizaciones principales de los suelos.
- Historia de la colonización y del desarrollo del área en general.
- Población y tasa de cambio demográfico.
- Educación.
- Base para la economía actual.
- Infraestructura física e institucional (camino, servicios estatales y privados).
- Subsidios, subvenciones estatales.
- Tamaño de las fincas.
- Tenencia de la tierra.
- Nivel de tecnología.
- Nivel de vida (PIB/per cápita, en relación con la región o el país en general. Puede ser una primera aproximación. Para una propuesta de descripción de la calidad de vida, se puede consultar a Contreras y Cordero (1982).

También es necesario aclarar las restricciones biofísicas y socioeconómicas a nivel general, con influencia en el uso de la tierra en determinada región. La tenencia de la tierra, por ejemplo, puede ser un asunto fuera de discusión. Muchas veces la capacidad técnica y financiera para la adopción de una nueva tecnología es muy limitada. Estas restricciones pueden hacer irrelevantes varios usos alternativos bajo consideración en el área o en parte del área en cuestión.

## Planeamiento de la Evaluación

Primero se traza un plan de acción con base en un objetivo determinado. Un objetivo común es: analizar y aclarar el uso de la tierra en la cuenca o la región X y hacer recomendaciones para una mejor combinación entre el uso actual de la tierra —o ciertos usos alternativos— y la tierra misma, y para un mecanismo institucional que pueda guiar la optimización del uso del recurso tierra, en este caso y en general, describiendo sus características, su relación con el aparato institucional y sus requisitos en cuanto a personal, equipo y dinero.

En términos generales, dice la FAO, hay que decidir sobre:

- Extensión y límites del área por evaluar.
- Tipos de utilización por considerar en la evaluación.
- Alcance, intensidad y escala de los levantamientos considerados.
- Enfoque por considerar en la evaluación de aptitud.
- Escalonamiento de las actividades.

Con respecto a la definición del área (capítulo 4), la cuenca hidrográfica se estableció como la mejor unidad para el manejo integrado del uso de la tierra en general y de los recursos suelo y agua en particular. ¿Cómo se define una cuenca hidrográfica y cómo se relaciona esta con el concepto de sistemas antes mencionado?

Por lo general, como se indicó en el capítulo 4, la cuenca se define como un área de la superficie del planeta en donde la escorrentía superficial —resultado de la precipitación— confluye y llega a un punto en que se sale del área. Entonces, por definición, el área tiene homogeneidad hidrológica. Con una topografía bien accidentada, la cuenca hidrográfica también responde al principio de funcionalidad.

Aunque la erosión hídrica, acelerada por el mal uso de la tierra<sup>27</sup>, afecta el área donde ocurre y el área aguas abajo, las consecuencias ahí por exceso o falta de agua tienen sus repercusiones en el área dependiente, arriba en la montaña. En efecto, se puede decir que una cuenca hidrográfica es un sistema, según las circunstancias del caso, más o menos bien desarrollado. Tiene componentes, relaciones entre componentes, entradas, salidas y límites.

Al igual que el sistema de uso, el sistema cuenca hidrográfica es un sistema horizontal, donde se integran de alguna forma los sistemas verticales, biofísicos y socioeconómicos. La cuenca hidrográfica es un sistema más o menos natural y por lo general informal, o sea, poco definido. Hasta donde ha sido posible se ha avanzado en la descripción y el modelaje del sistema hidrológico de la cuenca (ASAE 1988).

Con respecto a la definición de los tipos de utilización que se tomarán en cuenta en el estudio, se requiere primero una idea de lo que hay en la región o en la cuenca hidrográfica. Después de la abstracción y la definición de los tipos de utilización, el estudio se desarrollará en función de estos.

En relación con el tipo y el enfoque de la evaluación, ya se mencionó la diferencia entre evaluaciones paralelas y bifásicas, y entre evaluaciones cualitativas y cuantitativas. En el último caso se distinguen evaluaciones cuantitativas físicas y de aptitud económica. En una evaluación cuantitativa física, hay estimaciones cuantitativas de los beneficios que se deben esperar, o sea, de la producción agrícola, silvicultural o pastoril. Esto solo tiene sentido cuando se cuantifican también los insumos de manera cuantitativa (fertilizante, frecuencia de tratamiento de pesticidas y plaguicidas, entre otros). Las definiciones de las diferentes clases de aptitud incluyen estimaciones cuantitativas de la producción como consecuencia de los insumos cuantificados. Se trata de una elaboración con datos cuantitativos del trabajo propuesto para la primera fase de un estudio bifásico.

---

27 La causa principal para esta aceleración se relaciona con los cambios drásticos en la cobertura y el manejo del suelo—los factores "C" (y "P")— y en las características de este —el factor "K"— como consecuencia de cambios mal planificados del uso, de bosque a agricultura anual, por ejemplo.

En una evaluación económica detallada de aptitud de la tierra, se da una valoración del costo y del beneficio financiero, lo cual corresponde a la segunda fase de un estudio bifásico (capítulo 7).

Cuando se han determinado objetivos, contexto del trabajo, fuentes de datos, tipos de utilización por considerar, levantamientos por ejecutar, tipo de evaluación, enfoque y al final el plan de acción, se recomienda formular un módulo descriptivo de toda la actividad, incluyendo una indicación de los resultados y la forma cómo estos servirán en la solución de todo el problema.

## Uso de la Tierra

En efecto, con frecuencia el primer objetivo de una evaluación es procurar una mejor adaptación de los usos actuales de la tierra y, entonces, se minimiza la consideración de usos alternativos por la dificultad que existe en su posterior implementación. Solo cuando una unidad de tierra se clasifica como (permanentemente) no apta en relación con el uso actual (local), se sugiere considerar usos alternativos. La adaptación de estos debe ser factible en un sentido biofísico y socioeconómico. También debe existir la capacidad institucional para guiar el proceso en una forma eficaz y eficiente. Además, se debe proponer un mecanismo de autoevaluación y actualización a nivel institucional que permita el uso más óptimo de la tierra, en un tiempo y espacio dado. Con el ambiente así establecido, se pueden considerar usos alternativos.

## Descripción del Uso de la Tierra y de los Tipos de Utilización

Con referencia a la información generada en el contexto del primer reconocimiento (planeamiento de la evaluación), a continuación se tratan los siguientes temas en la descripción general del uso actual de la tierra en el contexto del sistema de fincas típicas<sup>28</sup>:

---

28 Existe cierta duplicidad en los temas. Con la creciente disponibilidad de la información, cada vez se logra un entendimiento mejor de la situación. Este entendimiento permite una mejor definición y organización del trabajo, recolección de información más precisa y toma de decisiones adecuadas. Este proceso iterativo continúa hasta que se logre un nivel de conocimiento de la situación actual y del efecto de las recomendaciones, el cual tiene mucha probabilidad de ser realista.

- Usos principales.
- Orientación del mercado (subsistencia-comercial).
- Densidad de capital (baja-alta).
- Densidad de mano de obra (menos que 0.25 meses hombre/ha - más que 2.5 meses hombre/ha).
- Conocimientos técnicos y comportamiento (educación general, etc.).
- Fuentes de energía (mano de obra-energía animal).
- Mecanización (no mecanizada-completamente mecanizada).
- Tamaño y forma de las fincas.
- Tenencia de la tierra (sin título —arrendamiento— propiedad privada, comunal, estatal).
- Infraestructura disponible (para insumos-tratamiento de la cosecha).
- Características de los cultivos o de los usos de la tierra en general (simple en rotación, múltiple, perenne).
- Prácticas de cultivo (preparación del campo-cosecha).
- Insumos materiales (bajos —elevados— de fertilizantes, otros agroquímicos, posiblemente en kg/ha).
- Insumos de mano de obra (h/ha).
- Usos adicionales de la tierra en la finca y sus productos (ganado, uso forestal).
- Otros beneficios no agrícolas.
- Producción y rendimiento, por hectárea.
- Información económica (costos fijos, variables, margen de utilidad, ingreso neto).

La descripción de los tipos de utilización es una abstracción de la realidad. Con la información acumulada hasta ahora se pueden describir, en forma generalizada, los tipos de utilización correspondientes a los subsistemas o agroecosistemas de las fincas observadas. Para evitar repeticiones innecesarias, se recomienda utilizar un sistema jerárquico de descripción:

**Paso 1:** Define los elementos comunes en todos los tipos de utilización (ej.: tamaño de finca)

Paso 2: Define los elementos comunes para ciertos grupos de tipos de utilización (ej.: nivel tecnológico, cultivos)

Paso 3: Define los elementos particulares para cada tipo de utilización (ej.: manejo específico).

### **Requisitos de los Usos Considerados**

Para poder analizar el alcance de las calidades de las unidades de tierra según los tipos de utilización contemplados, primero se definen los requisitos de cada uno de estos tipos de uso. Se distinguen:

- Requisitos fisiológicos.
- Requisitos para un buen manejo, en relación con el nivel de tecnología considerado.
- Requisitos para evitar la degradación acelerada de la tierra.

Los cuadros 33 y 34 presentan un listado de los requisitos que deben considerarse para la agricultura en secano y un ejemplo de los requisitos para cierto tipo de utilización. Para la agricultura bajo riego, la lista de requisitos es más larga e incluye el período de crecimiento del cultivo, por ejemplo, y una serie de requisitos de manejo para evitar la salinidad del suelo (FAO 1985b). Para el uso pastoril, la capacidad de carga del suelo puede ser un factor importante. Para el uso forestal (productivo), se contemplan algunos requisitos específicos de manejo, por ejemplo, relacionados con accesibilidad, sitios de vivero, riesgo de fuego e inestabilidad natural del ambiente (FAO 1986a). Los requisitos se definen en los mismos términos que las calidades de tierra, tema que se analiza más adelante.

### **Calibración de los requisitos de los tipos de utilización**

Para cada requisito se define el efecto que tiene una limitación para satisfacer la producción cuantitativa, cualitativa y sostenible, y el rendimiento del tipo de utilización. O sea, cuando el ambiente responde de forma óptima al requisito, este ambiente se clasifica como altamente apto. Cuando la respuesta no es óptima, se clasifica como moderadamente apta, marginalmente apta o no apta. Para cada requisito se definen los límites de cada clase, por ejemplo:

A1 – altamente apta:	producción sobre 80% de la producción óptima
A2 – moderadamente apta:	producción entre 40% y 80%
A3 – marginalmente apta:	producción entre 20% y 40%
N – no apta:	producción menos del 20%

A veces se distingue una clase "A2 - apta" con un nivel de producción entre 60% y 80%. En este caso la clase "moderadamente apta" se refiere a niveles de producción entre 40% y 60%.

Existen dos enfoques para definir la producción óptima de un sistema de manejo o tipo de utilización. a) el enfoque empírico, con el cual se deriva el nivel óptimo de una serie de informaciones, experimentos de investigación local o realizada en circunstancias biofísicas similares (tanto a nivel nacional como internacional), de datos estadísticos sobre niveles actuales o históricos de producción o de investigación y experimentación específica (colección de minicosechas experimentales, cortes integrales de cultivos); y b) el enfoque ecofisiológico, con el cual se calcula el nivel máximo de producción con referencia a un modelo ecofisiológico del cultivo o del tipo de utilización. Generalmente, los dos enfoques se aplican en forma paralela: uno fortaleciendo el resultado del otro (FAO 1988b).

Una metodología para el cálculo de la máxima cosecha fue desarrollado por Kassam, en FAO (1978a, 1979b, 1981, 1988b), con referencia a los trabajos de De Wit (1965) y McCree (1974). Se calcula la producción de la biomasa neta (Bn) del cultivo, para la cual se estima la producción de la biomasa bruta (Bg) y las pérdidas por respiración (R).

Para cada requisito se trata de definir un rango óptimo y un valor mínimo (o dos valores mínimos: uno a cada lado del rango óptimo). Con el valor mínimo, el esfuerzo para lograr el resultado permite el acercamiento al resultado mismo; es una situación con la que el rendimiento neto se acerca a cero. Es decir, el valor mínimo, el límite entre apta y no apta, se determina con un criterio económico. Aunque el nivel de producción será diferente entre la situación marginalmente apta y la situación no apta, esta diferencia normalmente no es tan abrupta, lo que justifica clases distintas). El límite entre las clases "moderadamente apta" y "marginalmente apta" se establece entre el límite bajo del rango óptimo y el valor mínimo.

**Cuadro 33. Requisitos de los tipos de utilización de la tierra para la producción de cultivos en secano.**

**A. Requisitos de los cultivos**

Energía.	- Radiación. - Fotoperiodicidad.
Temperatura.	- Necesidades totales
Humedad.	- Períodos críticos
Oxígeno (drenaje del suelo). Nutrientes disponibles.	- Disponibilidad de nutrientes. - Retención de nutrientes.
Condiciones de enraizamiento. Condiciones que afectan la germinación o el establecimiento de la planta. Humedad del aire en cuanto afecta al crecimiento. Condiciones para la maduración. Riesgo de inundación. Riesgos climáticos.	- Helada. - Tormenta.
Exceso de sales.	- Salinidad. - Sodicidad.
Toxicidades del suelo. Plagas y enfermedades.	

**B.Requisitos de manejo**

Capacidad de laboreo del suelo. Posibilidad de mecanización. Condiciones para la preparación y limpieza de la tierra. Condiciones que afectan el almacenamiento y la elaboración. Condiciones que afectan el manejo temporal de la producción. Acceso dentro de la unidad de producción. Tamaño de las posibles unidades de manejo. Ubicación.	- Posibilidades actuales de acceso - Posibilidades de acceso potenciales.
---	--

**C. Requisitos de conservación**

Riesgo de erosión.  
Riesgo de degradación del suelo.

**Fuente:** FAO 1985.

**Cuadro 34. Ejemplo de requisitos de uso de la tierra según los diferentes componentes de los tipos de utilización.**

TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA	REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA						
<p>Maíz: cultivo no mecanizado por pequeños propietarios, con insumos y conservación mejorados, en las tierras recién habilitadas.</p>	<p>Maíz: Energía.            Temperatura para el crecimiento.            Humedad.            Suministro de oxígeno a las raíces.            Nutrientes.            Condiciones de enraizamiento.            Reducción del riesgo de inundación.            Ausencia de toxicidades del suelo.            Reducción del riesgo de plagas y enfermedades.</p>						
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="400 662 611 833">Cultivo no mecanizado por pequeños agricultores, con insumos mejorados en tierras recién habilitadas:</td> <td data-bbox="636 696 997 748">Facilitar el laboreo de la tierra (a mano o por tracción animal).</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="636 782 997 833">Facilitar la preparación y limpieza de la tierra.</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="636 867 997 953">Ubicar según el suministro de insumos y transporte del producto).</td> </tr> </table>	Cultivo no mecanizado por pequeños agricultores, con insumos mejorados en tierras recién habilitadas:	Facilitar el laboreo de la tierra (a mano o por tracción animal).		Facilitar la preparación y limpieza de la tierra.		Ubicar según el suministro de insumos y transporte del producto).
	Cultivo no mecanizado por pequeños agricultores, con insumos mejorados en tierras recién habilitadas:	Facilitar el laboreo de la tierra (a mano o por tracción animal).					
	Facilitar la preparación y limpieza de la tierra.						
	Ubicar según el suministro de insumos y transporte del producto).						
Conservación:	<p>Evitar una erosión del suelo grave o progresiva .</p> <p>Evitar la degradación del suelo.</p>						

**Nota:** Solo se indican los requisitos de uso de la tierra que se consideran aplicables para este ejemplo.

**Fuente:** FAO 1985a.

Para cada tipo de utilización se tiene que calibrar cada requisito, pero en realidad estas calibraciones no siempre serán diferentes para cada tipo. Porque el rendimiento neto de un tipo de uso depende de muchas variables externas, el valor mínimo, y el límite entre moderadamente y marginalmente apta, varía de un lugar a otro y en el tiempo. Cuando las circunstancias permiten un alto rendimiento neto, existe más diferencia entre el rango óptimo y el valor mínimo.

Por otra parte, las circunstancias económicas pueden causar que aun las mejores tierras (biofísicamente clasificadas como altamente aptas) desde un punto de vista económico se deben clasificar como no aptas para la aplicación de cierto tipo de utilización. Sería interesante modelar y simular las variables externas y su efecto sobre la calibración de los requisitos de ciertos tipos de utilización.

La variabilidad interna (ej.: con o sin mecanización) se expresa primero por medio de la distinción entre varios tipos de utilización. Aquí también se puede intentar una modelación y simulación básicamente econométrica. Los cuadros 35, 36, 37 y 38 presentan un formato para la calibración de los requisitos fisiológicos, de manejo y conservación, y un ejemplo del método para poder identificar y presentar los requisitos de un cultivo. Para esta calibración de los requisitos se consideraron los resultados del Proyecto Zonas Agroecológicas de la FAO. (1978a, 1978b, 1980, 1981), literatura especial referida a los tipos de utilización bajo consideración y datos experimentales de ensayos específicos o estaciones experimentales en el lugar por evaluar.

Como observación final, nótese que típicamente los requisitos son interdependientes; por ejemplo, cuando no hay disponibilidad de agua en el suelo, no importa el número de horas sol por día. Para la calibración de los requisitos se asume que los otros están completamente satisfechos.

## Unidades de Tierra

Después de la definición de los tipos de utilización, se define el segundo componente del sistema de uso de la tierra: la tierra misma. Hay que analizar la información generada durante el estudio preliminar y reducir esta a datos básicos y puntuales, los cuales han servido de base para la información. Después, se debe analizar la validez de los datos generados y verificar si la densidad de las observaciones (su resolución) permite su aplicación en la escala de la evaluación, o sea, si es probable que la generalización de la información sea realista, al nivel de detalle de la evaluación. Esto se relaciona con la variabilidad natural de la zona en estudio.

**Cuadro 35. Formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: requisitos de los cultivos.**

CULTIVO : TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA: NOTAS:			CULTIVAR (ES):			
REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA			CLASIFICACIONES POR FACTORES			
CUALIDAD DE LA TIERRA	Factor diagnóstico	Unidad	Sumamente apta a1	Moderadamente apta a2	Marginalmente apta a3	No apta n
REGIMEN DE RADIACION: - Radiación						
TOTAL - Longitud del día						
REGIMEN DE TEMPERATURA						
HUMEDAD DISPONIBLE:  - Humedad total						
- Períodos críticos						
- Riesgo de sequía						

Cuadro 35. (Cont.).

REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA			CLASIFICACIONES POR FACTORES			
CUALIDAD DE LA TIERRA	Factor diagnóstico	Unidad	Sumamente apta a1	Moderadamente apta a2	Marginalmente apta a3	No apta n
OXIGENO DISPONIBLE (DRENAJE)						
NUTRIENTES DISPONIBLES						
CAPACIDAD DE RETENCION DE NUTRIENTES						
CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO						
CONDICIONES QUE AFECTAN LA GERMINACION Y LA IMPLANTACION						
HUMEDAD DEL AIRE EN CUANTO AFECTA EL CRECIMIENTO						

**Cuadro 35.** (Cont.).

REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA			CLASIFICACIONES POR FACTORES			
CUALIDAD DE LA TIERRA	Factor diagnóstico	Unidad	Sumamente apta a1	Moderadamente apta a2	Marginalmente apta a3	No apta n
CONDICIONES PARA LA MADURACION						
RIESGO DE INUNDACION						
RIESGOS CLIMATICOS						
EXCESO DE SALES:						
- Salinidad						
- Sodicidad						
TOXICIDADES DEL SUELO						
PLAGAS Y ENFERMEDADES						

**NOTAS:** No todas las necesidades enumeradas tendrían un efecto importante en un determinado cultivo.

Se ofrece una lista completa de las cualidades de la tierra, aunque no todas se incluirán en una evaluación. Este formulario puede utilizarse para clasificar: a) las necesidades de determinados cultivos, dentro del contexto de un tipo de utilización de la tierra; o b) requisitos de los tipos de utilización de la tierra en conjunto.

**Fuente:** FAO 1985a.

**Cuadro 36. Modelo de formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: requisitos de manejo.**

<b>CULTIVO :</b> (cuando convenga): <b>TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA:</b> <b>NOTAS:</b>						
<b>REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA</b>			<b>CLASIFICACIONES POR FACTORES</b>			
<b>CUALIDAD DE LA TIERRA</b>	<b>Factor diagnóstico</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sumamente apta a1</b>	<b>Moderadamente apta a2</b>	<b>Marginalmente apta a3</b>	<b>No apta n</b>
CAPACIDAD DE LABOREO DEL SUELO  POSIBILIDADES DE MECANIZACION  REQUISITOS DE PREPARACION Y LIMPIEZA DE LA TIERRA  CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO  CONDICIONES QUE AFECTAN EL MANEJO ESTACIONAL DE LA PRODUCCION  ACCESO DENTRO DE LA UNIDAD DE PRODUCCION  TAMAÑO DE LAS UNIDADES POTENCIALES DE MANEJO  UBICACION: - Accesibilidad actual - Accesibilidad potencial						

**NOTA:** Estos requisitos del uso de la tierra se refieren fundamentalmente a los requisitos de manejo de los tipos de utilizacion de la tierra, pero en algunos casos pueden ser parcial o enteramente especificos de determinados cultivos.

**Fuente:** FAO 1985a.

**Cuadro 37. Modelo de formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: requisitos de conservación.**

CULTIVO: (cuando convenga)						
TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA:						
NOTAS:						
REQUISITOS DE LA TIERRA			CLASIFICACION POR FACTORES			
CUALIDAD DE LA TIERRA	Factor diagnóstico	Unidad	Sumamente apta a1	Moderadamente apta a2	Marginalmente apta a3	No apta n
Riesgo de Erosión						
Riesgo de Degradación del Suelo						

**Nota:** Estos requisitos del uso de la tierra se relacionan fundamentalmente con los de conservación de los tipos de utilización, pero en algunos casos pueden ser parcial o totalmente específicos de determinados cultivos.

**Fuente:** FAO 1985a.

**Cuadro 38. Ejemplo del método para identificar y presentar los requisitos de un cultivo: sorgo**

REQUISITO DEL CULTIVO			CLASIFICACIONES POR FACTORES			
CUALIDAD DE LA TIERRA	Factor diagnóstico	Unidad	Sumamente apta a1	Moderadamente apta a2	Marginalmente apta a3	No apta n
Oxígeno disponible	Clase de drenaje del suelo	Clase	Buen drenaje excesivo	Drenaje moderadamente bueno	Drenaje imperfecto	Drenaje deficiente. Muy deficiente
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva del suelo	cm	> 120	50-120	30-50	< 30
Nutrientes disponibles	Reacción del suelo	pH	5,5-7,5	4,8-5,5 y 7,5-8,0	4,5-4,8 y 8,0-8,5	<4,5 y >8,5

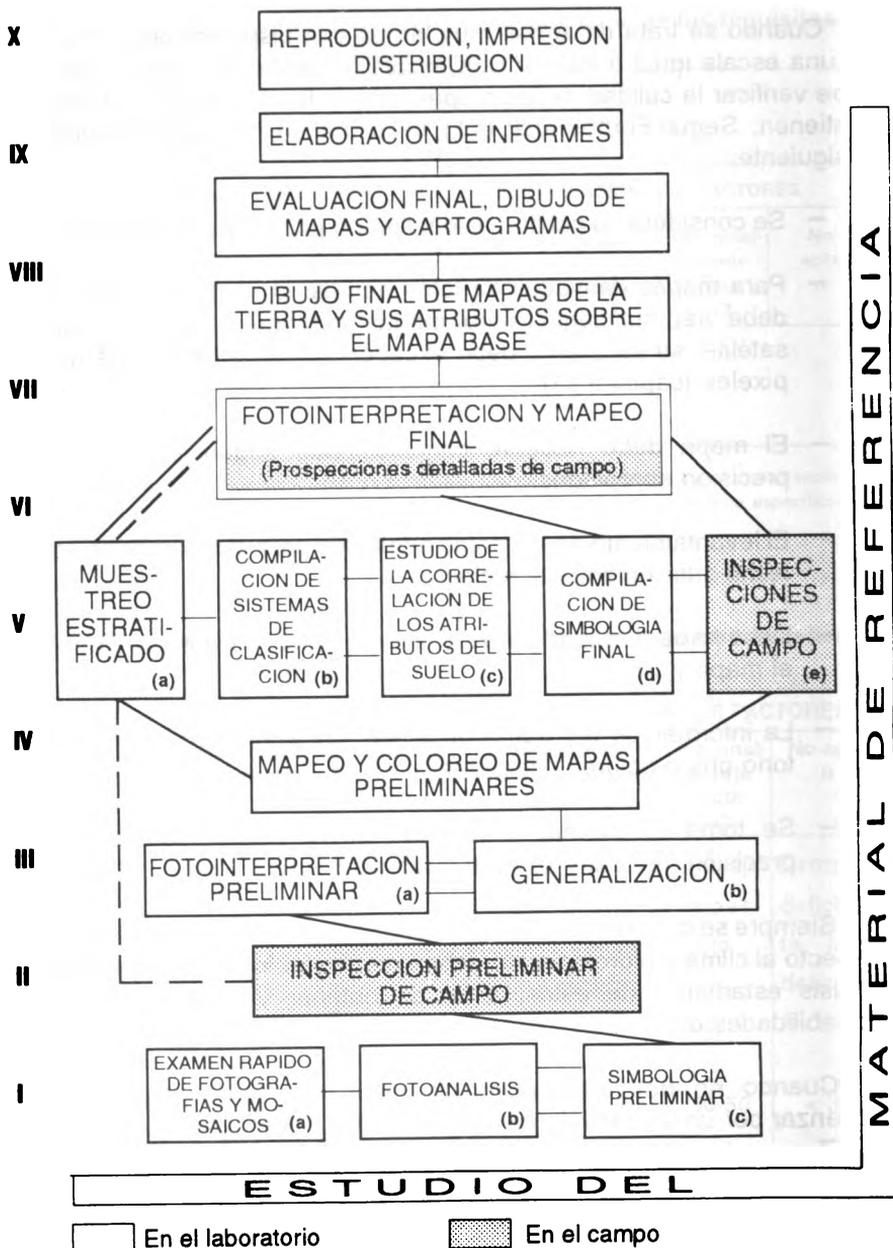
**Fuente:** FAO 1985a.

Cuando se trata de zonas muy largas con disponibilidad de mapas de una escala igual o inferior a la escala deseada en la evaluación, se debe verificar la calidad de los mapas, antes de usar la información que contienen. Según Forbes *et al.* (s.f.), la calidad de los mapas se mide por lo siguiente:

- Se considera su calidad física: tipo de papel (grado, textura, etc.).
- Para mapas derivados de fotos aéreas, la resolución fotográfica debe ser suficiente; para mapas derivados de imágenes de satélite, su escala no debe exceder la resolución original de los píxeles (capítulo 11).
- El mapa debe haberse confeccionado según estándares de precisión apropiados.
- El levantamiento de los datos originales para el mapa debe ser de fecha suficientemente reciente.
- Debe haber facilidad para encontrar puntos y áreas del campo en el mapa y viceversa.
- La información del mapa debe ser claramente diferenciada, en tono gris o colores diferentes.
- Se toma en cuenta la realidad de la información en sí (su precisión puntual y su generalización).

Siempre se deben hacer algunos levantamientos de verificación. Con respecto al clima e hidrología, se deben recolectar los datos y realizar un análisis estadístico de estos, a fin de obtener valores promedios y probabilidades de variación temporal.

Cuando no hay información, la evaluación de la tierra podría comenzar por un levantamiento aerofotográfico. La Figura 23, adaptada de Zonneveld (1979a), indica una secuencia de pasos en un levantamiento holístico de la tierra. A continuación se presenta una guía sobre las fases en la interpretación de las fotos, adaptada de Van Zuidam (1985):



**Fig. 23.** Fases de una prospección holística del suelo mediante fotointerpretación aérea.

Fuente: Zonneveld 1979a.

## **Fases en la Interpretación de Fotos Aéreas**

El grado o la calidad de identificación que se puede lograr con las fotografías estereoscópicas depende de la visibilidad del objeto de estudio.

Algunos objetos como árboles, casas y carreteras potencialmente se pueden observar en la foto, aunque la visibilidad actual depende de la escala de esta, de la calidad de la foto y de factores incidentales como la superposición de otros objetos (árboles encima de la carretera, sombras, nubes). Otros objetos como suelos, aguas subterráneas o frecuentemente rocas son invisibles en las fotos; solamente es posible una identificación parcial. Aquí se aplica un proceso de deducción para apoyar el análisis o la clasificación.

Por esta razón, la interpretación de las fotos aéreas casi siempre debe combinarse con investigaciones de campo y laboratorio. La interpretación de fotos aéreas solo es un apoyo. El conocimiento científico y la experiencia en el campo de estudio son esenciales para ejecutar una interpretación completa y efectiva. Por el uso de las fotos aéreas, el técnico o científico puede, por ejemplo, conocer la ubicación de los objetos específicos, diseñar un programa eficiente de estudio de campo y extrapolar su conocimiento a áreas más largas.

El proceso de fotointerpretación se divide en fases distintas. Las cuatro más comunes son:

1. Lectura de las fotos (detección, reconocimiento e identificación).
  2. Análisis
  3. Clasificación
  4. Deducción
- Lectura de las Fotos

Detección, reconocimiento e identificación son las actividades de la fase inicial de la interpretación de fotos aéreas; involucran la observación directa de los objetos visibles en la fotografía.

El primer paso, la detección, se refiere al descubrimiento de "algo" en la fotografía. Por su forma, tamaño y otros aspectos visibles, se reconoce un objeto familiar. Al final viene el paso de identificación, en que el objeto o la característica obtiene un nombre o término específico.

El éxito de lectura de las fotos depende de la capacidad visual y del marco de referencia del intérprete. Algunos objetos, específicamente los objetos culturales, se pueden identificar fácilmente (casas, por ejemplo). Otros objetos necesitan mucho conocimiento y experiencia específica por parte del intérprete. Este es el caso de muchas de las características geomorfológicas, las cuales solo se pueden detectar, reconocer e identificar con mucho conocimiento de los procesos geomorfológicos en general y de los de la zona del estudio en particular.

El proceso de reconocimiento e identificación se facilita mucho con el empleo de claves fotográficas. Estas claves fotográficas clasifican objetos específicos; o sea, ordenan el marco de referencia del intérprete de tal forma que estructuran su observación. La identificación, al final, frecuentemente es el resultado de alguna deducción.

De todos los objetos y características que se observan en una fotografía, se brinda atención especial a estos, con significancia en la siguiente fase de la interpretación: el análisis. A su vez, la dirección del análisis está determinada principalmente por el objeto de la interpretación en su totalidad.

- **Análisis**

Van Zuidam (1985:52) define este proceso como "dibujar líneas en una manera sistemática, resultando en un agrupamiento lógico de objetos (y características) en patrones o unidades".

Como se indicó, los objetos o características que se analizarán dependen mucho del objetivo del análisis. Se diseña una leyenda al respecto y se ejecuta el análisis de acuerdo con esta. Se enfatiza que el proceso sea sistemático y que tome en cuenta todas las fotografías de forma lógica.

- **Clasificación**

En el proceso de clasificación se hace una comparación entre las unidades que resultaron del análisis. De nuevo involucra un proceso de generalización. A veces, por ejemplo en el caso de una clasificación genética, esta tercera fase debe producir toda la información requerida; casi siempre involucra también informaciones de otras fuentes: observación de campo, trabajo de laboratorio y otros.

- **Deducción**

En ocasiones, el proceso de deducción se considera como la cuarta fase de la interpretación. Se habla de deducción cuando la interpretación involucra otras fuentes de información. A veces se refiere a "evidencia convergente", lo cual ocurre cuando la combinación de indicaciones de varias fuentes, insignificantes en sí, indican la naturaleza de un objeto distinto. Pero, en general, el proceso de deducción siempre ocurre en las otras fases de la interpretación.

Todas las fotos aéreas tienen distorsiones por la variación de la posición de la cámara en el plano horizontal y su distancia de la superficie terrestre, agudizadas a veces por el relieve del paisaje. Las fotografías "rectificadas" son corregidas según el movimiento de la cámara en relación con el plano horizontal y los cambios en la altura del avión. En las fotografías o mosaicos controlados se ha corregido la distancia entre puntos conocidos en el campo. Los mapas ortofotográficos son los más precisos, ya que en ellos la distorsión también fue corregida por razones de relieve (Forbes s.f.).

Retomando el tema de la definición de las unidades de tierra, las unidades visualmente homogéneas se analizan y verifican por medio de un muestreo estratificado. Una ventaja del uso de las fotografías aéreas es que permite realizar este muestreo con una buena garantía de ser objetivo. El muestreo estratificado al azar tiene un sesgo por las áreas más grandes (Zonneveld 1979a). Como método alternativo, también se puede ejecutar el muestreo según una matriz fija, sobrepuesto en el mapa de la zona.

Los rangos en que se generalizan los datos puntuales —por ejemplo: las clases de precipitación, temperatura, pendiente o profundidad del suelo— deben coincidir con las clases de aptitud establecidas para los requisitos correspondientes de los tipos de utilización. La definición de los límites de las unidades de tierra depende, finalmente, del espacio geográfico donde aplican los valores dentro de los rangos. En efecto, las unidades de tierra corresponden a los espacios geográficos, que son homogéneos en cuanto a las variables consideradas.

Cuadro 39. Evaluación de la importancia de las cualidades de la tierra.

Efectos sobre el uso de la tierra	Existencia de valores críticos	Información	Importancia
Importante	Frecuente	Obtenible	1 Muy importante
Moderado	Frecuente	Obtenible	2 Moderadamente importante
Importante	Poco frecuente	Obtenible	
Moderado	Poco frecuente	Obtenible	2 o 3B <sup>1/</sup> )
Ligero o nulo	Apenas	Apenas	3A )
Apenas	Rara vez o nunca	Apenas	3B ) Menos importante
Apenas	Apenas	No obtenible	3C )

**3A** La calidad no afecta o apenas afecta el uso.

**3B** Los valores críticos se presentan rara vez o nunca en las zonas estudiadas.

**3C** No hay medios prácticos para obtener datos sobre la calidad.

<sup>1/</sup> Esta circunstancia debe ser considerada importante o subordinada, a discreción del evaluador.

Fuente: FAO 1985 a.

## **Calidades y Características de la Tierra**

Los requisitos de los tipos de utilización considerados en la evaluación responden a las calidades de tierra, las cuales se miden por las características de esta. Para la selección de calidades de tierra se deben considerar tres aspectos:

1. El efecto sobre el resultado de los tipos de utilización considerados (todos los mencionados como requisitos).
2. La variación significativa (o sea, el efecto significativo en el rendimiento del tipo de utilización) dentro de la zona en estudio.
3. Capacidad para poder ser medidas.

En el Cuadro 39 se presenta un formato para la selección de las calidades que se estudiarán. Para limitar el número de variables por considerar, se propone efectuar una priorización de las calidades de acuerdo con su impacto sobre el resultado de la aplicación del tipo de utilización. No todas las calidades son muy relevantes; con las seleccionadas, hay que determinar las características correspondientes. Estas características son, en efecto, los factores diagnóstico con los cuales se miden y calibran las calidades de tierra; o sea, son los datos puntuales observados en la zona en estudio.

En resumen, se debe efectuar lo siguiente:

- Definir cuáles características de tierra son relevantes para poder expresar la aptitud de la tierra en cuanto a la aplicación de los tipos de utilización considerados.
- Recolectar la información existente sobre estas características de la zona en estudio.
- Analizar la información según su representatividad para la zona en general de acuerdo con la escala del trabajo y realizar estudios adicionales, cuando estos sean necesarios.
- Generalizar las características en rangos secuenciales, idénticos con las clases de aptitud establecidas.

- Establecer la distribución geográfica de los rangos en la zona.
- Identificar las unidades de tierra homogéneas con base en todas las calidades consideradas.

## Primera Clasificación de Aptitud

La aptitud de las unidades de tierra se expresa comparando las calidades de estas con los requisitos de cada tipo de utilización; es decir, se compara cada requisito con el valor de la calidad correspondiente. Cada comparación resulta en una expresión de aptitud. La aptitud general de la unidad, en cuanto a un tipo de utilización, se expresa por la aptitud mínima de uno de los requisitos del tipo de utilización<sup>29</sup>. El factor limitante se expresa con una letra minúscula, por ejemplo:  $A_{3e}$ , marginalmente apta por peligro de erosión. Dependiendo de la escala del trabajo y de la precisión de los levantamientos en el campo, a veces se puede diferenciar entre tipos de erosión, como en este caso. Esta distinción se expresa mediante cifras arábigas que aparecen después de un guión, por ejemplo:  $A_{3e-1}$ , marginalmente apta por peligro de erosión laminar.

Para expresar la aptitud de una unidad según un tipo de utilización, se hacen varias comparaciones. Este número se multiplica por el número de unidades de la zona y el resultado por el número de tipos de utilización considerados, para saber el total de comparaciones que se deben efectuar. Es claro que pronto se llegará a una cifra considerable de comparaciones. La desagregación de los tipos de utilización, como anteriormente se describió, sirve para disminuir el número de comparaciones necesarias.

---

29 La guía de la FAO expresa otros métodos para llegar a la aptitud general de la unidad. Por la interdependencia de los requisitos, parece mejor tomar como primer indicador la mínima aptitud encontrada y expresar el factor limitante (o los factores limitantes), a fin de poder estimar el valor de la clasificación en vista de las circunstancias locales. De nuevo, la clasificación en sí no debe ser tan importante.

## Comparación con el Uso Actual

Después de la primera clasificación de aptitud, es importante revisar el uso actual de la tierra en este contexto. Tal vez el tipo de cultivo o de animal aplicado en una unidad de tierra fisiológicamente no puede desarrollarse de manera óptima en este lugar (pero tal vez sí en otro, dentro de la zona del estudio). En consecuencia, se sugiere el cambio de cultivo o animal a un tipo que, según los datos de la zona y su uso actual, sí se aplicará con más éxito. También se puede llegar a sugerir un cambio en las características de la unidad, como mejorar el drenaje de esta.

Quizás la situación en una unidad merece otro tipo de manejo, con un mejor resultado para el agricultor. Por ejemplo, el relieve, el tamaño y el acceso de la finca pueden permitir un manejo mecanizado. O la situación en una unidad requiere más atención hacia la conservación de los recursos suelo y agua, para que su uso y manejo actual sean sostenibles.

Cada cambio demanda un costo que se debe comparar con el costo —a corto, mediano y largo plazo— inherente al mantenimiento de la situación actual. Solo cuando esta comparación es bastante favorable, relativamente a corto plazo, el agricultor puede motivarse a cambiar.

## Selección de Usos

A veces es importante buscar alternativas para el uso de la tierra. Algunos factores que se pueden tomar como guía son:

- Aptitud agroclimática aparente. Se pueden definir cultivos, usos y agroecosistemas posibles, haciendo una comparación entre otras áreas con iguales circunstancias agroclimatológicas.
- Información acerca de usos alternativos, la cual se puede obtener de agricultores locales y estaciones experimentales.
- Demanda que tienen ciertos cultivos o usos agrícolas, silviculturales o pastoriles en general ¿Existe una demanda con precios atractivos?

- Requerimientos gubernamentales en el país o en la zona estudiada. Por ejemplo, ¿existen políticas, créditos, subsidios para aumentar la producción de alimentos o para la exportación?

Cuando hay una selección de sistemas agroecológicos alternativos, se pueden "filtrar" los buenos de los menos probables, con un criterio similar a los anteriores:

- ¿Existen problemas agroclimatológicos?
- ¿Creen los agricultores locales que se puede aplicar, considerando si hay problemas de enfermedades, plagas y otros?
- ¿Existe mercado para sus productos?
- ¿Hay restricciones gubernamentales?

## Un Estudio de Caso en Guatemala

Aunque las severas inundaciones que frecuentemente ocurren en la ciudad de Antigua Guatemala se deben en gran parte a las características geomorfológicas naturales de la subcuenca del río Pensativo, el uso inadecuado de las tierras y el consecuente deterioro acelerado que estas evidencian tienen un fuerte efecto sobre este fenómeno. El objetivo del estudio de Rosal (1988), realizado como requisito para obtener el grado de M.Sc. en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, fue contribuir con la definición de un plan de manejo integral para dicha subcuenca, mediante una evaluación de las tierras y de su uso, utilizando la propuesta de la FAO para este propósito. Se procuró tener un claro entendimiento del recurso tierra y de sus usos en el contexto local.

Para ello se caracterizaron y priorizaron aspectos relevantes de carácter biofísico, socioeconómico, político-legal, institucional y de infraestructura social y productiva, sus interrelaciones y la influencia directa o indirecta que ejercían sobre el patrón de los usos de la tierra, durante la época en que se realizó el estudio.

Se distinguieron nueve tipos de utilización, cada uno con 10 requisitos básicos y 13 unidades de tierra. En consecuencia, se efectuó un total de 1170 comparaciones para la determinación de la aptitud actual y el potencial de cada una de las unidades, con respecto al establecimiento de los tipos de utilización que fueron considerados. En vista de la problemática central, la investigación brindó mayor importancia a los requisitos de conservación y a la sostenibilidad de la producción.

El Cuadro 40 indica el uso primordial de la tierra de la subcuenca del río Pensativo durante el período del estudio. Los nueve tipos de utilización de la tierra, derivados del uso actual, fueron:

- TUT1: Maíz en seco
- TUT2: Frijol en seco
- TUT3: Brócoli
- TUT4: Arveja china
- TUT5: Lechuga y repollo
- TUT6: Zanahoria y remolacha
- TUT7: Coliflor
- TUT8: Ejote francés
- TUT9: Güicoy zuchini

**Cuadro 40. Clases primordiales de uso de la subcuenca del río Pensativo.**

Clase primordial de uso	Area	
	km <sup>2</sup>	%
Áreas urbanas e industriales	1.30	4.46
Horticultura	6.21	21.33
Agricultura de seco (maíz frijol)	1.52	5.22
Agrosilvicultura (café)	1.25	4.29
Cultivos múltiples (maíz-hortalizas)	1.00	3.43
Pastos	0.56	1.92
Recreo	0.20	0.70
Forestal	15.58	53.50
Monte bajo	1.40	4.81
Otros: arena	0.10	0.34
<b>Total</b>	<b>29.12</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Rosal 1988.

Se encontró que el problema básico en el uso de la tierra en esta subcuenca radicó en las explotaciones agrícolas. La mayor parte de ellas se localizó en terrenos de fuertes pendientes, en donde los suelos —de origen volcánico y en estado no consolidado— son muy susceptibles a la

erosión. El problema se agravó por el empleo de prácticas agrícolas rudimentarias seguidas por los campesinos, quienes no utilizaban medidas de protección y conservación de suelos y aguas. En algunos casos establecían los surcos a favor de la pendiente y, después de levantar la cosecha, dejaban los suelos desprovistos de cobertura, expuestos a la erosión eólica y a los efectos erosivos de las primeras lluvias.

Del total de tierras dedicadas a la agricultura, 48% era marginalmente apta y 22% moderadamente apta para ese uso, en las condiciones del tiempo en que esta actividad se realizaba. La principal limitante para 70% de la superficie cultivada era la erosión más o menos fuerte a que se vio sometida.

También el lento pero continuo avance de la frontera agrícola amenazaba las masas boscosas en las áreas de pendiente más escarpada, poniendo en peligro la estabilidad de los suelos y aumentando los efectos erosivos de la escorrentía. Estos bosques, sin manejo forestal en el tiempo del estudio, fueron aprovechados intensamente por las comunidades para satisfacer la demanda de leña.

Se concluyó que los factores que han contribuido más al deterioro del recurso tierra son: el régimen de tenencia de la tierra (66% de las explotaciones tenían menos de una hectárea); la alta fragmentación de los predios y la elevada densidad de la población (367 habitantes/km<sup>2</sup>); las tradiciones y costumbres agrícolas; las concepciones culturales; los conflictos sociales ocasionados por el uso de los recursos; el elevado consumo de leña (100% de los hogares la empleaban como combustible); y la escasa asistencia estatal, de carácter permanente e integral.

El Cuadro 41 indica las unidades que se distinguieron. El Cuadro 42 muestra la aptitud de las trece unidades de tierra, en cuanto a los tipos de utilización. Se consideraron como mejoras: el mejor manejo del suelo que incorpora prácticas de conservación, según el caso; el uso de semillas mejoradas; la fertilización adecuada; el efectivo control de plagas, enfermedades y malezas; el manejo poscosecha eficiente; y el mejoramiento de los canales de la comercialización, para así poder expresar la aptitud potencial, la cual se representa en el Cuadro 43.

**Cuadro 41. Principales rasgos de las unidades de tierra identificadas en la subcuenca del río Pensativo.**

UT	Elemento del paisaje	Pendiente %	Suelos	Uso actual	Area (km <sup>2</sup> )	Area (%)
UT1	A32	8-16 y 0-8	Typic Eutrandspts	Hortalizas	6.92	23.78
UT2	A18	0-8	Typic Eutrandspts	Hortalizas	0.50	1.72
UT3	A17	8-16 30 -40 40 - 50	Typic Eutrandspts	Bosque deciuo	1.09	8.28
UT4	A33	16-20	Typic Eutrandspts	Hortalizas, maíz y bosque	1.01	3.77
UT5	A19	50-60	Entic Eutrandspts y Lithic Ustorthents	Bosque deciuo	1.94	6.66
UT6	A22	0-8	Fluventic Ustipsamments	Café bajo sombra	0.15	0.51
UT7	A11	16-20	Fluventic Ustipsamments	Hortalizas, frijol y maíz	0.07	0.24
UT8	A21	0-8 8-16	Mollic Vitransdepts	Café bajo sombra	1.21	4.15
UT9	A10,A12 A13 y A14	20 -30 50-60	Entic Eutrandspts y Lithic Ustorthents	Bosque, maíz, flores y hortalizas	8.17	27.84
UT10	A31	20 -30 30-40	Typic Eutrandspts	Hortalizas y maíz	0.73	2.51
UT11	A41,A42 A43,A44 A45,A46	50-60	Lithic Ustorthents Entic Eutrandspts	Bosque deciuo	4.78	16.41
UT12	A16	20 -30 40-50	Typic Ustrophepts	Hortalizas, maíz y bosque	1.35	4.63
UT13	A15	50 - 60	Typic Vitrandepts	Bosque, hortalizas y maíz	1.27	4.34

Fuente: Rosal 1988.

**Cuadro 42. Aptitud actual de cada unidad de tierra por tipo de utilización en la subcuenca del río Pensativo.**

UNDADES DE TIERRA	TIPOS DE UTILIZACION DE LA TIERRA												
	TUT1	TUT2	TUT3	TUT4	TUT5	TUT6	TUT7	TUT8	TUT9				
UT1	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr				
UT2	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e				
UT3	A <sub>3</sub> h	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> h	A <sub>3</sub> h	A <sub>3</sub> h	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT4	A <sub>2</sub> de	A <sub>3</sub> h	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>3</sub> h	A <sub>3</sub> h	N <sub>2</sub>				
UT5	N <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> ec	A <sub>3</sub> ec	N <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> ec	A <sub>3</sub> ec	A <sub>3</sub> ec	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT6	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr	A <sub>2</sub> dr				
UT7	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>				
UT8	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>				
UT9	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> he	A <sub>3</sub> ec	A <sub>3</sub> ec	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT10	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de	A <sub>2</sub> de				
UT11	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT12	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e				
Ut13	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e	A <sub>3</sub> e				

**Notas:** Tipos de limitaciones: **c** = Condiciones para el enraizamiento. **r** = Capacidad de retención de nutrimentos.  
**d** = Disponibilidad de nutrimentos. **h** = Riesgo de heladas.  
**a** = Accesibilidad. **e** = Riesgo de erosión hídrica.

Fuente: Rosal 1988.

Cuadro 43. Aptitud potencial de cada unidad de tierra por tipo de utilización en la subcuenca del río Pensativo.

UNDADES DE TIERRA	TIPOS DE UTILIZACION DE LA TIERRA												
	TUT1	TUT2	TUT3	TUT4	TUT5	TUT6	TUT7	TUT8	TUT9				
UT1	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR				
UT2	A <sub>3</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E				
UT3	A <sub>2</sub> H	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> H	A <sub>2</sub> H	A <sub>2</sub> H	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT4	A <sub>2</sub> DS	A <sub>2</sub> H	A <sub>1</sub> DS	A <sub>1</sub> DS	A <sub>1</sub> DS	A <sub>1</sub> DS	A <sub>1</sub> H	A <sub>1</sub> H	N <sub>2</sub>				
UT5	N <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> EX	A <sub>3</sub> EX	N <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> EX	A <sub>3</sub> EX	A <sub>3</sub> EX	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT6	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR	A <sub>1</sub> DR				
UT7	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D				
UT8	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D	A <sub>1</sub> D				
UT9	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> HE	A <sub>3</sub> EX	A <sub>3</sub> EX	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT10	A <sub>2</sub> DV	A <sub>2</sub> DV	A <sub>2</sub> DV	A <sub>1</sub> DV	A <sub>2</sub> DV	A <sub>2</sub> DV	A <sub>2</sub> DV	A <sub>1</sub> DV	A <sub>1</sub> de				
UT11	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
UT12	A <sub>3</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>1</sub> E	A <sub>1</sub> E				
UT13	A <sub>3</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E	A <sub>2</sub> E				

Notas: R = Mejora en la capacidad de retención de nutrientes. D = Mejora en la disponibilidad de nutrientes.  
 H = Siembra en época fuera de heladas. A = Mejora en la accesibilidad.  
 E = Prácticas intensivas de conservación (terrazas) S = Prácticas menos intensivas (acequias)  
 C = Prácticas menores (curvas de nivel y cultivos en contorno). x = Limitación por condiciones para enraizamiento.

Fuente: Rosal 1988.

Se indicó que en siete de las unidades de tierra (UT1, 2, 4, 6, 7, 8, 10) se podrían intensificar las actividades agrícolas, y en cinco unidades (UT3, 5, 9, 12, 13), donde existían las mayores extensiones de bosque, se recomendó limitar o restringir el avance de la frontera agrícola y una dedicación al manejo forestal bien planificado, con criterio económico, pero considerando los aspectos básicos de protección y conservación. Para la unidad 11, que representa los cauces y cañones de los ríos, se recomendó su protección absoluta.

Se describieron los beneficios directos e indirectos que se obtendrían con la ejecución de las propuestas para el uso adecuado de las tierras y se demostró que los usos propuestos parecieran ser financieramente rentables para el productor local, aun con las inversiones que requieren los mejoramientos para la conservación de los suelos —a excepción del maíz y solo cuando se proponen bancales relativamente costosos. El maíz es un cultivo tradicional de importancia cultural en la zona, como en muchas partes de América Central; por tal razón, se sugirió brindar atención especial a la situación de su uso.

Es importante resaltar la recomendación referente a la implementación de los cambios sugeridos: "La situación socioeconómica que se observa en la subcuenca y lo complejo de su problemática, requiere acciones bien coordinadas de carácter interinstitucional y multisectorial en el corto, mediano y largo plazo, o sea requiere de un verdadero manejo de cuencas. Pero también se necesita del involucramiento y la participación de los usuarios de la tierra mismos; sin embargo, para ello, debe tenerse presente la envergadura de las necesidades básicas de las comunidades rurales, como: el abastecimiento de agua potable, drenajes y letrización, mejoramiento de vías de acceso y transporte, asistencia social y crediticia, mayor cubrimiento de los servicios de salud y otros tipos de mejoras que provean bienestar social. Mientras subsista la ignorancia, el abandono y la pobreza, la población no tendrá ni el interés ni la voluntad para llevar a cabo las acciones que se emprendan con un enfoque meramente técnico" (Rosal 1988:253).

Por la gravedad del problema de erosión en la subcuenca en general —que deposita más de 10.000 t/año de suelo, aguas abajo— así como por las inundaciones en la ciudad de Antigua, también se seleccionaban las áreas más críticas al respecto y se priorizaban las microcuencas más problemáticas en la zona, diciendo que las áreas identificadas como prioritarias deben ser atendidas de inmediato. De no ser así, las medidas necesarias en el futuro, para su rehabilitación y mejoramiento, serán de

tal magnitud que su ejecución alcanzará costos financieros y sociales extremadamente elevados.

## Conclusión

A primera vista, el enfoque de la FAO tiene dos grandes desventajas: a) se trata de un enfoque flexible, multidisciplinario y "de abajo hacia arriba", el cual no corresponde bien al ambiente y a la experiencia institucional de América Central; y b) se requiere mucha información y conocimientos para su aplicación.

Se ha dicho a primera vista porque en realidad se trata de limitaciones del mismo ambiente institucional, aunque estas desventajas se presenten con frecuencia como las inconveniencias del enfoque de la FAO,

Esto es importante porque, como indicó Green (1971), en Clout (1976:154): "La política de planificación rural (en Gran Bretaña), ha tenido un éxito moderado en el sentido negativo de que se ha impedido el desarrollo que hubiera podido introducirse desordenadamente en el campo y ha fomentado la construcción en aquellas zonas donde parecía que causaban menores daños, pero los 24 años transcurridos desde el "Town and Country Act" de 1947 representan dos décadas de oportunidad perdida para la planificación rural positiva. Las autoridades de planificación rural han llevado a cabo pocos intentos para desarrollar políticas que, primero, aceptaran la existencia de las condiciones económicas y sociales cambiantes de las áreas rurales y después, aprovecharan la creciente movilidad física y social de la población rural."

En relación con la planificación rural en New Jersey, Estados Unidos, Aaron Brooks y Brooks (1987:46) señalan: "El análisis de los planes maestros de desarrollo de los poblados y el estado de la agricultura en la zonificación actual, indican una falla de los oficiales de los poblados para reconocer y acomodar el uso agrícola de la tierra. La mayoría de los planes maestros de desarrollo no considera el uso agrícola ni en el nivel más básico".

En el caso de Costa Rica, considérese el Plan Regional Metropolitano para la Gran Area Metropolitana (GAM) (INVU/OPAM 1983), que fue desarrollado como respuesta a los artículos 2, 4, 63 y el transitorio 2 de la Ley de Planificación Urbana, de acuerdo con la directriz emitida en el Decreto Ejecutivo No.12590-P, del 11 de mayo 1981. Con la urbani-

zación que se observó en las últimas décadas, se llegó a la conclusión de que el desarrollo de los asentamientos urbanos del Valle Central de ese país se debe relacionar y entender dentro de la región con la cual tenían una estrecha relación, con la GAM. Además, un diagnóstico resaltó la importancia del subsistema agropecuario del área rural de la GAM, como también la presión urbana sobre esta misma área, la cual desde entonces se llama Área de Protección.

El Plan Regional definió los siguientes objetivos: a) ubicar, definir y proteger las áreas agrícolas más productivas en la GAM; b) incentivar la producción que se define como de alto potencial agrícola; c) desincentivar el desarrollo urbano en áreas aptas para este uso, pero en donde la producción agrícola es actualmente buena. Como estrategia propone estudiar las áreas de acuerdo con su producción predominante y con su capacidad de uso con todo detalle, en una segunda etapa, a fin de establecer los campos que deberán desarrollar las instituciones que deben involucrarse, para que definan propuestas de tipo agrícola: proyectos específicos, consideraciones en cuanto a incentivos, políticas de tipo tributario, políticas coordinadas de préstamos y seguros, administración, legislación, etc. (INVU/OPAM 1983).

Reconociendo el problema, se sugiere una redefinición del aparato institucional para que de forma lógica, eficiente y verificable pueda interactuar con el ambiente rural. El enfoque presentado constituye una importante guía estructural de trabajo que debe realizar el conjunto institucional, a fin de influenciar y optimar el uso rural de la tierra. Dicho enfoque se basa en el uso actual de la zona, cuyas sugerencias—de una forma u otra— muchas veces han sido aplicadas en el ambiente del agricultor, lo que facilita su aceptación.

Después de la evaluación y la clasificación, se debe atender la puesta en marcha de las recomendaciones y el papel del Estado en este proceso. Una evaluación no tiene sentido cuando no se evalúan sus resultados. En efecto, la evaluación se ejecuta en función del potencial que existe para la implementación de sus recomendaciones.

En el capítulo 9 se complementa el enfoque presentado con el de la evaluación de impacto ambiental. Por ser este un tema tan importante, todo el capítulo 10 se refiere al manejo de la información geográfica, en general, y dentro del contexto de una evaluación de la tierra en función de su uso, en particular. En el capítulo 11 se tratarán aspectos relacionados con la implementación del uso deseado en una zona.

## CAPITULO 9

### Evaluación de Impacto Ambiental



## Introducción

El enfoque de las "evaluaciones de impacto ambiental, difundido en el mundo después de 1970 desde los Estados Unidos de América, se desarrolló con base en el punto de vista general de los planificadores nacionales. Además de dirigirse al mismo objetivo, es un complemento del enfoque de la FAO para la evaluación de tierras en función de su uso, tema principal de los capítulos anteriores. Se recuerda que el sistema propuesto por la FAO busca definir la mejor combinación entre la tierra local y su uso (o un uso alternativo), de tal forma que este último sea rentable para el usuario y además sostenible. Para lograr la sostenibilidad, se pretende limitar el impacto del uso según las características de tierra que generan el beneficio del uso.

En este momento del análisis, después de haber visto la aptitud biofísica y socioeconómica de la tierra del uso propuesto y en términos del uso mismo, se propone investigar la existencia de otros impactos "ambientales".

A pesar de que existe gran diversidad de opiniones, en general se entiende por impacto ambiental de una actividad todos sus efectos positivos y negativos, con énfasis en los que ocurren fuera del campo tecnoeconómico, al que en primera instancia fue dirigida la actividad. Se supone que los impactos tecnoeconómicos son considerados por los responsables de la actividad; pero, por el diferente origen de los enfoques y de sus protagonistas, con frecuencia se presenta algún traslape. Además, una actividad especializada, como la construcción de una carretera, generalmente deja más impactos fuera de su consideración inmediata que una actividad holística, como la ordenación del uso de la tierra. Sin embargo, no cabe duda de que aun en el último caso es importante una verificación "externa" sobre los impactos de la actividad.

Las evaluaciones de impacto ambiental se dirigen principalmente al ambiente de la actividad y, en general, a todo su ámbito socioeconómico (cultural) y biofísico (natural) en sentido directo e indirecto. Aunque no

siempre son realizadas así, por su naturaleza, las evaluaciones son de tipo multidisciplinario e imaginativo; es decir, deben tomar en cuenta efectos disciplinarios, interdisciplinarios y extradisciplinarios; y van desde lo general y superficial, hasta lo específico y elaborado.

Para evitar confusión, a continuación se definen algunos términos importantes. Un proyecto es un arreglo lógico y consecuente de actividades (o acciones) para lograr un fin planificado. A través de las actividades, el proyecto mantiene una relación con el ambiente. Por un lado, se realiza la actividad para obtener un efecto (o impacto) en el ambiente y pueden haber otros efectos: buenos y malos, directos (primarios) e indirectos (inducidos), a corto y largo plazo, acumulativos, reversibles y no reversibles. Por otro lado, la actividad posee ciertos requisitos para lograr este efecto, cuya satisfacción también tiene sus efectos buenos y malos, directos e indirectos en el ambiente. También el resultado de la actividad, que se manifiesta en el ambiente, tiene sus efectos.

En un sentido global, el ambiente es una entidad dinámica y se visualiza como un conjunto de factores, fenómenos, elementos y procesos con calidades y características, los cuales muchas veces son interrelacionados e interdependientes. Las actividades aplican calidades de factores del ambiente para interactuar con otras y así lograr su objetivo. El efecto de la actividad o de su resultado se mide por los cambios en las características de estos factores.

## Contexto Histórico e Institucional

El concepto de la "evaluación de impacto ambiental" (EIA) tiene su origen en los Estados Unidos de América, donde se estableció esta actividad como requerimiento para revisar aquellas políticas, planes y acciones federales que puedan tener un efecto significativo en el medio ambiente, en la Ley de la Política Ambiental Nacional (National Environmental Policy Act-NEPA), aprobada el primero de enero 1970 (Vega 1988). Los objetivos de la NEPA son:

- Declarar política nacional el logro de una armonía productiva entre el hombre y su medio ambiente.
- Prevenir y eliminar los daños causados al ambiente por las acciones que procuran mejorar la salud y el bienestar del hombre.

- Generar interés y comprensión de los fenómenos asociados con los recursos naturales y los ecosistemas.
- Establecer un Consejo de Calidad Ambiental (Council on Environmental Quality-CEQ), que asesore al Presidente de los Estados Unidos en la toma de decisiones relativas al ambiente (Vega 1988).

Según Vega (1988), el proceso de tramitación de la declaración del impacto ambiental en los Estados Unidos puede clasificarse en cuatro etapas principales:

- En primer lugar, una agencia federal ha de decidir la necesidad de la preparación de una EIA para una acción propuesta, lo que implica la previa realización de una evaluación preliminar de los posibles impactos. Para la realización de esta evaluación no existen directrices determinadas, sino que cada agencia sigue sus propias normativas, basándose en la NEPA y en los reglamentos del CEQ. Si la agencia decide que no es necesario la EIA, resume sus justificaciones en lo que se conoce como una declaración negativa.
- En segundo lugar, suponiendo la necesidad de realizar una EIA, la agencia responsable emite una "notificación de iniciación" y abre un proceso de determinación de la extensión y envergadura del informe. En este proceso pueden intervenir todas las partes interesadas para determinar clara y escuetamente los puntos conflictivos y las alternativas posibles. Con esta información, la agencia prepara el borrador del informe de la EIA. Más adelante se distinguen las fases de una evaluación de impacto ambiental.
- El tercer estadio incluye la puesta en circulación del borrador del informe para someterlo a la crítica y la subsiguiente preparación del informe final. Los borradores se envían a todos aquellos grupos directamente implicados en la acción propuesta: otras agencias federales, agencias estatales y locales, CEQ y público en general. Este trámite brinda de 45 a 60 días para que se puedan emitir comentarios y observaciones. Al cabo de este período, la agencia procede a la revisión del borrador, incluyendo las respuestas a las observaciones recibidas.

- Finalmente, a la luz del análisis del informe y de aquellos otros factores relativos al proceso resolutivo, la agencia responsable llega a la toma de decisiones, la cual debe emitirse en el plazo máximo de 30 días después de la publicación del informe final. Este período de 30 días es aprovechado por cualquier agencia que encuentre inaceptable el proyecto desde el punto de vista del bien común, la salud o la calidad ambiental, para someter su decisión al CEQ, el cual revisará la propuesta e intentará resolver las discrepancias surgidas entre las agencias.

En 1978 hubo una racionalización del formato del borrador de la EIA. La nueva reglamentación del CEQ exige lo siguiente:

- El informe debe iniciar con un breve resumen que no tenga más de 15 páginas de extensión y donde se expresen las conclusiones principales, las áreas de controversia y los asuntos por resolver. Este resumen va seguido de un pequeño informe acerca de la finalidad que se persigue con el proyecto, así como de su necesidad.
- La sección principal de la declaración debe presentar a continuación los impactos ambientales de las alternativas (incluyendo las opciones preferidas) en forma comparativa, definiendo así de forma ostensible los cuestionamientos surgidos y ofreciendo una base clara para elegir la decisión más adecuada.
- Las secciones finales discuten el medio ambiente y las consecuencias ambientales de las alternativas, incluyendo datos científicos y analíticos necesarios para la comparación a que se hizo referencia antes. Adicionalmente, cada informe contendrá una lista de las personas que han intervenido en su preparación, junto con su titulación y calificación y un índice para facilitar su lectura y utilización.

El informe final deberá incluir los puntos mencionados para el borrador inicial, además de los comentarios de otras agencias, la discusión pública y cualquier modificación propuesta al proyecto original, así como las medidas de atenuación o corrección de impactos no prevenibles (Vega 1988).

Westman (1985) con referencia al CEQ manifiesta que el costo de la realización de una evaluación de impacto ambiental de un proyecto

propuesto, a nivel estatal y nacional en los Estados Unidos, en promedio constituye 1% o menos del costo total de este proyecto. Para ilustrar el posible costo de no hacer estudios del efecto ambiental de una acción, el mismo autor menciona un ejemplo, tal vez extremo: un productor de un pesticida en el estado de Virginia, por US\$200 000 menos, adoptó una manera de descargar la basura de su fábrica en el río James, y causó US\$20 millones de pérdidas en la pesquería local, demandas por un total de US\$160 millones por daños y perjuicios a la salud y US\$13 millones en multas adicionales, debido a la contaminación causada.

## Fases de una Evaluación de Impacto Ambiental

Westman (1985) distingue las siguientes fases en una evaluación de impacto ambiental:

- Definición de los objetivos de la evaluación, para poder tratarla como una actividad separada, posiblemente ejecutada por una agencia externa. En vista de la amplitud de la actividad y por su probable relación con el proyecto o con proyectos alternativos de los cuales se busca definir el efecto ambiental, se sugiere involucrar al público en esta fase.
- Identificación de impactos potenciales. Los impactos pueden ser limitados al área y a la duración del proyecto (en este contexto, muchas veces se redefine el área y la duración del proyecto con respecto a los límites de los flujos de los especies, materiales y energía en los ecosistemas involucrados). Sin embargo, por la interacción con proyectos o actividades simultáneos o consecutivos, pueden ocurrir impactos acumulativos o consecutivos, también fuera del área espacial y temporal del proyecto principal. La identificación de los impactos se limita a aquellos que se pueden medir científica y administrativamente. No todos los impactos se juzgan significativos. El significado de los impactos es determinado por:
  - El contexto en que se mide y con el que se relaciona el impacto (local *versus* global: se sugiere tomar en cuenta varios contextos, cada uno con su nivel de respuesta).

- El tipo de fenómeno afectado (relacionado con la salud pública, seguridad, sitios únicos, aspectos riesgosos, controversiales).
  - La magnitud de la desviación de los límites normales de intensidad, extensión y distribución espacial y extensión y distribución temporal de las características del fenómeno. El significado de la desviación del estándar a veces está determinado por reglamentos legales.
  - La probabilidad de que ocurra el impacto.
- Predicción de impactos significativos. Para poder cuantificar el significado de un impacto, primero se debe establecer la situación del fenómeno sobre el que el impacto ejerce su influencia. Muchas veces esta situación normal demuestra una variación en el tiempo (y espacio), que indica con cierta probabilidad una tendencia normal hacia el futuro. La inclusión de más datos referente a un período más largo normalmente aumenta la probabilidad de que la tendencia observada sea una representación de la realidad. Con la situación o el desarrollo normal definido, se puede expresar la magnitud del impacto estimado u observado, de nuevo con cierta probabilidad de que esta expresión sea realista.

Westman menciona cinco maneras para predecir los impactos de un proyecto: a) uso de estudios de caso; b) estudios de laboratorio; c) experimentación de campo; d) modelos; y e) teoría ecológica. Como se ha indicado, además de establecer la magnitud de los impactos, se debe expresar la probabilidad de su ocurrencia. Bajo ciertas circunstancias, se puede hacer un análisis de regresión para saber: a) la magnitud de la correlación entre dos fenómenos —la cual se indica con un coeficiente ( $r$ )— pero no necesariamente la causa y su efecto en un sentido directo ni absoluto, o en este caso la actividad y su impacto; y b) la probabilidad ( $1-P$ ) de que esta correlación no existe por casualidad. Además, asumiendo una distribución  $T$  y  $n-2$  grados de libertad, se puede hacer un análisis de sensibilidad para observar el rango de valores del fenómeno causal que, con una probabilidad de 95%, tiene el mismo efecto que su promedio, o sea, igual que el valor del fenómeno causal originalmente fijado en el análisis de regresión.

- Evaluación del significado y presentación de los resultados. Una vez logrados los resultados del análisis del impacto de un proyecto o una acción, se deben resumir y presentar poniendo énfasis en los resultados principales. Aunque la valoración final sobre la importancia de los resultados debe quedar con las personas calificadas para esta tarea, se sugiere que con criterios verificables y sin omisión de los datos el analista apoye sustancialmente el proceso. Como indican las guías del CEQ para los Estados Unidos (1978, sección 1502.150 b, en Westman 1985), se puede incluir un análisis económico de costo-beneficio para demostrar la importancia de los impactos directos e indirectos de un proyecto. Sin embargo, como se implica en la sección 1502.23, no se puede expresar el valor económico de un número de impactos importantes y menos aún de forma directa. Entonces, no se debe sobreestimar la importancia de este tipo de análisis en relación con otros impactos, valores o amenidades ambientales no cuantificados.
- Consideración de alternativas para el proyecto propuesto. Siempre se deben comparar los efectos del proyecto propuesto con los del desarrollo natural, sin que se implemente el proyecto, el cual quizás con el tiempo puede causar importantes impactos negativos, por ejemplo, en el caso de actividades que buscan delimitar impactos naturales actuales o futuros. Se puede pensar en el impacto causado por inundaciones del agua del mar o de los ríos, o en el impacto por la desertificación natural. Además, se puede analizar el efecto de proyectos alternativos, seleccionados por su respuesta favorable al problema para el que fue concebido el proyecto principal, o justamente por el impacto negativo que tiene este proyecto sobre el ambiente.
- Decisión. En forma ideal, el proceso de decisión es de optimación. La decisión escogida debe maximizar el bienestar social, distribuyendo los beneficios y costos de forma apropiada entre los sectores de la población. Otra consideración importante es que se logra la decisión de una manera participativa y democrática, aunque a veces no necesariamente es la más óptima a corto plazo. En la práctica, muchas decisiones son el resultado de un compromiso entre intereses poderosos y el deseo de no crear precedentes, cuyas consecuencias no se pueden prever. Así, un proceso de decisión puede ser diferente de lo racional y óptimo desde el punto de vista técnico y filosófico, por

falta de conocimiento, tiempo, dinero o motivación, y por el deseo de lograr la decisión de forma que mantiene a las tradiciones políticas. Por las limitaciones que tiene el proceso de decisión en la práctica, es importante que el analista presente los resultados de su estudio de forma lógica y accesible.

- **Monitoreo posimpacto.** No solamente es importante investigar los impactos ambientales después de finalizado el proyecto, sino también conocerlos durante su ejecución. Después de haber reducido hasta lo posible los impactos ambientales negativos previstos, se deben evaluar y manejar los demás cuando ocurran en el contexto del monitoreo del avance planificado y del efecto del proyecto. Westman (1985) cita un ejemplo en Gran Bretaña, en donde una compañía petrolera, durante la fase de construcción de sus proyectos, a menudo recluta los servicios de un ecologista para que recomiende las mejores acciones a fin de mitigar los impactos negativos.

## **Organización Práctica de una Evaluación**

Se distinguen dos tendencias en la organización práctica del estudio: a) un grupo pequeño de personas responsables coordina un grupo más grande de especialistas subcontratados, los cuales, en forma individual e independiente, producen sus opiniones y recomendaciones que luego serán resumidas por el grupo pequeño; y b) con la invitación de un grupo multidisciplinario y más grande, se busca evitar el problema más grave de la primera tendencia y ejecutar la evaluación en conjunto. Estas dos tendencias tienen sus obvias limitaciones. Hay una tercera tendencia que combina las ventajas metodológicas de las dos primeras, sin tener los problemas correspondientes.

En *Adaptive Environmental Assessment and Management* (1978), se desarrolló un procedimiento en el que un grupo pequeño de dos o tres analistas y uno o dos asistentes —con conocimientos multidisciplinarios, pero sobre todo especializados en la integración de información y en la coordinación de gente— busca integrar el conocimiento y la experiencia de quince o veinte especialistas participantes, hacia un resultado verdaderamente multidisciplinario, por medio de una serie consecuente de talleres intensivos y bien estructurados. Se puede seguir este procedimiento para cualquier tarea que involucre un número de disciplinas o instituciones y ya fue aplicado con éxito en la definición de planes para

el desarrollo integrado de cuencas hidrográficas en varios países de América Central.

Para la integración de la información se pueden aplicar técnicas de sistemas como: modelaje por computadora de sistemas dinámicos, su análisis matemático, técnicas de optimación y análisis de utilidad. La coordinación se logra a través de una serie de pasos, cada uno iniciado por un taller, en el que de acuerdo con su tarea específica participan científicos, administradores y decisores políticos. La mezcla de profesiones, además de su contribución más amplia, evita el dominio del "sesgo profesional" de alguna de ellas.

En la selección de los participantes, son importantes dos criterios: representatividad y personalidad. El primer caso se refiere a todas las características *ex officio* del individuo participante y el segundo a sus características personales: habilidades técnicas, sociales, políticas. Lo más importante es que cada taller logre su objetivo de manera eficiente, tanto para los organizadores como para los participantes. De antemano se informa a los participantes la tarea y el probable alcance del trabajo, las características del taller al que son invitados, así como su participación específica.

El primer taller es el más crítico, porque es allí donde se define y enfoca la evaluación. Es importante la participación de todos los sectores involucrados en el trabajo. Durante el taller se clasifican los impactos potenciales, se define la información requerida, los proyectos o acciones alternativos, y se desarrolla una primera versión de un modelo que representará el proyecto y sus efectos sobre los procesos ecológicos, sociales y económicos del lugar donde actuará. El modelo es el producto de un proceso de integración iterativa, con el cual se verifica el sentido de las demás actividades. Con respecto al grado de detalle que durante el primer taller se logra en el modelo, es importante que al inicio de la evaluación se involucren todos los elementos: variables biofísicas y socioeconómicas, actividades de manejo, sus objetivos, indicadores, alcance temporal y espacial.

Después del primer taller viene un período de consolidación, en donde los analistas principales "refinan" y comprueban el modelo, mientras que algunos de los participantes del primer taller colaboran con la búsqueda o generación de información técnica y política relevante. En cuanto al modelo, se pretende limitar hasta el mínimo los elementos involucrados, lo cual permite evaluar los efectos de las actividades de

manejo, como consecuencia de la implementación del proyecto y proyectos alternativos. Esto significa que primero se representan en submodelos generales los procesos naturales y socioeconómicos, sobre los cuales los proyectos propuestos pueden tener un impacto.

Como se señala en *Adaptive Environmental Assessment and Management* (1978), el mejor entendimiento de estos procesos, resultado del primer ejercicio de submodelación, debe influenciar el diseño de proyectos con actividades alternativas. La idea original se ajusta según las realidades del ambiente. En otras palabras, los instrumentos y tal vez hasta los objetivos del manejo se ajustan a estas realidades. Como se citó en el capítulo 4, el ambiente (la población afectada) debe ser considerado desde el inicio del proceso de planificación, y el momento exacto para ello depende mucho del objetivo de la planificación.

Retomando el tema de la modelación, se concluye que esta actividad principal en la evaluación de impacto ambiental debe facilitar: la generación de objetivos alternativos; el diseño de políticas adecuadas para lograr estos objetivos; la generación de indicadores —sociales, económicos, de recursos y del ambiente— relevantes para la decisión; la evaluación de cada política en términos del comportamiento de los indicadores en el tiempo y espacio; la comprensión de la información de los indicadores para facilitar la comparación de las políticas alternativas más relevantes; la comunicación e interacción entre los diseñadores, decisores; y los sectores afectados por las políticas (*Adaptive Environmental Assessment and Management* 1978).

## **Identificación de los Impactos Potenciales**

Considerando que el planificador deja la cuantificación de los impactos a especialistas específicos, se incluyen aquí más conceptos sobre la identificación de impactos ambientales en general. Existen varias técnicas que aseguran la identificación de todos los impactos potenciales. En este contexto, Westman (1985) y Warner y Bromley (1974), en Vega (1988), mencionan cinco técnicas: técnicas ad hoc, listados de chequeo, matrices de causa-efecto, diagramas de flujo o redes y técnicas de superposición. Las técnicas de superposición se discuten en el capítulo 10, en el contexto del manejo de información espacial.

- Técnicas ad hoc. Estas técnicas se diseñan en el momento de la identificación y pueden ser influenciadas por reglamentos legales establecidos, como los del CEQ en los Estados Unidos. Normalmente involucran un grupo de especialistas formales e informales y un proceso de generación de ideas relevantes (*brainstorming*), tal vez aplicando la técnica delphi. En esta técnica, cada especialista aporta sus ideas: su listado de los impactos potenciales de una actividad, por ejemplo. El coordinador resume las ideas generadas por todos los especialistas e informa a cada uno las ideas presentadas y la respuesta resumida, para que los especialistas las confirmen o devatan. Este proceso iterativo, en el que a veces se guarda el carácter anónimo de los participantes, continúa hasta que se encuentre un acuerdo final entre ellos. También en las técnicas por discutir se requiere un ajuste a las necesidades del lugar y del momento. La próxima técnica que aplica listados de chequeo pretende dar más organización a la actividad de identificación de impactos potenciales.
  
- Listados de chequeo. Son listas de una mezcla de factores afectados por impactos comúnmente asociados a las actividades de ciertas categorías conocidas de proyectos. A partir de estas listas, el analista selecciona los posibles factores afectados por el proyecto bajo consideración o sus impactos (cuadros 44 y 45). La ventaja de los listados de chequeo es que promueven un primer ordenamiento sistemático de los factores potencialmente afectados o de los impactos potenciales de un proyecto. Por otro lado, los listados pueden ser demasiado generales e incompletos, como se ha notado; con frecuencia son imprecisos en cuanto a su distinción entre factores afectados e impactos y en la definición de estos últimos; son cualitativos y se prestan a interpretaciones diferentes y subjetivas; no demuestran posibles interacciones entre diferentes actividades y sus efectos; y no indican la probabilidad de la ocurrencia de los impactos. Además, el número de factores e impactos por revisar puede ser inmenso y puede distraer la atención de los impactos más importantes; los mismos impactos pueden ser mencionados bajo diferentes títulos en varios lugares de la lista.

**Cuadro 44. Listado típico de áreas de impacto para las diferentes fases de un proyecto.**

Área de impacto potencial	Fase de construcción			Fase de operación		
	Efecto adverso	Sin efecto	Efecto benéfico	Efecto adverso	Sin efecto	Efecto benéfico
<b>A. TRANSFORMACION DE TIERRA Y CONSTRUCCION</b>						
a. Compactación		x			x	
b. Erosión	x			x		
c. Cubierta del suelo	x			x		
d. Deposición	x			x		
e. Estabilidad		x			x	
f. Temblores		x			x	
g. Inundaciones		x			x	
h. Control de desechos	x				x	
i. Perforación		x			x	
j. Falla operacional		x			x	
<b>B. USO DE LA TIERRA</b>						
a. Espacio abierto		x		x		
b. Recreación		x			x	
c. Agricultura		x		x		
d. Residencial		x				x
e. Comercio		x				x
f. Industria	x			x		
<b>C. RECURSOS HIDRICOS</b>						
a. Calidad	x			x		
b. Irrigación		x			x	
c. Drenaje		x			x	
d. Agua subterránea		x		x		
<b>D. CALIDAD DE AIRE</b>						
a. Oxidos		x		x		
b. Partículas	x			x		
c. Químicos		x			x	
d. Olores		x		x		
e. Gases		x		x		
<b>E. SISTEMA DE SERVICIOS</b>						
a. Escuelas		x		x		
b. Policías		x		x		
c. Bomberos		x		x		
d. Agua y electricidad		x		x		
e. Alcantarillado		x		x		
f. Disposición de la basura		x		x		

**Cuadro 44. (Cont.).**

Area de impacto potencial	Fase de construcción			Fase de operación		
	Efecto adverso	Sin efecto	Efecto benéfico	Efecto adverso	Sin efecto	Efecto benéfico
<b>F. CONDICIONES</b>						
<b>BIOLOGICAS</b>						
a. Vida silvestre	x				x	
b. Arboles, arbustos	x				x	
c. Pasto		x			x	
<b>G. SISTEMA DE TRANSPORTE</b>						
a. Automóviles		x		x		
b. Camiones	x				x	
c. Seguridad		x		x		
d. Movimiento	x			x		
<b>H. RUIDO Y VIBRACION</b>						
a. En el sitio	x				x	
b. Fuera de sitio		x			x	
<b>I. ESTETICAS</b>						
a. Escenario	x			x		
b. Estructura	x			x		
<b>J. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD</b>						
a. Reubicación		x			x	
b. Movilidad		x				x
c. Servicios		x				x
d. Recreación		x				x
e. Empleo			x		x	
f. Calidad de vivienda		x		x		
<b>K. OTROS</b>						

**Fuente:** Rau y Wooten 1980.

**Cuadro 45. Ejemplo del enfoque de listado de un proyecto de desarrollo urbano residencial.**

Elementos		ACCIONES DE IMPACTOS											
		Período de acción		Período intermedio (uso temporal)	Efectos de acciones completas								
		Relocalización residen.	Relocalización del negocio		Demolición, pendiente, construcción	Nuevos usos en el lugar	Nuevas const. residenciales	Nuevas const. comerciales	Estruc. de estacionamiento	Parques y lugar abierto	Preserv. histórica	Modificación sist. calle	
FISICOS	Suelo y geología	*	*	*	*	*	*	*	*	*	c	*	*
	Sistema de serv. sanitario	*	*	o	o	+	+	+	*	*	*	*	+
	Sistema de agua	*	*	o	o	c	+	+	*	*	*	*	+
	Vegetación	*	*	o	o	*	c	+	*	c	*	*	*
	Vida animal	*	*	*	*	*	*	*	*	o	*	*	*
	Calidad del aire	*	*	o	*	*	o	o	o	+	+	*	*
	Uso de la tierra adyacente	*	*	o	o	*	c	*	*	c	c	x	*
	Drenaje fluvial	*	*	o	o	c	+	+	*	+	*	*	+
	Sistema de transporte	Calles	*	o	o	o	+	+	+	c	*	*	+
		Transporte público	*	*	o	o	*	x	x	x	*	x	x
Peatón		o	o	o	o	*	c	c	+	c	x	x	
Lugar abierto		*	*	*	*	*	c	o	o	c	x	x	
SOCIOECONOMICOS	Demanda de serv. auxiliar	+	+	+	o	*	+	+	*	*	+	+	
	Base de impuesto	*	*	*	o	+	c	c	+	*	x	*	
	Salud y seguridad	*	*	o	o	c	+	+	*	+	+	+	
	Viabilidad de la barriada	o	o	o	o	*	c	+	+	c	c	x	
	Residentes	o	o	o	o	+	c	+	+	c	+	x	
	Escuelas públicas	*	*	o	o	*	+	*	*	+	+	x	
	Servicio de policía	o	o	o	o	+	+	+	+	x	*	x	
	Servicio de bomberos	o	o	o	o	+	+	+	+	x	+	x	
	ESTETICOS	Panorámica	*	*	o	o	*	+	+	o	c	o	*
Estructuras históricas		*	*	o	o	+	*	*	x	+	c	*	
Comodidad		o	o	o	o	+	c	c	+	c	+	x	
Características de barriada		o	o	o	o	+	c	+	o	c	+	x	

**Notas:**

+ = Impacto positivo menor. c = Impacto positivo mayor.  
o = Impacto positivo menor. 0 = Impacto negativo mayor.  
x = Impacto indeterminado. \* = Impacto no apreciable.

**Fuente:** Rau y Wooten 1980.

Cuadro 46. Acciones y factores ambientales en la matriz de Leopold.

ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION
A. Modificación de régimen	a. Introducción de flora y fauna exótica	A. Características físicas y químicas 1. Tierra	a. Recursos minerales b. Construcción c. Suelo d. Relieve e. Campos de fuerza y radiación reflejada f. Características físicas especiales
	b. Control biológico		
	c. Modificación de hábitat		
	d. Alteración de cobertura de suelo		
	e. Alteración de la hidrología del agua subterránea		
	f. Alteración del drenaje		
	g. Control de ríos y modificación del caudal		
	h. Canalización		
	i. Riego		
	j. Modificación del clima		
	k. Quemas		
	l. Pavimentación		
	m. Ruidos y vibraciones		
	B. Transformación de territorio y construcc.		
b. Localización y construcc. industriales			

Cuadro 46. (Cont.).

ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION
	c. Aeropuertos	3. Atmósfera	a. Calidad (Gases, partículas).
	d. Autopistas y puentes		a. Crecidas y desbordamientos
	e. Caminos y senderos	4. Procesos	b. Erosión
	f. Ferrocarriles		c. Sedimentación y precipitación
	g. Cables y funiculares		d. Disolución
	h. Líneas de transmisión, tuberías y galerías		e. Absorción (intercambio iónico)
	i. Barreras y cercas		f. Compactación y asentamiento
	j. Dragado y rectificación de cauce		g. Estabilidad (deslizamiento, hundimiento).
	k. Canales		h. Deformaciones (terremotos)
	l. Presas y embalses		i. Movimiento atmosférico
	m. Muelles, malecones y terminales marinos		
	n. Estructura mar adentro		
	o. Estructura recreacional		
	p. Voladuras y perforaciones		
	q. Cortes y rellenos		
	r. Túneles y estructura subterránea		

Cuadro 46. (Cont.).

ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION
C. Extracción de recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Voladores y perforaciones</li> <li>b. Excavación desde la superficie.</li> <li>c. Excavación superficial y minería</li> <li>d. Perforación de pozos y extracción de fluidos</li> <li>e. Dragados</li> <li>f. Tala y otras actividades forestales</li> <li>g. Caza y pesca comercial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>B. Condición biológica                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Flora                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Arboles</li> <li>b. Arbustos</li> <li>c. Pastos</li> <li>d. Cultivos</li> <li>e. Microflora</li> <li>f. Plantas acuát.</li> <li>g. Especies en peligro</li> <li>h. Barreras</li> <li>i. Vías de dispersión.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
D. Procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Labores agrícolas</li> <li>b. Ganadería y pastoreo</li> <li>c. Ganadería de forraje</li> <li>d. Ordeño</li> <li>e. Generación de energía</li> <li>f. Procesamiento de animales</li> <li>g. Industrias metalúrgicas</li> <li>h. Industria química</li> <li>i. Industria textil</li> <li>j. Automóviles y aviones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Fauna                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Aves</li> <li>b. Animales terrestres</li> <li>c. Pescados y mariscos</li> <li>d. Organismos bénticos</li> <li>e. Insectos</li> <li>f. Microfauna</li> <li>g. Especies en peligro</li> <li>h. Barreras</li> <li>i. Vías de dispersión</li> </ul> </li> </ul>	

Cuadro 46. (Cont.).

ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES		
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION	
E. Cambios de la tierra	k. Refinación de petróleo	C. Factores culturales	a. Espacios abiertos y animales silvestres	
	l. Alimentos			1. Uso de la tierra
	m. Aserraderos			
	n. Pulpa y papel			
	o. Almacenamiento de producto			
	a. Control de erosión			
	b. Cierre de minas y control de desechos			
	c. Rehabilitación por minería superficial			
	d. Mejoramiento panorámico			
	e. Dragado de puertos			
F. Renovación de recursos	a. Relleno y drenaje de pantanos	2. Recreación	a. Cacería	
	b. Reforestación			b. Pesca
	c. Manejo y siembra de fauna silvestre			
	d. Recarga de agua subterránea			
	e. Aplicación de fertilizantes			

Cuadro 46. (Cont.).

ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION
G. Cambios en tránsito	a. Reciclaje de desperdicios	3. Estética e intereses humanos	c. Navegación deportiva
	b. Automóvil		d. Natación
	d. Barco		e. <i>Camping</i> y excursiones
	e. Avión		f. <i>Picnic</i>
	f. Tránsito en ríos y canales		g. Centros turísticos
	g. Navegación deportiva		a. Paisajes y panoramas
	h. Senderos		b. Calidad del ambiente silvestre
	i. Funiculares y teleféricos		c. Calidad de espacios abiertos
	j. Comunicaciones		d. Diseño del paisaje
	k. Tuberías	e. Características físicas especiales	
	H. Tratamiento y ubicación de	a. Descarga al mar	f. Parques y reservas
		b. Rellenos	g. Monumentos
		c. Eliminación de desechos y desperdicios	h. Espacios o ecosistemas raros o únicos
d. Almacenamiento subterráneo		i. Lugares y objetos históricos o arqueológicos	
e. Deposition de chatarra			
f. Descarga de petróleo			

Cuadro 46. (Cont.).

ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION
	g. Colocación en pozos profundos		j. Presencia de ambiente inadecuado
	h. Descargas de aguas de refrigeración		
	i. Descargas de aguas municipales		
	j. Descargas de líquidos efluentes		
	k. Lagunas de estabilización y oxidación		
	l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos		
	m. Gases de escapes y chimeneas		
	n. Pérdida de lubricantes		
I. Tratamiento químico	a. Fertilización	4. Estatus cultural	a. Patrones culturales
	b. Deshielo químico		b. Salud y seguridad
	c. Estabilización química del suelo		c. Empleo
	d. Control de malezas		d. Densidad de población
	e. Control de insectos (plaguicidas)		
J. Accidentes	a. Explosiones	5. Facilidades y activ. hechas por el hombre	a. Estructuras
	b. Derrames y filtraciones		b. Red de servicios
	c. Fallas de operación		c. Eliminación de desperdicios

Cuadro 46. (Cont.).

ACCIONES		FACTORES AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION
K. Otros			d. Barreras
			e. Vías de dispersión y desplazamiento
		D. Relaciones ecológicas	a. Salinidad de los recursos del agua
			b. Eutricación
			c. Insectos vectores de enfermedades
			d. Cadena alimenticia
			e. Salinidad del material superficial
			f. Avance de maleza y establecimiento de áreas escarpadas
		E. Otros	g. Otros

Fuente: Adaptado por Vega 1988, de Leopold 1971.

- **Matrices de causa-efecto.** Estas dos matrices dimensionales relacionan las actividades del proyecto con los factores del ambiente sobre los cuales potencialmente causan un impacto. Un ejemplo conocido de este tipo de representación es la matriz de Leopold *et al.* (1971), en cuyo eje horizontal (X) se localizan hasta 100 actividades del proyecto y en el eje vertical (Y) hasta 88 factores del ambiente humano y natural, en donde las actividades pueden tener su impacto. En las celdas de la matriz se expresa cuál es la relación entre la actividad y el factor. El Cuadro 46 muestra las actividades potencialmente impactantes y los factores ambientales, considerados por Leopold *et al.* para proyectos de construcción. Se sugiere expresar la magnitud cuantitativa (1 a 10), su aspecto positivo (+) o negativo (-), y la importancia contextual (1 a 10) de cada relación, en la celda correspondiente, la cual se divide para este fin en dos por medio de un diagonal (ej.: [+2/8]). La cuantificación de la magnitud de la relación (su grado, extensión), +2 en el ejemplo, es relativamente objetiva o empírica; y la cuantificación de la importancia, 8 en el ejemplo, es relativamente normativa y subjetiva. Por tener solamente un valor único para expresar la importancia, Westman (1985) clasifica esta técnica como uno que agrega los valores públicos. Aunque Leopold *et al.* hicieron su matriz para proyectos de construcción, la idea se puede ajustar a cualquier tipo de proyecto y añadir también los factores del ambiente socioeconómico sobre los cuales la actividad puede tener un impacto (Vega 1988).

La técnica permite elaborar matrices para diferentes etapas del proyecto (construcción, operación) en cada una de las alternativas, para el sitio del proyecto y para su contexto espacial y temporal: cantón, provincia, cuenca hidrográfica, país. Al lado de la magnitud e importancia, se pueden considerar duración, probabilidad de ocurrencia y factibilidad de mitigación, como criterios de calificación de las relaciones entre las actividades y los factores del ambiente. Como en el caso de los listados de chequeo, la manera de valorar una relación es totalmente implícita, salvo que la matriz se acompañe con un texto explicativo.

Con frecuencia existe interdependencia entre los factores del ambiente; así, un impacto en la cantidad o calidad del agua por lo general afecta todos los factores que dependen del agua. Debido a que las matrices no indican posibles relaciones entre los

factores del ambiente, existe el peligro de una subestimación relativa de la importancia de un factor (ej.: agua) y de una doble entrada de lo que básicamente es un efecto de una actividad. En consecuencia, la actividad de mitigación del impacto puede ser mal guiada por esta representación de la realidad. Como lo ha mostrado el equipo de Canada Environment (1974), en Westman (1985), se puede expresar la posible relación entre los factores poniéndolos en los dos ejes de una matriz. Multiplicando matrices, se pueden expresar dependencias de orden más alto.

Como último punto, se menciona que a veces se calcula un valor representativo para algunas partes o para toda la matriz, a fin de hacer más fácil la comparación entre varias partes o matrices, opciones y otros. Esto se hace multiplicando los valores de los criterios expresados en cada celda y sumando los valores resultantes (Cuadro 46). En un sentido estricto, este procedimiento tiene razón solo cuando los valores anteriormente logrados fueron el resultado de una medición con una sola escala absoluta, lo cual es muy difícil y probablemente imposible en la realidad. Con las debilidades ya mencionadas de esta técnica, se entiende que el manejo matemático de los primeros resultados obtenidos no hace sino aumentar la debilidad del fundamento justificativo del resultado final. Es importante explicar de forma lógica y consistente las conclusiones. Por lo general, se sugiere usar estas técnicas de forma indicativa, para saber si hay impactos potencialmente significativos aún no considerados por el proyecto. Si los hay, la importancia justifica estudiar su naturaleza y mitigación de manera más formal.

- Diagramas de flujo o redes. Estos profundizan las relaciones entre los factores ambientales y los efectos secuenciales —secundarios, terciarios— de una actividad propuesta o una situación creada. Estas redes se pueden presentar como un árbol que considera todos los efectos secuenciales de importancia (Figura 24). También puede desarrollarse como un sistema alrededor de la actividad, incorporando los efectos que la sustentan. Como en el caso de las otras técnicas mencionadas, el propósito de esta es determinar los impactos potenciales y significativos. En particular, se puede lograr una idea más justificada de la importancia del impacto, por la representación de todas las consecuencias que tiene. La ventaja de esta técnica puede cambiarse a una desventaja cuando se exagera en la

búsqueda de los impactos muy indirectos e irrelevantes. Es lógico que cuando se pueda evitar el primer impacto, los impactos consecutivos no ocurrirán.

## Predicción del Impacto Potencial

La mayoría de las técnicas presentadas incluye ciertos aspectos de juicio subjetivo relacionados con la importancia del impacto para la sociedad. En realidad, estas técnicas son híbridos entre técnicas de identificación y predicción. Como fue indicado, específicamente en la valoración de la importancia del impacto y los procedimientos, estos poseen aspectos cuestionables en cuanto a su aplicabilidad, por ser tan subjetivos y tan dependientes de la persona que los realiza. Este es el caso específico de los impactos de factores ambientales complejos —multidisciplinarios— y de los sistemas de valores mantenidos por la sociedad. Así, se saben calificar y cuantificar mejor los impactos en las características del agua, del aire, del ruido y del suelo —sobre todo en relación con su erosión, hidrología y fertilidad— que los impactos en las características biológicas, ecológicas, estéticas y culturales de una zona.

A veces se hace distinción entre los enfoques que agregan los valores públicos y los enfoques que desagregan las opiniones de los "públicos diversos" (Westman 1985). Específicamente en los casos donde hace falta la experiencia y la metodología científica más objetiva, o sea, donde se debe depender casi exclusivamente de una valoración subjetiva de un impacto, es importante buscar una amplia representación por lo menos pasiva de los sectores públicos afectados o involucrados y dejar bien registradas las opiniones que puedan existir.

Otros sistemas que agregan los valores públicos son: el sistema de evaluación ambiental, desarrollado en los Laboratorios Battelle para proyectos de recursos hidrológicos, el cual busca medir los diversos impactos con una única escala más o menos hipotética de "calidad ambiental" (Whitman *et al.* 1971; Dee *et al.* 1973); los sistemas de valoración ecológica, que aplican un índice de escasez de especies, por ejemplo (Helliwell 1973, 1974; Park 1980; Sinden y Windsor 1981); y el enfoque de E.P. Odum *et al.* (1976), que se basa en el desarrollo de una matriz del camino óptimo y que también fue usado para analizar rutas alternativas de navegación (Canter *et al.* 1974, en Westman 1985). En el último caso se incorporó un análisis de sensibilidad para medir la importancia relativa de cada determinante.

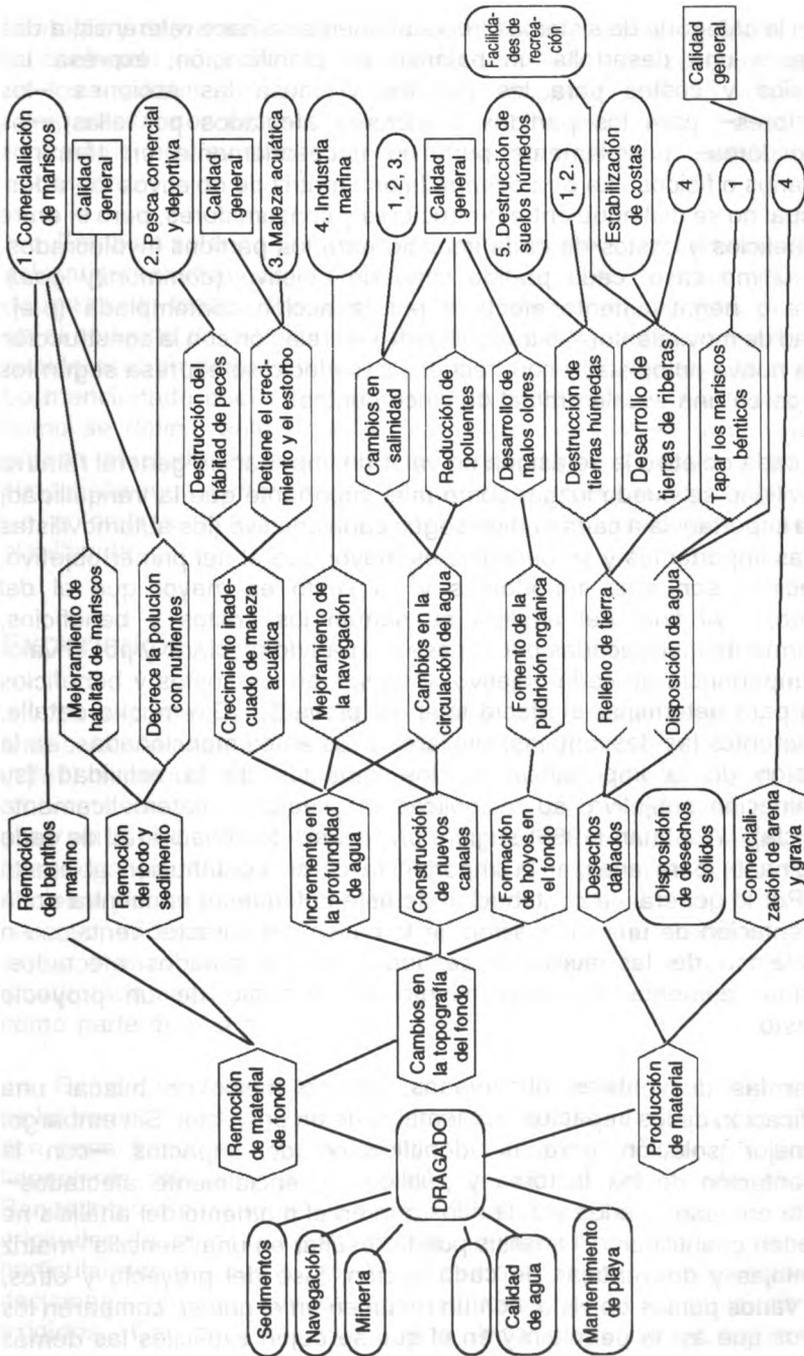


Fig. 24. Arbol de relaciones secuenciales entre factores ambientales.

Fuente: Vega 1988.

En la categoría de sistemas frecuentemente se hace referencia a dos técnicas: una desarrolla un balance de planificación, expresa los beneficios y costos para los partidos y causa las acciones —los productores— para los partidos o factores afectados por ellas —los consumidores— posiblemente pero no necesariamente en términos monetarios o físicos. La otra desarrolla una matriz de objetivos logrados, en la cual no se distingue entre productores y consumidores, pero sí entre los beneficios y costos de cada impacto para los partidos involucrados. En el último caso, cada partido tiene un objetivo (*community goal*), positiva o negativamente afectado por la acción contemplada (p.ej.: facilidad de movimiento(+) o tranquilidad(-) en relación con la construcción de una nueva autopista) y con frecuencia el efecto se expresa según los objetivos en una escala ordinal de cinco puntos.

A cada objetivo le se asigna un valor de importancia general relativa (la movilidad se puede juzgar como más importante que la tranquilidad) y se da importancia a cada partido según cada objetivo (los automovilistas son más importantes y su beneficio es mayor que el del primer objetivo, los vecinos son más importantes y su costo es mayor que el del segundo). Al final del análisis se suman los costos y beneficios, anteriormente multiplicados por el peso del partido afectado y por el valor de la importancia de cada objetivo, y se suman los costos y beneficios totales para determinar el efecto total del proyecto. Sin mucho detalle, son aparentes las desventajas, similares a las antes mencionadas, en la valoración de la importancia de los impactos de la actividad (su determinación subjetiva, su multiplicación y adición matemáticamente incorrecta). Westman (1985) sugiere un análisis de sensibilidad de cada determinante para analizar la importancia de su contribución al efecto total. Por lo general, la contribución de este enfoque se encuentra en la representación de una motivación de la causa del carácter ventajoso o desventajoso de las acciones sentidas por los partidos afectados. Asimismo, aumenta el entendimiento del impacto de un proyecto propuesto.

Por las desventajas observadas, parece mejor no buscar una cuantificación de los impactos ambientales de un proyecto. Sin embargo, una mejor solución para la identificación de impactos —con la representación de los factores y públicos potencialmente afectados— consiste en cuantificarlos y definir los que en el momento del análisis no se pueden cuantificar. El análisis puede resultar en una "sencilla" matriz de ventajas y desventajas de cada acción, fase del proyecto y otros, desde varios puntos de vista, con un resumen en el que se comparen los impactos que así lo permiten y en el que se dejen explícitas las demás

ventajas y desventajas. Sobre la base de este resumen y justificada por su contenido, se presenta una opinión subjetiva acerca de la importancia de los impactos de las acciones y del impacto total del proyecto, en comparación con proyectos alternativos. Se recomienda no ejecutar el proyecto si no hay claridad en cuanto a sus impactos, cuando esta sea necesaria.

También se debe presentar una metodología y un anteproyecto para aclarar y cuantificar los impactos del proyecto seleccionado, para lo que deben existir fondos, técnicos, equipo e infraestructura. Esto se efectúa en el contexto del monitoreo y análisis de los impactos ambientales, los cuales ocurren durante la ejecución o como consecuencia del proyecto. Lo mencionado puede formar parte del primer borrador del informe, tal como se definió anteriormente, para ser revisado por otras agencias, grupos afectados y público en general. De esta manera se evitan simplificaciones numéricas, se estimula el análisis y la discusión racional, y el entendimiento tan importante de los impactos reales de toda actividad planificada.

## Experiencia Local

La experiencia en América Central con evaluaciones de impacto ambiental se visualiza en el contexto internacional. Según Westman (1985), se encuentra en operación un programa para estudios de impacto ambiental en por lo menos 30 países y existen propuestas para estos programas en otros once países. En casi todas las situaciones existe una base legal para la actividad, a veces con normas mínimas, solo a nivel nacional y en ocasiones también a nivel provincial o estatal. El único país centroamericano incluido en la lista de Westman es Honduras, donde existe a nivel nacional una propuesta en cuanto a áreas específicas, incorporada en el contexto del manejo integrado de recursos naturales, como parte de una planificación regional.

Como dice Vega (1988), en los países de la región centroamericana se ha venido practicando la realización de estudios de impacto ambiental con poca frecuencia y solo por ser un requisito exigido por agencias financieras como la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En estos casos, los objetivos originales de los estudios de impacto ambiental no se alcanzan, debido particularmente a que dichos estudios no se utilizaban para la toma de decisiones, aunque parece ser justificable para los procedimientos exigidos. Con gran frecuencia, dice Vega, proyectos de desarrollo de

gran escala se aprueban y se ponen en marcha sin un debido estudio del efecto ambiental y sin previsiones, por lo que muchas de veces se convierten en eventuales pesadillas para un gobierno. En otras ocasiones, estos estudios se postergan hasta la etapa de construcción o desarrollo de la acción, con lo cual no es posible utilizar las medidas técnicas en el diseño que amortigüen los impactos no deseables.

Los estudios realizados en los países se han convertido en un ejercicio sin ningún beneficio detectable, debido a lo siguiente: debilidad de los procedimientos conocidos en los estudios de impacto ambiental; debilidad institucional local; falta de claridad, definición, reglamentación y legislación formal en la elaboración de los estudios y su posterior función; poca información científica y cuantitativa acerca de los procesos naturales del istmo y la influencia humana sobre ellos; falta de procedimientos para verificación institucional; y carencia de público para sus resultados preliminares (adaptación de Vega 1988).

Los impactos negativos de los proyectos realizados en la región indican la importancia de brindar más atención a esta actividad. Por una parte, se enfatiza la importancia de aumentar el conocimiento científico del ambiente biofísico y socioeconómico de la región y de los procesos que lo sostienen. El registro sistemático e institucionalizado de información de campo formará la base de este conocimiento. Por otra parte, se enfatiza la importancia de la reglamentación formal de las actividades humanas en su ambiente natural y de las acciones para el análisis y la verificación de su impacto ambiental. La legislación debe exigir por lo menos el monitoreo posproyecto de los impactos, no solo por ser una manera real y accesible de aprendizaje, sino también porque facilita la toma de acciones para su mitigación, las cuales también se deben exigir. Por consiguiente, los proyectos deben reservar fondos para este fin.

Como se indicó en el capítulo 4, con referencia a Adaptive Environmental Assessment and Management (1978), la dimensión ambiental se debe tomar en cuenta desde el inicio del proceso de desarrollo planificado, ya que en muchas ocasiones se trata de áreas o temas todavía no bien estudiados. También se sugiere que la estructura de manejo y las instituciones involucradas sean flexibles e innovadoras para poder definir y estimular, con regularidad y con amplia referencia a sectores externos, la generación de la información faltante como parte integrada de los planes específicos por realizar. El costo de esta actividad abierta pero enfocada hacia soluciones concretas se justifica ampliamente debido al daño causado por los impactos no previstos o manejados en la actualidad.

## CAPITULO 10

### Manejo de la Información Espacial



## **Introducción**

El manejo para el uso de la tierra se puede definir como la toma de decisiones relevantes al tema, con base en información precisa y verificable, anteriormente desarrollada y presentada de forma accesible y lógica. Por lo tanto, el adecuado manejo de la información es crucial para el buen manejo del uso de la tierra.

En los capítulos anteriores se hizo referencia básicamente a dos tipos de presentación: el informe y un conjunto de mapas básicos y elaborados, en donde se indicaron los órdenes del suelo, según la taxonomía o la aptitud de la tierra para usos específicos. Dentro del informe, generalmente se encuentran texto y cuadros. En este capítulo se pretende aumentar el conocimiento del manejo de la información espacial, aclarando, de forma ilustrada, cómo se logran definir las conclusiones de una evaluación que al mismo tiempo fungen como alternativas de manejo.

## **Mapas Temáticos**

Uno de los primeros métodos para presentar información espacial fue la compilación de mapas temáticos, los cuales enfatizan un tema específico relacionado con un aspecto del contexto biofísico o socioeconómico, por ejemplo: el de suelos o el de infraestructura vial. En el análisis, el uso de mapas temáticos permite distinguir y valorar las diferentes características y calidades de tierra.

El desarrollo de la planificación urbana, recreacional y de recursos naturales incluyó el desarrollo de una técnica más completa para mapear las diferentes consideraciones, usando un número de mapas temáticos de la misma área, con escala, formato y leyenda general uniformes.

Mientras que también se desarrollaron mapas que representan una combinación de factores, el uso de la técnica de superposición, es decir,

de mapas transparentes y superpuestos, no ocurrió en Estados Unidos antes de 1950. La aplicación más frecuente de la técnica de superposición después de 1950 se debió a dos aspectos:

1. Disponibilidad de información.
2. Aumento de tamaño y complejidad del área por planificar.

## Métodos Cuantitativos

Se distinguen los enfoques paramétrico y ecológico. La palabra ecología se deriva del vocabulario griego *oikos* que significa "lugar donde se vive". Por lo tanto, ecología, en el sentido literal, está relacionado con el estudio de organismos dentro de su ambiente. Desde su inicio, la biología considera la interrelación entre los organismos y el ambiente, por lo que no hay una fecha exacta de la separación de la ecología como rama de la biología general (Hart 1985). Odum (1972), en Hart (1985), cita a varios autores que enfatizaron el ambiente de los organismos que investigaban, por ejemplo Mobius (1887) y Forbes (1887).

Holdridge (1978) indica que la palabra "oekología" fue publicada por primera vez en 1869 por el alemán Haeckel, mientras que ya en 1863, Anton von Kerner publicó el primer estudio clásico sobre las comunidades de vegetación natural en el río Danubio.

Como se ilustró en el capítulo 2, el pensamiento medieval por lo general fue holístico. Nombres comunes como pantano, ciénaga, selva, alpes, tundra y pampa son indicaciones holísticas originadas en tiempos pasados. A veces estos términos fueron adoptados por una u otra disciplina científica, en estos casos, con significados limitados, según el campo de interés de la ciencia. En este proceso, dichos términos también se utilizaron incorrectamente, como el caso de la palabra "sabana" que tiene su origen en los indios de la Amazonia. En esta región, sabana significa área pantanosa con pocos árboles dispersos. En la actualidad esta palabra implica desde paisaje sin árboles y arbustos, hasta áreas densamente forestadas o con cierto clima particular (semidesértico) (Zonneveld 1979a).

El concepto holístico también se desarrolló fuera de la ciencia de la biología y se relacionó notablemente con la geografía y más específicamente con la arquitectura de paisaje (*landscape architecture*). En la vieja escuela de arquitectura de paisaje, con su fuerte conexión con

la arquitectura urbana, se acercó al paisaje como a una fotografía, o mejor dicho, como a una pintura, como algo inerte que se podría manipular para satisfacer el gusto estético (adaptación de Vink 1983).

Por otro lado y como consecuencia del reduccionismo, se pasó de las ciencias exactas al enfoque paramétrico, buscando calificar y cuantificar ciertos atributos específicos. Pero por falta de capacidad para manejar la información relacionada, hasta fecha reciente este tipo de acercamiento no se había podido aplicar en el contexto antes indicado.

El geógrafo alemán Carl Troll fue el primero que trató de combinar las diferentes corrientes anteriormente mencionadas. En 1938 introdujo el término ecología de paisaje, buscando así una combinación entre la ciencia biológica (ecología) y la geografía (paisaje). Troll visualizó la aplicación de ecología de paisaje para satisfacer objetivos humanos, como el desarrollo de la tierra, la planificación regional y la planificación urbana. Ya en este tiempo, él usaba la técnica de interpretación de fotos aéreas en su trabajo, la cual —como dice Vink (1983)— en las últimas décadas ha facilitado mucho el estudio del paisaje y de la tierra como entidad holística, pero con sus componentes.

En este contexto se puede definir el enfoque paramétrico como "la distinción y clasificación de la tierra con base en los valores de atributos seleccionados" (Mabutt 1968, en Anderson 1980).

Vink (1983) señala que en la arquitectura de paisajes es más fácil ir con la naturaleza que luchar contra ella, o sea, que forzar la idea estética humana sobre la naturaleza.

Asimismo, el famoso arquitecto estadounidense de paisajes Ian L. McHarg adoptó el enfoque de Troll en sus recientes trabajos. Las recomendaciones de McHarg para la conservación de suelos, la recreación y el desarrollo se lograron con base en "una evaluación cuantitativa de los atributos" (Fabos y Caswell, en Anderson 1980).

El enfoque de la FAO presentado en los capítulos 6 y 7, con su definición ecológica amplia de la tierra, sigue en esta tradición desde el punto de vista agronómico. En lugar de atributos, se habla de calidades y características.

Al lado de la técnica de interpretación de fotos aéreas, que se ha desarrollado mucho desde los años treinta, la facilidad dada por los

sistemas de cómputo para el manejo de los datos geográficos y la creciente disponibilidad de información básica han facilitado y actualmente facilitan la ejecución de evaluaciones cuantitativas de la tierra y su uso. Con el desarrollo de la tecnología de imágenes de satélite, también el "monitoreo" continuo del uso de la tierra será cada vez más factible (ver capítulo 11).

## Técnicas de Análisis

Para efectuar el análisis de paisajes regionales se requieren técnicas especiales. Mientras existan diferencias en cuanto a requerimientos de datos, mano de obra, tiempo, finanzas y tecnología, cada técnica de análisis ofrece una manera de representar sus resultados de forma gráfica.

En vista de las características espaciales de la información presentada, la representación gráfica es importante para la evaluar los resultados del análisis y comunicar a los usuarios —los decisores a nivel de manejo— la información final.

Cada técnica de análisis aplica correlaciones espaciales, es decir, busca integrar o sintetizar las interpretaciones de datos de fuentes diversas: mapas, fotos aéreas, observaciones de campo, levantamientos (tanto biofísicos como socioeconómicos). Realmente cada técnica constituye una expresión de los valores del tema dados por el analista y después por el usuario de los resultados; en consecuencia, se relaciona con el objetivo del estudio en general (selección del área, escala de trabajo, usos que se procuran optimar o introducir).

Las técnicas de análisis se distinguen de los métodos de análisis. Un método contiene una combinación de técnicas, procedimientos y modelos, aplicado en el contexto de un proyecto específico. Entonces, los métodos pueden variar, pero se pueden aplicar técnicas similares. Un ejemplo de método de análisis es el de la evaluación de la tierra en función de su uso, el cual se ha discutido en los capítulos anteriores.

Otro método de análisis fue el documento presentado por Ian McHarg en 1967 con el nombre de "Método ecológico para la arquitectura de paisajes". En este método primero se acumula un inventario ecológico general incluyendo datos geológicos, de clima, fisiografía, agua, suelos, comunidad de plantas y uso de la tierra. Después se interpretan estos

datos para sitios únicos, minerales explotables, recursos hídricos, pendiente y exposición, y usos agrícolas, forestales, de recreación y urbanos.

El tercer paso incluye el desarrollo de un mapa en el que se indica el uso actual y el esperado, con la superposición de interpretaciones anteriores y la construcción de una matriz de usos mutuamente compatibles de la tierra. La conformidad y compatibilidad se determinan según un modelo ecológico de sanidad. La alta conformidad y compatibilidad de los usos de la tierra se expresa por sus calidades ecológicamente sanas como: complejidad, diversidad, interdependencia, estabilidad, alta cantidad de especies y vitalidad.

El último paso del método de McHarg es el desarrollo de un plan regional con el involucramiento de un análisis económico. Este método de análisis, representado en el Cuadro 44, se aplicó en una serie de proyectos de recreación, transportación y urbanización, usando la técnica de superposición de mapas transparentes.

Los criterios de sanidad ecológica propuestos por McHarg también son importantes cuando se tratan de ubicar y clasificar áreas naturales en América Central. Se observó que con los sistemas de clasificación expuestos en los capítulos 5 y 6, las áreas naturales siempre se han dejado de último, cuando aparentemente no se puede usar la tierra de otra forma. Cuando se habla de vocación forestal, en realidad lo que se quiere decir es que no hay vocación para otros usos. Se trata de una asignación negativa.

Este tipo de asignación no corresponde al objetivo principal de las áreas naturales: mantener la mayor variabilidad y diversidad natural posible para su uso actual y sobre todo futuro (capítulo 3). También en los mejores suelos se deben mantener o establecer áreas naturales. Al lado de inaccesibilidad (clase VIII), la accesibilidad puede ser otro criterio por considerar (los alrededores de los centros urbanos, por ejemplo).

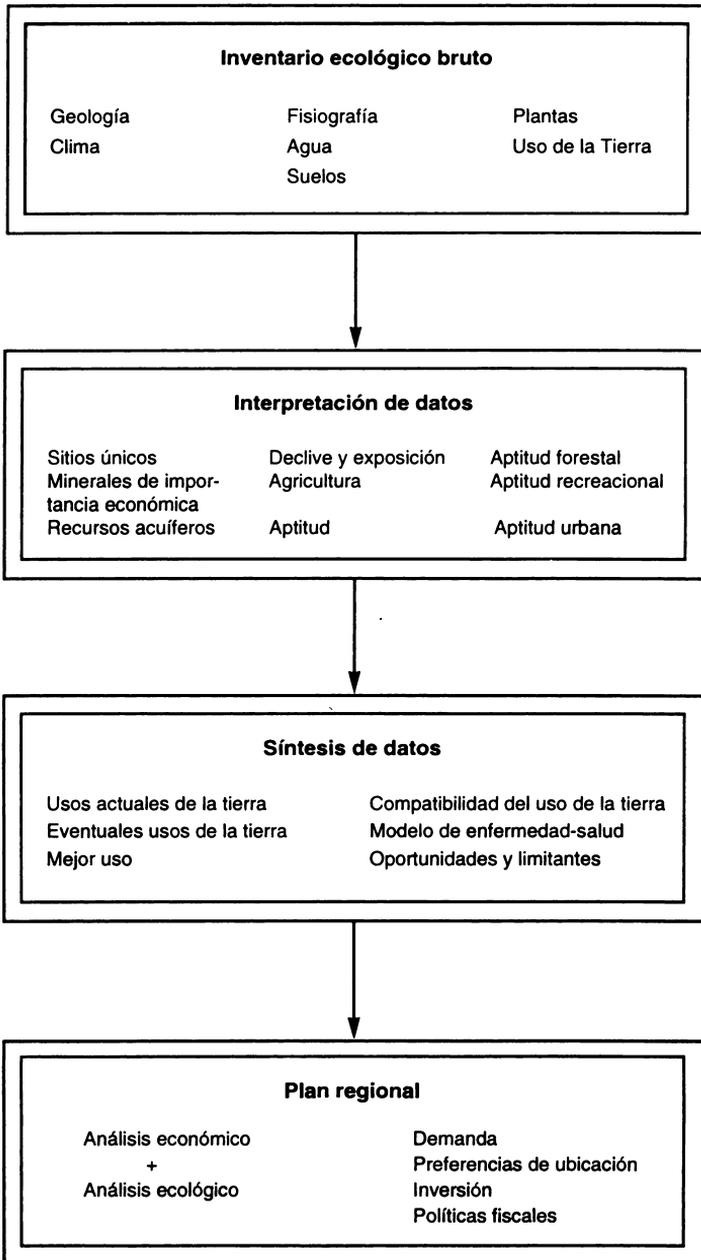
La extensión territorial de las áreas naturales se debe relacionar con la densidad de la población y debe expresarse en hectáreas per cápita; este criterio genera un aumento del área natural en áreas densamente pobladas (urbanas). Preferiblemente, la cantidad del área natural per

cápita debe justificarse en el ámbito constitucional, a fin de evitar cambios fáciles y asegurar la permanencia del uso, crucial en este caso.

El tamaño de un área natural individual afecta la cantidad de especies que se encuentran dentro de ella. Por lo general, parece que existe una relación logarítmica en el sentido de que el número de especies —el equilibrio dinámico entre especies que inmigran y especies que desaparecen del área— aumenta, pero cada vez menos con el aumento del área. Con base en esta observación, se postularon varios principios geométricos para el diseño de las reservas naturales (Diamond 1975, en UICN/PNUMA/WWF 1980). Sin embargo, varios autores señalaron que esto no ocurre necesariamente en cada situación particular (Westman 1985).

Mientras el método de McHarg en su totalidad brinda poco énfasis al sector agrícola, deben involucrarse en cualquier trabajo evaluativo del uso de la tierra sus criterios de sanidad ecológica y otros, como los de conectar las áreas naturales por corredores naturales de migración o crear áreas naturales y agrícolas o urbanas.

El criterio de cantidad o diversidad de especies se considera un factor importante en la sanidad ecológica de un sitio. En realidad se trata de dos criterios: el número de especies en un sitio, también llamado diversidad alfa, y la abundancia relativa de las especies en un sitio o equidad. Un número considerable de especies diferentes no garantiza un acceso equitativo a los recursos del sitio para cada una de ellas. Tanto es así que, en la situación natural, un ecosistema en pleno desarrollo siempre significa una alta cantidad de especies de más o menos igual abundancia relativa. Whittaker (1965), en Westman (1985) observó que en situaciones naturalmente adversas, como en una tundra ártica, es común la dominancia de pocas especies. El mismo autor notó que en el bosque templado roble-pino de Brookhaven, Estados Unidos, la cantidad de especies y su igualdad en abundancia fue más alta en el estadio de medio desarrollo y disminuyó con la maduración del bosque.



**Fig. 25.** Método ecológico para la arquitectura de paisaje

**Fuente:** McHarg 1987.

Westman (1985) y otros autores observaron casos en que la más alta diversidad y equidad ocurrieron después de disturbios en el ecosistema. Es claro que en relación con los usos singulares, comunes en el paisaje cultural, un aumento en la diversidad casi siempre constituye una consideración válida<sup>30</sup>.

A continuación se presentan cinco técnicas de análisis: *gestalt*, transparencias superpuestas, archivos de datos dibujados manualmente, transparencias numéricas y técnicas asistidas por computadora.

### **Análisis Gestalt**

El concepto *gestalt*<sup>31</sup> aplicado en el análisis de paisaje regional requiere que no se divida la totalidad en sus componentes. Entonces, el análisis de una región se hace básicamente de forma visual, antes de analizar suelos, hidrología y uso de la tierra.

En este tipo de análisis se aplican fuentes de información que demuestran la totalidad (visual), por ejemplo, fotos aéreas y observaciones de campo. Se distinguen subregiones con características visuales que supuestamente expresan el conjunto de todas las características más o menos uniformes. Después, cada subregión se

---

30 Para medir diversidad y equidad de especies, específicamente en el caso de especies silvestres, con frecuencia se aplican lotes de 0.1 ha con dimensiones de 20 m x 50 m. Con muestras más pequeñas, dentro del lote principal se puede diseñar la curva especie-área del lote y tener una idea de la riqueza de especies en un área homogénea y representativa, pero no fuera del área cubierta por la curva. La diversidad y equidad se pueden expresar mediante una curva de dominancia-diversidad, en donde se comparan las especies, cuya importancia decreciente se anota a lo largo del eje X. Su importancia, por ejemplo en términos de log% cobertura o log biomasa, se anota a lo largo del eje Y. Las curvas especie-abundancia dan otra expresión con una comparación entre número de individuos por especie en el eje X y número de especies en clase de abundancia en el eje Y. Muchas veces se cuantifica un impacto ambiental por la variación de las curvas, antes y después del impacto.

31 El término *gestalt* proviene del alemán y significa forma o apariencia. Fue usado por primera vez en 1890 en psicología por C. von Ehrenfels, quien con la palabra *gestaltqualität* buscaba indicar que la totalidad es más que la suma de sus componentes.

evalúa según el tipo de uso considerado y se da un valor relativo relacionado con el resultado de las interpretaciones de las otras subregiones. El resultado de esta acción se puede representar en un mapa.

La efectividad del análisis gestalt depende mucho de la experiencia de la persona que lo ejecuta. Se podría decir que en la conclusión de este tipo de análisis a veces falta documentación de base. En vez de ser un análisis disciplinado, depende de cierta "característica mística" del analista (Toth 1971, en Anderson 1980).

El valor del análisis gestalt se evidencia principalmente cuando se trata de usos de la tierra que dependen mucho de lo visual, de una totalidad natural, como es el caso de áreas recreativas (criterio que fue aplicado en Estados Unidos).

Se ha argumentado que en varios niveles de una evaluación de la tierra y de su uso siempre se aplica la experiencia e intuición de la persona que realiza cualquier análisis, así como la impresión general de la región y su contexto. Sin embargo, siempre se debe buscar una justificación precisa y documentada, por lo menos después de las conclusiones del análisis.

En la geomorfología, por ejemplo, se aplica un procedimiento similar: primero se observa el análisis gestalt de la totalidad de una región; después se explica lo que se observó y se amplía el entendimiento de las subregiones o paisajes específicos. En este caso, no se trata de una aplicación del análisis gestalt puro —el cual no llega a explicaciones de componentes— sino solamente de la adopción parcial de una técnica.

Con la reciente disponibilidad de información y la fotografía aérea, con áreas más grandes por planificar, con más consideraciones y con el deseo de sistematizar el ambiente, surgió la necesidad de sistematizar también la información espacial, al mismo tiempo que se aleja del análisis gestalt.

Un sistema de información es una combinación de personas, equipo e infraestructura que sirve para la toma de decisiones revelantes, con el objetivo de producir información (Anderson 1980). Según Andrew Vazsonyi (1975), en Anderson (1980), un sistema típico de información

incluye un conjunto de especialistas y equipo para sensor la información y para acumular, almacenar y reproducirla cuando sea necesario.

Con la llegada de los sistemas de información, necesariamente no se obtienen mejores decisiones, debido a lo siguiente: a) la información existente no siempre es precisa ni relevante; y b) la toma de decisiones siempre requiere cierta capacidad mental inherente por parte del decisor. Sin embargo, la probabilidad de que se logren mejores decisiones ha aumentado notablemente.

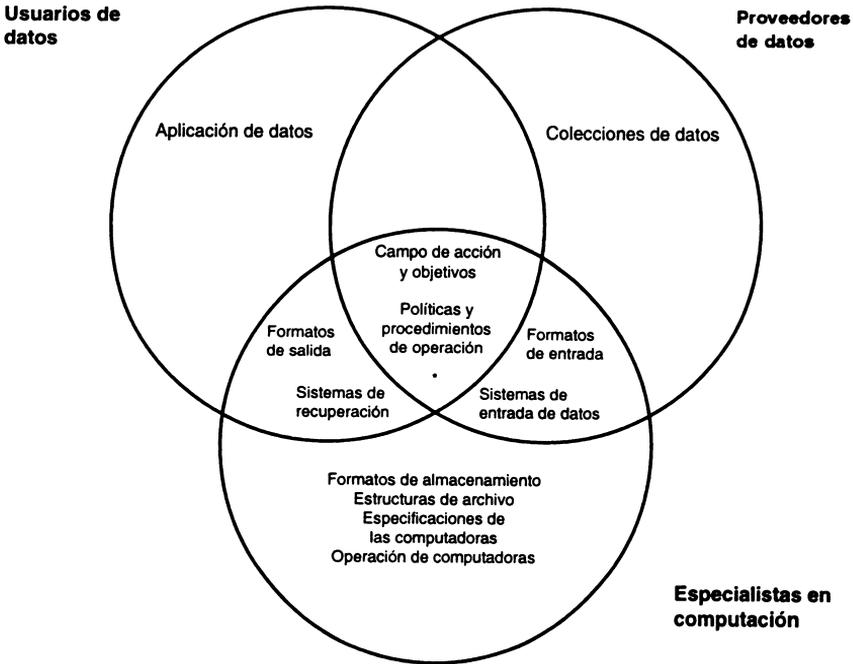
Generalmente, en un sistema de información se distinguen cuatro funciones: adquisición de datos, su almacenaje, su procesamiento y comunicación de la información resultante. Para ello, los especialistas de las disciplinas involucradas realizan la adquisición de datos relevantes y deben tener presente que el sistema determina el formato en el que estos se requieren.

Frecuentemente, los datos se deben formatear para poder almacenarlos. Los sistemas de información normalmente utilizan un formato específico para toda la información espacial o un medio específico para su almacenaje, como hojas transparentes, película fotográfica, tarjetas de cartulina, cinta magnética. Con respecto al formato usado, siempre se debe guardar la caracterización de la ubicación geográfica de los datos espaciales específicos (solo en este contexto tienen relevancia). Esto se logra con la aplicación de un sistema uniforme de coordenadas geográficas, almacenadas junto con los datos.

El procesamiento de datos para el análisis espacial se ha hecho con una variedad de procedimientos y técnicas. Tradicionalmente se hizo a mano usando tarjetas en un archivo o equipo de dibujo. Más recientemente se involucró el uso de computadoras digitales y cintas magnéticas. En la actualidad, los sistemas de información espacial incluyen computadoras para el procesamiento de datos y generalmente no excluyen la posibilidad de un procesamiento parcial a mano, ya que siempre se requiere alguna intervención humana (Figura 26).

La comunicación de los resultados de un análisis constituye una función importante de un sistema de información y es la más visible para el último usuario. Para que haya una comunicación efectiva, los resultados del análisis deben estar bien documentados y ser muy explícitos por sí mismos (*self explanatory*). Esto minimiza la necesidad

de explicaciones orales y la presencia del analista. La efectividad de esta comunicación determina la utilidad del análisis. Más que la actividad de planificación y evaluación, el estrato administrativo integrador debe guiar el análisis, de tal forma que produzca los resultados anticipados (tema, formato y otros).



\* Incluye la validación de datos y los procedimientos para actualizar archivos.

**Fig. 26.** Actividades y responsabilidades en el desarrollo de sistemas de procesamiento.

**Fuente:** Chidley y Wood 1981.

La comunicación se realiza mejor cuando se aplica un formato conocido. En un análisis espacial, este formato normalmente es el mapa. Por lo tanto, la comunicación gráfica constituye una consideración importante.

Para su manejo, los sistemas de información espacial requieren una cantidad variable de personal, equipo y recursos financieros. En general, los sistemas computadorizados necesitan más personal y son más costosos, lo cual puede ser justificado por la cantidad y calidad de los resultados. Sin embargo, demasiado énfasis en el equipo, el mal diseño del sistema o la poca dedicación personal por parte de los operadores, analistas, planificadores o administradores, pueden ser fatales para su efectividad.

### ***Transparencias Superpuestas***

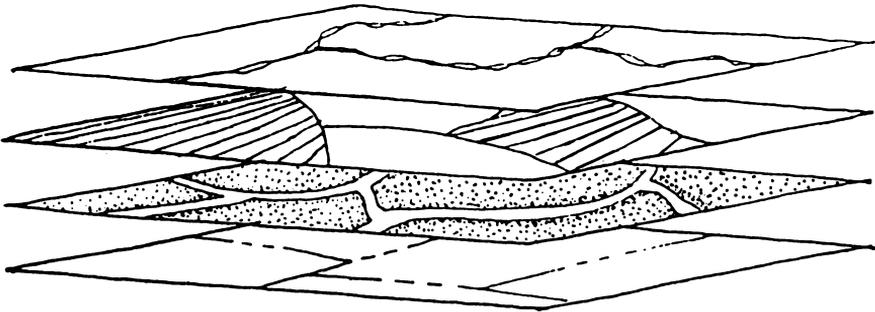
Una técnica muy usada para el análisis del paisaje involucra el registro y la interpretación de datos característicos de un paisaje, usando hojas transparentes para cada grupo de datos. Cada hoja, generalmente llamada "transparencia", presenta tres características en común con las demás hojas:

1. Igual escala.
2. Mismo formato: tamaño de la hoja, posición de la leyenda, otras informaciones generales y título, características gráficas, tono, color.
3. Algunas características comunes del área para facilitar la superposición. A veces son de forma lineal (por ejemplo, carreteras) o puntos específicos (puntos de referencia en el paisaje) o marcas artificiales de referencia.

En el trabajo de evaluación de la tierra en función de su uso, se puede representar la distribución espacial de ciertos rangos de valores de una calidad de tierra en una transparencia, por ejemplo de forma de isoyetas, las cuales indican la cantidad de lluvia que se precipita anualmente en partes de la zona estudiada. En otra transparencia se puede tratar una calidad diferente, por ejemplo: la temperatura promedio, la pendiente de la superficie del suelo o su profundidad. Cuando se superponen las transparencias resulta la delineación de las unidades de tierra, con características homogéneas de las calidades mencionadas. Los valores de cada unidad se comparan ahora con los rangos de aptitud de los requisitos correspondientes del tipo de uso, para expresar la aptitud de dichas unidades.

En vez de anotar los valores de los rangos de las calidades, también es posible indicar de inmediato la aptitud de estos en relación con un tipo específico de utilización. Es decir, en lugar de tener una transparencia por calidad investigada que indique los valores de los rangos que ocurren en la zona, se obtiene una transparencia que indique de una vez la aptitud de estos para un tipo de utilización. Superponiendo las transparencias que indican la aptitud de la zona, en cuanto a requisitos individuales, se puede observar la aptitud general para la aplicación del tipo de utilización en unidades de tierra, las cuales aparecen en el proceso. Esta última opción sirve para ilustrar el proceso de clasificación de aptitud.

Cuando en cada transparencia se indica alta aptitud con un tono claro y baja aptitud con un tono oscuro, las unidades más idóneas para la aplicación del tipo de utilización se mantienen claras cuando se superponen las transparencias, mientras que las unidades no aptas se oscurecen cada vez más. Así se distingue bien cualquier limitante en la zona. Las figuras 27, 28a y 28b presentan una ilustración de ambas posibilidades.

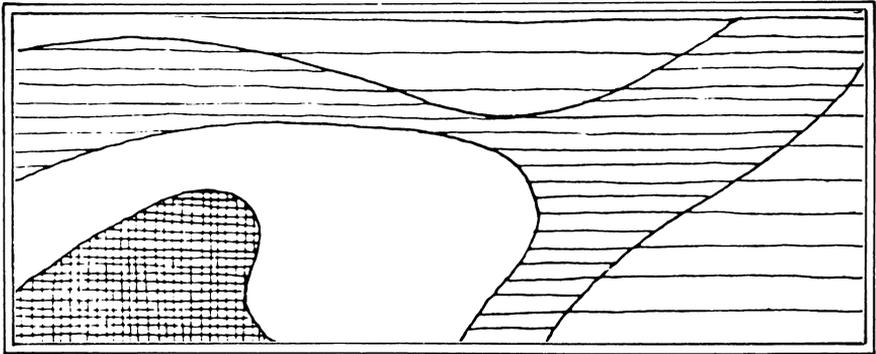


**Fig. 27.** Transparencias superpuestas. Cada una representa una característica diferente del paisaje.

**Fuente:** Adaptado de Anderson 1980.

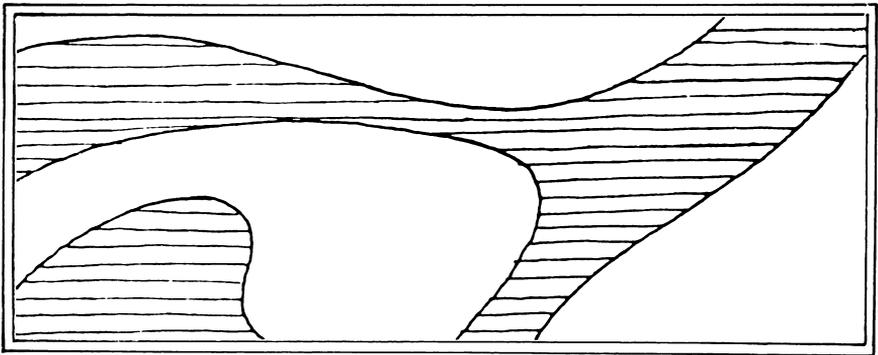
### ***Archivos de Datos Dibujados Manualmente***

La superposición de transparencias ofrece una técnica sencilla para el análisis espacial. Se ha dicho que su función principal es permitir el mejor entendimiento de la totalidad de la situación, con un buen conocimiento de sus componentes y de las relaciones entre ellos (Anderson 1980).



**Fig. 28 a.** Transparencia que indica cuatro clases de aptitud.

**Fuente:** Adaptado de Anderson 1980.



**Fig. 28 b.** Transparencia que muestra solamente dos clases de aptitud: apta y no apta.

**Fuente:** Adaptado de Anderson 1980.

Esta técnica también tiene sus desventajas. Primero, los criterios pueden cambiar con el tiempo, lo que causa que las transparencias se hagan obsoletas. Además, el número de distinciones posibles es limitado, debido al número de tonos que el ser humano puede distinguir (7-10 tonos de gris) y al número de transparencias que se pueden superponer sin perder el detalle de cada una.

La primer desventaja no es tan grave, cuando en las transparencias se enfatiza la representación de los datos básicos y cuando se efectúa el

análisis como último paso. Con un cambio de datos —como ocurre con frecuencia con los de naturaleza socioeconómica— se puede ajustar fácilmente la transparencia y actualizar el archivo.

En un archivo desarrollado de esta manera, gran parte de los datos mantendrán su validez. También, esta estrategia permite realizar un análisis flexible y facilita, por ejemplo, la inclusión de nuevos parámetros y el conocimiento del efecto de cada parámetro sobre el resultado final.

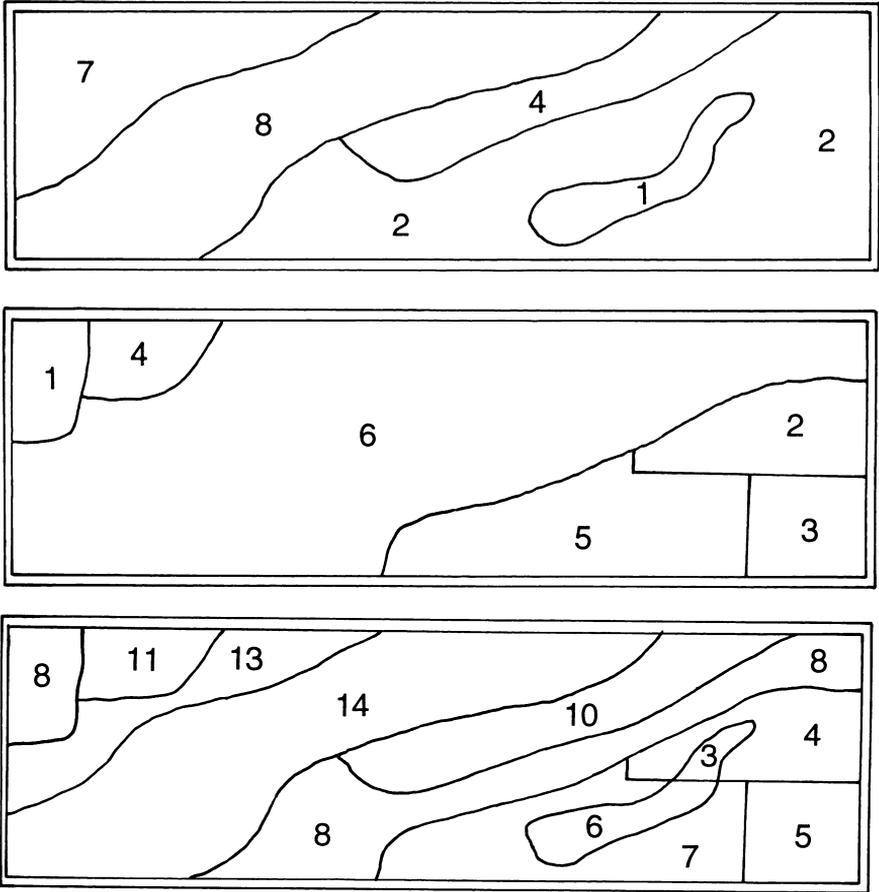
Aunque teóricamente el archivo de datos básicos sobre la aptitud de la tierra para un tipo de utilización aplica rangos de valores correspondientes a las clases de aptitud para este mismo tipo de utilización, la coincidencia con las clases de aptitud para otro tipo de utilización a veces permite la aplicación del archivo.

### ***Transparencias Numéricas***

Con la aplicación de colores o de transparencias coloreadas se puede aumentar el volumen de información representada, pero aún no se ha resuelto el problema de la limitación de las distinciones posibles. En efecto, con la consideración de más variables básicas en el archivo, más bien se ha enfatizado esta limitación.

Para reducir este problema, se sugiere el uso de números en vez de tonos o colores. Entonces, las subáreas o unidades de tierra que se distinguen tendrán un valor numérico en lugar de un tono o color (figuras 29a y 29b). El número puede expresar la correlación entre una característica o calidad de tierra y el requerimiento del uso considerado. Con mejor correlación, el valor que se da es más alto. Cuando se distinguen cinco clases de aptitud ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ) se aplican los valores de 1 a 5, por ejemplo.

Cuando a cada calidad corresponde una transparencia, estas se pueden superponer y sumar los números, para indicar en una transparencia adicional la aptitud final de la unidad de tierra, en cuanto a la aplicación del uso propuesto.

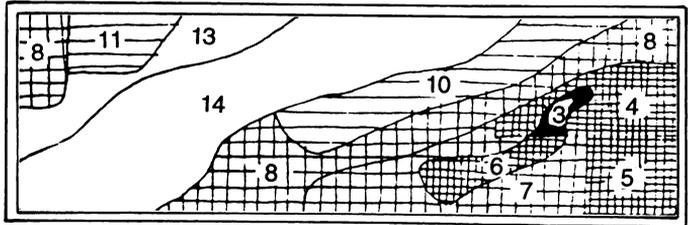


**Fig. 29 a.** Transparencias numéricas que expresan aptitud en cuanto a dos características (arriba y centro) y una composición (abajo).

**Fuente:** Anderson 1980.

**Nota:**

- 1, 2, 3
- ▣ 4, 5, 6
- ▤ 7, 8, 9
- ▥ 10, 11, 12
- 13, 14, 15



**Fig. 29 b.** Transparencia que expresa una reclasificación de la transparencia compuesta.

**Fuente:** Adaptado de Anderson 1980.

Como se mencionó en el capítulo 9, la determinación de las unidades individuales se puede ilustrar con la técnica de superposición de transparencias. Cada calidad de tierra tiene una distribución espacial en forma de polígono. Superponiendo los polígonos aparecen automáticamente las unidades. Teóricamente, el número máximo de unidades es el producto del número de polígonos en cada transparencia. Por el gran número de unidades que puede resultar, vale la pena al final agrupar las unidades que tienen poca variación entre ellas.

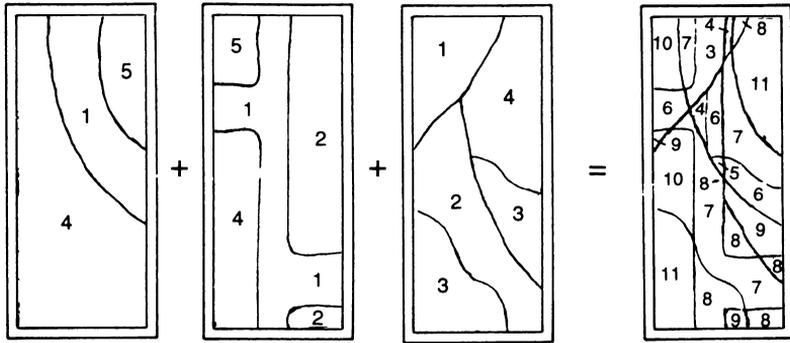
También, se puede dividir el área en celdas cuadradas o rectangulares. El tamaño de estas celdas depende de la calidad de la fuente de datos (resolución, precisión temporal, precisión cartográfica, métodos de levantamiento de datos), del objetivo y de la escala del trabajo que se utilice. Las celdas muy pequeñas pueden hacer el trabajo demasiado complejo y costoso. Las celdas muy grandes provocan que el trabajo sea mucho menos preciso y menos correspondiente a la realidad del lugar.

Cuando se distinguen celdas, el muestreo se hace en el propio centro de cada una. Así se tiene una ubicación fija, no se pierde tiempo en la selección del sitio de un muestreo y se pueden repetir fácilmente las mediciones (figuras 30a y 30b).

### ***Técnicas Asistidas por Computadora***

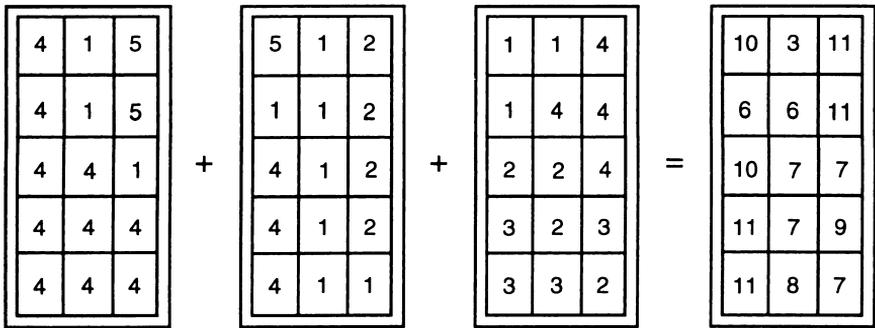
La aplicación de transparencias numéricas ha aumentado considerablemente las posibilidades para efectuar un análisis cuantitativo y una validación estadística. También, ha formado el puente hacia el uso de sistemas digitales de cómputo en este campo profesional.

Desde su origen, los sistemas de cómputo tienen su aplicación con el almacenaje y la manipulación estadística de valores numéricos. Los datos censales, climáticos o hidrográficos —datos de naturaleza variable— se han manejado mediante esta técnica. Con el aumento de la capacidad de memoria de los sistemas de cómputo, también se ha mejorado mucho su capacidad gráfica. Ahora existen sistemas muy potentes que se pueden adquirir a precios menos elevados, al alcance de técnicos de diferentes disciplinas no tan especializadas en el manejo de datos.



**Fig. 30 a.** Transparencias numéricas con polígonos

**Fuente:** Adaptado de Anderson 1980.



**Fig. 30 b.** Transparencias numéricas con celdas rectangulares que representan la misma información

**Fuente:** Adaptado de Anderson 1980.

El análisis espacial está apoyado por el avance de la tecnología de formación de bases de datos, la inteligencia artificial, los sistemas expertos y el avance del procesamiento de imágenes.

El estudio de la productividad agrícola en las zonas agroecológicas de la FAO no sería posible sin el uso de la nueva tecnología (ver capítulo 6). Solo en Africa se distinguieron aproximadamente 35 000 celdas agroecológicas, clasificadas según su régimen termal, longitud de su período de crecimiento y, en general, los suelos y sus fases, pero no la ubicación de estas últimas. Combinando esta información con los

requisitos de los cultivos principales, plagas, enfermedades y niveles de manejo, se ha logrado conocer la aptitud general de las celdas para la implementación de estos cultivos.

En algunos lugares se implementaron modelos para la optimización de cultivos y se determinó así el mejor cultivo del lugar. También se calculó la producción potencial de calorías y el número de personas que pueden vivir con estas; todo ello se realizó con el fin de obtener la mejor planificación de la producción de alimentos, población y agricultura, a un nivel preliminar. En Kenia, Mozambique, Bangladesh, Malasia, Filipinas y Tailandia, algunos proyectos elaboran esta metodología con informaciones más específicas de cada lugar. Se puede decir que estas son utilizaciones del sistema de la FAO, aplicadas de "arriba hacia abajo".

Con referencia al proyecto Land Resources Evaluation with Emphasis on the Outer Islands of Indonesia, la FAO elaboró el *Land Evaluation Computer System* (LECS) para la evaluación de tierras, aplicando el sistema de la FAO de "abajo hacia arriba" como se ha hecho en este texto, principalmente en el capítulo 7.

Otro modelo de un sistema experto para la evaluación y reevaluación de la tierra en función de su uso es el Automated Land Evaluation System (ALES), desarrollado por Rossiter (1988), cuyo objetivo es facilitar el manejo de todo el proceso de evaluación y su posterior actualización, según las circunstancias locales.

Como se indicó, es crucial manejar los datos espaciales junto con su referencia geográfica. Se pueden distinguir tres tipos de sistemas de referencia geográfica:

- Local
- Regional
- General

Los sistemas locales son los más comunes. Tienen un origen arbitrario y típicamente aplican coordenadas ortogonales (x,y). No son muy precisos para áreas más grandes, ya que no se ajustan a la curvatura de la tierra.

Los sistemas regionales presentan menos distorsión de escala. Un ejemplo de sistema regional es el Universal Transverse Mercator (UTM) de coordenadas planas, el cual distingue zonas de aplicación. Dentro de

cada zona, la distorsión es mínima. Para relacionar una zona con otra se requieren computaciones adicionales.

El sistema general de referencia es el sistema geodésico de coordenadas, en el que casi no existe distorsión porque aplica una proyección esférica de la tierra. La ubicación se expresa en grados y minutos longitudinales y latitudinales (Figura 31).

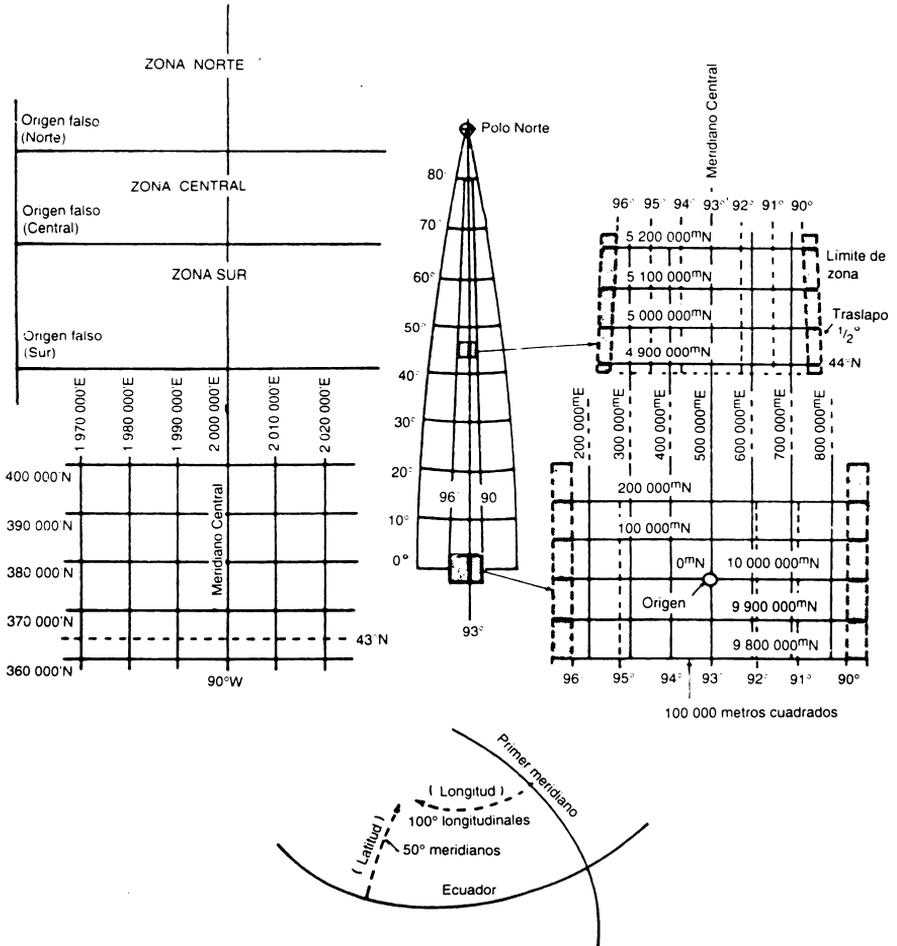


Fig. 31. Tres sistemas de referencia geográfica: local (izquierdo y arriba), UTM (derecha) y geodésico (abajo).

Fuente: Adaptado de Anderson 1980.

El dato atómico se puede entender como un punto (posición vectorial) o como un área, una celda. Un punto es una abstracción matemática y una celda, una cuantificación natural de espacio. En tanto que los datos "puntuales" tienen su función en la determinación (muestreo) y el almacenaje de ciertas características, se debe buscar su conversión a datos de celda durante el procesamiento.

Queda claro que esta conversión se efectúa con base en cierta probabilidad de que el valor de una característica de un punto dado también tiene relevancia para el área que lo rodea. Esta probabilidad y el valor aproximado se pueden cuantificar para toda el área por medio de interpolación o extrapolación. Se asume que no hay variación abrupta en la distribución espacial de las características, sino una variación gradual; aunque este caso no siempre ocurre.

Con una computadora también se puede aproximar la realidad de una distribución de forma poligonal. El polígono se establece con el dibujo de una serie de puntos pequeños o líneas rectas. Este proceso representa una aproximación cartográfica. Sin embargo, el polígono también se puede formar combinando las celdas en que el valor de la característica es más o menos igual. En la actualidad, esta forma de trabajar es más extendida y técnicamente más lógica.

Ultimamente, el sistema de información espacial se ha denominado sistema de información geográfica o sistema de geoinformación (Mulder 1984). En el diseño de este sistema hay dos enfoques:

1. Orientado hacia la aplicación, se integra la información relevante en el momento del estudio, como en la solución paralela expuesta anteriormente.
2. Según un modelo de interacción, se implementa una base de datos relacionada con el área en estudio. Esta base de datos, que normalmente consiste en varios estratos de datos biofísicos y socioeconómicos, se puede superponer sobre mapas, sobre fotos aéreas posiblemente digitalizadas e interpretadas, o sobre imágenes de satélite, procesadas e interpretadas (capítulo 11). Los estratos se pueden actualizar individualmente hasta llegar a una actualización de todo el sistema; este acercamiento corresponde a la solución bifásica expuesta anteriormente.

La tecnología del procesamiento digital de datos también brinda mucho apoyo a la comunicación de los resultados de un análisis y en una etapa posterior. El ajuste fácil de la presentación gráfica en una pantalla y la combinación con tecnología fotográfica y de impresión multicolor constituyen ejemplos de las facilidades disponibles. Por esta facilidad, existe la tendencia a generar demasiada información, en términos del usuario final, con excesivo énfasis en detalles irrelevantes para la toma de decisiones, las cuales debe tomar el usuario generalmente a corto plazo.

En el capítulo 12 se desarrollará más detalladamente el tema del sistema de información geográfica en relación con la tecnología de las imágenes de satélite.

# CAPITULO 11

## Implementación



## **Introducción**

En este capítulo se tratarán aspectos relacionados con la implementación de los resultados de una planificación del uso de la tierra; este es el tema menos investigado y quizás el más específico de la situación local. También se considera el tiempo que transcurre entre la implementación de algunas medidas puntuales hasta optimar el uso de la tierra en cierto lugar.

Anteriormente se indicó que un proyecto de planificación holística es caro y que sus resultados tienen solamente una vigencia limitada en el tiempo y el espacio. Con referencia al trabajo de Conyers (1981, 1982), en la última parte del capítulo se exponen algunas ideas relevantes sobre la institucionalización de la planificación, o sea, sobre la implementación del manejo del uso de la tierra. Además, se mencionan actividades dirigidas a un manejo integrado de las cuencas hidrográficas.

## **¿Cómo Influenciar el Uso de la Tierra?**

Cuando se recomienda un cambio en un proyecto de planificación de uso de la tierra, como frecuentemente ocurre, se debe hallar la forma de lograr este cambio. Se pueden distinguir tres maneras en que el Estado puede influenciar en el uso de la tierra:

- Guiar el desarrollo espacial con legislación y correspondiente reglamentación.
- Influenciar el desarrollo espacial por medio de subsidios, impuestos y/o licencias.
- Dirigir el desarrollo espacial con la ejecución de obras principales, infraestructurales, o con proyectos de riego/drenaje.

En Holanda, por ejemplo, el proceso para guiar el uso de la tierra por medio de la legislación y la reglamentación apropiadas empieza a nivel local. El plan de designación, procedente de la municipalidad y verificado por los niveles de provincia y Estado, tiene un amplio poder legal para la designación de ciertos usos.

Con el tiempo, los planes de designación no solo tenían vigencia en el área construida, sino también en áreas fuera de esta zona, es decir, en las áreas rurales (los cantones) dentro de las municipalidades. En efecto, los centros urbanos tienen la obligación de realizar planes para las áreas que se encuentran fuera de la zona construida. El plan de designación tiene como contexto un plan estructural, el cual debe ser actualizado por la municipalidad por lo menos cada 10 años (Brussaard 1979).

En Holanda no existe un plan nacional para el desarrollo espacial. Se ha considerado que un plan a este nivel sería demasiado estático y limitante para un manejo pragmático a nivel local. En la actualidad, se busca desarrollar y actualizar a nivel nacional un marco general, política o estrategia para el desarrollo espacial por medio de las guías de ordenación espacial. Originalmente, estas guías se relacionaban principalmente con aspectos de urbanización e infraestructura vial. Sin embargo, recientemente también se toma cuenta del área rural como ambiente específico.

En cuanto al uso de la tierra, el funcionamiento de estos tres niveles de gobierno en ese país (las municipalidades, las provincias y el Estado) se define en las leyes de vivienda y ordenamiento territorial. También existen leyes de reforma agraria para evitar o disminuir la contaminación del suelo, agua, aire, por ejemplo; y solo la ley de ordenación tiene el aspecto integral.

En general, la buena integración de los aspectos sectoriales en el contexto de la ordenación espacial es responsabilidad de las provincias, lo cual se realiza por medio de planes regionales. Estos deben justificar los comentarios provinciales en relación con los planes de designación de las municipalidades y deben tomar en cuenta las guías de ordenación espacial del Gobierno, si las hay. Como se indicó, desde 1985 el Gobierno puede en casos muy particulares designar determinado uso a un terreno (Giebels 1986).

En el contexto del manejo de los recursos naturales, es interesante mencionar el desarrollo en Holanda de los *waterschappen* (autoridades

que se ocupan del manejo del agua). Aproximadamente desde el año 1000, se notó el interés de la población por protegerse del agua del mar. La población crecía, su desarrollo avanzaba y, por otro lado, el nivel del mar subía por razones geomorfológicas. Alrededor del año 1200, se construyeron los primeros diques por iniciativa de los beneficiarios, quienes posteriormente debían mantener tanto estos diques como los canales de drenaje. La organización de la construcción, mantenimiento de las obras y manejo del agua en general, se desarrolló y especializó al lado de la estructuración de los poblados.

Con el tiempo, hubo una integración espacial e institucional de la iniciativa local y en 1255, 1296 y 1319 se crearon las primeras autoridades. En la Holanda descentralizada de los siglos XVI y XVII, las autoridades dirigidas por los grandes terratenientes y la nobleza consiguieron mucho poder, a veces hasta judicial. Sin embargo, se notó la necesidad técnica para establecer la cooperación entre algunas autoridades principales, por lo que alrededor de la mitad del siglo XVIII se nombró un inspector-general nacional para esta coordinación.

La revolución francesa y su siguiente ocupación provocaron que las autoridades y sus dirigentes feudales perdieran muchos de sus privilegios. Se creó una institución nueva: la municipalidad, administrada por concejos democráticamente establecidos. Las más antiguas ciudades, desde entonces también incorporadas en una municipalidad, ya tenían estas administraciones. La constitución de 1848 dio permanencia a esta distinción y desde 1850 el manejo de las aguas principales —ríos grandes, puertos marítimos y otros— quedó en manos del Estado nacional, y el manejo de las aguas menores estuvo a cargo de los estados provinciales, los cuales lo delegan a sus respectivas autoridades. Los concejos directivos y ejecutivos se crean por voto democrático. En 1900, casi todo el país se dividió en 2700 autoridades, básicamente para asegurar un buen drenaje.

En las últimas décadas hubo una diversificación de funciones. Las principales son: a) mantener un sistema adecuado de drenaje del territorio, para lograr la limitación artificial de la entrada del agua; y b) asegurar la suficiente cantidad de agua de buena calidad y mantener las vías acuáticas adecuadas. También se redujo a 230 el número de autoridades, el cual todavía se busca reducir a 150, y se logró la integración operacional de las municipalidades y las provincias. Las administraciones de las autoridades, compuestas por representantes de los sectores beneficiados, tienen mucho poder para asegurar su buen

funcionamiento y así contribuir con los planes regionales de las provincias (Groen y Schmeink 1981).

Con las leyes, guías y planes, el Gobierno puede guiar el desarrollo espacial, es decir, suministrar un marco en el que la iniciativa particular pueda desarrollarse de la mejor forma. La ejecución de los planes en nuestro sistema político se realiza principalmente por medio de las fuerzas del mercado.

En general, en el mundo occidental el mercado constituye el mejor mecanismo de regulación. El gobierno puede tratar de influenciar el comportamiento orientado al mercado de los usuarios de la tierra mediante subsidios e impuestos. Con licencia, se pueden evitar los usos menos deseados de la tierra, y con la aplicación de subsidios, impuestos y licencias, se puede lograr un desarrollo socioeconómico equitativo. Así, se puede subsidiar el desarrollo acelerado en áreas actualmente en depresión o implantar impuestos sobre el desarrollo excesivo de una actividad. Dicha aplicación de subsidios, impuestos y licencias no solo debe contribuir al desarrollo equitativo, sino también al uso sostenible de la tierra. Las personas que causan un deterioro anormal del recurso deben pagar por ello, y las que por la marginalidad de sus terrenos se esfuerzan por evitar la degradación, pueden ser elegidas para recibir subsidios.

También se considera como un subsidio la aplicación de precios fijos para un producto, con el fin de lograr un ingreso estable para sus productores. En el noreste de Europa se observa que el precio fijo de la leche finalmente causó un desarrollo excesivo en su producción, tanto que en la actualidad existe una sobreproducción no solo de la leche, sino también del abono natural del ganado, el cual es otra consecuencia de esta producción. Actualmente, existen lugares en donde se distribuye el abono producido con cantidades tóxicas sobre los pastos, ya que aún no se dispone de otra manera de usarlo y el transporte resulta demasiado costoso. En consecuencia, al lado del alto precio fijo de la leche, actualmente existe un impuesto para frenar la sobreproducción. Es obvio que la política de precios fijos, en este caso, puede afectar negativamente el uso de la tierra, como recurso futuro y como factor de ingreso actual al nivel nacional.

En relación con la CEE en su totalidad, en 1988 una parte excesiva del presupuesto (62%) se destinó al sector agrícola (incluida la pesca). Aunque específicamente en el sector agrícola los gastos nacionales

fueron trasladados a la CCE, esta parte todavía parece excesiva, puesto que solo 7.8% (1987) de la población se registra en este sector, mientras que también su contribución al producto interno bruto (PIB) es relativamente menor: 3% en 1985. Según el Banco Mundial, solamente en 1980, la sobreproducción que ha sido consecuencia de todo este subsidio<sup>32</sup> significó US\$15.4 mil millones (IIED/WRI 1987). En 1984-1985 había reservas de 1.5 millones de toneladas métricas de queso y mantequilla, y de 32 millones de toneladas métricas de cereales. No hay duda de que estas reservas, junto con las grandes reservas existentes en Estados Unidos, por ejemplo<sup>33</sup>, han afectado los precios en el mercado mundial y, en consecuencia, la producción, el uso de la tierra y —como se argumentó en el capítulo 5— la capacidad de uso en los países dependientes, como los de América Central.

Para la CEE, no solo el almacenaje y la venta subsidiada de las reservas tenían su costo, sino también el deterioro del ambiente causado por este tipo de producción intensiva y permitido por falta de una legislación adecuada. Considérese que el uso de plaguicidas ha reducido en 60%-80% los ochocientos grupos o especies de fauna en la cuenca de París, en donde solo 5% de estas especies causaron daño al cultivo de trigo (IIED/WRI 1987). En Estados Unidos ocurrieron problemas similares en cuanto al deterioro de los recursos naturales renovables.

En la CEE se disminuyen los precios que recibe el productor por los productos agrícolas, a fin de manejar mejor este problema. Sin embargo, los países miembros que poseen muchos agricultores ineficientes se oponen a esta medida. Por otro lado, se implementa un sistema de cuotas por país, fijando y limitando la producción en sectores agrícolas específicos. También, se considera una reducción equitativa del área agrícola, tal y como se intenta en Estados Unidos, en donde la Ley de Seguridad Alimenticia, también llamada el *Farm Bill* de 1985, pretende reducir el área agrícola en 18.6 millones de hectáreas frágiles en el transcurso de diez años (ver nota de pie de página 23).

Cada medida tiene su razonamiento económico, social, político, y a veces ambiental, y sus efectos directos e indirectos. Debe quedar claro

---

32 En 1988, 57.6% del presupuesto agrícola fue dedicado al mantenimiento de precios frijos (CCE 1989b).

33 En 1985 se alcanzaron 173.6 millones tm de reserva de cereales (IIED/WRI 1987).

que cualquier medida relativamente rígida también tendrá consecuencias más o menos drásticas en el uso de la tierra en América Central. El manejo del uso de la tierra debe buscar la interacción más beneficiosa y flexible entre estos factores externos.

El Estado posee una serie de posibilidades para una dirección más ejecutiva del desarrollo espacial. En las economías abiertas, principalmente en casos relacionados con obras de infraestructura, la construcción, el mantenimiento y la operación se encuentran fuera del alcance normal del sector privado. En proyectos hidroeléctricos, la presa afecta directa e indirectamente el uso de la tierra no solo aguas arriba, sino también aguas abajo del sitio de su construcción. Además, en los grandes sistemas de riego también se fijan usos de la tierra por razones de eficiencia del uso del agua y, a veces, para lograr algunos objetivos nacionales de producción.

En Holanda, se hallan los famosos *polders*, cuyos sus planes integrales de uso determinan el lugar de las poblaciones, zonas forestales, la ubicación y el tamaño de las fincas antes del ingreso de sus habitantes. Típicamente, estos planes han estado sujetos a muchas modificaciones durante su implementación, con el fin de relacionarlos de la mejor manera con las realidades del momento.

En general, en una región solo las obras viales estatales pueden tener un marcado efecto sobre el uso de la tierra. La experiencia demuestra que cualquier actividad de ordenación del espacio territorial, dirigida por el Estado, debe acompañarse por todo un mecanismo de comunicación, interacción y ajuste, antes, durante y después de su realización.

## Reforma Agraria

La reforma agraria debe recibir atención especial cuando se refiere a América Central. El subdesarrollo, señala García (1985), de ningún modo expresa la carencia absoluta de recursos de desarrollo, sino incapacidad estructural de captarlos y utilizarlos sistemática y racionalmente, de acuerdo con las necesidades, exigencias y objetivos de un proyecto nacional o multinacional de vida. En este amplio contexto, la distribución de las tierras desempeña un papel importante.

Una primera aproximación al tema de la reforma agraria —entendida como un vasto y articulado proceso de transformación no solo en la apropiación y distribución de la tierra, sino también en la gestión económica en las relaciones sociales, en el sistema de poder y en el conjunto de elementos que determinan en última instancia el desarrollo rural— exige una rigurosa precisión conceptual en relación con la estructura agraria y el contexto histórico en que esta funciona: el modelo específico del capitalismo subdesarrollado y dependiente o periférico (García 1985). La escasez absoluta de recursos es cada vez más obvia, por lo que es importante la manera en que la comunidad mundial se ajusta a ella (Brookfield, en Bryant y White 1982).

En Costa Rica se realizaron censos agrícolas en 1950, 1955, 1963, 1973 y 1984 (DGEC 1953, 1959, 1965, 1975, 1987). Los cuadros 47 y 48 presentan un resumen de la cantidad de fincas registradas y el territorio que ocupaban desde 1950 hasta 1984. La extensión del área en fincas aumentó de 1 809 369,6 ha en 1950, a 3 070 341 ha en 1984. De 1950 a 1973, el área en fincas aumentó 1 313 085 ha, y los datos indican que 62% (814 579 ha) de este aumento ocurrió de 1955 a 1963, solamente 3% (39 166 ha) entre 1950 y 1955, y 35% (459 341 ha) de 1963 a 1973.

De 1973 a 1984 el área en fincas disminuyó en 52 114 ha. De 1950 a 1984, el número de fincas aumentó en 53 456: de 43 086 en 1950, a 96 542 en 1984 (explotaciones con tierra solamente). Es curioso observar que 37% (19 544) de este aumento ocurrió de 1973 a 1984. En general, las nuevas empresas, probablemente más de las 53 456 fincas mencionadas, se crearon no solo en tierra nueva, sino también en tierra redistribuida, es decir, en tierra registrada como perteneciente a una finca.

Es interesante notar la importancia relativa de la redistribución y la colonización de tierras en cada período. La disminución del tamaño promedio por finca entre 1950 y 1955 y el reducido incremento del territorio en fincas parecen indicar la importancia de la redistribución en este tiempo. Además, el aumento considerable del territorio en fincas y el incremento moderado del tamaño promedio de fincas entre 1955 y 1963 parecen indicar el énfasis en el proceso de colonización. La importancia de este último proceso se reduce hacia los años setentas, cuando se inicia una reducción del territorio en fincas.

Cuadro 47. Número y área de fincas según tamaño en 1950 y 1955.

Número de fincas	1950			1955		
	Número	% total	Número	% total	Incr.	Incr. %
Tamaño (ha)	Número	% total	Número	% total	Incr.	Incr. %
< 7	18 976	44.0	20 995	44.4	2 019	10.6
7-34.9	15 576	36.2	16 893	35.7	1 317	8.5
34.9-122.2	6 598	15.3	7 266	15.4	668	10.1
122.2-349	1 363	3.2	1 521	3.2	158	11.6
349-698	328	0.8	359	0.8	31	9.5
>698	245	0.6	252	0.5	7	2.9
Total	43 086	100.0	47 286	100.0	4 200	9.7
<b>Area en fincas</b>						
Tamaño (ha)	1950			1955		
	Ha	% total	Ha	% total	Incr.	Incr. %
< 7	52 906.3	2.9	58 248.8	3.2	5 342.5	10.1
7-34.9	257 188.6	14.2	283 071.1	15.3	25 882.5	10.1
34.9-122.2	380 272.5	21.0	428 289.3	23.2	48 016.8	12.6
122.2-349	258 881.2	14.3	293 488.1	15.9	34 606.9	13.4
349-698	156 569.8	8.7	163 894.6	8.9	7 324.8	4.7
> 698	703 551.2	38.9	621 543.2	33.6	-82 008.0	-11.7
Total	1 809 369.6	100.0	1 848 535.1	100.0	39 165.5	2.2

Cuadro 47. (Cont.)

Area por finca				
	1950	1955	1950-1955	
Tamaño (ha)	Ha	Ha	Incr.	Incr.%
< 7	2.79	2.77	-0.01	-0.5
7-34.9	16.51	16.76	0.24	1.5
34.9-122.2	57.63	58.94	1.31	2.3
122.2-349	189.93	192.96	3.02	1.6
349-698	477.35	456.53	-20.82	-4.4
> 698	2 871.64	2 466.44	-405.20	-14.1
Total	41.99	39.09	-2.90	- 6.9

1Mz = .698 ha

Fuente: DGEC 1953,1959.

Como lo señala Salazar (1988), desde la década de los sesentas, cuando terminaron las tierras baldías y se agotó la frontera agrícola de la colonización espontánea, le correspondió al Estado adquirir y distribuir tierras por medio del Instituto de Tierras y Colonización (ITCO), actual Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), creado en 1962.

De acuerdo con Robinson (1987), durante el período 1963-1986, los diferentes programas del IDA afectaron un área significativa de 1 376 095 ha y beneficiaron 56 668 familias. En sus varios programas de titulación, en este período se otorgaron 32 952 escrituras, en un área de 556 284 ha. Con el programa de arrendamiento de tierras se otorgaron 3798 contratos, lo que afectó un área de 79 124 ha.

A fin de motivar la actividad del IDA, Robinson (1987:139), gerente del IDA de aquel entonces, señala: "resulta muy negativo tener una fuerza constituida por los campesinos sin tierra y pobres de las zonas rurales, que se podrían convertir en uno de los factores que rompan el equilibrio, ya de por sí precario, de la utilización de nuestros recursos naturales, si no se les permite acceso a la tierra por medios regulados".

Cuadro 48. Número de fincas y área según tamaño en 1963, 1973 y 1984.

Número de fincas		1963			1973			1984		
		Tamaño (ha)	(1963)	Número	% total	Número*	% total	Número*	% total	
< 5	(<4.9)	23 233	36.0	35 243	45.8	45 297	46.9			
5-50	(4.9-48.9)	31 409	48.6	30 308	39.4	38 727	40.1			
50-100	(48.9-101)	5 754	8.9	5 801	7.5	6 469	6.7			
100 - 500	(101-489)	3 585	5.5	4 851	6.3	5 327	5.5			
> 500	(>489)	640	1.0	795	1.0	722	0.7			
Total		64 621	100.0	76 998	100.0	96 542	100.0			
Áreas en fincas		1963			1973			1984		
Tamaño (ha)	(1963)	Ha	% total	Ha	% total	Ha	% total			
< 5	(<4.9)	51 231	1.9	59 006	1.9	77 054	2.5			
5-50	(4.9-48.9)	564 830	21.2	574 727	18.4	673 250	21.9			
50-100	(48.9-101)	386 315	14.5	396 533	12.7	443 494	14.4			
100-500	(101-489)	703 436	26.4	968 931	31.0	1 050 228	34.2			
>500	(>489)	957 302	35.9	1 123 258	36.0	826 315	26.9			
Total		2 663 114	100.0	3 122 455	100.0	3 070 341	100.0			
Área por finca		1963			1973			1984		
Tamaño (ha)	(1963)	Ha / finca	Hafinca	Ha / finca	Hafinca	Ha / finca	Hafinca			
<5	(<4.9)	2.21	1.67	1.70						
5-50	(4.9-48.9)	17.98	18.96	17.38						
50-100	(48.9-101)	67.14	68.36	68.56						
100-500	(101-489)	196.22	199.74	197.15						
>500	(>489)	1 495.78	1 412.90	1 144.48						
Total		41.21	40.55	31.80						

Cuadro 48. (Cont.).

Numero de fincas		1963-1973		1963-1984		1973-1984	
		Tamaño (ha)	Incr.	Incr. %	Incr.	Incr. %	Incr.
<5	(<4.9)	12 010	51.7	22 064	95.0	10 054	28.5
5-50	(4.9-48.9)	-1 101	-3.5	7 318	23.3	8 419	27.8
50-100	(48.9-101)	47	0.8	1715	12.4	668	11.5
100 - 500	(101-489)	1266	35.3	1742	48.6	476	9.8
> 500	(>489)	155	24.2	82	12.8	-73	-9.2
Total		12 377	19.2	31921	49.4	19544	25.4
Area en fincas		1963-1973		1963-1984		1973-1984	
Tamaño (ha)	(1963)	Incr.	Incr. %	Incr.	Incr. %	Incr.	Incr. %
< 5	(<4.9)	7 775	15.2	25 823	50.4	18 048	30.6
5-50	(4.9-48.9)	9 897	1.8	108 420	19.2	98 523	17.1
50-100	(48.9-101)	10 218	2.6	57 179	14.8	46 961	11.8
100-500	(101-489)	265 495	37.7	346 792	49.3	81 297	8.4
>500	(>489)	165 956	17.3	-130 987	-13.7	-296 943	-26.4
Total		459 341	17.2	407 227	15.3	-52 114	-1.7
Area por fincas		1963-1973		1963-1984		1973-1984	
Tamaño (ha)	(1963)	Incr.	Incr. %	Incr.	Incr. %	Incr.	Incr. %
<5	(<4.9)	-0.53	-24.1	0.50	-22.9	0.03	1.6
5-50	(4.9-48.9)	0.98	5.4	-0.60	-3.3	-1.58	-8.3
50-100	(48.9-101)	1.22	1.8	1.42	2.1	0.20	0.3
100-500	(101-489)	3.52	1.8	0.94	0.5	-2.59	-1.3
>500	(>489)	-82.88	-5.5	-351.30	-23.5	-268.42	-19.0
Total		-0.66	-1.6	-9.41	-22.8	-8.75	-21.6

inz = .698 ha

\* : Solamente fincas con tierra

Fuente: DGEC 1965,1975,1987.

**Cuadro 49. Cálculo de la R de Gini para 1984.**

	No. de fincas	p	Ha	Q	Pn-P(n-1)	Qn + Q (n-1)	C	R
n	acum.	n/z	acum.	n/z	a	b	a*b	1-c
1	45 297	0.469	77 054	0.025	0.469	0.025	0.012	
2	84 024	0.870	750 304	0.244	0.401	0.269	0.108	
3	90 493	0.937	1 193 798	0.389	0.067	0.633	0.042	
4	95 820	0.993	2 244 026	0.731	0.055	1.120	0.062	
z	96 542	1.000	3 070 341	1.000	0.007	1.731	0.013	
							0.237	0.76

**Fuente:** Elaboración del autor.

Desafortunadamente, a pesar de la importante labor del IDA, no se puede observar con certeza su efecto en el esquema general de la tenencia de la tierra costarricense con base en los datos censales. Sin embargo, cuando se sabe que en el período 1973-1984 el IDA compró principalmente fincas grandes para la distribución de tierras de la categoría de 5 a 50 ha, con un promedio de 17 ha para tierras tituladas y de 20 ha para tierras arrendadas (78% de los títulos y 90% de las hectáreas otorgadas de 1963 a 1986), es probable que en términos de cantidad y tamaño exista una relación con la disminución en la categoría de fincas con más de 500 ha, el aumento del número de fincas en la categoría de 5 a 50 ha, la disminución del tamaño promedio en esta categoría y la estabilización del tamaño promedio en la categoría de menos de 5 ha de 1973 a 1984. El tamaño promedio en la categoría de menos de 5 ha tuvo una reducción significativa de 24% en el período de 1963 a 1973. Por el cambio en unidad superficial y en los rangos aplicados, es difícil comparar los datos de los censos anteriores y posteriores a 1963.

Los índices de concentración R de Gini para 1950, 1955, 1963, 1973 y 1984—0.78, 0.77, 0.74, 0.79 y 0.76, respectivamente— demuestran una distribución más equitativa hacia 1963, una concentración de tierras hasta principios de la década de los setentas y de nuevo una corrección hacia 1984.

Aunque no es posible cuantificar con precisión el efecto de las acciones del IDA en este contexto, probablemente desempeñó un papel significativo en esta última corrección. Sin duda "en parte la paz y la

democracia política que disfrutamos los costarricenses se debe a esa democracia económica que se manifiesta en la distribución de la propiedad de tierra" (Salazar 1988:2)<sup>34</sup>.

"Es evidente que el desarrollo de nuestro esquema para enfrentar la pobreza rural, centrado en una acción del IDA, resulta totalmente ineficiente para hacer una acción directa y coordinada de las instituciones, que debe ser complementada por un juego de acciones que busquen aumentar las oportunidades de empleo en las fincas, aparejado con la regulación de condiciones de trabajo, la promoción de actividades no finqueras en las zonas rurales, ya sea de los sectores industriales o de servicio" (Robinson 1987:138,139).

CEPAL/FAO (1988) enfatiza la importancia de las formas asociativas de organización productiva a nivel de campo, en el marco teórico y en la operación misma del proceso de la reforma agraria, según su experiencia en Perú (1969), Colombia (entre 1968 y 1976), Panamá (a partir de 1969), Chile (desde 1965), Honduras (a partir de 1967), El Salvador (desde 1980), Ecuador (desde 1972), República Dominicana (desde 1972), Brasil (1986), México (desde 1915) y Portugal.

## **Efecto de la Coyuntura Económica sobre el Poder Estatal**

En general, se puede decir que en tiempo de crecimiento económico existe una mayor iniciativa particular y estatal para el desarrollo espacial. En una situación así, el Estado puede afectar positivamente el uso de la tierra, no solo por el más alto nivel de actividad, sino también porque posee más recursos para guiar. En tiempo de recesión económica, no se lleva a cabo tanta actividad privada y estatal, por lo que no es el momento de guiar o influenciar.

El Estado debe esforzarse mucho más por lograr el cambio deseado; sin embargo, en tiempos de recesión carece de los recursos suficientes para financiar sus actividades. Por lo tanto, sin apoyo externo las posibilidades estatales para un manejo del uso de la tierra son muy limitadas en épocas de recesión.

---

34 Para la fórmula de Gini, ver la nota 4. En el Cuadro 49 se presenta un ejemplo del cálculo del índice de concentración R para 1984.

La situación económica también influye en el interés del Estado por el uso de la tierra. Generalmente en tiempos de bonanza se toman más en cuenta aspectos ambientales y la conservación de la naturaleza; en tiempos de recesión se da más importancia a los aspectos de producción; específicamente los usos sin posible justificación económica directa —las reservas naturales, por ejemplo— sufren en estos tiempos. La necesidad de permanencia de estas áreas naturales fundamenta su justificación constitucional. Como se indicó anteriormente, quizás se puede relacionar el área protegida con el número de habitantes de la región en cuestión.

Con referencia a Nueva Zelanda, Hayward (1986) señala que la mayor parte de los recursos ambientales se mantienen bajo propiedad pública y, debido a que rara vez se compran o se venden, existen pocas indicaciones con las cuales se podría comenzar a deducir su valor. A pesar de los muchos beneficios que nuestra sociedad puede derivar de una economía de mercado, no podemos depender de que el mercado sea un mecanismo eficiente o apropiado para la asignación de recursos ambientales o de propiedad pública.

## **Ciencia Agrícola, Silvicultural y Pastoral**

El Estado también influye en el uso de la tierra apoyando actividades científicas. La actividad científica puede dirigirse al mejor entendimiento del uso de la tierra y de sus aspectos socioeconómicos y biofísicos, ya que es importante contar con conocimientos científicos basados en la realidad local dentro de su contexto nacional e internacional. También puede dirigirse al mejor conocimiento y mejoramiento de los sistemas de uso de la finca (investigación o enfoque). Para ello primero se definen grupos de sistemas homogéneos (dominios de recomendación); después se descubren rápidamente las limitaciones más graves en cada dominio por medio de un diagnóstico rural. Luego se investigan estas limitaciones para su mitigación (investigación adaptable), en la finca y/o en una estación experimental.

Las soluciones se verifican por medio de un proceso de validación en las fincas, antes de su transferencia y adaptación de los sistemas (Flach 1986). Como se ha destacado, se requiere mucha información acerca de la sostenibilidad de los sistemas. Entonces, la investigación básica puede dirigirse al estudio de los flujos de material y energía hacia, dentro y desde los sistemas.

Para una agricultura sostenible dirigida a todo el ecosistema, que satisfaga la demanda doméstica de alimentos y otros productos naturales sin que se perjudique la biosfera, se puede visualizar una solución intermedia en donde se beneficien todos los valores e intereses sociales y se maximice la ganancia financiera a corto plazo. Para ello, Vereijken (1992) menciona los siguientes valores e intereses principales que se deben tomar en cuenta:

- Provisión de alimentos.
- Empleo e ingreso básico.
- Ganancia financiera.
- Ambiente abiótico.
- Naturaleza y paisaje.
- Salud y bienestar.

En países con una sobreproducción de los recursos requeridos, se puede enfatizar la reducción de los costos de producción, el mejoramiento de la calidad del producto y el método de producción-conservación correspondiente. En otros países se debe hallar la solución para resolver la escasez existente.

Por otro lado, las actividades científicas relacionadas con el uso de la tierra pueden dirigirse al mejor funcionamiento del aparato estatal considerando aspectos legales, institucionales y operacionales que permitan un desarrollo equitativo, sostenible y flexible. En general, la ciencia del uso de la tierra apenas se inicia y aún no posee una base política debido a que sus intereses se limitan principalmente a aspectos urbanos y socioeconómicos.

## **Extensión Agrícola, Silvicultural y Pastoril**

Como se indicó anteriormente, con mejor tecnología se puede aumentar la capacidad y la aptitud de la tierra para su aplicación específica. Cuando, con base en una investigación aplicada surge una tecnología mejor para un uso más adecuado del suelo y el agua, el Estado puede desempeñar un papel importante en la difusión de dicha tecnología, por medio de su servicio de extensión.

En la actualidad, la importancia de la actividad de extensión es subestimada en América Central. En general, los ministerios de agricultura reciben una fracción relativamente pequeña de los

presupuestos nacionales (alrededor del 2% en Costa Rica) y sus agencias de extensión, una fracción menor. Por un lado, se habla de privatizar este servicio estatal por falta de fondos operativos. Entonces, en el acercamiento de "arriba hacia abajo", la extensión agrícola ocupa un lugar muy bajo.

La extensión agrícola y la forestal, por ejemplo, al lado de los servicios dados por otras agencias estatales y bancos, representan segmentos de la realidad en que vive el agricultor y el usuario de la tierra rural en general, lo que causa confusión a nivel de campo.

En vista del problema del uso de los recursos naturales, es necesario revisar el funcionamiento de los servicios de extensión. En Asia, por ejemplo, el sistema de extensión por capacitación y visitas (ECV) —desarrollado por el Banco Mundial en India (Benor y Baxter 1984) y aplicado después en varios países de Asia, Africa y América Latina— trata de dar más importancia y organización a la actividad de extensión.

Siempre es necesario adaptar las metodologías de trabajo originadas en otros lugares a la situación local. En Malasya se adoptó este sistema ECV para un mejor funcionamiento en las circunstancias locales de la agricultura bajo riego (Richters 1983). El sistema original buscaba organizar a los agricultores de acuerdo con el lugar de su vivienda.

En relación con la agricultura bajo riego y las obras de conservación del suelo, es importante la coordinación y la cooperación entre los vecinos de campo. En estos casos, el extensionista también debe dirigirse a los agricultores en sus campos de producción (*field-based approach versus village-based approach*).

Para lograr una comunicación más eficiente y efectiva, el extensionista debe dirigirse primordialmente a grupos de agricultores. Esta comunicación se debe enfocar no solo a la transferencia de tecnología —como todavía se enfatiza en muchos lugares en la actualidad— sino también a un mejor entendimiento de las realidades y problemas del campo por parte del extensionista y del aparato estatal en general.

El trabajo grupal también facilita la interacción entre los agricultores. Además de organizar reuniones grupales periódicas y bien planificadas, el extensionista debe dar asistencia a los agricultores en forma individual. El enfoque grupal funcionó bastante bien en varios lugares de Asia y

Africa, pero en otros lugares se señaló que el individualismo de los agricultores impedía la formación de grupos. En general, la facilidad de formar y mantener los grupos depende del manejo y contenido de sus actividades.

El sistema ECV prescribe que el extensionista no solo debe visitar el campo, sino también ser capacitado regularmente, a fin de optimar, orientar y actualizar el contenido de su trabajo con respecto a temas ambientales, técnicos, sociales, económicos y financieros. También se le debe suministrar un lugar adecuado para que organice las notas de campo y prepare sus próximas visitas (una oficina con el mobiliario básico). Se sugiere una mañana o una tarde por semana para las sesiones de capacitación.

La interacción entre los propios extensionistas constituye otro factor importante. Por lo general, este funcionario necesita más estatus y autoridad dentro de la organización en que trabaja. El extensionista es el vínculo primordial entre el aparato estatal y el usuario rural de la tierra. Su trabajo no es nada fácil, pero sí muy importante.

Si no se entiende bien el trabajo del agricultor o del usuario inmediato de los recursos naturales renovables en general, nunca será posible apoyarlos adecuadamente y llevarlos a niveles más altos de rendimiento o de beneficio sostenible, conforme a los objetivos y políticas gubernamentales.

No solo el extensionista debe poseer un amplio conocimiento del ambiente y de los problemas de los usuarios de la tierra, sino también todo el aparato estatal involucrado en el proceso agrícola. Para ello se requiere todo un mecanismo de comunicación vertical y lateral institucionalizado que permita el desarrollo de un registro o memoria formal de las experiencias obtenidas. Además, con la inestabilidad institucional que se observa en la región, es importante registrar las experiencias de forma no personalizada, con el propósito de que los nuevos funcionarios se beneficien y no repitan los errores de sus antecesores.

La base del programa de apoyo estatal está constituida por la información obtenida del campo, divulgada dentro del aparato estatal, y formateada y enmarcada según las directrices gubernamentales. Esta información se acompaña de otras informaciones externas sobre el

ambiente, técnicas de uso, estándares de calidad y cantidad, y mercados actuales y futuros.

Este programa diferenciado se dirige primordialmente a ciertos grupos de unidades de la tierra. Estos grupos están formados por usuarios pequeños y medianos, quienes se benefician grandemente con el apoyo integral, y por usuarios grandes, quienes muchas veces se apoyan entre ellos y generalmente solo requieren informaciones más específicas. Los últimos deben tener acceso a estas informaciones, pero no necesitan ni les sirve tanto el *outreach* de parte de la agencia de extensión.

La mayoría de los usuarios determina los usos y las unidades de tierra a las que se dirige el programa de extensión. De la selección general, se escogen las unidades que presentan más problemas actuales o potenciales de deterioro antrópico y los usos que se adaptan mejor a estas unidades, aplicando, por ejemplo, los sistemas de Sheng y de la FAO que se describieron en capítulos anteriores. Posteriormente se seleccionan por separado los usos con mayor potencial productivo para los usuarios socioeconómicamente deprimidos y, posiblemente, los usos con mayor potencial productivo para los usuarios más afluentes.

Como se señaló en el capítulo 1, muchas veces se reúne la marginalidad socioeconómica con la biofísica. Entonces se trata de dos situaciones específicas: la primera requiere un apoyo integral y la segunda, un apoyo específico.

Por su naturaleza, el apoyo integral es mucho más complejo. Debe basarse en un entendimiento profundo del problema y las posibles soluciones de y para los usuarios, con respecto al empleo de los recursos naturales de su ambiente. El conjunto institucional involucrado en el apoyo a estos usuarios —coordinado por los extensionistas y por sus supervisores— debe ser adecuado para lograr un entendimiento y proponer soluciones a los problemas encontrados. Debe tener la capacidad de realizar las evaluaciones pertinentes, para poder modelar los sistemas representativos de uso, simular el efecto de cambios propuestos e investigar la realidad de su implementación.

El apoyo específico es de menor intensidad y se dedica, sobre todo, a la divulgación de información sobre precios y mercados, estándares de calidad y cantidad productiva, estándares del uso de los recursos naturales y técnicas avanzadas de posproducción. Esta divulgación se

efectúa mediante boletines, sesiones informativas infrecuentes y una mayor accesibilidad a los centros o estaciones de investigación con actividades relevantes para este sector productivo.

A nivel de campo y en su región específica, el extensionista debe ser un coordinador del apoyo estatal dirigido al uso óptimo de los recursos naturales. Debe relacionar los modelos óptimos que fueron desarrollados en la oficina, con la realidad del campo y viceversa. En asuntos específicos, debe ser apoyado por ecólogos, técnicos y especialistas financieros. Es importante que el apoyo se integre a nivel de oficina y no tanto —como sucede en la actualidad— a nivel de campo. El mensaje debe ser conciso, claro, lógico y consistente.

No hay duda de que se trata de un enfoque costoso, ya que requiere la permanencia de un gran número de especialistas. Por otro lado, se trata de una reorientación institucional y de fondos, que enfatiza más la realidad del campo y menos el desarrollo de la política institucional, planes integrales y otros, los cuales con frecuencia no se implementan. Algunos autores, siguiendo a C. Northcote Parkinson, indican que las instituciones buscan sobre todo justificar la burocracia existente en lugar de enfocar su actividad frente a los problemas de cambio y desarrollo.

El enfoque también evita la duplicidad actual de la extensión agrícola, silvicultural y pastoril a nivel de oficina y de campo. Sin embargo, posiblemente su implementación en países enteros está fuera del alcance inmediato de la institucionalidad centroamericana. Conjuntamente con su especialización en sectores específicos de usuarios de la tierra rural, como se indicó anteriormente, se sugiere investigar la aplicación del enfoque en áreas o cuencas piloto. Un buen conocimiento de su funcionamiento permitirá la transferencia de muchas actividades al campo. Al final se pretende apoyar a los sectores menos afortunados para que puedan apoyarse. No se trata de reemplazar al usuario/empresario por el Estado.

Se ha sugerido un cambio en la práctica de "llevar tecnología al campo" por un enfoque de apoyo integral con base en la realidad del campo mismo. Los problemas encontrados en el ámbito rural pertenecen a toda la sociedad, de cual el aparato estatal es un representante; por lo tanto, sería más conveniente hablar de cooperación en lugar de apoyo.

## Crédito

El acceso a los recursos financieros es importante para lograr un desarrollo rural acelerado. Con dinero disponible se puede comprar mejor semilla, fertilizantes, información, servicios y otros; sin embargo, cuando se carece de dinero o de alguna pertenencia con valor financiero, es difícil conseguirlo.

Las instituciones financieras otorgan préstamos si se presenta una garantía que lo respalde, a fin de recuperar el dinero a un plazo relativamente corto. Además, los préstamos pequeños no son muy atractivos, debido a su costo administrativo relativamente alto. Así se forma un círculo vicioso, en el que las personas que no disponen de las garantías requeridas nunca podrán adquirir fondos de trabajo y, por ende, nunca tendrán oportunidades para progresar.

La comunidad y el Estado sí se interesan en el desarrollo equitativo de sus componentes y por ello se justifica su esfuerzo por romper el círculo vicioso descrito. Sobre la base de que el desarrollo local por lo general provoca una alza en la productividad, el Estado puede garantizar la devolución del dinero prestado a la institución financiera. Debe quedar claro que, al mismo tiempo, se debe asegurar la recuperación del dinero del agricultor a largo plazo. Sin embargo, muchas veces queda un saldo negativo y se puede hablar de un subsidio parcial.

El crédito fomenta el bienestar social, en primera instancia mediante la transferencia de ingresos de una parte de la comunidad a otra. También fortalece programas de cooperación de sectores rurales marginales. Un proyecto de crédito debe incluir un esquema adecuado para la recuperación del dinero a mediano plazo; por lo tanto, el crédito debe relacionarse con actividades que permitan su recuperación.

La reubicación de personas en nuevas colonias normalmente tiene este potencial, mas no la construcción de obras de conservación. En el último caso, por haber logrado una sostenibilidad del aprovechamiento de los recursos naturales, se trata de una recuperación relativa a largo plazo. Teóricamente, por razones administrativas estas obras solo se financian mejor por medio de subsidios.

Sin embargo, la experiencia con proyectos subsidiados de conservación de suelos básicamente es negativa. La poca duración de los efectos de tales proyectos se debe a una variedad de razones: a) la

"sectorialidad" del enfoque —conservar, sin consideraciones, para lograr un aumento en la productividad o un mejor aprovechamiento a corto plazo—; y b) la imposición de esta actividad sobre el sector rural. Se trata entonces de su involucramiento en los programas de cooperación integrales e integrados. El subsidio se incorpora en el crédito "blando", o sea, parcial, el cual lubrica la implementación de las actividades propuestas por el programa.

Al lado del crédito para el bienestar social, se distingue otra forma de crédito que permite el aumento de la producción. Esto no se relaciona con la transferencia del ingreso, como en el caso anterior. Aquí, el principal objetivo es agilizar potenciales de producción que al mismo tiempo sean la base para la recuperación del préstamo en un tiempo relativamente corto. Generalmente, no se toman en cuenta los aspectos de conservación del ambiente a largo plazo. En la actualidad, este es el tipo de crédito más común.

Cuando el Estado no se interesa en esta forma de aplicar más fondos al sistema de aprovechamiento de los recursos naturales, a través de cooperativas se puede lograr el mismo objetivo cuando estas absorben: a) el costo de administrar una multitud de préstamos pequeños; y b) una parte del riesgo financiero. Asimismo, el Estado puede ser un instrumento para la creación de cooperativas que tengan tal objetivo y puede hasta asumir parte del costo.

## **Institucionalización del Manejo del Uso de la Tierra**

Como se indicó antes, la planificación institucionalizada se puede entender como manejo del uso de la tierra, realizada sobre la base de informaciones precisas sobre tendencias del uso actual y usos alternativos, con autoridad de implementar las medidas oportunas para el establecimiento del uso óptimo. Aunque los detalles de una estructura institucional del uso de la tierra dependen mucho de cada país, se pueden considerar algunos aspectos sobre la infraestructura institucional en general.

Se señaló que lo más común es la planificación sectorial con integración horizontal (manejo o planificación horizontal), la cual solamente opera a nivel nacional. Prevalecen el acercamiento *top to bottom* y la carencia de criterio ambiental (enfoque urbanístico). En otras

palabras, falta mucho para un buen manejo del uso de la tierra o de los recursos naturales.

También se mencionaron el desarrollo histórico de la planificación regional, el enfoque moderno TSP y, al final del capítulo 4, la posibilidad de descentralizar el poder ejecutivo para el desarrollo regional. Además, se indicó el enfoque "desde abajo" para la extensión agrosilvopastoril integral e integrada en un programa de cooperación, el cual puede apoyarse en un sistema de clasificación de la vulnerabilidad del suelo —como el de Sheng— y en un sistema de evaluación de la tierra en función de su uso óptimo —como el de la FAO—. Este último debe tener la capacidad de modelar los sistemas actuales de uso y simular cambios oportunos para su optimación. Pareciera que el manejo del uso de la tierra realmente supervisará y dirigirá las actividades de este programa. Sin embargo, aplicando solo este enfoque a nivel central, se manejaría una enorme cantidad de información lejos de su lugar de procedencia. En consecuencia, valdría la pena analizar las posibilidades de una descentralización.

## Descentralización para el Desarrollo Regional

Las experiencias de descentralización obtenidas en Tanzania, Zambia y Papua Nueva Guinea permiten observar el desarrollo de las corporaciones autónomas regionales para el manejo de las cuencas hidrográficas en Colombia.

Muchos países que lograron su independencia de la estructura colonial en los últimos 35 años, sobre todo en África y Asia, encontraron la necesidad de reestructurar sus sistemas administrativos para agilizar la planificación y la implementación de los programas de desarrollo (Conyers 1981).

Los sistemas heredados se caracterizan por la existencia de departamentos o ministerios funcionales organizados de forma jerárquica: los funcionarios de la casa matriz en el nivel más alto del sistema y los del campo con el nivel más bajo. Esto coincide con el acercamiento *top to bottom* y el planeamiento vertical o sectorial, que, como se ha visto, es común en América Central. En comparación con las antiguas colonias de Gran Bretaña, se ha dicho que las antiguas colonias de Francia y España —países muy centralizados en aquel tiempo— heredaron una cultura más jerárquica (Bryant y White 1982).

Se ha tratado de solucionar los problemas inherentes a esta situación por medio de la creación de comités para el desarrollo regional o de distrito, o por la amalgama de varios departamentos en un ministerio integrado como el de desarrollo rural.

Los tres países descritos en el documento de Conyers (1981) dieron un paso más con la creación de conexiones interdepartamentales (horizontales) —al nivel regional (subnacional)— más fuertes que las relaciones verticales dentro de cada departamento.

En Papua Nueva Guinea, también se crearon departamentos provinciales (Conyers 1981). Más recientemente, en Zambia se inició la planificación a nivel de distrito. Los planes requieren el visto bueno del Consejo del Distrito, en el que son representados los barrios del distrito, y la aprobación del Consejo Provincial, para ser incorporados en el siguiente plan nacional (Paats 1987).

Los motivos para crear programas de descentralización en los tres países son muy diferentes. Sin embargo, se pueden distinguir dos objetivos comunes: el deseo de aumentar la participación popular en la toma de decisiones y la mejor implementación del desarrollo a nivel regional o local.

El Dr. Kenneth Kaunda, ex-Presidente de Zambia, explicó así la necesidad de descentralizar en ese país:

"Con el logro de la independencia política, la gente, por medio de su partido, ha destacado que la democracia participativa es el único sistema político que puede mantener esta independencia. (...) La democracia participativa es el tipo de democracia en la cual los ciudadanos no solamente participan por medio de sus representantes elegidos, sino también por su involucramiento directo en el proceso de la toma de decisiones" (Kaunda, en Conyers 1981:113).

Es interesante notar que tanto Zambia como Tanzania son países jóvenes con sistemas políticos de naturaleza muy centralizada. La intención expresada confirma la importancia de la comunicación *bottom to top* para lograr un desarrollo planificado. En la realidad, esto no es tan sencillo. Como indican Bryant y White (1982), aunque el desarrollo en general y los recursos naturales en particular pueden manejarse mejor en forma descentralizada, el desarrollo del Estado de una nación requiere un fortalecimiento del manejo o del gobierno central.

El deseo de cambiar el sistema anterior indica su poca aceptación y satisfacción después de la independencia, específicamente en cuanto al desarrollo rural (Conyers 1981).

Como enfoques de descentralización se distinguen la desconcentración y la devolución (Bryant y White 1982). El primero tiene que ver con la delegación del poder administrativo, dentro del contexto de planes y presupuestos anteriormente determinados y aprobados. El segundo se refiere a la descentralización política. En los tres ejemplos citados, se trata de una desconcentración.

En efecto, la descentralización involucra la descentralización en sí misma y la coordinación a nivel descentralizado. Aunque se relacionan, se pueden distinguir las ventajas teóricas de la descentralización y luego las de la coordinación. A continuación se presentan las ventajas de la descentralización:

- Mayor relevancia de las decisiones que se relacionan con las necesidades y condiciones locales.
- Más involucramiento y sentido de responsabilidad por parte de la población y de los funcionarios estatales en los programas de desarrollo.
- Mayor rapidez en el proceso de decisión, pues no es necesario esperar la reacción del ministerio o del departamento central.
- Estímulo a la iniciativa y responsabilidad de los líderes locales, por lo que se puede lograr un gobierno más efectivo y responsable.

La coordinación puede tener las siguientes ventajas:

- Evitación de duplicidad de funciones entre agencias y niveles diferentes.
- Agilidad en la implementación de programas y proyectos multidisciplinarios.
- Mayor facilidad en la preparación de planes de desarrollo que sean realmente integrados. Conyers observa que en muchos

países los planes regionales no son más que una combinación de planes sectoriales individuales.

- Facilitación de un uso más flexible y eficiente de los recursos.

Estas ventajas técnicas de la descentralización y la coordinación tienden a pronunciarse más en el caso del desarrollo rural.

Conyers menciona las siguientes desventajas de la descentralización:

- Falta de personal calificado a nivel descentralizado.
- Carencia de supervisión y apoyo por el contacto menos intensivo con niveles nacionales.
- Mayor posibilidad de confirmar y ampliar las diferencias entre las regiones subnacionales (causar un desarrollo no equitativo).

El cambio también puede provocar un mal ajuste de los funcionarios y conflictos por la mala implementación. Sin embargo, todos estos problemas y otros más se pueden evitar con una buena planificación previa. De todos modos, deben evitarse los cambios drásticos. Para ello se recomienda la implementación de regiones piloto.

Es importante destacar que tanto la descentralización como la institucionalización del manejo del uso de la tierra no producen el desarrollo rural ni solucionan todos los problemas de la planificación y la administración actuales; además, la descentralización no puede ser justificada por un mal funcionamiento del aparato estatal central. Pareciera que se requiere una estructura central fuerte y segura pero no autoritaria, a fin de influenciar y guiar adecuadamente los poderes descentralizados (Bryant y White 1982). Conyers recomienda implementar un sistema de "monitoreo" para medir el avance y la efectividad de la reorganización.

Según Ortiz (1987), en Costa Rica, el cantón —territorio de la municipalidad— constituye la única forma importante de división territorial del país para efectos administrativos. Como ya se citó en el capítulo 2, "supremacía real del Estado —económica, técnica o política—; las exigencias de la planificación y la dirección nacionales y sus instrumentos; el farrago de regulaciones estatales y administrativas en general, que sofocan el funcionamiento de los entes menores, tanto si son legítimas

como si son espurias; y la psicología e ideología ambientes han producido y justificado una invasión estatal de las autonomías institucionales o, al menos, un condicionamiento político, financiero y jurídico de su independencia por el Estado que, en el área municipal, ofrece graves proporciones" (Ortiz 1987:392)

En vista del problema señalado, Ortiz propone una mejor definición de la autonomía municipal. También destaca que el interés estatal en la creación y el funcionamiento del sistema local es desprenderse de ramos de actividad, no para hacerlos extraños, sino para su mejor gestión con las ventajas de la administración democrática como técnica organizativa. Este interés se centra en la originalidad del aporte local a la buena gestión administrativa y en el incremento de satisfacción de la necesidad pública que se alcanza por medio de la municipalidad, lo que justifica la autonomía de esta, no la ausencia del Estado.

Ortiz no solamente propone una articulación de la relación Estado-municipalidad, sistemas de control y otros, sino también una redefinición de las dimensiones de las municipalidades actuales, las interrelaciones entre ellas y una diferenciación legal de varios tipos de municipalidad: rural, urbana, pequeña, mediana, grande, para poder realizar, lo más completamente posible, una escala de metas y necesidades que constituya el máximo valor político-administrativo de la municipalidad como cuerpo al servicio de la comunidad local. El resultado será entonces la disparidad y variedad de dimensiones y regímenes municipales, según una tipología de ellas que se limitará a recoger las reglas generales, pensadas o experimentadas, de la organización municipal dentro de esa variedad.

En realidad, Ortiz postula una reorganización administrativa y política profunda, "de abajo hacia arriba", según las realidades locales, siempre dentro del Estado bien organizado o, por lo menos, una discusión al respecto. Cualquiera que sea el resultado de esta discusión, es importante colocar el esquema dentro del contexto ambiental e incorporar una terminología adecuada para poder representar y manejar el sector rural y el ambiente natural.

Parece que no es posible manejar los factores socioeconómicos y biofísicos que caracterizan e influyen la empresa humana, aun dentro del cantón y a nivel de la municipalidad, debido a lo siguiente: a) existe la inconveniencia de captar los sectores urbano y rural/natural, los cuales se deben oponer para lograr su mejor relación, bajo la responsabilidad de

uno de ellos; y b) son muy diferentes los criterios con los que se delimitan, caracterizan y manejan estos dos sectores.

## Cuencas Hidrográficas

Como se propuso anteriormente, la cuenca hidrográfica es la unidad idónea para el buen manejo de los recursos naturales y del uso de la tierra. Se observó en varias instancias la implementación de leyes, infraestructura y operaciones para el manejo de una cuenca en particular, lo cual se muestra en los logros obtenidos por la TVA en Estados Unidos y la CVC en Colombia. Aquí se puede hablar de eventos piloto.

Después de la CVC, en Colombia se crearon varias corporaciones autónomas para el manejo de otras cuencas hidrográficas. Las acciones de estas corporaciones se enmarcan dentro de una política de descentralización regional, cuyo objetivo es lograr la mayor eficiencia de la inversión pública generada tanto a nivel central como regional, con fines de un uso óptimo de los recursos naturales, mediante la participación y planificación directa de las regiones. El éxito de las corporaciones se debe al establecimiento de mecanismos que garanticen una financiación permanente, normalmente por medio de impuestos sobre la hidroelectricidad generada en la cuenca. También, por ejemplo, en la Cuenca Superior del río Lebrija, se reciben impuestos sobre la erosión establecida.

La cuenca hidrográfica se puede considerar como un sistema horizontal que integra varios sistemas verticales, biofísicos y, a veces, socioeconómicos (para una definición de cuenca hidrográfica, ver los capítulos 4 y 8). Sobre todo en las cuencas bajas, con divisorios menos claros y muchas veces influenciados por el hombre, es mejor hablar de sistemas de agua como "unidades geográficamente delimitadas, coherentes y funcionales, de agua superficial, agua subterránea, suelos inundados, orillas e infraestructura de regulación, incluyendo los ecosistemas que ocurren en estas unidades, con todas sus características y procesos físicos, químicos y biológicos" (Ministerio de Transportes y Obras Hidráulicas 1985). Esta definición se aplica a las estrategias y planes oficiales de Holanda, país que se encuentra a la orilla del Mar del Norte, en el cual desembocan, a corta distancia, tres grandes ríos europeos: Rin, Mosa y Escalda.

El manejo de cuencas se puede definir como el monitoreo y la ordenación planificada, por parte del Estado, de la actividad que desarrolla el hombre en un área denominada cuenca hidrográfica, buscando un aprovechamiento óptimo y sostenible de los recursos naturales que resulte en su bienestar social y económico.

Con referencia al estímulo o la introducción del enfoque de manejo de cuencas en América Central y Panamá, considérense las actividades del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas, con sede en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Este proyecto, que ahora tiene su seguimiento en el Proyecto RENARM/Manejo de Cuencas (CATIE/AID.ROCAP), tenía como objetivo principal fortalecer la capacidad institucional para el mejor manejo de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas.

Mientras que este proyecto ejecutó diferentes actividades (cursos, asesorías y servicios), en cada país participante (principalmente Panamá, Costa Rica, Honduras y Guatemala) se crearon comités de alto nivel para apoyar la definición de un manejo adecuado de las cuencas. También se terminaron dos diagnósticos: uno general de todas las cuencas y otro específico de las cuencas piloto seleccionadas en cada uno de estos países, como base para futuros proyectos de desarrollo.

# CAPITULO 12

## Monitoreo



## Introducción

En el capítulo 10 se presentaron varias técnicas, básicamente visuales, como herramientas de los métodos de análisis del uso de la tierra, entre ellas las del USDA, la FAO y McHarg. Se mencionó el desarrollo de los sistemas modernos de información geográfica, con un manejo digital de los datos de campo. En efecto, una evaluación del uso de la tierra puede significar el primer paso para el establecimiento de un sistema de información geográfica.

Cuando se puede monitorear el desarrollo del uso de la tierra después de una evaluación, es posible mantener una base de información adecuada para la toma de decisiones y la optimización de este desarrollo. Así, se disminuye la necesidad de ejecutar proyectos costosos de planificación que muchas veces no satisfacen las expectativas propuestas.

En este capítulo se enfatiza el mantenimiento de una base de información adecuada que permita la toma de decisiones para el mejor uso de la tierra. Primero, se incluyen algunos apuntes sobre sistemas catastrales, los cuales no solo deben tomarse como base metodológica, sino también como base de información sobre la propiedad y uso de la tierra. Aunque los sistemas catastrales se han especializado en la situación urbana, la disponibilidad creciente de información hace cada vez más factible su extensión hacia el entorno rural.

Después, se señala la técnica de la percepción remota y la aplicación de las imágenes de satélite, por su facilidad en cuanto al monitoreo de la cobertura de la tierra en áreas relativamente grandes.

## Sistemas Catastrales

La actividad catastral ha evolucionado a lo largo del tiempo, según el tipo de estructura sociopolítica predominante y los intereses económicos prevalecientes<sup>35</sup>. Para indicar la importancia de los sistemas catastrales, el Grupo *Ad hoc* de las Naciones Unidas de Expertos del Estudio y Mapeo Catastral, en McLaughlin (1987:21), señala: "el recurso tierra es la base de casi toda actividad humana. Es claro, entonces, que los registros sistemáticos de la tierra y los derechos sobre la tierra son de suma importancia para la administración pública, para la planificación y el desarrollo de la tierra, y para las transacciones privadas de la tierra. Esta situación tiene más vigencia todavía en los países en desarrollo, en donde el gran crecimiento de la población ha causado una presión creciente sobre la tierra rural y, en donde, simultáneamente, la masiva migración de gente a la ciudad ha resultado en un crecimiento no controlado de los centros urbanos. Sin embargo, la necesidad de tener registros precisos de la tierra muchas veces quedó sin reconocerse por parte de los decisores gubernamentales y, por consiguiente, en muchos países los sistemas catastrales son altamente deficientes."

Bernstein (1985) del Banco Mundial, también en McLaughlin (1987:21), indica: "en la mayoría de los países en desarrollo, la deficiencia de la información sobre la tierra restringe en una forma severa las transacciones de la tierra, la consolidación de la tierra, el cobro de impuestos sobre los bienes raíces, y la planificación pública de todo tipo". Bernstein observó la tendencia a invertir en programas para clarificar los límites y la tenencia de la tierra, valorar la propiedad y, a veces, para establecer bases de datos multifinalitarios sobre la tierra, debido a la más alta presión sobre su desarrollo y la necesidad de incrementar las rentas públicas.

Dobner (1982) define un sistema catastral como un registro de los inmuebles que incluye tierras, mejoras y sus derechos establecidos metódicamente en toda una entidad. Señala que un catastro moderno representa el medio idóneo para fiscalizar, evaluar, planificar y administrar el uso de la tierra. El sistema catastral se mantiene dentro del contexto del manejo de los recursos naturales y del uso de la tierra.

---

35 Para el desarrollo histórico de los sistemas catastrales, ver el capítulo 2.

De acuerdo con el objetivo del sistema catastral, se pueden distinguir tres grandes categorías de sistemas catastrales: fiscal, jurídico y multifinanciarío<sup>36</sup>.

### **Sistema Catastral Fiscal**

La finalidad primaria de un sistema catastral fiscal es la imposición de una contribución sobre los bienes raíces. La importancia relativa de este tipo de impuestos ha bajado significativamente con la diferenciación de la economía y la introducción de otros impuestos, como los salariales, de ventas y otros. Sin embargo, en muchos países se siguen cobrando los impuestos sobre los bienes raíces de una forma u otra. Además, la información del catastro fiscal sirve para determinar otros impuestos, como los que se dan sobre la riqueza personal.

Los impuestos que se pueden cobrar sobre la tierra y sobre mejoras a esta por lo general se basan en el valor capital (*ad valorem*) de estas, y pueden ser cobrados al dueño, al ocupante o a ambos. Por tal razón, el registro se puede establecer por personas (sistema *in persona*) o por un inmueble gravable (sistema *in rem*), con un número de cuenta o un identificador geográfico para cada propiedad.

Originalmente, el impuesto se calculaba sobre el valor productivo de la tierra. En tierras agrícolas esto significaba el registro del valor de las cosechas, en forma directa o indirecta. Se cobraron impuestos sobre la tierra en sí misma en un tiempo u otro en, por ejemplo, Australia, Nueva Zelanda, Dinamarca, África del Sur y del Este, Jamaica, Barbados, Hawaii y partes de Canadá. Estos impuestos se introdujeron en Nueva Zelanda en 1878 con el propósito de disminuir el latifundismo (McLaughlin 1987).

Actualmente, en muchos países se cobran los impuestos sobre la tierra y mejoras a ella. De acuerdo con McLaughlin, se distinguen tres enfoques de valuación: el costo de su reemplazo, su valor de mercado y el valor neto actual de su producción futura.

---

36 La Dirección Ejecutiva del Catastro en Honduras distingue tres principios: el fiscal, el jurídico y el físico. El último se refiere a la calidad de un predio, o sea, a su ubicación, pendiente, suelo, clima y tipo de uso. En Honduras, estos tres principios se involucran en un sistema catastral de usos múltiples.

En el primer enfoque se comienza por estimar el valor de la tierra en sí misma; después se suma este valor al costo de efectuar nuevamente las mejoras existentes en ella, menos el valor de la depreciación de las mejoras existentes. Este enfoque es particularmente útil en la valuación de construcciones nuevas o propiedades especializadas y únicas.

En el enfoque basado en el valor de mercado de tierra y mejoras, se realiza una comparación con las propiedades similares y recién vendidas. Este enfoque se aplica con frecuencia a propiedades residenciales unifamiliares.

En el último enfoque, se busca estimar el valor actual de los ingresos esperados de la propiedad en el futuro. Esta posibilidad se utiliza con propiedades que generan ingresos, como tiendas o apartamentos (McLaughlin 1987).

La valuación de propiedades agrícolas viene en la primera categoría y el valor de la tierra en este caso se determina por la productividad del suelo, la cual depende principalmente de factores biofísicos. Además, se pueden tomar en cuenta otros factores con efecto positivo sobre el rendimiento de la actividad: ubicación, por ejemplo.

Las actividades del agricultor para hacer más sostenible su uso de la tierra, por supuesto, tienden a aumentar el valor esta, sobre todo a mediano y largo plazo. Igual que los impuestos, estas actividades dirigidas a la conservación del medio ambiente se deben entender como una contribución a la sociedad. Por lo tanto, sería ilógico frenar esta contribución, aunque a veces aumente el valor de la tierra con impuestos adicionales.

### ***Sistema Catastral Jurídico***

La tierra como patrimonio principal creó la necesidad de proteger y asegurar su tenencia, propiedad y traslado. Este control se lleva a cabo mediante contratos privados o por parte del Estado, quien registra las documentos jurídicos y otorga, en unos casos, seguridad parcial o imperfecta (sistema de registro de escrituras, *deeds*, también llamado negativo) y, en otros casos, seguridad completa (sistema registral de títulos de propiedad, *titles*, también llamado positivo).

En el sistema registral negativo, el más común en América Latina, hay dos operaciones principales:

- Convenios, contratos o escrituras privadas que se realizan normalmente con la intervención de un juez de paz y que no se inscriben en el registro público de la propiedad.
- Actos jurídicos que se inscriben y que pretenden afectar un derecho sobre un bien inmueble.

El sistema registral positivo establece el título de propiedad y los derechos derivados de este título que están garantizados por lo inscripción ante el Gobierno. La inscripción en el registro es prueba legal de los derechos de un inmueble y mueble y la administración pública asegura su validez y legalidad.

El sistema registral positivo Torrens originalmente se estableció sin la identificación topográfica de la propiedad raíz y sus linderos. El sistema registral positivo germano se basa en un levantamiento catastral jurídico. Ambos sistemas operan paralelamente y utilizan una misma clave geográfica para identificar una propiedad raíz. Sin embargo, mientras que un sistema registral como el Torrens garantiza el derecho de propiedad, el sistema catastral jurídico como el germano garantiza la validez del levantamiento, o sea, la localización de los linderos y extensión de la propiedad.

### ***Sistema Catastral Multifinalitario***

Un sistema catastral es multifinalitario cuando la información reunida permite la solución de diferentes problemas, es decir, cuando el sistema maneja eficientemente diferentes encuestas fijas y periódicas para diversos fines (por ejemplo, impuestos). Estas encuestas abarcan la determinación precisa de problemas urbanos, económicos, ambientales, sociales, legales y fiscales en áreas específicas, con el fin de llegar a decisiones adecuadas de planeamiento, inversión, implementación, operación y administración.

Un sistema catastral multifinalitario, según Dobner (1982), es la meta óptima de cualquier catastro: operar como un centro de levantamiento y censos. Por tal razón, este sistema se ofrece como centro de recopilación de toda información relacionada con la propiedad raíz, generada en cualquier dependencia, o bien, levantada para ello. Una integración conceptual y técnica de esta índole repercutirá favorablemente

sobre el servicio a la sociedad que representa, en última instancia, el catastro.

Puede generarse alguna resistencia en la recopilación de toda información. No siempre se puede anticipar quién usará la información y de qué forma. Además, existe el peligro de que la información generalizada sobre una realidad y justificada por la técnica de la estadística gane más significado que la realidad específica en sí y que el hombre que vive en ella. Si esto es cierto, los problemas no se pueden solucionar sin información sobre ellos.

En una comunidad urbana de cierto tamaño, un número considerable de organismos requiere una gran cantidad de información para dedicarse a la planificación, implementación operación y administración de obras públicas o hidráulicas, como sistemas de tránsito, correo o teléfono, servicios médicos, administración de escuelas y mercados, servicios de limpieza, transporte, vigilancia de contaminación ambiental y otros.

Un organismo encargado de la planificación urbana requiere información general acerca de:

- Uso de la tierra, topografía, hidrografía, geología.
- Densidad, condición y evaluación de las edificaciones existentes.
- Capacidad, tipo y servicios del sistema vial.
- Localización de las actividades de la población (centros comerciales, oficinas, industrias, escuelas, gobierno, hospitales, teatros, parques).
- Crecimiento demográfico.

Asimismo, demanda información detallada acerca de:

- Uso del terreno urbano (para comercio, industrias, residencias, edificios públicos, superficies, depósitos de basura sólida, minas).
- Vivienda (con una descripción detallada de los elementos de calidad, valor, edad y estado de conservación).
- Industria (localización, tamaño, producción, contaminación).
- Población (migración, origen, edades, demanda de vivienda, salud, educación, ingreso, empleos, actividades, ocupación).

Por otra parte, según Dobner, la situación actual de la tierra rural (rústica) se caracteriza por diversos problemas que encuentran su expresión más marcada en dos aspectos centrales: tenencia de la tierra y productividad. "Para poder lograr seguridad jurídica, garantías para inversiones, regularización de la tierra, así como para poder promover planes de desarrollo en el ámbito social y económico, es preciso contar con la información gráfica y digital básica de la tierra rústica" (Dobner 1982:138). Aquí se evidencia la falta de especificación.

Además, no solo se debe tomar en cuenta la tenencia y la productividad de la tierra rural, como sugiere Dobner. La productividad debe significar por lo menos una productividad sostenible a largo plazo y no solo puede referirse a producción en su sentido estricto, sino que debe incluir al ambiente natural como base de toda acción (es mejor hablar de aprovechamiento, en vez de producción).

- Sistema Torrens

La presentación de este sistema se justifica porque las bases de su desarrollo se asimilan con la realidad que prevalece en América Latina. Sin embargo, sus características sugieren las pautas para un sistema catastral más seguro e indicativo, es decir, para un sistema positivo.

En 1817 se estableció en Australia un registro inmobiliario voluntario en el que se comenzaron a inscribir los terrenos, sin investigación previa. En el caso de una compra-venta, se prefería un terreno registrado, pero el sistema no otorgaba ninguna seguridad.

El vendedor debía comprobar su derecho de vender la propiedad, mostrando una serie de escrituras que tenían la antigüedad suficiente para que quedara eliminada cualquier duda. El comprador investigaba estas escrituras para comprobar su antigüedad hasta llegar al asiento original. Aun así, existían frecuentemente los siguientes riesgos:

- Otra persona podía tener una escritura que amparara el mismo terreno.
- Podía existir un gravamen que el vendedor ocultara.
- Podía encontrarse un documento ilegal entre las escrituras.

Cada comprador sucesivo tenía que efectuar la misma investigación larga y compleja, ya que no podía confiar en el aserto del comprador anterior.

A mediados del siglo XVIII, en los diferentes estados de Australia, la propiedad inmueble se encontraba en muy malas condiciones. El 27 de enero de 1858, en Australia Meridional se implantó una reforma legal propuesta por Torrens y conocida como la Ley de Torrens (*Torrens Act*). Los objetivos principales del sistema registral de Torrens eran:

- Crear títulos de propiedad independientes.
- Eliminar costosas y difíciles investigaciones retrospectivas sobre la historia y validez de las escrituras del vendedor.

La Ley de Torrens tenía cuatro puntos esenciales en relación con lo siguiente:

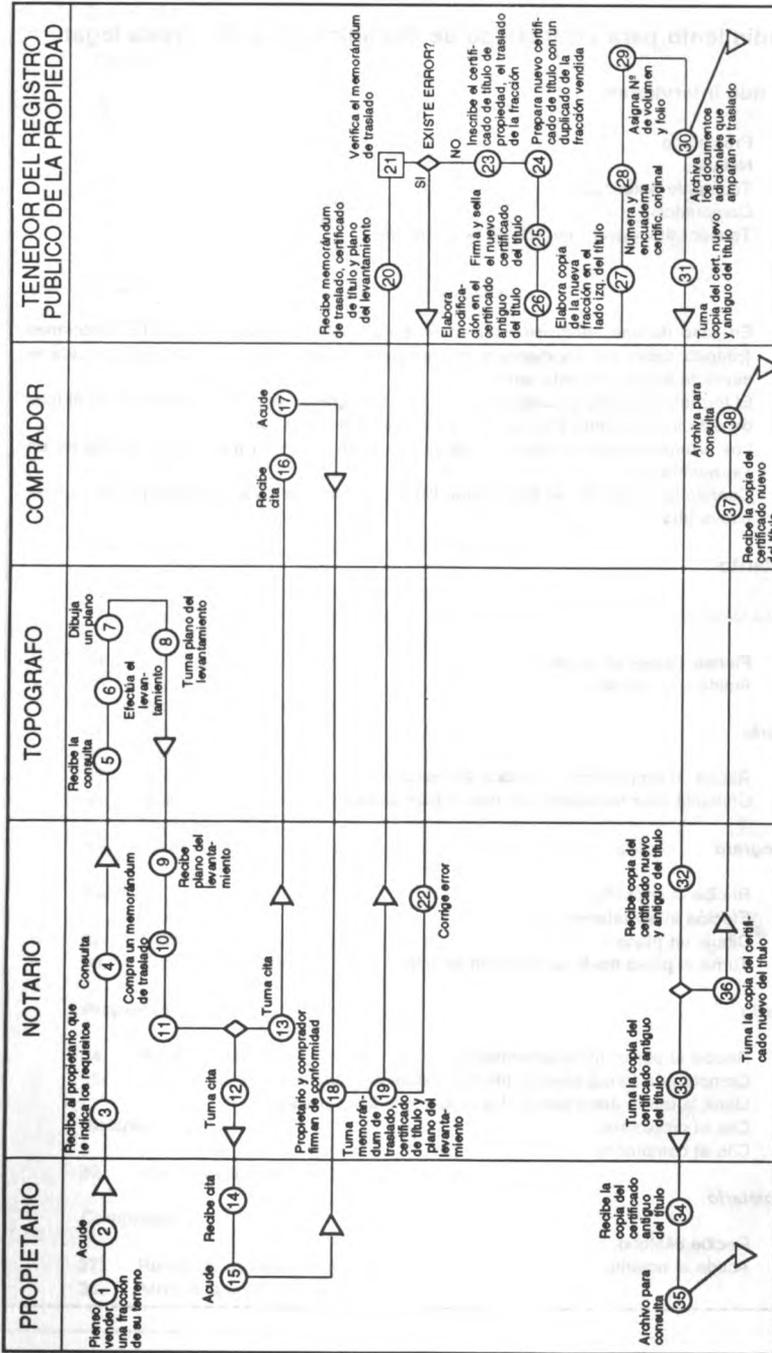
- Terreno.
- Naturaleza de los derechos o intereses legítimos sobre el terreno.
- Personas con derechos o intereses legítimos sobre el terreno.
- Inscripción en el registro, en un plazo fijo.

Para inscribir un terreno bajo el nuevo sistema, el solicitante debía obtener todas las escrituras (en el registro antiguo) para que las investigara el tenedor del registro, quien después de este estudio podía expedir un duplicado del certificado de título con:

- Nombre del dueño (ahora llamado propietario).
- Descripción del terreno.
- Plano del terreno.
- Asiento de cualquier hipoteca, arrendamiento u otros gravámenes.

El original de este certificado se encuadernaba y se le asignaba un número de folio, lo que constituía la fuente de irrevocabilidad. El duplicado del título se le entregaba al propietario registrado.

Mientras que Torrens consideraba que la garantía del título debería abarcar también los linderos y la superficie de un predio, el estado de los levantamientos fue tal que más tarde se optó por excluir los linderos señalados en los planes de la garantía otorgada con el título. Una vez efectuado un levantamiento confiable, se inscribían las medidas correctas y se cancelaba la limitación referida a la descripción del predio, en cuanto a la garantía de los linderos y de la superficie.



**Fig. 32. Funcionamiento actual del Sistema Torrens.**  
Fuente: Dobner 1982.

## Procedimiento para un traslado de dominio con o sin ayuda legal

### Personas que intervienen

1. Propietario.
2. Notario.
3. Topógrafo autorizado.
4. Comprador.
5. Tenedor del registro público de la propiedad.

### Normas

1. En caso de una subdivisión de un terreno, una vez vendidas todas las fracciones (cuando todas las fracciones están amparadas por nuevos títulos), se cancela la escritura original de este terreno.
2. El terreno se sujeta a cualquier hipoteca u otro gravamen que se haya escrito al folio de este terreno, pero libre de cualquier interés no registrado.
3. Los arrendamientos o hipotecas se registran de la misma manera por medio de un memorándum.
4. Cuando las hojas de un título están llenas, se cancela este y se reemplazan con un nuevo título.

### Procedimiento

#### *Propietario*

1. Piensa vender un terreno.
2. Acude a un notario.

#### *Notario*

3. Recibe al propietario y le indica los requisitos.
4. Consulta a un topógrafo autorizado (con cédula).

#### *Topógrafo*

5. Recibe la consulta.
6. Efectúa el levantamiento.
7. Dibuja un plano.
8. Turna el plano del levantamiento al notario.

#### *Notario*

9. Recibe el plano del levantamiento.
10. Compra una forma sencilla (memorándum de traslado).
11. Llena la forma describiendo los detalles de la operación.
12. Cita al propietario.
13. Cita al comprador.

#### *Propietario*

14. Recibe citatorio.
15. Acude al notario.

**Procedimiento (Cont.).****Comprador**

16. Recibe citatorio.
17. Acude al notario.

**Notario**

18. Propietario y comprador firman de conformidad el memorándum de traslado.
19. Turna al registro público de la propiedad lo siguiente:
  - a) Memorándum de traslado; b) Certificado de título; c) Plano con levantamiento.

**Tenedor del Registro Público de la propiedad**

20. Recibe del notario lo siguiente:
  - a) Memorándum de traslado; b) Certificado de título; c) Plano con levantamiento.
21. Verifica que esté correcto el memorándum de traslado. Si no, lo regresa al notario.

**Notario**

22. Corrige el error.

**Tenedor del Registro Público de la Propiedad**

23. Inscribe el traslado de la fracción en el certificado de título de la propiedad. Esta fracción se deduce comparando el plano anexo al certificado del título del vendedor con el plano del topógrafo autorizado.
24. Prepara un nuevo certificado de título con un duplicado de la fracción vendida.
25. Firma y sella el nuevo certificado del título.
26. Elabora la modificación en el certificado antiguo.
27. Elabora una copia de la nueva fracción en el lado izquierdo del título.
28. Numera y encuaderna el certificado original.
29. Asigna número de volúmenes y folio.
30. Archiva los documentos adicionales que amparan el traslado en un folder por separado, de acuerdo con el número de volúmenes y folio al que corresponda.
31. Turna al notario copia del certificado nuevo y antiguo del título.

**Notario**

32. Recibe una copia del certificado nuevo y antiguo del título.
33. Turna al propietario la copia del certificado antiguo del título.

**Propietario**

34. Recibe la copia del certificado antiguo del título.
35. Archiva para consulta constante la copia del certificado antiguo del título.

**Notario**

36. Tuma la copia del certificado nuevo al comprador.

**Comprador**

37. Recibe la copia del certificado nuevo del título para consulta.
38. Archiva la copia del certificado nuevo del título.

### ***Información Requerida***

La cartografía desempeña un papel muy importante, principalmente en sistemas de catastro jurídico. La información que se necesita depende mucho del objetivo del catastro. Se pueden distinguir las siguientes categorías de información en una forma catastral:

- Identificación de la forma.
- Datos del lote (clave catastral, ubicación y coordenadas, registro público de la propiedad, concesiones, calidades biofísicas, entre otros).
- Datos del ocupante (nombre o razón social).
- Datos del propietario (nombre, domicilio).

Los sistemas gráficos computadorizados interactivos permiten agilizar y uniformar las operaciones cartográficas mediante lo siguiente:

- Elaboración de planos directamente de los libros de campo (con los datos recopilados).
- Registro automatizado de modelos estereofotográficos.
- Integración de los datos cartográficos en bases de datos.
- Presentación gráfica de los datos en una pantalla electrónica.
- Simplificación en el diseño y el trazo de proyectos (contribuciones).
- Dibujo automático.

### **Percepción Remota**

En su sentido general, la percepción remota o teledetección se refiere a las actividades en que la información se graba a cierta distancia de su fuente. En sentido más práctico, se refiere generalmente a la fotografía aérea y/o a la generación de imágenes de satélite. Así pues, se relaciona con la observación del planeta o de sus partes.

Sin embargo, este punto de vista es muy diferente del normal, ya que el diario conocimiento del uso del espacio se basa principalmente en la experiencia, en lugar de la observación. Se sabe, por ejemplo, que la población de árboles no es muy densa porque se ha entrado en el bosque y se ha caminado por él. Por analogía, un campo puede verse verde desde el lado, pero debido a la poca población de plantas (por ejemplo, por erosión laminar) desde arriba puede verse amarillo o rojo. Se puede percibir mucha información acerca del uso de la superficie terrestre desde un avión o un satélite.

### **Aspectos Físicos de la Percepción Remota**

La física de la percepción remota describe la interacción entre las ondas electromagnéticas y la materia. La radiación electromagnética propaga energía a través del espacio abierto a la velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  m/s). Esta forma dinámica de energía se manifiesta solo mediante su interacción con la materia. En efecto, la energía colectada por el sensor se caracteriza por el espectro de la fuente generadora (por ejemplo, el sol), la atmósfera a través de la cual se propaga (2x) y la superficie reflejadora. El término "fotón" usa para indicar el aspecto de cantidad de energía y el término "onda" se refiere al efecto promedio de la radiación.

La naturaleza de la detección es contar fotones, es decir, medir el impacto de pequeños paquetes de energía. En relación con la película fotográfica, los materiales de la superficie (*coatings*) almacenan la carga de las moléculas que estaban expuestas a la radiación. En el desarrollo consecuente, se mantiene la diferencia con respecto a las cargas en la imagen latente y así resulta la fotografía final; todo es un proceso análogo. Las características de las fotos resultantes son:

- Baja exactitud radiométrica (de color).
- Alta resolución espacial.
- Alta densidad (sensibilidad para la radiación).

Por estas características, el material fotográfico es el mejor medio para la interpretación visual o el reconocimiento de patrones en el campo, pero tiene limitaciones para las clasificaciones espectrales, en comparación con las imágenes de satélite.

En los satélites se aplican sensores *solid state*, con los cuales se puede medir en forma continua la llegada de fotones desde el objeto reflejador. Hay una traducción de los datos análogos a los digitales y estos últimos se transmiten a estaciones terrestres (Figura 33).

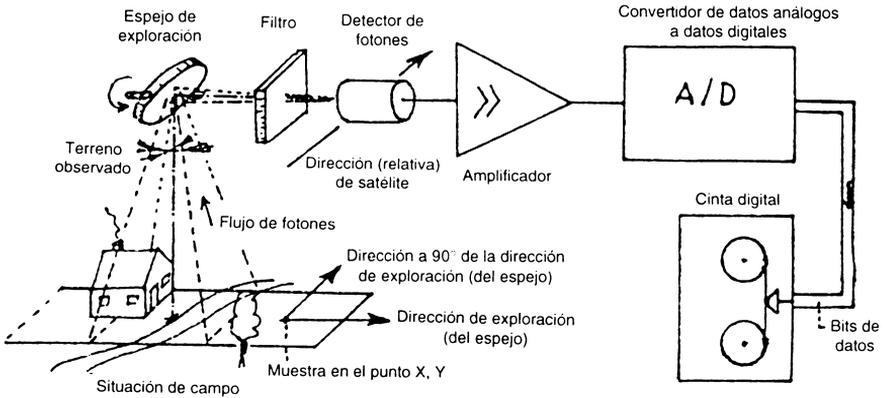


Fig. 33. Modelo del funcionamiento de un sensor de satélite.

Fuente: Mulder 1984 b.

Con el desarrollo de la nueva tecnología, se han aplicado varios tipos de sensores. Es importante saber que cada satélite tiene un número de sensores especializados en una parte —banda o canal— del espectro electromagnético. En general, se puede decir que los datos procesados y transmitidos de los satélites son de mayor exactitud radiométrica, en comparación con las fotos mencionadas anteriormente. Sin embargo, la resolución espacial es mucho menor en el caso de las imágenes. Una discusión detallada de este tema requiere ir más allá del objetivo de este capítulo.

El Landsat MSS (*Multi Spectral Scanner*) tiene una resolución de 57 x 79 m; esto significa que integra la reflexión de un área de 57 x 79 m en un valor representativo. Este valor puede ser representado en una imagen con un color específico. Hay que observar cada elemento de la imagen (píxel) como representante de un área de 57 x 79 m. Es obvio que cada píxel representa la reflexión de toda la superficie y, entonces, de una mezcla de reflexiones (de varios cultivos, un sendero, un lago pequeño, un techo u otros).

Con el Landsat TM (*Thematic Mapper Scanner*), un píxel representa un área de 30 x 30 m. El scanner francés SPOT (*Système Probatoire d'Observation de la Terre*) logra una resolución de 20 x 20 m (multiespectral: bandas específicas) y 10 x 10 m (pancromático: las bandas en combinación). Ya esta resolución aproxima la resolución de fotos, pero tomadas desde la misma altura ( $\pm 750$  km).

Los satélites militares tienen resoluciones de algunos centímetros y, por último, el ojo humano tiene una resolución espacial de más o menos 0.1 mm a distancia de 25 cm. Esto significa que, con un tamaño de píxel de 10 x 10 m, se observa una imagen total como una fotografía de alta resolución, cuando se reproduce la imagen a escala 1:100 000.

Con referencia al diagrama del espectro electromagnético en la Figura 34, las bandas electroespectrales más comunes son las siguientes: a) la de 0.5  $\mu\text{m}$  - 0.6  $\mu\text{m}$ ; b) la de 0.6  $\mu\text{m}$  - 0.7  $\mu\text{m}$ ; y c) la de 0.8  $\mu\text{m}$  - 1.1  $\mu\text{m}$ . Estas bandas corresponden a las 4, 5 y 7 en Landsat MSS; a las 2, 3 y 4 en Landsat TM; y a las 1, 2 y 3 en SPOT. Las bandas de 0.5  $\mu\text{m}$  - 0.6  $\mu\text{m}$  y de 0.6  $\mu\text{m}$  - 0.7  $\mu\text{m}$  se encuentran en la parte visible del espectro; la banda de 0.8  $\mu\text{m}$  - 1.1  $\mu\text{m}$  en la parte infrarroja.

El radar en los satélites Seasat aplica las ondas de 0.6 cm - 1.0 m, pero hay mucha interferencia (*noise*) con el proceso radar, ya que se mide la reflexión de microondas anteriormente emitidas. La aplicación de técnicas de percepción múltiple reduce las interferencias. Los datos de "4 percepción" de Seasat tienen una resolución de 25 m x 25 m.

A continuación se presentan algunas razones para la diferenciación en bandas específicas:

- En general, los datos generados con esta tecnología indican mucho sobre la naturaleza de las superficies reflejantes.
- Por ejemplo, la sanidad de las plantas tiene su expresión en la reflexión electromagnética. En la banda infrarroja (IR), las plantas sanas tienen una reflexión más alta de la energía solar que las plantas no sanas. Aunque no se pueden ver las ondas infrarrojas, esta reflexión se representa normalmente con el color rojo en las fotografías. Así, las plantas sanas aparecen en rojo y las plantas no sanas en azul o verde. Esto se relaciona con la turgencia o tensión de las celdas vegetales. Las plantas menos sanas tienden a tener una turgencia más baja.

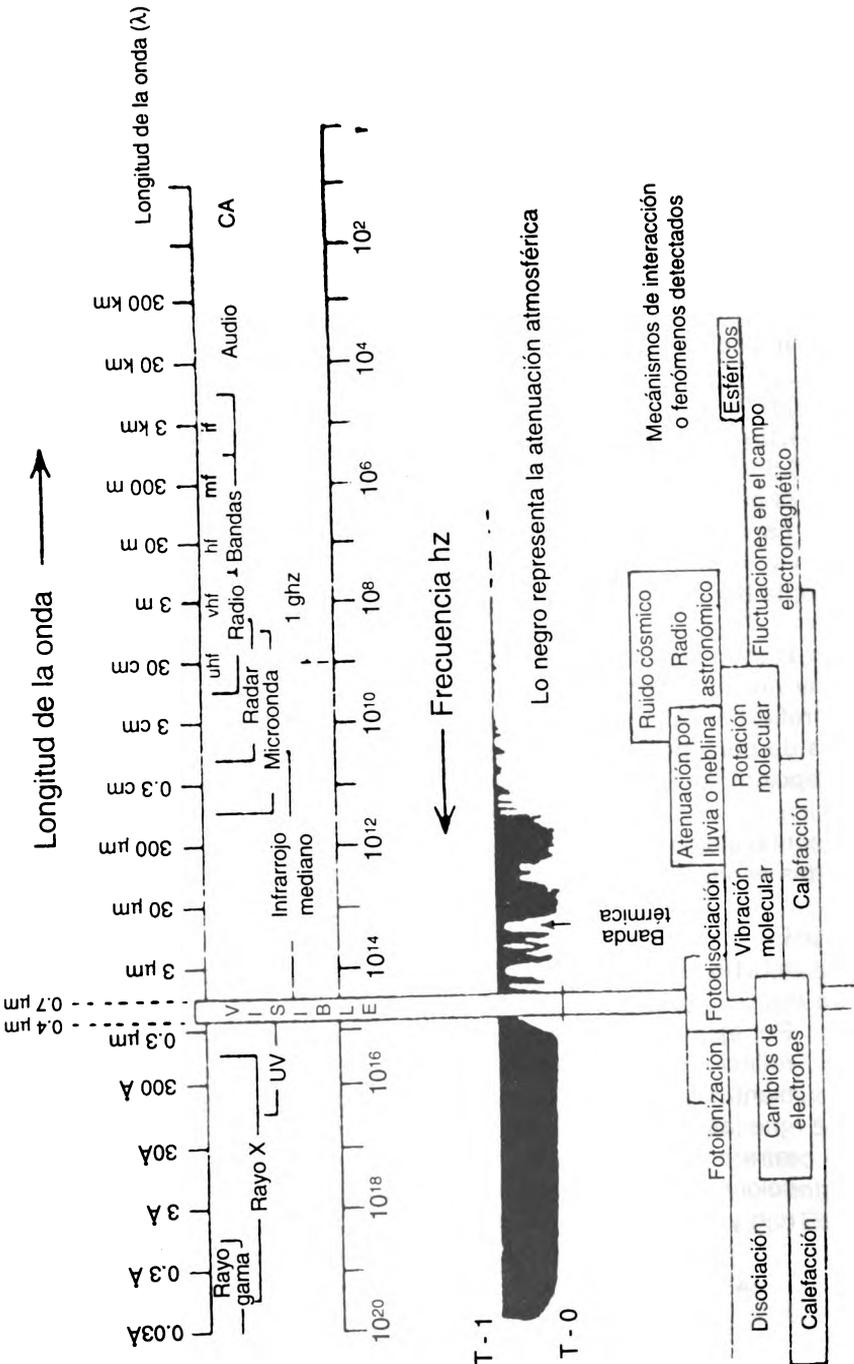
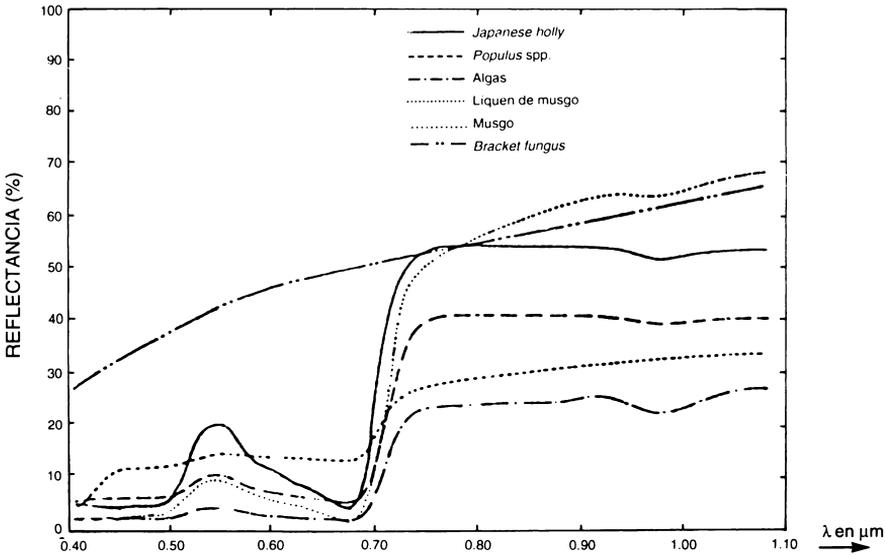


FIG. 34 Espectro electromagnético

Fuente: Suits 1975.

Las plantas tienen una reflexión más alta en la parte IR del espectro que en la luz visible (generalmente parecen oscuras). Por esta razón, por la sustracción de los valores de la reflexión en la banda 0.6  $\mu\text{m}$  - 0.7  $\mu\text{m}$  de los valores de la reflexión en la banda 0.8  $\mu\text{m}$  - 1.1  $\mu\text{m}$ , se puede tener una idea de la biomasa en una región. La Figura 35 muestra información sobre reflexión típica de varias vegetaciones específicas.



**Fig. 35** Reflejo espectral de seis especies de plantas.

**Fuente:** Adaptado de Mulder 1984 b.

La radiación en la banda IR puede atravesar las brumas porque la interferencia atmosférica es menor con radiación menos energética, mientras que las bandas aprovechadas por los sistemas radar pueden atravesar nubes.

Se indicó que una ventaja de la representación digital de la reflexión es que facilita la comparación. Por esta razón, es fácil efectuar clasificaciones de reflexión y representar cada una de ellas con un color distinto. En la práctica, se selecciona un grupo de píxeles, del cual se sabe lo que representa. Luego, por medio de un orden específico, se da un color a este grupo y a los otros píxeles de la imagen con el mismo valor de reflexión. De esta manera se pueden distinguir superficies de agua, áreas construidas y usos agrícolas de la tierra.

Con una resolución básica más alta se pueden lograr clasificaciones más exactas. Con una resolución de 10 m x 10 m, hay más certeza de que el píxel resultante se refiera a un solo objeto (un uso de la tierra, por ejemplo) que con una resolución de 57 m x 79 m. Sin embargo, en la práctica seguirá siendo difícil diferenciar entre un campo de arroz joven bajo riego y una superficie de agua pura, por ejemplo, y distinguir sistemas agroforestales en un bosque del trópico húmedo.

El problema es que no solo pueden existir diferentes objetos con una reflexión parecida en una banda, sino también que la reflexión puede variar con el ángulo de insolación, por ejemplo, por la variación en las características atmosféricas, con un cambio de la posición del objeto o cuando se trata de un objeto vegetal, por su desarrollo.

Un aspecto interesante es la representación de factores normalmente fuera de la percepción visual. La codificación de colores es un tema de mucha discusión.

En comparación con el uso de aviones, una gran ventaja de los satélites es su resolución temporal. Un levantamiento aereofotográfico es relativamente caro y solamente se ejecuta si fue ordenado ex profeso. Los satélites tienen una resolución temporal de 18 días en el caso de Landsat, y de 26 días en el caso de *SPOT*, con posibilidades para una cobertura más frecuente por manipulación de un espejo (tal vez, cada nueve días). Por esta facilidad del *SPOT*, también se pueden producir imágenes estereoscópicas. Esta frecuencia de observación brinda mucha posibilidad para un monitoreo del uso de la tierra. También, en áreas nubladas, hay más posibilidad de encontrar una situación sin nubes. Se puede hacer un mosaico multitemporal para obtener una cobertura total de un área bajo estudio.

## Sistemas de Información Geográfica

La información espacial de las imágenes de satélite se puede incorporar como uno o varios estratos en un sistema de información geográfica (SIG), como se discutió en el capítulo 10. Un SIG consiste en dos unidades: el componente operativo o funcional y la base de datos (Cebrian *et al.* 1986).

## **Base de Datos Geográficos**

La base de datos debe tener una estructura lógica. Se distinguen datos primarios, que se han medido, y datos secundarios, que se han derivado con cierta probabilidad de que esta derivación sea realista. También se hallan datos geométricos y datos no geométricos (Valenzuela, en Meijerink *et al.* 1988). En los datos geométricos se distinguen: datos puntuales, lineales y superficiales, y volúmenes.

El dato puntual, sin dimensión, hipotéticamente se refiere a un fenómeno que ocurre en una localización discreta del espacio geográfico bidimensional, cuya extensión es insignificante en vista de la escala aplicada. En cambio, las entidades espaciales tratadas como puntos en bases de datos de baja resolución requieren, un tratamiento de entidades superficiales en bases de datos más detalladas. Los datos lineales corresponden a entidades representadas habitualmente por líneas en los mapas, como las vías de comunicación o los cursos fluviales.

Los datos superficiales frecuentemente constituyen la información más relevante en un sistema de información geográfica. Primero, se refieren a entidades que tienen una dimensión superficial, como la propiedad y el uso de la tierra. También se pueden referir a una extensión superficial, en donde el valor o el valor promedio de unas características o atributos, por ejemplo del suelo, son probablemente constantes.

Muchas veces los volúmenes se refieren a la topografía de un terreno. Originalmente se representaron con modelos digitales; recientemente se simulan en el plano bidimensional (Cabrian *et al.* 1986).

Los datos geométricos se estructuran de dos formas. La forma históricamente más común enfatiza las fronteras de áreas topológicamente uniformes, o sea, los cambios relativos observados en el terreno. Las características de las áreas uniformes se describen en forma implícita. Para la definición de las fronteras se habla de nodos, cadenas y polígonos; por ejemplo, la cadena frontera no. 1 se extiende entre el nodo no. 18 y el no. 25, y tiene el polígono no. 2 a su derecha y el polígono no. 6 a su izquierda. Dentro de un esquema con coordenadas ortogonales, se caracterizan las fronteras en forma vectorial.

La otra forma enfatiza la caracterización de las áreas. Un cambio de carácter indica, implícitamente, una frontera. Para este segundo enfoque, el espacio geográfico se divide en celdas o teselas de forma regular —cuadrada o rectangular— irrespectivamente del fenómeno que se representa. La segunda forma gana cierta popularidad y es una consecuencia lógica cuando se describe digitalmente la distribución de los valores de la característica de la zona (cada celda tiene su ubicación descrita en términos de las coordenadas del *raster*, o sea, del conjunto de celdas sobrepuesto en el mapa o la imagen). La primera corresponde mejor a la realidad del muestreo de campo y sigue siendo útil para la reproducción y la comunicación de la información. Por lo general, un SIG debe ser capaz de representar los datos de una u otra forma (internamente los maneja por medio de dígitos o teselas).

Los datos no geométricos, que se refieren a las unidades geográficas y no a la ubicación de estas unidades, pueden ser controlados por cualquier sistema estándar de gestión de bases de datos alfanuméricos. En los últimos treinta años, esta tecnología ha pasado desde los primeros sistemas de gestión de ficheros secuenciales, hasta los actuales sistemas relacionales.

Una consideración importante en una base de datos es que se incluyen solamente los datos esenciales y se trata de restringir los datos repetitivos. En una base de datos con estructura celular, varias celdas pueden tener el mismo valor, usando mucho espacio de la memoria o capacidad disponible, sin realmente añadir información adicional. En este caso, por ejemplo, se divide toda la matriz cuadrada en cuadrantes y subcuadrantes, hasta llegar a la celda original. Cada nivel de detalle tiene un indicador diferente. Entonces, cuando las cuatro celdas originales —que constituyen una celda del siguiente nivel menos detallado— tienen el mismo valor, este se señala con el indicador del siguiente nivel de detalle, en vez de cuatro veces el mismo valor al nivel más detallado. Otro ejemplo de la jerarquía de datos se presentó en la descripción de los tipos de uso en el capítulo 8.

Los datos se pueden agrupar según temas específicos. Por ejemplo, en el sistema ILWIS<sup>37</sup> para el manejo de un base de datos relacional "oracle", se distinguen cinco módulos temáticos (Meijerink *et al.* 1988):

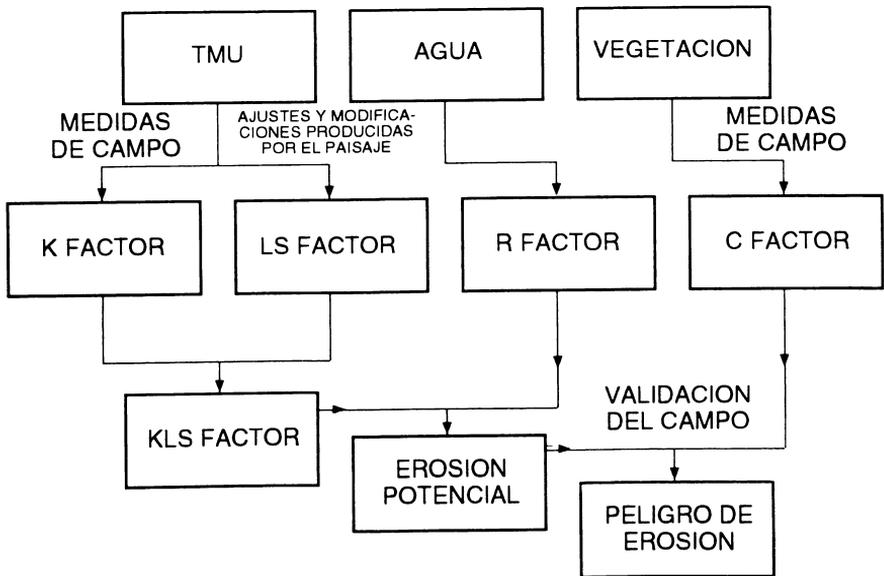
- Módulo base, con datos sobre límites administrativos, infraestructura vial, asentamientos, subcuencas y datos similares.
  - Módulo geográfico y pedológico, con datos que facilitan la aplicación del sistema ITC de mapeo geomorfológico, tomando en cuenta el enfoque fisiográfico y morfométrico.
  - Módulo de cobertura y uso de la tierra, con datos que facilitan una clasificación de cobertura —según naturaleza, densidad y altura— y del uso de la tierra.
  - Módulo hidrológico, con datos que facilitan la aplicación de modelos hidrológicos, el cálculo del balance hídrico, modelos agroclimatológicos para la predicción de cosechas, de la tasa de erosión y otros.
  - Módulo socioeconómico, con datos sobre las características socioeconómicas del área.
- Extracción de Datos

Como lo definen Cebrian *et al.* (1986), la extracción de datos es el proceso de selección de un subconjunto de la documentación contenida en una base de datos, cuyos elementos son capaces de satisfacer por sí mismos o combinados una demanda concreta de información. Se definen cuatro modos fundamentales de extracción de datos por medio de:

---

37 El ITC en Holanda desarrolló el *Integrated Land and Watershed Information System* (ILWIS) —Sistema Integrado de Información para el Manejo de Tierras y Cuencas Hidrográficas— sobre la base de experiencias de campo obtenidas en Indonesia. Este sistema combina los procedimientos que normalmente se encuentran en un SIG, con una alta capacidad para el procesamiento de las imágenes de satélite y una base de datos relacional. Este sistema está diseñado para el uso en microcomputadores, lo que facilita su aplicación en forma descentralizada, posiblemente como componente de una red nacional.

- Especificaciones geométricas: dado un dominio espacial, definido por las coordenadas de uno o varios puntos, se extraen todas las entidades espaciales contenidas total o parcialmente en este, o sea, su posición geodésica, su nombre propio y todos o algunos de sus atributos.
- Condición geométrica: dado un dominio espacial y una condición geométrica, por ejemplo, en un radio de  $r$  metros del dominio, se extraen todas las entidades espaciales que satisfacen la condición.
- Especificación simbólica: dado un nombre propio, se extrae la entidad espacial señalada, su posición geodésica y todos o algunos de sus atributos temáticos.
- Condición simbólica o lógica: dada una cadena de caracteres alfanuméricos (condición simbólica) o una expresión booleana (condición lógica), se extraen todas las entidades espaciales, cuyo nombre propio contiene la cadena alfanumérica señalada o cuyos atributos satisfacen positivamente la condición lógica apuntada.



**Fig. 36. Representación esquemática del módulo de erosión.**

**Fuente:** Meijerink *et al.* 1988.

- **Manipulación de Datos**

En la descripción de los cinco módulos del ILWIS, ya es aparente que la finalidad de este sistema no solo es describir la la relación entre la empresa humana y su ambiente biofísico, sino también facilitar una simulación dinámica de esta realidad. Para esto se incorporó una serie de modelos o módulos de simulación, los cuales pueden interactuar con la base de datos y estimar las consecuencias positivas y negativas de la acción del hombre en el ambiente, en términos de la producción y del deterioro adicional.

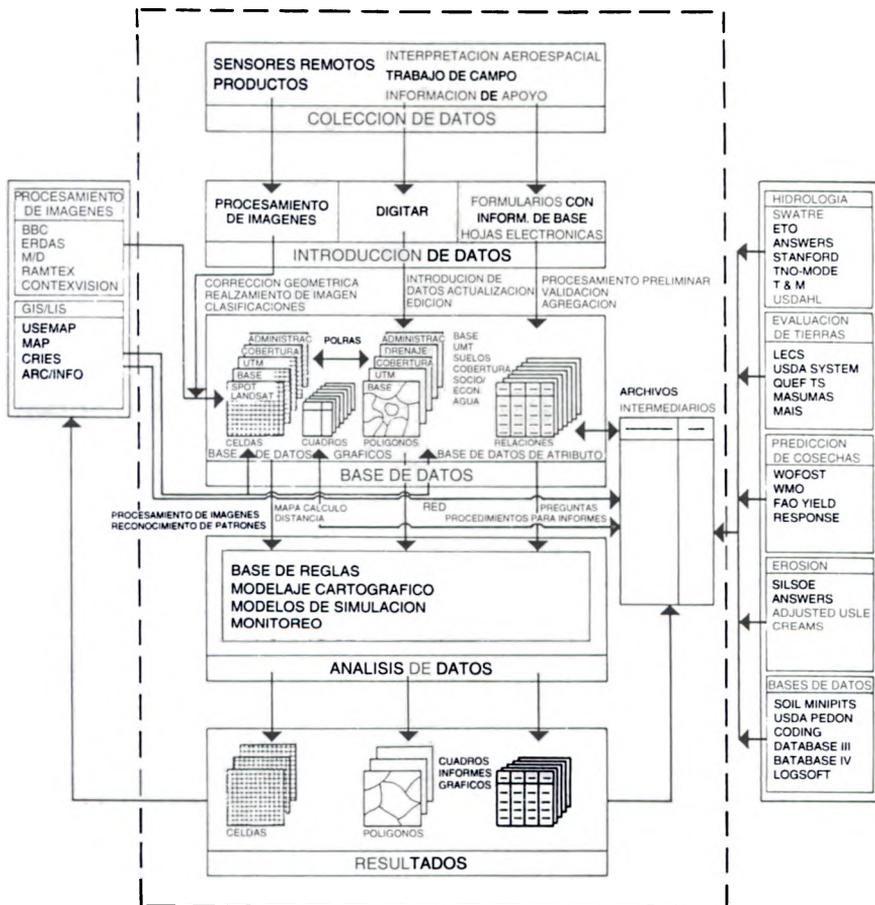
La Figura 36 representa el módulo del ILWIS para la simulación y predicción de la tasa de erosión, aplicando los parámetros de la "ecuación universal de la pérdida del suelo" (ver el capítulo 5), y datos de los módulos: geográfico/pedológico, hidrológico y de la cobertura/uso de la tierra.

- **Representación de Resultados**

Como se indicó en el capítulo 10, es muy importante que la comunicación de los resultados de una consulta al sistema de información geográfica se explique por sí misma. Continuando con el ejemplo del ILWIS, este sistema ofrece la posibilidad de representar los resultados en forma gráfica —tanto vectorial como en *raster*— y tabular en la pantalla y con copia permanente. Además, el sistema permite otra función de comunicación: el levantado de textos. La Figura 37 muestra esquemáticamente todo el ILWIS.

## **Sistemas de Información de Campo**

La escala y resolución de los sistemas de información geográfica son demasiado grandes para permitir el mapeo y monitoreo de campos individuales y su utilización. Por esto es interesante mencionar el desarrollo reciente de los SIG hacia sistemas de información de campo (*field information system* o FIS). En estos sistemas, el rol de los satélites se reduce en la precisa ubicación de sensores y del agricultor en su campo.



UTM: Unidad de mapeo de terreno

Fig. 37. Representación esquemática del ILWIS.

Fuente: Meijerink *et al.* 1988.

La instalación del sistema global de ubicación, desarrollado por el Gobierno de los Estados Unidos y actualmente en proceso, permitirá una ubicación en la tierra con una exactitud de 5 m. Sensores actualmente en desarrollo se dirigirán, por ejemplo, a la medición en tiempo real de materia orgánica, fertilidad y humedad en el suelo, cobertura del suelo y niveles de producción. La información generada y espacialmente referenciada permitirá el manejo del cultivo específico según el lugar en el campo, mejor eficiencia económica y reducida contaminación ambiental; es decir, permitirá un aumento en la sostenibilidad del manejo y uso de la tierra en general (Goering 1992).

Se requiere poca imaginación para ver la complementariedad de los SIG y SIC. Los primeros se dedican al contexto general y los segundos complementan cada vez más información y detalle; ambos permiten una clasificación más flexible de la tierra, según su utilización diversificada y eficiente.



## CAPITULO 13

### Conclusión



Los objetivos de este trabajo fueron presentar los apuntes de cátedra del curso de posgrado Uso de la Tierra, impartido en el CATIE en 1987, 1988, 1989, y con base en estos estimular un mejor uso de los recursos naturales que a la vez sea sostenible. En consecuencia, se puede llegar a dos conclusiones: una referente a la compilación de las notas de clase y otra relacionada con la propuesta que se buscaba desarrollar.

En el transcurso de los capítulos se esbozó una motivación, una descripción de antecedentes y un esquema de presentación que propone, a la vez, el manejo del uso de la tierra como objetivo principal, la planificación regional, la clasificación de suelos y su vulnerabilidad, la evaluación de las tierras en función de su uso, algunas técnicas visuales de análisis y herramientas estatales para la implementación del uso deseado. Al final se enfatizó la importancia de "monitorear" el desarrollo del uso local de la tierra.

Como dijo el filósofo griego Heráclito (576-480 AC): *panta rhei*, y hasta el uso óptimo y sostenible no significa el mismo uso para siempre, sino más bien una constante adaptación a los requerimientos del tiempo.

Esta adaptación se puede guiar y estimular, mediante el apoyo al usuario, de tal forma que posea los elementos necesarios para tomar y realizar las mejores decisiones. Esto significa el suministro de información relevante, la generación y transferencia de nueva tecnología, la provisión de una óptima infraestructura "desde y hasta" el mercado —desde el proveedor de los insumos necesarios hasta el usuario final de los productos o servicios resultantes— y, sobre todo, un buen entendimiento del usuario y del uso de la tierra rural.

Cuando se observa que en realidad el buen o mal uso de los recursos naturales tiene su efecto positivo o negativo sobre toda una comunidad, es justificable destacar que el poder guiar y estimular es más bien un deber de la comunidad y del Estado en general. Para ello se requiere un reglamento que evite el deterioro de los recursos, mientras

que la recuperación de los recursos ya deteriorados solo se logra con un enfoque integral e integrado.

Así pues, se trata de una respuesta institucionalizada y específica sobre la situación en un país determinado. No se intenta dar esta respuesta ni existe una permanente. Se trata de estimular una discusión urgente y continua sobre ideas y hechos, con el fin de hallar una mejor relación entre la empresa humana y el ambiente natural, y lograr una optimización del uso de los recursos naturales.

Como se señaló, se requiere un enfoque permanente y pragmático, orientado a la solución de problemas en la relación humanidad-ambiente, de abajo hacia arriba, es decir, con base en la experiencia del usuario de los recursos. Por supuesto, este enfoque debe ser descentralizado (aplicando los criterios de desconcentración y devolución), pero siempre dentro de un contexto bien definido a nivel nacional.

Para lograr las mejores decisiones sobre esta relación humanidad-ambiente, se debe procurar una diferenciación administrativa a nivel subregional o subprovincial. Esto significa crear una entidad administrativa que sea responsable del monitoreo de la condición de los recursos naturales y que participe en las decisiones referentes a su uso, como contraparte de la municipalidad.

Para tomar buenas decisiones sobre la optimización del uso de la tierra, es necesario disponer de suficiente información confiable. Para ello se suministró información útil para la toma de decisiones específicas e información general sobre el desarrollo natural del uso del espacio. También se mencionó el buen manejo de esta información para que esta sea accesible, comprensible y actualizable, y para que constituya un antecedente significativo en la toma de decisiones futuras.

La información relevante se genera por medio de evaluaciones bien planificadas. Se propuso llevar la planificación al lugar de trabajo, guiada por estrategias y políticas de tipo general, a nivel nacional. Esto permite un mejor involucramiento de los usuarios beneficiados por el plan y el desarrollo de planes más pragmáticos, relativamente sencillos en su concepto y ejecución y de menor costo.

Un plan no resulta coherente cuando no se desarrolla para su inmediata puesta en marcha. La implementación requiere cierta capacidad legal, institucional e infraestructural, así como los fondos

necesarios para ello. Se propuso revisar, integrar mejor y dar mayor importancia a las actividades de extensión agrícola, silvicultural y pastoril, y organizar a los usuarios en organizaciones paralelas, de contrapartida, para lograr una cooperación más efectiva.

Aunque no explícitamente, se sugirió una revisión de la idiosincrasia institucional estatal y privada. Para interactuar significativamente con el ambiente socioeconómico y biofísico cambiante, se requiere un proceso continuo de adaptación creativa y una cultura institucional que promueva el registro, la discusión constructiva y el análisis abierto de sus errores, y que posea la flexibilidad de ajustar y optimar metodologías y procedimientos para lograr tal adaptación. Se necesitan "instituciones autodidácticas" (adaptado de Korten's, en Bryant y White 1982).

Como ya se indicó, se resalta la importancia de un buen manejo de la información, la implementación frecuente, paso a paso, de las ideas nuevas y luego de un proceso de aprendizaje con base en el efecto de estas implementaciones. Sobre todo, se resalta la importancia del establecimiento de objetivos claros en el aparato institucional en general.



## Bibliografía



AARON BROOKS, F.J.; BROOKS, S.A. 1987. The effects of local planning and zoning in agriculture. In Optimum erosion control at least cost. Proceedings of the National Symposium on Conservation Systems. St. Joseph, Mi, USA, American Society of Agricultural Engineers, Ad Hoc Group of Experts on Cadastral Surveying and Mapping. Publicación ASAE no. 08-87. p. 42-48.

ADAPTIVE ENVIRONMENTAL assessment and management. 1978. C.S. Holling (Ed.). Nueva York, John Wiley & Sons. International Series on Applied Systems Analysis no. 3.

AGRICULTURE, SOCIO-ECONOMIC factors in land evaluation. 1988. J.M. Boussard (Ed.). In Conference Held in Brussels (1987). Proceedings. Luxembourg, Comisión de las Comunidades Europeas.

AGUILAR, O. 1986. La Constitución de 1949: Antecedentes y proyecciones. 8 ed. San José, Editorial Costa Rica.

AMARO GUZMAN, R. 1986. Introducción a la administración pública. México, Méx., McGraw-Hill.

ANDERSON, P. 1980. Regional landscape analysis. Reston, Virginia, USA, Environmental Design Press.

ARCE, A. 1989. Priorización de las cuencas hidrográficas de Guatemala para propósitos de planificación del desarrollo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE.

ARGUELLO, M. 1984. Desarrollo urbano. San José, C.R., Universidad Estatal a Distancia.

- ASAE (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS). 1988. Modeling agricultural, forest, and rangeland hydrology. In Proceedings of International Symposium (3., 1988, Chicago). St. Joseph, MI. Publicación ASAE no. 07-88.
- ASSELDONK, J.S.O. VAN. 1988. Naar een betere relatie mens-natuur in de landbouw. In Landbouwkundig Tijdschrift 100(1):9-14.
- ASTORI, D. s.f. Algunas interpretaciones sobre el proceso económico de la agricultura en América Latina. (Ref FAO 1980).
- BAERSELMAN, F.; VERA, F.W.M. 1990. De natuur is dood, leve het milieu. NRC Handelsblad Weekeditie 44(4):11.
- BALE, M.D.; LUTZ, E. 1981. Price distortions in agriculture and their effects: An international comparison. American Journal of Agricultural Economics 1981:8-22.
- BEANLANDS, G.E.; DUINKER, P.N. 1983. An ecological framework for environmental impact assessment in Canada. Halifax, Nova Scotia, Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University and Federal Environmental Assessment Review Office.
- BECHT, G. 1974. Systems theory, the key to holism and reductionism. Bioscience 24(10):579-596.
- BEEK, K.J.; BENNEMA, J. 1972. Land evaluation for agricultural land use planning: An ecological methodology. The Netherlands, Wageningen Agricultural University.
- \_\_\_\_\_. 1978. Land evaluation for agricultural development. Wageningen, The Netherlands. Publicación IILRI no. 23.
- BEINROTH, F.H. 1982. Final report of the Puerto Rico benchmark soils project 1975-1982: Research on the transfer of agrotechnology. Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.
- \_\_\_\_\_. ; UEHARA, G.; SILVA, J.A.; ARNOLD, R.W.; CADY, F.B. 1980. Agrotechnology transfer in the tropics based on soil taxonomy. Advances in Agronomy 33:303-339.

- BENDAVID-VAL, A.; WALLER, P.P. 1975. Action oriented approaches to regional development planning. Nueva York, Preager Special Studies in International Economics and Development.
- BENOR, D.; BAXTER, M. 1984. Training and visit extension. Washington, D.C., Banco Mundial.
- BERNSTEIN, J. 1985. The costs of land information systems. Maryland, USA., St. Michaels.
- Presentado en: Seminar on Land Information Systems
- BERTALANFFY, L. VON. 1968. General systems theory. Nueva York, George Braziller. 295 p.
- BEST, R.H.; COPPOCK, J.T. 1962. The changing of land use in Britain. Londres, Faber and Faber. 253 p.
- BIBBY, J.S.; MACKNEY, D. 1969. Land use capability classification. United Kingdom, Adlard and Son. Soil Survey Technical Monograph no. 1.
- BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO). 1983. Progreso económico y social en América Latina, recursos naturales. Informe 1983. Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_. 1985. Informe Anual 1985. Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_. 1986. Progreso económico y social en América Latina: Desarrollo agropecuario. Informe 1986. Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_. 1988. Informe Anual. Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_. 1988. Progreso económico y social en América Latina: Ciencia y tecnología. Informe 1988. Washington, D.C.
- BLAIKIE, P.; BROOKFIELD, H. *et. al.* 1987. Land degradation and society. Londres, Methuen & Co.
- BLANCKENBURG, P. VON. 1982. Basic concepts of agricultural extension in developing countries. In Agricultural administration. United Kingdom, Applied Science Pub. p. 35-43.

- BOCHET, J.J. 1983. Ordenación de las cuencas hidrográficas: Participación de las poblaciones de montaña. Roma, Italia, FAO. FAO Guía de Conservación no. 8.
- BODEMEYER, R. 1981. Rural development and decentralized administration: A research proposal. Quarterly Journal of International Agriculture 20(4):371-378.
- BRAMLETT, G.A.; IKE, A.; CHAMPLIN, J.R.; ZIEMAN, J.C.; SHUGART, H. 1976. Totality indexes for evaluating environmental impacts of highway alternatives. Washington, D.C., Transportation Research Board, National Academy of Sciences,. Transportation Research Record no. 561.
- BRUSSAARD, W. 1979. De spelregels van de ruimtelijke ordening. Holanda, L.U. Wageningen 0627 1603.
- BRYANT, C.; WHITE, L.G. 1982. Managing development in the Third World. Boulder, Colorado, Westview Press.
- CALVO, O. 1984. Economía política agraria en Costa Rica según la teoría general de sistemas. Revista de Ciencias Sociales 27-28(93-101).
- CANTER, L.W. 1977. Environmental impact assessment. Nueva York, McGraw-Hill.
- \_\_\_\_\_ ; HILL, L.G. 1981. Handbook of variables for environmental impact assessment. Michigan, Ann Arbor Science Publishers.
- CAMINO, R. DE. 1987. Incentives for community involvement in conservation programmes. Roma, Italia, FAO. FAO Guía de Conservación no. 12.
- CAPRA, F. 1982. The turning point: Science, society and the rising culture. USA, Simon & Schuster.
- CARANGA, J.D. 1987. Algunas consideraciones generales en torno a la dinámica agraria y la política de tenencia de la tierra entre 1974-1984. In Seminario el Desarrollo y los Límites de las Tierras Agrícolas en Costa Rica. Ponencia. Heredia, C.R., Universidad Nacional.

CARPENTER, R.A. 1987. Assessing natural systems for sustainable development. Washington, D.C., Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial.

Presentado en: Seminar on Land and Water Resources Management (1986).

CARRUTHERS, I.; CHAMBERS, R. 1981. Rapid appraisal for rural development. In Agricultural administration. United Kingdom, Applied Science Pub. p. 407-422.

CARTIN, S.; PISZK, I. 1981. Producción de granos básicos en Costa Rica: Evaluación histórica y participación del Estado en su desarrollo (1972-1978). Tesis Lic. San José, Universidad de Costa Rica.

CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA). 1986a. Conceptos metodológicos sobre investigación y desarrollo de tecnología para sistemas de producción de cultivos I, II, III. Turrialba, C.R.

\_\_\_\_\_. 1986b. Sistemas de producción de granos básicos en Centroamérica. Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico no. 65.

\_\_\_\_\_. 1986c. El diseño de alternativas tecnológicas en la investigación de sistemas de fincas. Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico no. 91.

\_\_\_\_\_. 1986d. Procedimientos de diseño experimental en la investigación de sistemas de cultivos. Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico no. 92.

CCE (COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS). 1989a. Una política agraria común para los años noventa. Documentación Europea. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

\_\_\_\_\_. 1989b. Europa in cijfers. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

CCT (CENTRO CIENTIFICO TROPICAL). 1985a. Sistema para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José.

\_\_\_\_\_. 1985b. Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José.

· CEBRIAN, J.; MARK, D. 1986. Sistemas de información geográfica: Conceptos generales. In Seminario la Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. San José, C.R., Universidad Nacional, IICA.

CENTRO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS. s.f. Hábitat. Nairobi, Kenya.

CEPAL (COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE); FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). 1988. Reforma agraria y empresas asociativas. Santiago, Chile, División Agrícola Conjunta CEPAL/FAO.

CHAMBERS, R. 1974. Managing rural development. Nueva York, Holmes and Meier.

\_\_\_\_\_. 1980. Rural poverty unperceived: Problems and remedies. Washington, D.C., Banco Mundial. World Bank Staff Working Paper no. 400.

CHIDLEY, T.R.; WOOD, S.R. 1981. Electronic data processing systems for land and water data. FAO, Roma, Italia, Land and Water Development Division. v.2.

CIDA (CANADIAN INTERNATIONAL DEVELOPMENT AGENCY). 1965. Inventario de la información básica para la programación del desarrollo agrícola en América Latina. Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola.

CIDIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE DESARROLLO DE AGUAS Y TIERRAS). 1984a. Metodología para la determinación de prioridades en cuencas hidrográficas, siete parámetros. Mérida, Ven.

\_\_\_\_\_. 1984b. Identificación de microcuencas prioritarias, 34 parámetros. Mérida, Ven.

- CLEARY, C.R. 1988. Coordinated resource management: A planning process that works. *Journal of Soil and Water Conservation* Abril 1988:138-139.
- CLOUT, H.D. 1976. Geografía rural. Elementos de geografía. Barcelona, España, Oikos-tau S.A.
- CONTRERAS, H.; CORDERO, A.G. 1982. Ecología conservación desarrollo: Calidad de vida. Caracas, Ven., Editorial Génesis.
- CONYERS, D. 1981. Decentralization for regional development: A comparative study of Tanzania, Zambia and Papua New Guinea. John Wiley & Sons. UK., v.1, p. 107-120. *Public Administration and Development*
- \_\_\_\_\_. 1982. Regional organization: A comparison of alternative approaches. ITC. (Mim.).
- CRUZ, V. DE LA *et. al.* 1985. Las instituciones costarricenses del siglo XIX. San José, Editorial Costa Rica.
- CULLINGWORTH, J.B. 1979. Town and country planning in Britain. 7 ed. London, Allen & Unwin. The new local government series. 324 p.
- DE WIT, C.T. 1965. Photosynthesis of leaf canopies. The Netherlands, Wageningen, Pudoc. Agricultural Research Report no. 663.
- \_\_\_\_\_. 1989. Problemen van duurzaamheid in de landbouw. In: *Landbouwkundig Tijdschrift, Jaargang 101, Nr. 1 Stam Tijdschriften BV, Rijswijk, The Netherlands.* p. 18-20.
- DEC (DIRECCION EJECUTIVA DEL CATASTRO NACIONAL). 1981. Manual de suelos. Tegucigalpa, Hond., Consejo Superior de Planificación Económica. Tomo 1.
- DEE, N.; BAKER, J.K.; DROBNY, N.L.; DUKE, K.M.; WHITMAN, I.; FAHRINGER, D.C. 1973. Environmental evaluation system for water resource planning. *Water Resources Research* 9:523-535.
- DENT, D.; YOUNG, A. 1981. Soil survey and land evaluation. London, Allen and Unwin.

- DGEC (DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS). 1953. Censo Agropecuario 1950. San José, C.R., Ministerio de Economía y Hacienda.
- DGEC (DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS). 1959. Censo Agropecuario 1955. San José, C.R., Ministerio de Economía y Hacienda.
- \_\_\_\_\_. 1965. Censo Agropecuario 1963. San José, C.R., Ministerio de Economía y Hacienda.
- \_\_\_\_\_. 1975. Censo Agropecuario 1973. Regiones Agrícolas. San José, C.R., Ministerio de Economía, Industria y Comercio.
- \_\_\_\_\_. 1987. Censo Agropecuario 1984. San José, C.R., Ministerio de Economía, Industria y Comercio.
- DIAMOND, J.M. 1975. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation* 7:129-146.
- DILLON, J.L. 1976. The economics of systems research. *Agricultural Systems* 1(1):5-26.
- DOBNER, H.K. 1982. *Sistemas catastrales*. México, Méx., Editorial Concepto.
- DUDAL, R.; GULINCK, H. 1989. Bodemgebruik op weg naar de 21e eeuw. *Landbouwkundig Tijdschrift* 101(1):14-17.
- DUEK, J.J. 1979. La teoría de sistemas generales y su aplicación para resolver problemas ambientales. Ven., CIDIAT. Serie Ambiente.
- DUSSELDORP, D.B.W.M. VAN. 1980. The place of regional planning in the process of planned development. s.n.t.
- \_\_\_\_\_.; ZIJDERVELD, K. 1987. The preparation and implementation of projects in developing countries. The Netherlands, Wageningen Agricultural University.
- EIPC (EXPORT INVESTMENT PROMOTION CENTRE). 1985. Datos y cifras de Costa Rica: Fact and figures. San José.

- ENVIRONMENTAL APPLICATIONS of digital mapping. 1988. J.C. Muller (Ed.). The Netherlands, Enschede, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. Proceedings of Eurocarto 7. Publicación ITC no. 8.
- ESMAN, M.J. 1988. The maturing of development administration. *Administration and Development* 8:125-134.
- ESPAILLAT, L.J. 1987. Influencia de las instituciones de manejo de recursos naturales sobre el uso de la tierra en la Cuenca Alta del Río Mao, República Dominicana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE.
- FABOS, J.G.; CASWELL, S.J. 1977. Composite landscape assessment. Amherst, USA, Universidad de Massachusetts.
- FALLAS, L.C. 1987. Orígenes del capitalismo dependiente en Costa Rica. San José, Ediciones Zúñiga y Cabal.
- FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). 1972. Expert consultation on land evaluation for rural purposes. Roma, Italia. AGL-LERP 72/1.
- \_\_\_\_\_. 1973. A framework for land evaluation. Roma, Italia. Document AGL/MISC/73/14.
- \_\_\_\_\_. 1974a. Approaches to land classification. Roma, Italia. Boletín de Suelos no. 22.
- \_\_\_\_\_. 1974b. Production yearbook 1973. Roma, Italia. v.27.
- \_\_\_\_\_. 1976. A framework for land evaluation. Roma, Italia. Boletín de Suelos no. 32.
- \_\_\_\_\_. 1977a. Expert consultation on land evaluation standards for rainfed agriculture. Roma, Italia. World Soil Resources Report no. 49.
- \_\_\_\_\_. 1977b. Guidelines for watershed management. Roma, Italia. Guía de Conservación no. 14.
- \_\_\_\_\_. 1977c. Crop water requirements. Roma, Italia. Irrigation and Drainage Paper no. 24.

FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). 1978a. Report on the agroecological zone project. v.1: Methodology and results for Africa. Roma, Italia. World Soil Resources Report no. 48.

\_\_\_\_\_. 1978b. Report on the agroecological zone project. v.2: Results for southwest Asia. Roma, Italia. World Soil Resources Report no. 48/2.

\_\_\_\_\_. 1979a. Expert consultation on land evaluation criteria for irrigation. Roma, Italia. World Soil Resources Reports no. 50.

\_\_\_\_\_. 1979b. Yield response to water. Roma, Italia. Irrigation and Drainage Paper no. 33.

\_\_\_\_\_. 1979c. Production yearbook 1978. Roma, Italia. v.32.

\_\_\_\_\_. 1980a. Report on the agroecological zone project. v.4: Results for southeast Asia. Roma, Italia. World Soil Resources Report no. 48/4.

\_\_\_\_\_. 1980b. El levantamiento de censos agrícolas. Estudio FAO: Desarrollo económico y social 1. Roma, Italia.

\_\_\_\_\_. 1981. Report on the agroecological zone project. v.3: Methodology and results for South and Central America. Roma, Italia. World Soil Resources Report no. 48/3.

\_\_\_\_\_. 1982a. FAO production yearbook. Roma, Italia.

\_\_\_\_\_. 1982b. Assessment of land resources for rainfed crop production in Mozambique. 6 reports: 1) Land utilization types and ecological adaptability of crops(1982); 2) Climatic data bank and length of growing period analysis (1981); 3) Climatic resources inventory of Mozambique(1982); 4) Land resources inventory of Mozambique (1982); 5) Agro-climatic and agro-edaphic suitabilities for rainfed crop production in Mozambique (1982); 6) Land suitability assessment, Vol. I: Methodology and country results; Vol.II: Province results; Vol. III: System documentation and processing: Climatic data analysis; Vol. IV: System documentation and processing: Agro-ecological zones system (1982). A.H. Kassam, H.T. Van Velthuizen, G.M. Higgins, A. Christoforides, R.L. Voortman, B. Spiers

(Eds.). Mozambique, Land and Water Use Planning. FAO/UNDP Proyecto MOZ/75/011.

FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). 1985a. Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura de secano. Roma, Italia. Boletín de Suelos no. 52.

\_\_\_\_\_. 1985b. Guidelines: Land evaluation for irrigated agriculture. Roma, Italia. Boletín de Suelos no. 55.

\_\_\_\_\_. 1986a. Evaluación de tierras con fines forestales. Roma, Italia. Estudio Montes no. 48.

\_\_\_\_\_. 1986b. FAO agricultural yearbook. Roma, Italia. v.37.

\_\_\_\_\_. 1986c. Guidelines for forestry information processing. Roma, Italia. Forestry Paper no. 74.

\_\_\_\_\_. 1986d. Strategies, approaches and systems in integrated watershed management. Roma, Italia. Guía de Conservación no. 14.

\_\_\_\_\_. 1987a. Guidelines for land use planning. Roma, Italia. Fourth Draft.

\_\_\_\_\_. 1987b. Guidelines: Land evaluation for extensive grazing. Roma, Italia. Third Draft.

\_\_\_\_\_. 1987c. Production yearbook 1986. Roma, Italia. v.41.

\_\_\_\_\_. 1988a. Pautas para la evaluación económica de proyectos de ordenación de cuencas. Roma, Italia. Guía de Conservación no. 16.

\_\_\_\_\_. 1988b. Land resources appraisal of Bangladesh for agricultural development. 7 reports: 1) Executive Summary; 2) Agroecological Regions of Bangladesh; 3) Land resources data base, Vol. I: Climatic data base; Vol. II: Soil, landform and hydrological data base; 4) Hydroclimatic resources, Vol.I: Climatic resources inventory; Vol.II: Inundation resources inventory; 5) Land resources, Vol.I: Computerized land resources inventory; Vol.II: Land resources map and legend; 6) Land suitability assessment; 7) System

documentation and processing, Vol. I: Introduction to the system and soil data processing; Vol. II: Climatic, inundation regime and land resources inventory data processing. H. Brammer, J. Antoine, A.H. Kassam, H.T. Van Velthuizen (Eds.). Roma, Italia. FAO/UNDP Project BGD/81/035.

FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). 1988c. Production yearbook 1987. Roma, Italia. v.41.

\_\_\_\_\_. Production yearbook 1988. Roma, Italia. v.42.

\_\_\_\_\_. ; ITC; UAW. 1990. Land evaluation and farming systems: Analysis for land use planning. L. Fresco, H. Huizing, H. Van Keulen, H. Luning, R. Schipper (Eds.). Documento de trabajo.

\_\_\_\_\_. ; UNESCO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA). 1974. Soil map of the world, v.1: Legend. París, Francia.

FARNSWORTH, R.L.; BRADEN, J.B. 1988. Educational and institutional needs of the conservation title. Journal of Soil and Water Conservation April 1988:145-147.

FASSBENDER, H.W. 1987. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Materiales de Enseñanza no. 29.

FEDER, G.; SLADE, R.H.; SUNDARAM, A.K. s.f. The training and visit system: An analysis of operation and effects. Washington, D.C., Banco Mundial.

FELSTEHUSEN, H.; DIAZ-CIZNEROS, H. 1985. The strategy of rural development: The Puebla initiative. Human Organization 44(4).

FLACH, M. 1986. Grote interesse voor studie tropische bedrijfssystemen. Landbouwkundig Tijdschrift 98(10):22-23.

FONSECA, E. 1986. Costa Rica colonial: La tierra y el hombre. San José, C.R., Editorial Universitaria Centroamericana.

- FORBES, T.; ROSSITER, D.; WAMBEKE, A. VAN. s.f. Guidelines for evaluating the adequacy of soil resources inventories. Washington, D.C., Management Support Service, Soil Conservation Service. Technical Monograph no.4.
- FOUND, W.C. 1971. A theoretical approach to rural land-use patterns. London, Edward Arnold. 190 p.
- FRAMEWORK FOR regional planning in developing countries. Methodology for an interdisciplinary approach to the planned development of predominantly rural areas. 1980. J.M. Van Staveren, D.B.W.M. Van Dusseldorp (Eds.). The Netherlands, Wageningen, IILRI. Publicación IILRI no. 26.
- GALLARDO, M.E.; LOPEZ, J.R. 1986. Centroamérica: La crisis en cifras. San José, C.R., IICA, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- GANDHI, M.K. 1968. An autobiography, the story of my experiments with truth. 8 ed. Boston, USA, Beacon Press.
- GARCIA, A. 1985. Modelos operacionales de reforma agraria y desarrollo rural en América Latina. San José, C.R., IICA. Serie Investigación y Desarrollo no. 3.
- GIEBELS, L.J. 1986. De nieuwe ruimtelijke ordening. *Intermediair* 22(27):43-47.
- GINI, C. 1953. Curso de estadística. Trad. y adap. de la edición italiana de 1946-47 por Jorge Stecher Navarra. 2 ed. Barcelona, España, Editorial Labor.
- GITTINGER, J.P. 1972. Economic analysis of agricultural projects. Baltimore, USA, John Hopkins University Press.
- \_\_\_\_\_. 1982. Economic analysis of agricultural projects. 2 ed. Baltimore, USA., John Hopkins University Press.
- GOERING, C.E. 1992. How much and where, economic and environmental concerns increase interest in site-specific crop management; technical advances make it feasible. *Agricultural Engineering* July 1992:13-15.

- GOMEZ, C.L. *et al.* 1986. Las instituciones costarricenses del Siglo XX. San José, Editorial Costa Rica.
- GONZALES, A. 1986. Metodología para la identificación de áreas críticas y formulación de alternativas para un desarrollo sostenido en la cuenca del río Grande de Térraba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE.
- GORTER, H.P. 1986. Ruimte voor Natuur. 80 jaar bezig voor de natuur van de toekomst. The Netherlands, Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten, Graveland.
- GRAFF, H.J. DE; WAL, H. VAN DER; DORENBOSCH, M.M.; KEURS, W.J. 1988. Natuur en Milieu in Landbouwmodellen. Landbouwkundig Tijdschrift 100(4):27-31.
- GRAHAN, E.H. 1944. Natural principles of land use. London, Oxford University Press.
- GREEN, R.J. 1871. Country planning. United Kingdom, Manchester University Press.
- GRIFFIN, E. 1978. Testing The Von Thünen theory in Uruguay. The Geographical Review (639):500-516.
- GROEN, K.; SCHMEINK, T. 1981. Waterschappen in Nederland: Werken met water, een onberekenbare vriend. The Netherlands, Bosch & Keuning NV, Baarn.
- GROEN, M. 1988. Naar een Duurzaam Nederland. The Netherlands, Min. VROM. SDU Publishers, Den Haag.
- GUIDELINES FOR general assessment of the status of human induced soil degradation. 1988. L.R. Oldeman (Ed.). The Netherlands, Wageningen, ISRIC.
- GUTIERREZ, H.G.; INCER, J. 1982. Priorización de cuencas operativas de Nicaragua. Managua, Financiera de Preinversiones de Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente.

- HANSEN, J.R. 1976. A guide to the guidelines: The UNIDO method of economic project evaluation. Washington, D.C., Banco Mundial. Staff Working Paper no. 166.
- \_\_\_\_\_. 1978. Guide to practical project appraisal. Social benefit cost analysis in developing countries. Viena, Austria, ONUDI.
- HART, R.D. 1980. One farm system in Honduras: A case study. *Activities at Turrialba* 8(1):3-8.
- HART, R.D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Materiales de Enseñanza no. 1.
- HARTSHORN, G. 1983. Costa Rica: Perfil ambiental. San José, Trejos, Centro Científico Tropical.
- HAYWARD, J.A. 1986. Competitive markets and conservation. *Soil and Water* 22(3):2-4.
- HET NEDERLANDSE landschap: Een historisch-geografische benadering. 1987. S. Barends *et al.* (Eds.). The Netherlands, Stichting Matrijs, Utrecht.
- HELLIWELL, D.R. 1973. Priorities and values in nature conservation. *Journal of Environmental Management* 1(1):85-127.
- \_\_\_\_\_. 1974. The value of vegetation for conservation I: Four land areas in Britain; II: M1 motorway area. *Journal of Environmental Management* no 2:51-78.
- HICKS, U.K. 1980. Thirty years of planning: The Indian experience. (Ref FAO).
- HOAG, D.; LILLEY, S.; SMOLEN, M.; COOK, M.; WRIGHT, J. 1988. Extension's role in soil and water conservation. Ankey, USA., Soil and Water Conservation Society. p. 126-129.
- HOARE, P.W.C.; CROUCH, B.R. 1988. Required changes to the project management cycle to facilitate participatory rural development. *Agricultural Administration and Extension* 30:3-14.

HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R., IICA.

HUDSON, N. 1971. Soil conservation. London, BT Batsford.

HUFFMAN, E.; DUMANSKI, J. 1985. Agricultural land use systems: An economic approach to rural land use inventory. *Journal of Soil and Water Conservation (Ankeny)* May. 1985:302-306.

IDG. 1990. Landbouw, milieu en landschap. Utrecht, The Netherlands, Centro de Información y Documentación para la Geografía de Holanda. IDG-Bulletin. p. 35-41.

IIED (INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT); WRI (WORLD RESOURCES INSTITUTE). 1987. World resources 1987. An assessment of the resource base that supports the global economy. Nueva York, Basic Books.

IILRI (INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT). 1973. Land evaluation for rural purposes. Wageningen, The Netherlands. Publicación no. 17.

\_\_\_\_\_. 1980. Proceedings of the Workshop on Land Evaluation for Forestry. Wageningen, The Netherlands. Publicación no. 28.

\_\_\_\_\_. 1984. Proceedings of the Workshop on Land Evaluation for Extensive Grazing. Wageningen, The Netherlands. Publicación no. 36.

ILACO (INTERNATIONAL LAND DEVELOPMENT CONSULTANTS). 1981. Agricultural compendium for rural development in the tropics and subtropics. Amsterdam, Holanda, Elsevier.

INVU (INSTITUTO NACIONAL DE VIVIENDA Y URBANISMO); OPAM (OFICINA PLANEAMIENTO AREA METROPOLITANA). 1983. Plan regional metropolitano, gran área metropolitana. San José, C.R.

\_\_\_\_\_. 1988. From strategy to action: How to implement the report of the World Commission On Environment and Development. (Draft). Gland, Switzerland.

- JACKS, G.V. 1946. Land classification for land use planning. United Kingdom, Imperial Bureau of Soil Science. Technical Communication no. 43.
- JACOBY, E.H. 1971. Man and land: The fundamental issue in development. London, Andre Deutsh.
- JANSEN, G.H. 1984. Een land van steden, het spoor van de tijd; cultuurgeschiedenis van de hollandse stad. Den Haag, The Netherlands, Staatsuitgeverij. Architectuur en Stedebouw no. 6.
- JIMENEZ, W. 1986. Génesis del Gobierno de Costa Rica 1821-1981. San José, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Editorial Alma Mater. 2 v.
- JOHNSON, J.H. 1980. Geografía urbana. Elementos de geografía. 2 ed. Barcelona, España, Oikos-tau S.A.
- KASTEREN, J. VAN. 1986. Erosie niet onderschoffelen. The Netherlands. Stam Tijdschriften BV, Rijswijk. Landbouwkundig Tijdschrift, Jaargang 98, Nr 11. p. 11-14.
- KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P.H. 1961. Land capability classification. Washington, D.C., Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture. Agricultural Handbook no. 210.
- KOMIVES, R.; LÜCHE, O.; RICHTERS, E.J. 1985. Notas sobre el uso de la tierra. s.n.t.
- KORTEN, D. 1980. Community organization and rural development: A learning process approach. Public Administration Review 40:480-512.
- LAFLEN, J.M.; FLANAGEN, D.C. 1992. A powerful tool, WEPP analyses how farming and land use affects soil erosion, sediment delivery and sustainable practices. Agricultural Engineering July 1992:18-19.
- LEAKEY, R.E.; LEWIN, R. 1978. Origins. London, Macdonald and Jane's.

- LEONARD, H.J. 1985. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central: Un perfil ambiental regional. Trad. al inglés por G. Budowski y T. Maldonado. Washington, D.C., Instituto Internacional para el Ambiente y Desarrollo.
- LEOPOLD, L.B.; CLARKE, F.E.; HANSHAW, B.B.; BALSLEY, J.R. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Washington, D.C., United States Department of the Interior. Geological Survey Circular no. 645.
- LIAO, M.C.; WU, H.L. 1987. Soil conservation on steep lands in Taiwan. The Chinese Soil and Water Conservation Society, Taiwan ROC.
- MABUTT, J.A. 1968. Land evaluation. Melbourne, Australia, MacMillan.
- MAHAR, D.J. 1989. Government policies and deforestation in Brazil's Amazon Region. Washington, D.C., International Bank for Reconstruction and Development.
- MARIN, C.E.J. 1971. Manual práctico de interpretación de los mapas de suelos. Managua, Nic., Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MATHER, A.S. 1986. Land use. Harlow, Essex, United Kingdom, Longman Group.
- McCREE, K.J. 1974. Equations for the rate of dark respiration of white clover and grain sorghum, as functions of dry weight, photosynthetic rate and temperature. *Crop Science* 14:509-514.
- McDOWELL, R.E.; HILDEBRAND, P.E. 1980. Integrating crop and animal production: Making the most of resources available to small farms in developing countries. Nueva York, The Rockefeller Foundation.
- Presentado en: Conferencia de Bellagio (1987).
- McHARG, I.L. 1967. An ecological method for landscape architecture. *Landscape Architecture* 57(2):105-107.
- \_\_\_\_\_. 1969. Design with nature. Nueva York, Garden City, Natural History Press.

McLAUGHLIN, J. 1987. Land resource management: The cadastral systems component. Washington, D.C., Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial.

Presentado en: Seminar on Land and Water Resources Management (1986).

MEETING OF THE AD HOC GROUP OF EXPERTS ON CADASTRAL SURVEYING AND MAPPING. s.f. Report. Nueva York, U.N., Organización de las Naciones Unidas. Publicación E/CONF. 77/L.I. p. 25-26.

MEIJERINK, A.M.J.; VALENZUELA, C.R.; STEWART, A. 1988. The Integrated Land and Watershed Management Information System (ILWIS). The Netherlands, Enschede, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. Publicación ITC no. 7.

MEZA, A.J. 1986. La posesión agraria. San José, C.R., Editorial Alma Mater, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.

MICHAELSEN, T. 1977. Un sistema de clasificación de la tierra por capacidad de uso para tierras marginales. Tegucigalpa, Hond., Ministerio de Comunicaciones y Obras Hidráulicas, Proyecto PNUD/FAO/HON/75/109. Omgaan met Water; naar een integraal waterbeleid. SDU. Den Haag, The Netherlands. Documento de Trabajo no. 1.

MILLER, K. 1980. Planificación de parques nacionales para el ecodesarrollo en Latinoamérica. Madrid, España, Fundación para la Ecología y la Protección del Medio Ambiente.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION. 1984. Metodología para la priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas. Lima, Perú, Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigación.

MIRAGEM, S.; NADAL, F.; FUENTES, N.; PORTEIRO, J.; PIETRA, E.; SANCHEZ, B.; VASQUEZ, R. 1985. Guía para la elaboración de proyectos de desarrollo agropecuario. San José, C.R., IICA.

MIRENEM (MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES, ENERGIA Y MINAS). 1990. Plan de Acción Forestal para Costa Rica. Documento base. San José.

- MODELLING OF agricultural production, weather, soils and crops. 1986. H. Van Keulen, J. Wolf (Eds.). Wageningen, The Netherlands, Pudoc.
- MORA, I. 1987. Evaluación de la pérdida de suelo mediante la ecuación universal (EURS): Aplicación para definir acciones de manejo en la Cuenca del Rio Pejibaye, Vertiente Atlántica, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, UCR/CATIE.
- MORA, J.A.; FERNANDEZ, L.F. 1987. Costa Rica: Cambios en la distribución y uso del suelo 1963-1984. Heredia, Universidad Nacional.
- MORA, J.A.; FERNANDEZ, L.F. 1984. Elementos teóricos-metodológicos para el estudio del desarrollo del agro. Revista de Ciencias Sociales no. 27-28:9-31.
- MULDER, N.J. 1984a. Data bases, geo information systems. In Image Processing and Pattern Recognition. Course. The Netherlands, Enschede, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences.
- \_\_\_\_\_. 1984b. Physics of remote sensing. In Image Processing and Pattern Recognition. Course. The Netherlands, Enschede, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences.
- MYERS, N. 1987. Natural support systems for sustainable development. Washington D.C. Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial.
- Presentado en: Seminar on Land and Water Resources Management (1986).
- NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE. 1985. The search for early man. K. Waver (Ed.). Washington, D.C., Sociedad Nacional de Geografía.
- NAVARRO, L.A. 1986. Guía para la evaluación de resultados de validación/transferencia en el desarrollo de tecnologías agrícolas para áreas específicas. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico no. 89.
- NEDO (NATIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT OFFICE). 1987. Directions for change: Land use in the 1990s. Londres, Comité de Desarrollo Agrícola y Económico.

- NEEF, E. 1967. Die theoretischen grundlagen der landshaftslehre. German, VEB Hermann Haack, Geographisch Kartographische Anstalt, Gotha/Leipzig.
- NWASCO (NATIONAL WATER AND SOIL CONSERVATION ORGANIZATION). 1979. Our land resources. A bulletin to accompany New Zealand land resource inventory worksheets. Wellington, Ministerio de Trabajo y Desarrollo.
- OEA (ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS). 1978. Calidad ambiental y desarrollo de cuencas hidrográficas: Un modelo para planificación y análisis integrados. Washington, D.C.
- ODUM, E.P. 1963. Ecology. Nueva York, Holt, Rolt, REW y Oinehart and Winston.
- \_\_\_\_\_. 1971. Fundamentals of ecology. Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_. 1972. Ecología. Trad. al español por C.G. Ottenwaelder. México, Méx., Nueva Editorial Interamericana.
- ODUM, H.T. 1971. Environment, power and society. Nueva York, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons.
- \_\_\_\_\_.; ODUM, E.C. 1976. Energy basis for man and nature. Nueva York, McGraw-Hill.
- \_\_\_\_\_. 1983. Systems ecology: An introduction. Nueva York, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons.
- OGG, D. 1965. Europe of the ancient regime. United Kingdom, Fontana/Collins, Glasgow.
- OLAYA, A. 1985. Metodología para determinar prioridades de manejo integral de cuencas hidrográficas y su aplicación en Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, UCR/CATIE.
- OLSEN, K.R.; OLSEN, G.W. 1985. Use of agronomic data and enterprise budgets in land assessment evaluations. Journal of Soil and Water Conservation Set. 1985:455-458.

- ORTIZ, E. 1987. La Municipalidad en Costa Rica. Madrid, España, Instituto de Estudios de Administración Local.
- OTS (ORGANIZATION OF TROPICAL STUDIES); CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA). 1986. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. San José, C.R.
- PAATS, F. 1987. Framework for district planning in Western Province, Republic of Zambia. Mongu, Zambia, Provincial Planning Unit.
- PARK, C.C. 1980. Ecology and environmental management: A geographical perspective. Boulder, Colorado, Westview Press.
- PARSONS, J. 1976. Forest to pasture: Development or destruction? Revista de Biología Tropical 24(Supl. 1):121-138.
- PENADOS DEL BARRIO, P.; QUESADA, R.; FLORES, G.; GARCIA, O.; PELLECCER, J.R.; MARTINEZ, V.H.; BETHANCOURT, J.A.; FUENTES, E.; AVILA DEL AGUILA, J.M.; CABRERA, J.; ESTRADA, L.M.; GAMALERO, F.C.; BOBADILLA, R.F.; GERARDI, J.; RIOS, M.E.; MERIDA, E. 1988. El clamor por la tierra. Carta Pastoral Colectiva del Episcopado Guatemalteco.
- POHORYLES, S.; POZNANSKI, A.; SHMUELI, A.; SZESKIN, A.; ZARHI, S. 1979. Rural-urban land use equilibrium. Israel, Ministry of Agriculture, Rural Planning and Development Authority/ Tel-Aviv University, Department of Geography/Land Use Research Institute, Tel-Aviv.
- POSNER, J.L.; ANTONINI, G.A.; MONTANEZ, G.; CECIL, R.; GRIGSBY, M. 1983. Land systems of hill and highland tropical America. Revista Geográfica no.98.
- PROYECTO ACDI-CDMB 286-007-08. 1985. Uso recomendable del suelo. Bucaramanga, Col., Plan de Manejo Integral de la Cuenca Superior del Río Lebrija.
- PUBLIC POLICIES and the misuse of forest resources. 1988. R. Repetto, M. Gillis (Eds.). World Resources Institute, Cambridge University Press.

- PURNELL, M.F. 1987. Quantitative land evaluation in some FAO programmes. In Quantified land evaluation procedures. The Netherlands, Enschede, ITC. p. 7-15.
- QUANTIFIED LAND evaluation procedures. 1987. K.J. Beek, P.A. Burrough, D.E. McCormack (Eds.). Enschede, The Netherlands, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. Publicación ITC no. 6.
- QUESADA, C. 1989. Estrategia nacional de Costa Rica de conservación para el desarrollo sostenible (ECODES). San José, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas.
- RAU, J.G.; WOOTEN, D.C. 1980. Environmental impact analysis handbook. Nueva York, McGraw-Hill.
- RENARD, K.G. 1992. Computerized calculations for conservation planning, revisions to the universal soil loss equation improve descriptions of conditions in modern farming systems. Agricultural Engineering July 1992:16-17.
- REPETTO, R. 1988. The forest for the trees? Government policies and the misuse of forest resources. Washington, D.C., World Resources Institute.
- RICHTERS, E.J. 1983. A case study toward an integrated approach to irrigation management. Trengganu, Malaysia, Besut Agricultural Development Project. FAO/UNDP/MAL/76/11. Documento de trabajo.
- \_\_\_\_\_. 1985. Introducción al manejo del uso de la tierra y a la evaluación de tierras. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas.
- \_\_\_\_\_. 1987a. Manejo del uso de la tierra: El aspecto institucional. Revista de la Facultad de Ciencias Sociales 7/8:341-353.
- \_\_\_\_\_. 1987b. Manejo del uso de la tierra en cuencas hidrográficas. San José, C.R., CFIA.
- Presentado en: Congreso Nacional de Ingeniería de los Recursos Hidráulicos (2., 1987, San José, C.R.)

También en: Revista del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica 1:(3).

ROBINSON, W. 1987. Desarrollo y los límites agrícolas. In Seminario El Desarrollo y los Límites de las Tierras Agrícolas en Costa Rica. Ponencia. Heredia, Universidad Nacional.

RONDINELLI, D.A.; RUDDLE, K. 1978. Urbanization and rural development: A special policy for equitable growth. Nueva York, Praeger Publ.

ROSAL, C.R. 1988. Evaluación de las tierras y de su uso en la subcuenca del río Pensativo en Guatemala, y directrices generales para su manejo sostenido. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE.

ROSSITER, D.G. 1988. The automated land evaluation system: A microcomputer program to assist in land evaluation. Ph.D. Dissertation. Ann Arbor, MI, Cornell University, University Microfilms.

SAENZ, J. 1985. El despertar constitucional de Costa Rica. San José, Asociación Libro Libre.

SAGASTI, F. 1990. Cooperation in a fractured global order. New Scientist no. 1725:18.

SALAS, J.C.; LALANDA, P. 1987. Los proyectos hidroagrícolas en el desarrollo agrario costarricense. In ABRA 7/8 1987. Heredia, C.R., Universidad Nacional.

SALAS, R.M. 1987. A world of five billion. Populi 14(1):5-18.

SALAZAR NAVARRETE, J.M. 1988. Salazar Navarrete analiza crisis que afronta el IDA. La República, San José (C.R.); Abril 28:2.

SALGADO, J. 1987. El sistema Marín y su aplicación en Honduras por la Dirección Ejecutiva de Catastro. In Taller Metodologías de Clasificación de Capacidad del Uso de la Tierra (1987, La Ceiba, Hond.). Memoria. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas.

SARAVIA, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. San José, C.R., IICA.

- SAVILLE, A.H. 1965. Extension in rural communities. Oxford.
- SHANER, W.W.; PHILIPP, P.F.; SCHMEHL, W.R. 1982. Farming systems research and development: Guidelines for developing countries. Boulder, Colorado, Westview Press.
- SHENG, T.C. 1986. Watershed conservation, a collection of papers for developing countries. The Chinese Soil and Water Conservation Society, Taipei, Taiwan ROC. Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins.
- SIBILIA, T.A. 1988. Análisis de la dinámica del uso de la tierra en las áreas marginales de la cuenca alta del Río Nizao de la República Dominicana, para definir acciones de manejo apropiado de sus recursos naturales. Tesis Mag.Sc. Turriñaba, C.R., CATIE.
- SIMPSON, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
- SINCLAIR, R. 1967. Von Thünen and urban sprawl. *Ann. Ass. Am. Geog.* 57:72-88.
- SINDEN, J.A.; WINDSOR, G.K. 1981. Estimating the value of wildlife for preservation: A comparison of approaches. *Journal of Environmental Management* no. 12:111-125.
- SMITH, C.A. 1984. El desarrollo de la primacía urbana, la dependencia en la exportación y la formación de clases en Guatemala. In *Mesoamérica*. Antigua, Gua., Centro de Investigaciones Regionales de Mesoamérica.
- SOIL SURVEY STAFF. 1951. Soil survey manual. Washington, D.C., Servicio para la Conservación del Suelo, Departamento de Agricultura.
- \_\_\_\_\_. 1962. Soil survey manual. Washington, D.C., Departamento de Agricultura, United States Government Printing Office. *Agricultural Handbook* no. 18
- \_\_\_\_\_. 1975. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C., Departamento de Agricultura, United States Government Printing Office. *Agricultural Handbook* no. 436.

- \_\_\_\_\_. 1987. Keys to soil taxonomy (third printing). Ithaca, Cornell University. SMSS Technical Monograph no. 6 SCS.
- SOLIS, M. 1985. Desarrollo rural. San José, C.R., Universidad Estatal a Distancia.
- SPEIDEL, G. 1972. Planung im forstbetrieb. Grundlagen und methoden der forsteinrichtung. Hamburg und Berlin, West Germany, Verlag Paul Parey.
- SPIERTZ, J.H.J.; VEREIJKEN, D. 1988. Geintegreerde productie systemen: Oplossing voor een meervoudige landbouwproblematiek? Landbouwkundig Tijdschrift 100(6-7):27-28.
- STEINER, F. 1981. Ecological planning for farmland preservation. Universidad del Estado de Washington.
- STEWART, P.J. 1984. Towards a new world pattern of land use. Land Use Policy April 1984:99-111..
- SUITS, G.H. 1975. The nature of electromagnetic radiation. In Manual of remote sensing. Virginia, Fall Church, American Society of Photogrammetry.
- STOCKING, M.; ABEL, N. 1981. Ecological and environmental indicators for the rapid appraisal of natural resources. Agricultural Administration 8(6):485-492.
- STRAHLER, A.N. 1952. Hypsometric analysis of erosional topography. Bulletin of the Geological Society of America 63:1117-1142.
- TABLAS, J.M. 1986. Clasificación de tierras por su capacidad de uso. La Universidad 111(3):12-46.
- THÜNEN, J.H. VON. 1863. Der isolierte staat in beziehung auf landwirtschaft und nationalökonomie.
- TODORO, M. 1978. Economic development in the third world. Longmans, United Kingdom.

- TOSI, J.A. 1981. Una clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de mapas de uso mayor de la tierra. San José, C.R., Centro Científico Tropical. Serie en Facsímil no. 7.
- TOTH, R. 1971. Criteria in land planning and design. *Landscape Architecture* 62(1):43-46.
- TYERS, R.; ANDERSON, K. 1982. Disarray in world food markets. *The Economist* 325(7789):9-10.
- UICN (UNION INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA Y DE LOS RECURSOS NATURALES); PNUMA (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE); WWF (WORLD WILDLIFE FUND). 1980. Estrategia mundial para la conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido. Gland, Suiza.
- UNU (UNITED NATIONS UNIVERSITY). 1987. The best laid schemes...: Planning for Development. *Work in Progress* 10(2).
- UPHOFF, N. 1988. Participatory evaluation of farmer organizations' capacity for fevelopment tasks. In *Agricultural Administration and Extension* no. 30. p. 43-64
- URIOSTE, M. 1987. Segunda reforma agraria: Campesinos, tierra y educación popular. La Paz, Bol., Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario. Talleres Cedla no. 1.
- USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). 1986. Geographic Information Systems (GIS): A briefing booklet. Washington, D.C., Servicio para la Conservación del Suelo.
- VAN ZUIDAM, R.A. 1985. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. The Hague, The Netherlands, ITC.
- VAZSONYI, A. 1975. Automated information systems in planning control and demand. In *Urban Planning Theory*. Stroudsburg, Pen, Dowden, Hutchinson and Ross. p. 189-190.

- VEGA, B. 1988. Evaluación de impacto ambiental. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas.
- Presentado en: Seminario Taller Evaluación de Impactos Ambientales (1987, Panamá, Pan.). Ponencias.
- VEREIJKEN, P. 1992. A methodic way to more sustainable farming systems. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40(3):209-223.
- VINK, A.P.A. 1983. Landscape ecology and land use. D.A. Davidson (Ed). Londres, Logman.
- WAU (WAGENINGEN AGRICULTURAL UNIVERSITY). 1985. Inleiding Planologie I-VII. The Netherlands.
- WCED (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT). 1987. Our common future. Nueva York, Oxford University Press.
- WELLER, J. 1967. Modern agriculture and rural planning. Londres, Architectural Press.
- WESTMAN, W.E. 1985. Ecology, impact assessment, and environmental planning. Nueva York, Wiley-Interscience Pub., John Wiley & Sons.
- WHITBY, M.; OLLERENSHAW, J. 1988. Land-use and the European context. Londres, Belhaven Press. 189 p.
- WHITMAN, I.L.; DEE, N.; MCGINNIS, J.T.; FAHRINGER, D.C.; BAKER, J.K. 1971. Design of an environmental evaluation system. Rep. PB-201743. Ohio, Battelle Columbus.
- WILLIAMS, C.B. 1964. Patterns in the balance of nature. Londres, Academic Press.
- WISHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation* 31(1):5-9.

- \_\_\_\_\_. ; SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. Washington, D.C., Departamento de Agricultura. Agricultural Handbook no. 537.
- YOUNG, A. 1984. Land evaluation for agroforestry: The tasks ahead. Nairobi, Kenya, ICRAF. ICRAF Working Paper no. 24.
- ZAMORA, C. 1985. Organizaciones rurales. San José, C.R., Universidad Estatal a Distancia.
- ZELEDON, R. 1988. Código agrario. San José, C.R., Editorial Porvenir.
- ZONNEVELD, I.S. 1979a. Land evaluation and land(scape) science. Enschede, The Netherlands, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences.
- \_\_\_\_\_. 1979b. Land information, ecology and development. Lecture delivered on December 17th. The Netherlands, Enschede, ITC.



## ANEXO

### Tipos de Utilización de Tierra



## **Tipos de Utilización de Tierra en Brasil**

1. Cultivos anuales de secano basados en el cacahuete, con maíz a nivel de subsistencia, realizados por pequeños propietarios con reducidos recursos de capital que utilizan instrumentos agrícolas de tracción por bovinos con alta intensidad de mano de obra en explotaciones agrícolas en propiedad de 5-10 hectáreas.
2. Labranza análoga a la anterior con respecto a la producción, capital, mano de obra, fuerza motriz y tecnología, pero en explotaciones de 200-500 hectáreas con carácter comunal.
3. Producción comercial de trigo en explotaciones agrícolas grandes en propiedad, con alta intensidad de capital, baja intensidad de mano de obra y un elevado nivel de mecanización e insumos.
4. Cría extensiva de bovinos con niveles medios de intensidad de capital y mano de obra en tierras retenidas por un organismo estatal que se encarga también de los servicios centrales.
5. Plantaciones arbóreas de especies de coníferas explotadas por el departamento forestal oficial con elevada intensidad de capital, baja intensidad de mano de obra y tecnología adelantada.
6. Parque nacional para recreo y turismo.

Al igual que en muchos países tropicales y subtropicales, en Brasil existe una enorme variedad de condiciones sociales, económicas y técnicas, que casi se hallan representadas todas las combinaciones de prácticas de ordenación. Debe reconocerse que desde hace mucho tiempo existen simultáneamente varios niveles de desarrollo tecnológico.

Las actuales prácticas agrícolas brasileñas se agrupan en seis tipos de utilización de tierras sobre la base de sus relaciones específicas con las cualidades de la tierra. Estos seis tipos de utilización básicamente son diferentes en su dependencia de las cualidades de la tierra. Cada uno tiene exigencias diferentes derivadas de estas cualidades y, por consiguiente, pueden ser limitados de cierto modo por ellas, por lo que no llegan a una producción óptima. Cada una de ellas tiene también posibilidades diferentes de mejoramiento de las cualidades de la tierra para satisfacer sus requisitos.

Los seis tipos de utilización de tierras descritos a continuación tratan únicamente de la producción de cultivos y no de la forestal o la pecuaria; entre ellos existen importantes diferencias económicas y sociales; sin embargo, en el presente estudio solo se considerarán los aspectos técnicos.

1. Tipo moderno de aprovechamiento de tierras que produce principalmente cultivos anuales. Se hace un uso intensivo de capital y existe un elevado grado de conocimientos técnicos. Las prácticas de ordenación se realizan con la ayuda de maquinaria accionada por fuerza motriz. Estas prácticas comprenden trabajos intensivos de avenamiento, medidas elaboradas contra la erosión y una fertilización intensiva, cuando es necesaria. Asimismo, las otras prácticas se basan en maquinaria, ya sea autopropulsada o remolcada por tractor (aradura, siembra, plantación, escarda, recolección, transporte, trilla, parte de la elaboración y otros).
2. Tipo de utilización de tierras con tecnología intermedia (en comparación con la agricultura primitiva) que produce principalmente cultivos anuales. Se hace un uso limitado de capital y el nivel de conocimientos técnicos es razonable. Los animales facilitan la fuerza de tracción; los instrumentos correspondientes son de poco peso y bastante sencillos, pero comprenden recientemente otros instrumentos eficientes construidos en fábricas. Entre estos pueden figurar: cultivadores, arados de acero, rastras, distribuidores de abonos, máquinas sembradoras y plantadoras, máquinas de cultivo entre líneas y trilladoras. Además de las prácticas anuales con ayuda de los mencionados instrumentos, las prácticas de ordenación comprenden simples trabajos de avenamiento y aplicación de fertilizantes, si bien en menor escala de lo que es posible en el tipo

1. Por lo general la vegetación suele eliminarse mediante quemas, después de las cuales no se eliminan las raíces.

3. Tipo primitivo de aprovechamiento de tierras que produce principalmente cultivos anuales con fuerza de tracción facilitada por los animales. No se utiliza capital para la ordenación o el mejoramiento del suelo y el nivel de conocimientos técnicos es bajo. La serie de instrumentos agrícolas comprende únicamente los más simples de tracción animal: un arado de madera con cuchillo de hierro y, rara vez, instrumentos de acero o de hierro. Las prácticas de labranza dependen de los conocimientos tradicionales. Solo se adoptan las medidas más simples de avenamiento cuando son necesarias y no se utiliza ningún tipo de fertilizantes.

La vegetación se destroza por quemas y las raíces no se eliminan. El uso de las tierras es raramente permanente, ya que estas se abandonan para su recuperación cuando los rendimientos disminuyen.

4. Tipo muy primitivo de utilización de tierras que produce principalmente cultivos anuales. Se basa únicamente en la mano de obra. No se utiliza capital para la ordenación de la explotación o del suelo. El nivel de conocimientos técnicos es bajo y las prácticas de ordenación dependen de los conocimientos tradicionales. La serie de instrumentos agrícolas comprende únicamente algunos útiles manuales: layas, azadas de cavar, machetes, cuchillas y, a veces, hoces.

Debido a la limitada fuerza motriz (únicamente mano de obra), la zona que un agricultor puede cultivar es muy pequeña. En ocasiones se realizan obras de avenamiento muy primitivas.

La vegetación natural se destroza mediante quemas, con frecuencia solo parcialmente, sin eliminar los árboles mayores ni los tocones. El uso de la tierra rara vez es permanente (agricultura migratoria).

5. Tipo de utilización de tierras tecnológicamente avanzado que produce cultivos arbóreos. Se hace un uso intensivo de capital y existe un alto grado de conocimientos técnicos. La maquinaria es muy limitada, ya que solo las cortas de aclareo, la pulverización de insecticidas, el

transporte y quizás la elaboración necesitan de fuerza motriz mecanizada, que puede ser de tipo ligero. En comparación con la explotación de cultivos anuales, la erosión puede combatirse más fácilmente. Por otra parte, la protección contra los rebosamientos de agua es esencial. El uso de fertilizantes es común. A veces, parte de la vegetación original se mantiene para la protección del suelo y de los cultivos, y se plantan árboles o plantas de cobertura del suelo junto con los cultivos arbóreos para esta finalidad. Esta práctica puede ser parte de este tipo de utilización, siempre que el resto de las prácticas se ajusten a la descripción.

6. Un tipo primitivo de utilización de tierras que produce cultivos arbóreos. No se invierte capital en la ordenación o mejoramiento del suelo. El nivel de conocimientos técnicos es bajo. Las prácticas de ordenación dependen de los conocimientos tradicionales. La serie de instrumentos agrícolas es muy limitada: leyes, azadas de cavar, machetes y cuchillas.

No siempre se practican cortas de aclareo y cuando se hacen son parciales. La plantación de cultivos arbóreos entre la vegetación forestal es una práctica común. La labranza depende de la fertilidad natural y la tierra se abandona cuando la productividad cesa o cuando los rendimientos son demasiado bajos.

## **Tipos de Utilización de Tierra en Kenya**

A continuación se describe detalladamente un tipo de utilización de tierra. Este ejemplo puede usarse como lista de comprobación; para muchos objetivos pueden bastar menos detalles o bien no deberán abarcarse todos los aspectos. El contexto social y económico ha quedado abarcado en la descripción del uso.

### ***Labranza de Secano por los Pequeños Propietarios: Tecnología Tradicional***

Esta utilización se limita a aquellas zonas en que las cualidades primordiales de la tierra relacionadas con el crecimiento y la producción de las plantas son de carácter adverso. La disponibilidad de insumos

modernos para la labranza no desempeña un papel apreciable, ya que otros factores más importantes restringen su aplicación.

Este tipo comprende la agricultura migratoria. La mayor limitación es la irregularidad de las lluvias en las temporadas de lluvias prolongadas y breves. Pueden existir suelos someros pedregosos que hacen imposible la labranza mediante bueyes, tanto técnica como económicamente, así como pendientes que aumentan los peligros de erosión laminar y en cárcavas, particularmente teniendo en cuenta la intensidad de las precipitaciones. De hecho, el uso de tractores queda completamente fuera de la cuestión.

La agricultura de este tipo suele practicarse en hondonadas, junto con otros tipos de utilización de tierras (ordenación de pastizales, dasonomía y otros). Las plagas (incluidos los animales selváticos) proliferan, lo que conduce a probables depresiones en el rendimiento.

1. **La producción** puede especificarse mediante una descripción de los sistemas de labranza. La labranza es esencialmente de naturaleza mixta y en ella no hay lugar para el concepto de rotación de cultivos. La diversidad de cultivos varía de un año a otro, lo que puede conducir a prácticas de rotación. Las mezclas de cultivos pueden contener: maíz, sorgo, mijo perla (*Pennisetum typhoides*), guandú, garbanzo (*Cicer arietinum*) y varios tipos de frijoles, caupís (*Vigna* spp.), mandioca (*Manibot utilissima*) y ricino perenne (*Ricinus communis*). Los frijoles constituyen el cultivo comercial más evidente en años de buenas lluvias, al igual que el ricino que crece en estado semisilvestre. Cuando se establecen bloques de ricino, las plagas aumentan rápidamente.

Además de los cultivos mixtos como dispositivo para reducir los riesgos, existen otras dos soluciones para hacer frente a la naturaleza adversa de las condiciones para los cultivos. La primera consiste en dirigir más importancia a las plantas perennes que a las anuales. Esta serie deberá incluir el bien establecido y perenne ricino, el guandú, la mandioca y el mango (particularmente en lugares al pie de las colinas, en donde los cultivos se benefician de la infiltración subterránea). Basándose en las observaciones de campo, se recomienda prestar atención al anacardo. El algodón perenne probablemente no puede competir con el anacardo o el mango.

El segundo punto se refiere a dirigir mayor atención a los cultivos de granos resistentes a la sequía, es decir, al sorgo y al mijo perla. Las ventajas principales son las siguientes:

Debido a la presión demográfica, deben practicarse tipos de cultivos más intensivos en la zona de baja precipitación. Los cultivos tradicionales (maíz, frijoles) pierden su rendimiento después de algunos años de cultivo. Los insumos de fertilizantes son demasiado arriesgados y con ello se hace necesario recurrir a la mandioca y al sorgo. Serán necesarios menos fondos para remediar los casos de hambre, si se recurre de forma sensible a estos cultivos resistentes a la sequía.

Las pruebas empíricas sobre rendimiento del maíz y del sorgo en regímenes pluviométricos variables señalan que el vigor híbrido en el sorgo a los mayores incrementos proporcionales en el rendimiento a bajos niveles de rendimiento, que las variedades de rápida maduración sembradas al principio de las lluvias son capaces a veces de granar antes de que surjan las condiciones de sequía de últimos de temporada, y que la profundidad y profusión de la estructura de raíces de estos cultivos ofrecen tolerancia a la agresión hídrica tanto en las temporadas vegetativas muy secas como en las muy húmedas. Las pruebas aportadas por las investigaciones actuales apoyan vigorosamente la afirmación de que los mejores maíces disponibles brindan mayores rendimientos en forma clara y esencial que los mejores maíces en malas condiciones pluviométricas.

Los inconvenientes del cultivo del sorgo se refieren a la apetecibilidad (las variedades mejoradas han sido del tipo más oscuro y amargo hasta la fecha), al problema de mucha mayor cuantía de las plagas de pájaros en comparación con el maíz y al mayor insumo de mano de obra para la preparación del sorgo en los hogares y para el comercio. Existen también claras indicaciones de restricciones en la mano de obra. Además, el bajo precio de sustentación del sorgo, que es 70% del que recibe el maíz, puede estimular la asignación de recursos a nivel de la explotación a favor del segundo de estos cultivos.

Debido a los bajos beneficios y a las exigencias de mano de obra intermitentes, este tipo de utilización de tierras habrá de combinarse

con otras actividades, como obtención de carbón de madera y apicultura. La ordenación extensiva del apacentamiento —particularmente de cabras en las zonas más secas y de bovinos en las partes con precipitación más elevada y matorral menos denso— es una fuente importante de ingresos. La orientación del mercado se dirige principalmente a la subsistencia, con ventas locales o excedentes limitados.

2. **La Intensidad de capital** es necesariamente baja con arreglo a la tecnología tradicional. Las inversiones presentes y futuras se limitan al desbroce de matorrales antes del cultivo. Además, se utilizan algunos instrumentos manuales. Los fertilizantes brillan por su ausencia. Según el tipo y espesura de la vegetación, las necesidades de desbroce pueden ser del orden de 100-200 días hombre por hectárea. En lo que se refiere a los insumos recurrentes, las semillas constituyen el único elemento digno de nota. Solo algunos agricultores practican la labranza ayudados por bueyes. Para los cultivos mixtos mencionados y los bajos niveles de producción, los costos de las semillas serán del US\$1.20-US\$1.80 por hectárea. Son pocas las posibilidades de mejoramiento y otras inversiones de acuerdo con la información disponible hasta el momento, en vista de las cualidades de la mayor parte de las tierras.
3. **La Intensidad de la mano de obra** se relaciona con el régimen real de cultivos, el nivel de producción e insumos, el grado de estacionalidad de la agricultura y la escasez relativa de la tierra y de la mano de obra. Se cuenta con datos sobre insumos de mano de obra según el cultivo. Suponiendo que uno o dos cultivos presenten un rendimiento razonable en este tipo de utilización de tierra (basado en las probabilidades de lluvias) y que se trate de la mencionada mezcla de cultivos, el número estimado de meses-hombre por hectárea y por año será de aproximadamente cinco, distribuidos a lo largo de un período de ocho meses. De hecho, gran parte de los trabajos son realizados por mujeres y niños.
4. **La fuerza motriz** en su mayoría es manual. Se prevén escasas posibilidades para una gran ampliación de la tracción animal, debido a una combinación de varios factores: mosca tsé tsé, escasez de forrajes, suelos pedregosos y pendientes del terreno.

5. **El nivel de conocimientos técnicos** en este tipo de utilización de tierras es bajo. Raramente esto constituye una limitación; sin embargo, se han obtenido muy pocos mejoramientos en el sistema actual mediante la investigación agronómica. Las indicaciones apuntan hacia una mayor importancia de las plantas perennes y de los cultivos de granos resistentes a la sequía. Así pues, la **tecnología empleada** se limita al cultivo de la tierra, variedades locales de semillas, ningún fertilizantes artificial y razas locales y no mejoradas de ganado.
6. **La infraestructura necesaria** para este tipo de utilización de tierras es muy baja, ya que los cultivos se elaboran mediante métodos caseros.

**La extensión de las propiedades de tierra** varía grandemente y, si bien no se cuenta con información precisa, las estimaciones la sitúan en el intervalo de 4-20 hectáreas por explotación agrícola en la situación actual. Suponiendo 3% anual de incremento de la población, el tamaño bruto disponible de las explotaciones quedará reducido a la mitad en unos 20 años. El número real de hectáreas cultivadas se limita a solo 0.8-2.0 por propiedad, según la disponibilidad de mano de obra familiar, que constituye la limitación principal. Sin embargo, este tipo de utilización de tierras consiste en una agricultura migratoria que exige que la tierra descansa durante un período variable después de 2-4 años de cultivo. Además, como se ha hecho notar más arriba, este tipo particular de agricultura migratoria no se presta a la intensificación, debido a los caprichos del tiempo, las condiciones del suelo, entre otros.

El siguiente ejemplo ilustra la máxima capacidad de sustentación de la tierra para este tipo de utilización. Supóngase que 30% por ciento de la tierra es apta para la agricultura labrantía, que la relación cultivo —barbecho— es de 1 : 2 y que las necesidades de alimentos se obtienen de 0.25 hectáreas/persona/año con una campaña satisfactoria de cada dos. Así podrá calcularse que la máxima capacidad de sustentación es de 40 personas/km<sup>2</sup> cuadrado (siete-ocho familias). Entonces otras fuentes de ingresos deberán cubrir el resto de los desembolsos necesarios domésticos distintos de los alimentos fundamentales (ganado, carbón vegetal y otros).

Aparentemente los sistemas tradicionales de tenencia de tierras no actúan generalmente como un impedimento al desarrollo de este tipo de utilización de tierras, excepto cuando las reclamaciones de los miembros del clan pueden superar el tamaño mínimo de la explotación necesario para un funcionamiento no perturbado del sistema de agricultura migratoria. El presente sistema de adjudicación de tierras, sin embargo, actúa con una limitación grave en el funcionamiento de la agricultura migratoria. En el pasado, los miembros del clan podían desplazarse más o menos libremente dentro de los límites de las tierras del subclan o clan. Actualmente, la adjudicación de tierras los fijará dentro de una "propiedad" limitada. Son reales las probabilidades de que las prácticas de la agricultura migratoria se disgreguen más rápidamente, pero debe tenerse presente que no existe alternativa dentro del contexto de la agricultura labrantía.

- 7. Niveles de Ingreso.** Todo intento de estimar los ingresos agrícolas netos potenciales de este tipo de utilización de tierras solamente podrá ser provisional. Con una mezcla de cultivos de maíz/sorgo/mijo combinados con frijoles/guisantes a los precios vigentes puestos en la explotación y con la probabilidad de que una de cada dos campañas sea agrícolamente satisfactoria, el valor añadido es de US\$35-US\$45 por año y por hectárea realmente cultivada, además de los ingresos derivados de las pocas cabezas de ganado doméstico. Las demandas máximas de mano de obra limitan la zona que puede cultivarse a dos hectáreas para una familia. Por otra parte, la ampliación de la zona mediante la mecanización es demasiado peligrosa debido a los beneficios inciertos. Este análisis concluye que este tipo de utilización de tierras de ordinario no puede producir los ingresos totales familiares que se suponen como un mínimo de US\$120-US\$180 por año, incluido el valor de los cultivos de subsistencia. Por lo tanto, habrá de combinarse con la ordenación de pastizales, migración estacional o semipermanente de mano de obra (masculina) e ingresos fuera de la explotación.

\$ 14.000

Esta edición se terminó de imprimir  
en la Sede Central del IICA  
en Coronado, San José, Costa Rica,  
en el mes de mayo de 1995,  
con un tiraje de 1500 ejemplares.

89809

TICA  
SID-28

RICHTERS, E.J.

Autor

Manejo del uso de la tierra en America Central...

Título

Fecha Devolución

Nombre del solicitante

<b>DEVUELTO</b>	TURCIOS
24 OCT 1995	Ogden A. Rodas
<b>DEVUELTO</b>	Ogden A. Rodas
13 FEB 1996	Yolanda Ríos B
<b>DEVUELTO</b>	
18 DIC 1996	Yolanda Ríos B
11 FEB 1997	Yolanda Ríos B
25 FEB 1997	
11 MAR 1997	

89809

ISBN 92-9039-272 X

**MANEJO DEL USO DE LA TIERRA EN AMERICA CENTRAL: Hacia el Aprovechamiento Sostenible del Recurso Tierra** presenta, de forma adaptada, información técnica y metodológica sobre el manejo integrado del uso de la tierra en América Central, la cual se originó del curso de posgrado Uso de la Tierra impartido por el autor en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, durante 1987, 1988 y 1989.

En el texto se ofrece una propuesta para un manejo de la relación entre la empresa humana y su ambiente natural, que fomente un uso más sostenible y cualitativo del recurso tierra. Se aportan ideas sobre la adopción de criterios adecuados para el uso del suelo, el agua y el espacio, y sobre las acciones que el Estado debe efectuar en esta materia.

ERIC J. RICHTERS realizó sus estudios en agricultura tropical e ingeniería de suelos y aguas en el Reino de los Países Bajos y en Inglaterra. Como especialista de la FAO, efectuó investigaciones en el área de riego en Bolivia, Malasia, Roma, Kenia, y en otras actividades en Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. Además, laboró como docente en el CATIE y en la Universidad de Costa Rica, y se desempeñó como asesor de planificación agrícola en el Ministerio de Planeamiento y Coordinación de Bolivia. Actualmente trabaja en el Ministerio de Hacienda y Desarrollo Económico de ese país.

