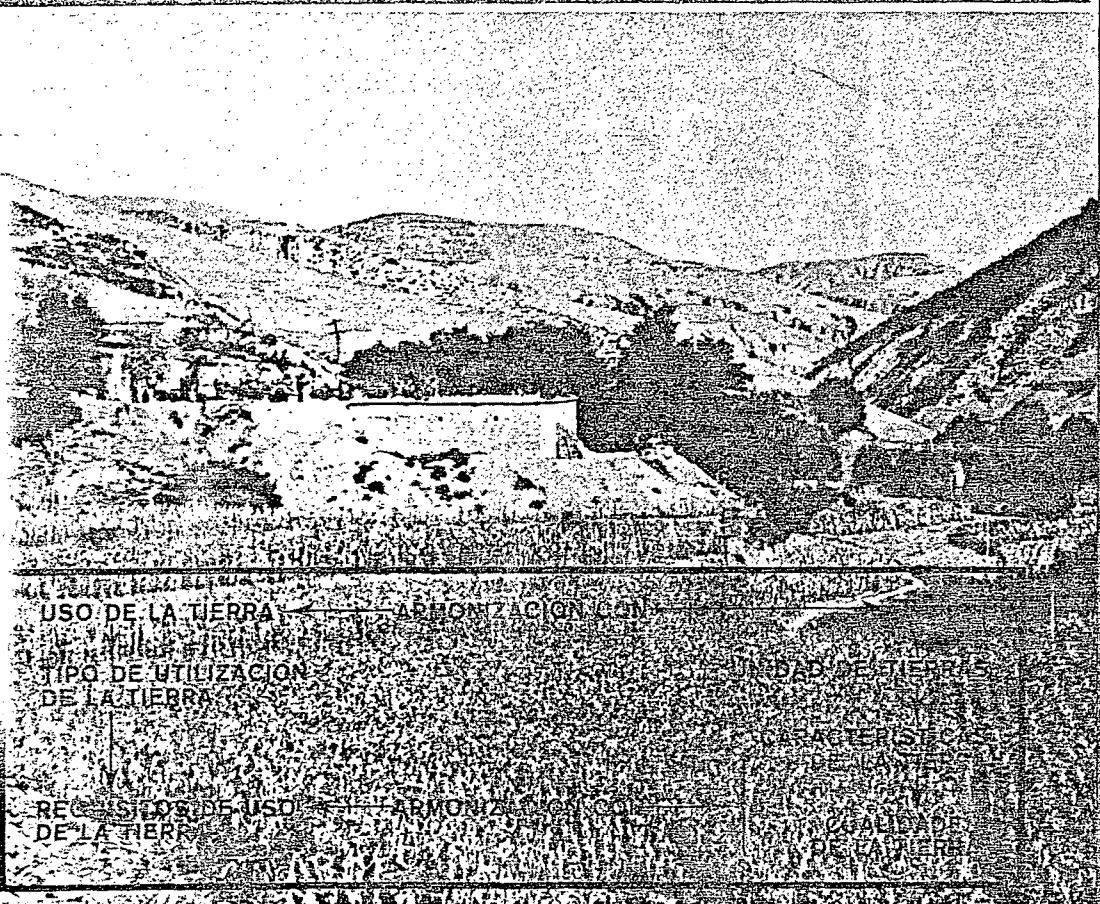


evaluación de tierras para la agricultura en secano



Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-51

ISBN 92-5-301455-5

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse al Director de Publicaciones, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1985

PREFACIO

Desde hace muchos años la División de Fomento de Tierras y Aguas de la FAO se ha preocupado por el mejoramiento de tierras en todas sus formas. Sus objetivos consisten en ayudar a los países a satisfacer sus necesidades en materia de alimentos y de cultivos comerciales, por lo cual es necesario cultivar nuevas tierras y hacer un uso más intensivo de las mismas, mejorar el nivel de vida de los agricultores mediante el aumento de su producción al tiempo que se toman medidas de conservación de los recursos de suelos y de aguas para beneficio de las generaciones futuras, y proporcionar los datos básicos sobre recursos de tierras necesarios para planificar una reforma agraria, la redistribución de la tierra y la colonización, así como otras actividades destinadas a ayudar a los pobres del sector rural.

El aprovechamiento eficiente de las tierras y la introducción de tecnologías perfeccionadas exigen un conocimiento detenido de los recursos naturales y una estimación adecuada de lo que son capaces de producir a fin de poder formular previsiones y recomendaciones fiables.

→ Este método debe basarse en reconocimientos detenidos de los recursos de tierras y en una evaluación de la aptitud de la tierra para determinados usos. Con esta información es posible planificar sistemáticamente el uso de la tierra, en colaboración con sus usuarios a fin de asegurarse de que estos planes son aceptados por los agricultores y otros tipos de usuarios. Es necesario seguir de cerca estos planes, durante su aplicación y después de ella, a fin de que los cambios favorables o desfavorables que puedan producirse en las condiciones físicas en el contexto socioeconómico sean rectificados mediante rápidas modificaciones en las recomendaciones y los planes.

Con el propósito de mejorar la tecnología utilizada para evaluar la aptitud de la tierra, la FAO preparó, contando para ello con la colaboración internacional, un Esquema para la Evaluación de Tierras (FAO, 1976). En las consultas realizadas posteriormente, FAO, 1977a, 1979a, se recomendó la preparación de un manual práctico sobre evaluación de tierras para cultivos en secano. La presente publicación es el resultado de estas recomendaciones y ofrece directivas para la aplicación de las normas recomendadas para la evaluación de tierras sobre el terreno. Como una fuente, de la que pueden seleccionarse métodos que se adapten a circunstancias de carácter local, esta publicación puede ser útil para cualquier persona que se dedique a evaluar la aptitud de la tierra para el desarrollo agrícola, en especial para cultivos en secano. (Se están preparando otras publicaciones que se ocuparán concretamente de la agricultura de regadío y de la explotación forestal).

En el pasado se han utilizado diversos métodos de evaluación. La Clasificación de la Capacidad de las Tierras y sus derivados, preparados por la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos convienen bien a su objetivo pero no proporcionan toda la información interpretativa que hoy se requiere para diversos niveles de aprovechamiento intensivo de tierras en los países en desarrollo. La finalidad del Esquema para la Evaluación de Tierras y de estas Directivas es ofrecer métodos universalmente aceptables, que puedan utilizarse en cualquier escala y en cualquier nivel de precisión. Entre las técnicas propuestas hay algunas que son sumamente complicadas, pero también se indican métodos más simples cuando resultan apropiados. Los métodos simples pueden producir resultados satisfactorios en algunas circunstancias, pero su aplicación con objeto de ahorrar tiempo o recursos puede representar una falsa economía si los resultados no son fiables.

Esta publicación es el resultado de contribuciones procedentes de muchas fuentes. Aunque son demasiado numerosas para poder enumerarlas todas, aprovechamos la ocasión para agradecer su apoyo e interés constantes. El Dr. A. Young preparó un borrador que fue distribuido a fin de que se hicieran observaciones. El Sr. D. Radcliffe revisó y amplió este borrador y el texto definitivo fue preparado para su publicación por el Sr. M.F. Purnell y el Dr. Young.

Actualmente se está publicando una edición limitada de estas Directivas para su aplicación práctica y su prueba en todo el mundo, más especialmente en los países en desarrollo. Se agradecerán las observaciones que puedan hacerse sobre su posibilidad de aplicación y las mejoras que se sugieran, a fin de preparar una segunda edición de las Directivas que sea de máxima utilidad.

R. Dudal
Director

División de Fomento de Tierras y Aguas

INDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	1
1.2 Estructura de las directivas	1
1.3 Relación entre las directivas y el esquema para la evaluación de tierras	3
2. OBJETIVOS DE LA EVALUACION DE TIERRAS	5
2.1 Necesidad de esta evaluación	5
2.2 Objetivos	5
2.3 Principios de la evaluación de tierras	6
2.4 La función de la evaluación de tierras en la planificación del desarrollo rural	7
2.5 Estudios básicos de recursos de tierras	7
2.6 Un método de análisis de sistemas para la evaluación de tierras	7
2.7 Esbozo de los procedimientos	10
3. PLANIFICACION DE LA EVALUACION	13
3.1 Introducción	13
3.2 Objetivos de la evaluación	13
3.3 Fuentes de datos	14
3.4 Hipótesis que sirven de base a la evaluación	14
3.5 Planificación de la evaluación	16
3.5.1 Alcance y escalonamiento de las actividades	16
3.5.2 Amplitud y límites de la tierra que ha de evaluarse	16
3.5.3 Tipos de uso de la tierra que han de incluirse en la evaluación	16
3.5.4 Estudios básicos: alcance, intensidad y escala	17
3.5.5 El tipo de clasificación de aptitud de las tierras	18
3.5.6 Métodos bifásico y paralelo	20
3.5.7 Personal y programación de las actividades	21
3.6 Modelos del problema y las soluciones propuestas	21
4. USO DE LA TIERRA	23
4.1 Introducción	23
4.2 Tipos de utilización de la tierra	23
4.2.1 Clases principales de uso de la tierra y tipos de utilización de la tierra	23
4.2.2 ¿En qué consiste un tipo de utilización de la tierra?	23
4.2.3 La función de los tipos de utilización de la tierra en la evaluación de tierras	24
4.2.4 Descripción fraccionada de los tipos de utilización de la tierra	26
4.2.5 Tipos de utilización de la tierra múltiples y compuestos	26
4.3 Identificación de cultivos y tipos de uso de la tierra	27
4.4 Descripción de tipos de utilización de la tierra	28
4.4.1 Generalidades	28
4.4.2 Productos cultivados	28
4.4.3 Orientación del mercado	28
4.4.4 Densidad de capital	29
4.4.5 Densidad de mano de obra	29
4.4.6 Conocimientos técnicos y comportamiento	29

	<u>Página</u>
4.4.7 Fuentes de energía	30
4.4.8 Mecanización	30
4.4.9 Tamaño y configuración de las explotaciones agrícolas	30
4.4.10 Tenencia de la tierra	30
4.4.11 Infraestructura requerida	31
4.4.12 Características de los cultivos	31
4.4.13 Insumos materiales	33
4.4.14 Prácticas de cultivo	34
4.4.15 Ganado	34
4.4.16 Explotación forestal	34
4.4.17 Otros beneficios no agrícolas	34
4.4.18 Rendimientos y producción	34
4.4.19 Información económica	35
5. TIERRA	37
5.1 Introducción	37
5.2 Estudios de los recursos de tierras	37
5.2.1 Observaciones generales	37
5.2.2 Escalas e intensidades del reconocimiento	37
5.2.3 Sensores remotos y análisis de datos computadorizados	38
5.3 Unidades de tierras	38
5.4 Cualidades y características de la tierra	39
5.4.1 Observaciones generales	39
5.4.2 Alternativa entre cualidades y características de la tierra como una base para la evaluación	41
5.4.3 Lista de las cualidades de la tierra	46
5.4.4 Lista de características de la tierra	46
5.5 Selección de las cualidades de la tierra para una evaluación	47
5.6 Medición y estimación de las cualidades de la tierra: factores diagnóstico	50
5.6.1 Observaciones generales	50
5.6.2 Selección de factores diagnóstico	51
5.6.3 Uso de grados de limitación para describir las cualidades de la tierra	51
5.6.4 Variación temporal en la evaluación de la calidad de la tierra	52
5.7 Resumen: Información sobre unidades de tierras y características de la tierra	53
(6.) REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA	55
6.1 Observaciones generales	55
6.2 Clasificación por factores	56
6.2.1 Observaciones generales	56
6.2.2 Utilización de los grados de limitación para clasificar la aptitud para los requisitos de uso de la tierra	60
6.2.3 Clasificación de aptitud por medios económicos: el método paralelo	62
6.3 Requisitos de los cultivos	62
6.3.1 Introducción	62
6.3.2 Realización del inventario de los requisitos de los cultivos	66
6.3.3 Formularios adicionales para la clasificación de los requisitos de los cultivos	68
6.3.4 Determinación de los requisitos de los cultivos mediante la preparación de modelos	69
6.3.5 Requisitos de los sistemas de cultivo	69

6.4	Requisitos de los sistemas de ordenación	71
6.5	Requisitos de conservación	72
6.6	Conclusión	72
7.	LAS CUALIDADES DE LA TIERRA Y SU EVALUACION	75
7.1	Introducción	75
7.2	Cualidades de la tierra	76
CT1	Régimen de radiación	76
CT2	Régimen de temperatura	78
CT3	Humedad disponible	79
CT4	Oxígeno disponible en las raíces (drenaje)	82
CT5	Nutrientes disponibles	83
CT6	Retención de nutrientes	89
CT7	Condiciones de enraizamiento	90
CT8	Condiciones que afectan la germinación o el establecimiento de la planta	93
CT9	Humedad del aire en cuanto afecta al crecimiento	94
CT10	Condiciones para la maduración	95
CT11	Riesgo de inundación	96
CT12	Riesgos climáticos	97
CT13	Exceso de sales	98
CT14	Toxicidades del suelo	100
CT15	Plagás y enfermedades	101
CT16	Capacidad de maniobra del suelo	102
CT17	Posibilidades de mecanización	102
CT18	Condiciones para la preparación y limpieza de la tierra	103
CT19	Condiciones que afectan el almacenamiento y el procesamiento	104
CT20	Condiciones que afectan el calendario de la producción	104
CT21	Acceso dentro de la unidad de producción	105
CT22	Tamaño de las posibles unidades de manejo	106
CT23	Ubicación	107
CT24	Riesgo de erosión	111
CT25	Riesgo de degradación del suelo	117
7.3	Evaluación inicial de las cualidades climáticas a través de zonas agroclimáticas	120
7.3.1	Introducción	120
7.3.2	Climas principales	125
7.3.3	Períodos de crecimiento	126
7.3.4	Zonas agroclimáticas	127
7.3.5	Resumen de procedimientos, método de zonas agroclimáticas	128
7.4	Cáscos especiales	128
7.4.1	Arroz de pantano	128
7.4.2	Histosoles	128
7.5	Conclusión	128
8.	ARMONIZACION DE LOS REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA CON LAS CUALIDADES DE LA TIERRA	133
8.1	Etapas de la comparación del uso de la tierra con la tierra misma	133
8.2	Armonización: Introducción	133
8.3	Desagregación de los elementos de los tipos de utilización de la tierra	134
8.4	Armonización: Requisitos de los cultivos	140

8.4.1	Combinación de clasificaciones de aptitud de la tierra	140
8.4.2	Empleo de datos sobre el rendimiento del cultivo	143
8.4.3	Aptitudes de combinación de cultivos	146
8.4.4	Resumen del procedimiento de armonización para la clasificación de aptitud de cultivos	146
8.5	Armonización de las cualidades relacionadas con el manejo	146
8.6	Cualidades de la tierra relacionadas con los requisitos de conservación	147
8.7	Aptitud para tipos de utilización de la tierra: Evaluaciones de combinación de cultivos, manejo y conservación	148
8.8	Revisión de resultados intermedios e interacción	148
8.9	Conclusión	151
9.	COMPARACION DEL USO DE LA TIERRA CON LA TIERRA: PROCEDIMIENTOS SUBSIGUIENTES	153
9.1	Introducción	153
9.2	Mejoramientos de la tierra	153
9.3	Impactos ambientales	154
9.4	Análisis económico y social	155
9.4.1	Introducción	155
9.4.2	Calendario de las actividades económicas	155
9.4.3	Fuentes de datos	156
9.4.4	Ánálisis financiero y económico	156
9.4.5	Consideraciones económicas y sociales generales	156
9.4.6	Ánálisis económico detallado	157
9.4.7	Resultados de la evaluación económica	166
9.4.8	Utilización de criterios económicos como límites de clases de aptitud de la tierra	166
9.5	Revisión y comprobación de campo	167
9.6	Clasificación de aptitud de las tierras	168
9.6.1	Ordenes de aptitud de la tierra	168
9.6.2	Clases de aptitud de la tierra	170
9.6.3	Aptitud condicional	170
9.6.4	Subclases de aptitud de la tierra	170
9.6.5	Unidades de aptitud de la tierra	170
10.	PRESENTACION DE RESULTADOS	173
10.1	Mapas y leyendas de aptitud de las tierras	173
10.2	Informe sobre la evaluación de tierras	177
10.2.1	Forma y contenido del informe	177
10.2.2	Cuadros	178
10.3	Descripciones de tipos de utilización de la tierra	178
10.4	Explicación de las evaluaciones de las clases de aptitud de las tierras	181
10.5	Información sobre sistemas de uso de la tierra	181
10.6	Recomendaciones de manejo	183
10.7	Mejoramientos mayores de la tierra	183
10.8	Exposición del impacto ambiental	183
10.9	Análisis económico y social	185
10.10	Resultados de los estudios básicos	185
10.11	Recomendaciones	185

APÉNDICES		
BIBLIOGRAFÍA		
Apéndice A	Una guía por pasos de los procedimientos de evaluación de tierras	187
Apéndice B	Ejemplos de tipos de utilización	191
Apéndice C	Ejemplos de requisitos de uso de la tierra	199
Apéndice D	Niveles de tolerancia de salinidad de los cultivos	209
Apéndice E	Modificaciones de condiciones en la clasificación de capacidad de fertilidad	211
Apéndice F	Ejemplo de clasificación de aptitud agroclimática	213
Apéndice G	Valor actual descontado	217
GLOSARIO		219
BIBLIOGRAFÍA		225

31 187

LISTA DE FIGURAS

Página

1.1	Representación esquemática por grados en la evaluación de la tierra y organización de las directivas	2
2.1	Secuencia generalizada de actividades en la planificación del desarrollo rural	8
2.2	Representación diagramática del sistema de uso de la tierra. Basado en Dent y Young (1981) y Beek (1978)	9
4.1	Ejemplo de descripciones fraccionadas de tipos de utilización de la tierra	25
6.1	Ejemplo de requisitos de uso de la tierra en relación con los diferentes componentes de los tipos de utilización de la tierra	57
6.2	Formulario adicional para la clasificación de los requisitos de los cultivos	68
6.3	Reacción de los cultivos a diferentes duraciones del período de crecimiento	70
7.1	Procedimiento de adición para determinar el acceso potencial	110
7.2	Componentes del modelo SLEMSA para predecir la pérdida de suelo por erosión	113
7.3	Determinación del período de crecimiento	126
8.1	Armonización de los requisitos de uso de los tipos de utilización de la tierra con las cualidades de la tierra de las unidades de tierras	135
9.1	Estructura de la clasificación de aptitud de las tierras	168
10.1	Ejemplo de mapas de aptitud individual de la tierra	176

LISTA DE CUADROS

2.1	Esbozo de los procedimientos de evaluación de tierras	11
4.1	Lista de rubros para la descripción de tipos de utilización de la tierra	28
5.1	Cualidades de la tierra para la agricultura en secano	42
5.2	Características de la tierra que pueden emplearse para evaluar las cualidades de la tierra	43
5.3	Evaluación de la importancia de las cualidades de la tierra	49
5.4	Ejemplo de evaluación de la importancia de las cualidades de la tierra para una evaluación	49
5.5	Formulario para la descripción de características de la tierra pertenecientes a las unidades de tierras	54
6.1	Requisitos de los tipos de utilización de la tierra para la producción de cultivos en secano	56
6.2	Normas para definir las clases en la clasificación por factores. Las clases se refieren a una sola calidad de la tierra, clasificada con respecto a un determinado cultivo o a un determinado tipo de utilización	59
6.3	Ejemplo del método para identificar y presentar los requisitos de un cultivo	60
6.4	Directivas para utilización de los grados de limitación	61
6.5	Ejemplo de cuadro que muestra clasificaciones por factores en términos de grados de limitación	61

6.6A	Formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: Requisitos de los cultivos	63
6.6B	Modelo de formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: Requisitos de manejo	71
6.6.C	Modelo de formulario para la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: Requisitos de conservación	73
7.1	Cualidades de la tierra	76
7.2	Determinación de los nutrientes disponibles: Un ejemplo de Angonia, Mozambique	86
7.3	Ejemplo de clases descriptivas de fertilidad química del suelo (disponibilidad de nutrientes mas retención de nutrientes), Kenya	87
7.4	Ejemplo de clases de situación de nutrientes, Sierra Leona	90
7.5	Clases para evaluar la penetración de las raíces (perfil completo) o la capacidad de laboreo (capa superficial del suelo)	92
7.6	Ejemplo de clases para la evaluación de las condiciones para el establecimiento de plantones, Sudán	94
7.7	Ejemplo de clases para la evaluación de riesgos de inundación, Sudán	97
7.8	Clases para la evaluación de las posibilidades de mecanización y las condiciones para la preparación de la tierra	103
7.9	Clases de terreno	106
7.10	Ejemplo de clases para la evaluación de la erosión observada, Angonia, Mozambique	115
7.11	Ejemplo de pérdidas calculadas de suelo sobre la base del modelo SLEMSEA, Angonia, Mozambique	116
7.12	Ejemplo de la aplicación de los resultados de la estimación de pérdida del suelo a la clasificación de altitud de la tierra, Angonia, Mozambique	117
7.13A	Factores de cultivo necesarios para tener en cuenta los requisitos del período de descanso - Nivel de insumos 1: Bajo	121
7.13B	Factores de cultivo necesarios para tener en cuenta los requisitos del período de descanso - Nivel de insumos 2: Intermedio	122
7.13C	Factores de cultivo necesarios para tener en cuenta los requisitos del período de descanso - Nivel de insumos 3: Elevado	123
7.14	Climas principales	124
7.15	Grupos de adaptabilidad de cultivos, basados en el coeficiente de fotosíntesis y la respuesta a la radiación y la temperatura	125
7.16	Métodos de descripción y evaluación de las cualidades de la tierra	129
8.1	Ejemplo de desglose de componentes de tipos de utilización de la tierra	136
8.2A	Combinación de las clasificaciones de aptitud de la tierra para una determinada unidad de tierras. Modelo para una evaluación separada de requisitos de los cultivos, requisitos de manejo y requisitos de conservación	137

6.6	Combinación de clasificaciones de aptitud de la tierra para una determinada unidad de tierras. Formulario modelo para una evaluación combinada de todos los requisitos de uso de la tierra	139
8.3A	Ejemplo de formulario para presentar los resultados de la armonización de los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la tierra, para una determinada unidad de tierras	149
8.3B	Formulario para presentar los resultados de la armonización de los requisitos de uso de la tierra con cualidades de la tierra, para un determinado tipo de utilización de la tierra	150
9.1	Ejemplo del cálculo del margen bruto y del ingreso neto de la explotación agrícola	161
9.2	Ejemplo de ingreso bruto y margen neto por hectárea, por tipo de utilización de tierra, en los niveles A1 y A2 de productividad, a precios de 1975, en Filipinas	162
9.3	Ejemplo de análisis de <u>cash flow</u> descontado de un mejoramiento de tierras con drenaje deficiente mediante obras	165
9.4	Definiciones de las clases de aptitud de las tierras	169
9.5	Sufijos sugeridos para indicar las subclases de aptitud de las tierras	171
10.1	Forma básica de una leyenda tabular para un mapa de aptitud de las tierras	174
10.2	Ejemplo de leyenda tabular de un mapa de aptitud de las tierras	174
10.3	Ejemplo de clasificación de aptitud de las tierras sobre la base de factores de cultivo; manejo y conservación, Mozambique	175
10.4	Ejemplo de un índice de un informe sobre evaluación de tierras	179
10.5	Ejemplo de información sobre un sistema de uso de la tierra, Malawi	182
10.6	Aptitud de la tierra de unidades de desarrollo de tierras en la zona del Río Mano, Liberia	184

CUADROS EN LOS APÉNDICES

A.1	Formulario para el resumen de la clasificación de aptitud de las tierras	189
C.1	Ejemplo de la clasificación de los requisitos de uso de la tierra: Maíz	200
C.2	Ejemplo de la clasificación de requisitos de uso de la tierra: Caña de azúcar	204
D.1	Niveles de tolerancia de salinidad de los cultivos	210
E.1	Modificadores de condiciones en la clasificación de capacidad de fertilidad	212
F.1	Requisitos climáticos de los cultivos en Angonia, Mozambique	214
F.2	Características de zonas agroclimáticas en Angonia, Mozambique	214
F.3	Clasificaciones agroclimáticas de la aptitud de las tierras, Angonia, Mozambique	215
F.4	Clasificación de zonas agroclimáticas para la producción de cultivos, Angonia, Mozambique	215
G.1	Factores de descuento - Cálculo del valor descontado de un costo o beneficio futuro en el año n	218
G.2	Factores de descuento - Cálculo del valor descontado de un costo o beneficio anual constante futuro en años 1 a n inclusive	218

1. INTRODUCCION

1.1. OBJETIVOS

El propósito de estas *Directivas* es ayudar al personal de campo a hacer una evaluación de tierras para la agricultura en secano de conformidad con los principios del Esquema para la Evaluación de Tierras, de la FAO 1/. La presente publicación amplía los conceptos básicos del *Esquema*, e indica los procedimientos y métodos necesarios para la evaluación en el caso de la agricultura en secano. Ofrece directivas prácticas sobre la planificación y ejecución de las diversas etapas de la evaluación de tierras, desde la interpretación de los datos básicos hasta las recomendaciones finales que constituyen la base para la planificación del uso de la tierra y la ejecución de proyectos.

En su sentido más amplio, el término "agricultura" incluye la producción ganadera, pero estas *Directivas* se refieren solamente a la producción propiamente agrícola. Se incluyen tanto los cultivos anuales (agricultura de labranza) como los cultivos perennes (árboles y arbustos).

Los procedimientos esbozados pueden aplicarse en diferentes grados de perfeccionamiento y de detalle, de conformidad con los objetivos y la escala de la evaluación y con la mano de obra y los recursos financieros disponibles. En especial, estos procedimientos pueden aplicarse en todos los niveles, desde la escala continental o nacional, pasando por las escalas regionales y distritales, hasta reconocimientos detallados o intensivos para proyectos de carácter local, planes al nivel de la aldea y planificación agrícola de finca.

De acuerdo con la experiencia práctica, los procedimientos, etapas y métodos necesarios para la evaluación en secano, a lo largo de todo el mundo, son los mismos que se describen en este *Esquema*. Sin embargo, las *Directivas* no se refieren a la evaluación de tierras en secano, sino a la evaluación de tierras para la agricultura en secano. Los procedimientos y métodos necesarios para la evaluación de tierras en secano son los mismos que se describen en este *Esquema*.

El evaluador de tierras no debe asustarse por la complejidad de algunos de los procedimientos descritos ni tampoco por la extensión de las listas de control. El nivel de precisión de una evaluación varía mucho según los objetivos propuestos y según el tiempo y los recursos financieros de que se dispone para realizar el trabajo. En un esfuerzo por alcanzar la mayor latitud posible, las *Directivas* dan la máxima variedad posible de procedimientos o de aspectos que puedan presentarse. Casi siempre algunos procedimientos pueden omitirse o tratarse sólo en forma muy breve. Asimismo, las listas de control son intencionalmente largas a fin de asegurarse de que no se omite un aspecto importante, pero se supone que muchos de sus puntos se omitirán por no ser suficientemente importantes para la región estudiada o para los usos de la tierra que se enfocan.

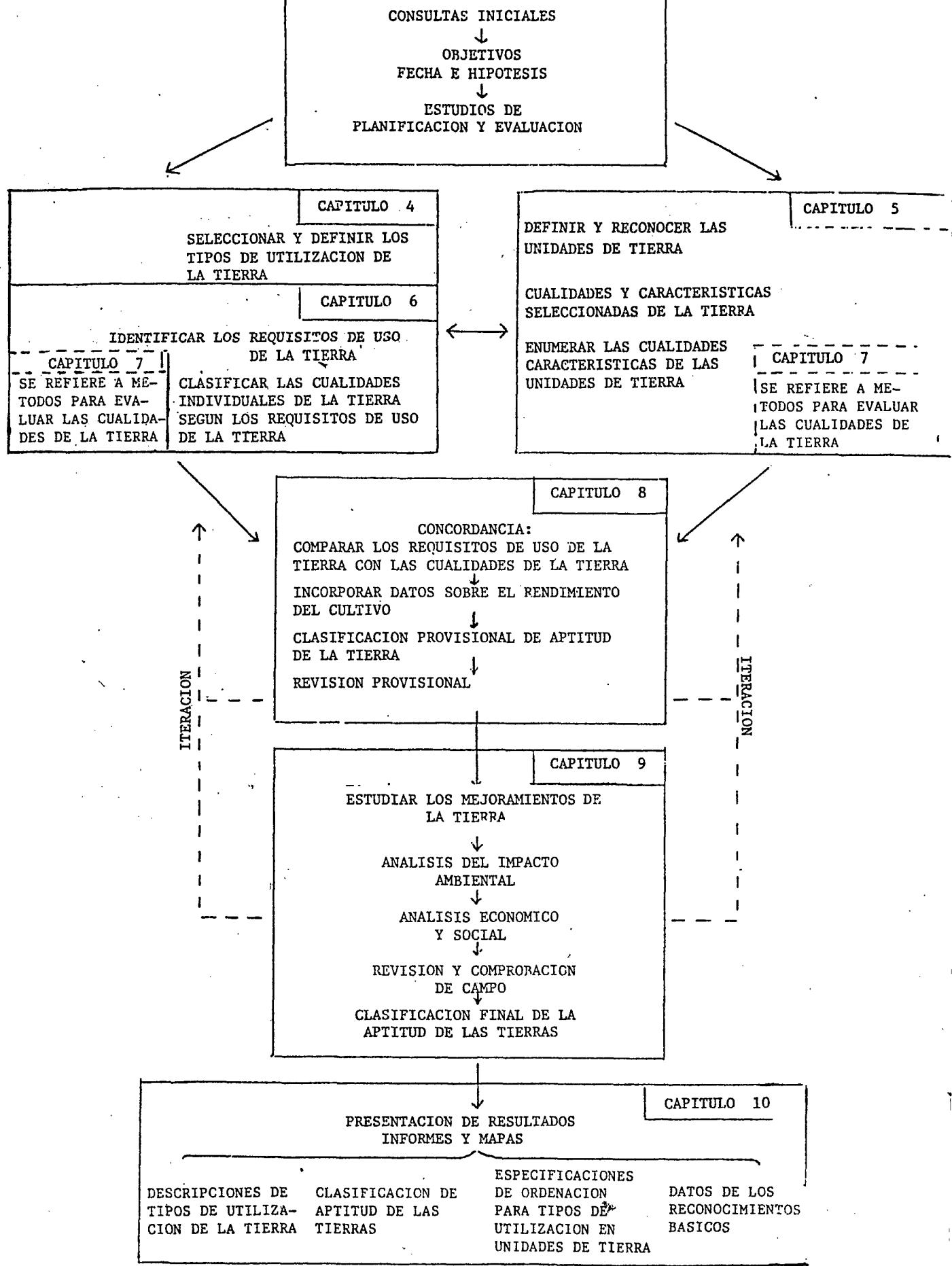
1.2. ESTRUCTURA DE LAS DIRECTIVAS

La figura 1.1 muestra la secuencia de las operaciones que se realizan en una evaluación de tierras. Sirve también de guía para conocer la estructura de estas *Directivas*; en la figura se indican los capítulos que se refieren a cada etapa de la secuencia. Esta secuencia es como sigue:

En el Capítulo 2 se indican los objetivos generales de la evaluación de tierras y los principios en que se basa el *Esquema* de la FAO. Se indica la función que cumple la evaluación de tierras en el proceso de planificación del uso de la tierra y se esbozan los procedimientos de evaluación.

El Capítulo 3 contiene la definición de los objetivos de las evaluaciones de tierras en la agricultura en secano. Se dan directivas para planificar la evaluación,

1/ Esquema para la Evaluación de Tierras. Boletín de Suelos de la FAO, N° 32 (1976), de aquí en adelante denominado el *Esquema*.



incluyendo el alcance de los reconocimientos necesarios, el tipo de evaluación de tierras que ha de emplearse y el escalonamiento de las actividades.

El Capítulo 4 se refiere al uso de la tierra. Se presentan los conceptos básicos, en especial el concepto del tipo de *utilización de la tierra*. Se dan orientaciones para describir e identificar estos tipos de utilización.

El Capítulo 5 trata de los *requisitos de uso de la tierra*. Se esbozan métodos para establecer categorías de aptitud en lo que se refiere a los requisitos de los cultivos, los sistemas de ordenación y la conservación. Estas clasificaciones se describen en términos de cualidades de tierra, que se tratan con mayor detalle en el Capítulo 7.

En el Capítulo 6 se describe el otro componente principal de la evaluación de tierras: la tierra. Se esboza brevemente la realización de reconocimientos básicos. Estos reconocimientos permiten preparar uno o más mapas de *unidades de tierra*. Se explica el concepto de *cualidades de la tierra*, junto con las relaciones entre estas cualidades y las características individuales de tierras.

En el Capítulo 7 se hace una relación de las *cualidades de la tierra* individuales que tienen importancia para la agricultura en secano, y se describen métodos para la evaluación de cada cualidad. Este capítulo permite ampliar la manera de describir tanto los requisitos de uso de la tierra (Capítulo 5) como las cualidades que poseen las unidades de tierra (Capítulo 6).

En el Capítulo 8 se explican las técnicas para armonizar los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la misma, lo que permite una primera aproximación en una clasificación de la aptitud de las tierras. Se estudian los resultados provisorios de la armonización, teniendo en cuenta las relaciones entre insumos y producto.

En el Capítulo 9 se examinan las demás etapas de la comparación del uso de la tierra con la tierra misma. Estas etapas incluyen el estudio de los mejoramientos de la tierra, el impacto ambiental y el análisis económico y social. Este examen da lugar a modificaciones en las aptitudes provisorias, particularmente en base del análisis económico, que en su mayor parte se realiza en esta etapa. Estos procedimientos llevan a la *clasificación final de la aptitud de las tierras*, e indican las aptitudes de cada tipo de utilización de la tierra en cada unidad cartográfica de tierras. El sistema de clasificación de aptitudes, al que con frecuencia se hace referencia en capítulos anteriores, se esboza en la sección 9.6.

En el Capítulo 10 se indica el carácter de los resultados de un reconocimiento de evaluación de tierras, y la forma en que estos resultados pueden presentarse para que sean de máxima utilidad a los usuarios de la evaluación.

En los Apéndices se dan ejemplos de procedimientos de evaluación y sus resultados. En el apéndice A se hace una relación simplificada y por etapas de los procedimientos necesarios para llenar los diversos formularios utilizados en diferentes fases de la evaluación. Antes de la bibliografía figura un glosario.

RELACION ENTRE LAS DIRECTIVAS Y EL ESQUEMA PARA LA EVALUACION DE TIERRAS

Estas *Directivas* ocupan una posición intermedia entre el *Esquema para la Evaluación de Tierras* y manuales detallados de evaluación local. El *Esquema* contiene los principios y los conceptos básicos en que se basa la evaluación de la aptitud de las tierras y formula estrategias generales para su aplicación. Las presentes *Directivas* proporcionan una metodología detallada para aplicar las estrategias. En cambio, no proporcionan valores concretos para atributos de la tierra que son adecuados para determinados usos. La diversidad de los medios físicos y socioeconómicos, junto con hipótesis muy distintas que sirven de base a las evaluaciones, hacen imposible establecer límites críticos específicos para relacionar el uso de la tierra con la tierra que serían aplicables universalmente.

A nivel nacional y regional debería ser posible preparar manuales que dieran criterios más concretos, tanto para la selección de cualidades de la tierra que sean pertinentes como para sus límites críticos para usos definidos. Se espera que estas *Directivas* estimularán la producción de manuales nacionales y regionales de esta clase.

La mayor parte de los lectores de estas *Directivas* conocerán sin duda el *Esquema*. Se ha tratado de lograr que el presente texto se explique por sí mismo y, con este propósito, se repiten las definiciones básicas del *Esquema*. Sin embargo, algunos de los conceptos básicos, así como el enfoque general de la evaluación de la aptitud de las tierras, se explican más detalladamente en el *Esquema*. Se recomienda fuertemente a los estudiantes y demás personas que no tengan un conocimiento preciso de la evaluación de la aptitud de las tierras que lean previamente por lo menos los capítulos 1, 2 y 3 del *Esquema*. El presente texto es fundamentalmente una ampliación del capítulo 4 del *Esquema*, "Procedimiento de Evaluación de Tierras", en cuanto se aplica al caso de la agricultura en secano.

2. OBJETIVOS DE LA EVALUACION DE TIERRAS

2.1. NECESIDAD DE ESTA EVALUACION

La evaluación de tierras es la valoración de la explotación de la tierra cuando se utiliza con propósitos específicos. En este sentido, ofrece una base racional para tomar decisiones relativas al uso de la tierra basadas en análisis de las relaciones entre la utilización de la tierra y la tierra misma, con estimaciones de los insumos necesarios y de la producción proyectada.

La utilización óptima de la tierra es hoy más necesaria que nunca, puesto que el rápido crecimiento de la población y la expansión urbana hacen que la agricultura disponga de relativamente pocas tierras. La demanda cada vez mayor de una intensificación de los cultivos existentes y la bonificación de nuevas tierras sin perjuicio para el medio ambiente sólo puede satisfacerse si la tierra se clasifica de conformidad con su aptitud para diferentes tipos de utilización.

2.2. OBJETIVOS

El principal objetivo de la evaluación de tierras es seleccionar el mejor uso posible para cada unidad de tierra definida, teniendo en cuenta consideraciones de carácter físico y socioeconómico así como la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro.

Los objetivos precisos varían considerablemente según el propósito y la escala de la evaluación. Sin embargo, en cada evaluación se debería plantear los siguientes interrogantes, cuyas respuestas deberían incluirse en los resultados de la evaluación:

La utilización óptima de la tierra es hoy más necesaria que nunca, puesto que el ~~actual~~ ~~de que~~ manejo actualmente manejan 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?

¿Qué otros usos de la tierra son físicamente posibles y económica y socialmente oportunos?

¿Cuáles de estos usos ofrecen posibilidades de una producción sostenida y de otros beneficios?

¿Qué efectos negativos, físicos, económicos o sociales, están asociados con cada uso?

¿Qué insumos ordinarios se necesitan para alcanzar la producción deseada y reducir a un mínimo los efectos adversos?

¿Cuáles son los resultados (productos, servicios y otros beneficios) de cada forma de uso?

Si la adopción de un nuevo uso de la tierra implica un cambio importante en la tierra misma, como por ejemplo en los planes de conservación y de escurrimiento deberá responderse entonces a las siguientes preguntas adicionales:

- ¿Qué cambios en el estado de las tierras son factibles y necesarios y cómo pueden realizarse?

- ¿Qué insumos no recurrentes son necesarios para llevar a la práctica estos cambios?

El proceso de evaluación no determina por sí mismo los cambios en el uso de la tierra que deberán adoptarse, pero facilita datos que permitan tomar esas decisiones. Para que esta función sea eficaz, el resultado de una evaluación normalmente proporciona información sobre dos o más formas posibles de uso para cada zona de tierra, incluyendo las consecuencias positivas o adversas de cada una.

2.3 PRINCIPIOS DE LA EVALUACION DE TIERRAS

El Esquema para la Evaluación de Tierras fue preparado específicamente para alcanzar los objetivos antes mencionados. El Esquema es fundamentalmente dinámico y su finalidad es prever los efectos de los cambios en el uso de la tierra mediante el conocimiento de las relaciones, tanto físicas como socioeconómicas, que existen entre una determinada porción de tierra y la utilización que se hace de ella. Por consiguiente, posee una ventaja en comparación con sistemas de clasificación de la capacidad o la aptitud de las tierras que se basan en factores más bien estáticos, fundamentalmente físicos. El Esquema se basa en seis principios:

- i. La aptitud de la tierra se evalúa y clasifica con respecto a clases específicas de uso. El concepto de aptitud de las tierras sólo tiene sentido si se especifica el uso de la tierra. Este uso puede definirse en términos amplios (por ejemplo, agricultura en secano) o de manera más precisa (por ejemplo una rotación Tabaco-maíz en cultivo tradicional mejorado).
- ii. La evaluación exige una comparación del producto obtenido y de los insumos necesarios en diferentes tipos de tierra. Este principio es de aplicación muy amplia, por ejemplo, en lo que se refiere a la cantidad de fertilizantes, los tipos de obras de drenaje de parcelas, o los insumos de mano de obra y de maquinaria necesarios para obtener una determinada cantidad de productos. A menudo sucede que la diferencia entre la mejor tierra para un determinado cultivo y una tierra menos buena depende no tanto de los rendimientos obtenidos como de los insumos necesarios para alcanzar un rendimiento satisfactorio.
- iii. Se necesita un método multidisciplinario. Además de los especialistas en la propia evaluación de tierras, las disciplinas que probablemente se necesitarán más en el caso de un estudio de evaluación para la agricultura en secano son:
 - estudio de suelos
 - agroclimatología
 - geomorfología
 - conservación de suelos
 - agronomía
 - uso de tierras
 - sistemas de explotación
 - economía
 - sociologíaLos reconocimientos realizados por equipos importantes pueden incluir especialistas en cada una de estas disciplinas. Cuando se trata de equipos pequeños, es probable que algunas de las disciplinas estén a cargo de una sola persona, por ejemplo, geomorfología y suelos, sociología y economía. Incluso cuando no hay ningún equipo disponible, un solo evaluador de tierras deberá intentar aplicar un método multidisciplinario, o por lo menos evitar aplicar los métodos de una sola disciplina (por ejemplo, la edafología o la economía). Una de las finalidades de estas Directivas es ayudar a alcanzar este objetivo.
- iv. La evaluación se hace en términos que correspondan al contexto físico, económico y social de la referida zona. La tierra que es apta para un determinado cultivo en un país no siempre será apta en otro, debido a la diferencia en los costos de mano de obra, disponibilidad de capitales, niveles de conocimientos técnicos de los agricultores, etc.
- v. La aptitud se refiere a un uso de carácter continuo. La principal aplicación de este principio es que al evaluar la aptitud de la tierra deberán tenerse en cuenta los riesgos de erosión y otros tipos de degradación del suelo, por ejemplo, el deterioro de la propiedades químicas, físicas o biológicas.
- vi. La evaluación implica la comparación de más de una clase de uso de la tierra. Este principio se aplicará en las evaluaciones que abarcan cierto número de diferentes cultivos o sistemas de cultivo. Cuando las circunstancias exigen realizar una evaluación para un solo uso, por ejemplo, encontrar tierra para un plan de pequeños cultivadores de té, la comparación debe hacerse entre convertir a la tierra para el uso especificado o mantener su uso actual.

La presente publicación traduce estos conceptos en un sistema práctico de evaluación de tierras para la producción de cultivos en secano. Sin embargo, antes de efectuar una evaluación de tierras es necesario comprender de qué manera se relaciona con otras fases del proceso general de la planificación del desarrollo rural.

2.4 LA FUNCION DE LA EVALUACION DE TIERRAS EN LA PLANIFICACION DEL DESARROLLO RURAL

En el ciclo de planificación del desarrollo rural, tal como se muestra en la figura 2.1, la evaluación de tierras constituye un vínculo entre los reconocimientos básicos de recursos y la adopción de decisiones sobre la planificación y ordenación del uso de la tierra. El resultado de las decisiones adoptadas después de una evaluación puede ser la aplicación de un proyecto o la adopción de otras decisiones relativas al desarrollo. Por otra parte, la evaluación puede haber indicado que es necesario definir de nuevo los objetivos y hacer reconocimientos y evaluaciones más detalladas, tal como se indica con la flecha de retroinformación. Una secuencia típica de dos etapas incluiría un reconocimiento y una evaluación de tierras cuyo resultado fuera una *identificación de un proyecto* en función de las zonas y de los tipos de uso de la tierra, seguidos de reconocimientos y evaluaciones más detallados que se traduzcan en la *implementación* (el desarrollo) de un proyecto en estos sectores.

No existe un límite muy definido entre la evaluación de la tierra y la adopción de decisiones sobre la planificación, el desarrollo y la ordenación del uso de la tierra. Por sí mismo, el procedimiento de evaluación de tierras no toma tales decisiones. Sin embargo, puede y debe permitir hacer recomendaciones. El objetivo principal de la evaluación de tierras es poner a disposición del usuario, se trate del agricultor, el planificador, el funcionario del gobierno o el político, la información adecuada referente a los recursos de tierras y aquella necesaria para adoptar decisiones de planificación, desarrollo y ordenación. Por consiguiente, el resultado final de un estudio sobre la evaluación de tierras consiste en cierto número de recomendaciones precisas, con alternativas para tipos adecuados de uso de la tierra, así como las consecuencias de su aplicación.

2.5 ESTUDIOS BASICOS DE RECURSOS DE TIERRAS

En su sentido más amplio, el proceso de evaluación de tierras incluye los reconocimientos básicos de recursos de tierras (por ejemplo, agrimensura, análisis de registros climáticos) que constituyen una de sus principales fuentes de datos. Es un sentido más limitado, la evaluación es la interpretación de estos datos en función de los recursos y limitaciones en lo que se refiere al uso de la tierra. La diferencia es fundamentalmente semántica, pero cualquiera que sea el criterio que se adopte, la evaluación de las tierras no es por cierto un "ejercicio teórico", sino que requiere la realización de muchas actividades de investigación sobre el terreno y de recopilación de datos.

Sin embargo, hay muchos textos sobre métodos de reconocimientos básicos y estas Directivas no contienen detalles acerca de tales métodos. En las secciones 3.5.4 y 5.2 se examina brevemente la planificación de los reconocimientos básicos.

2.6 UN METODO DE ANALISIS DE SISTEMAS PARA LA EVALUACION DE TIERRAS

El examen detallado de las aplicaciones del análisis de sistemas a la evaluación de tierras no entra en el marco de estas Directivas. Sin embargo, se señalan algunos conceptos esenciales puesto que se prevé que, en cierto modo, el progreso en el método de la evaluación de tierras se hará mediante la preparación descriptiva y determinista de modelos de las relaciones tierra/uso de la tierra, método que facilita considerablemente la computadorización. Este tema es tratado con mayor detalle por Beek (1978).

Un sistema consiste en una colección de elementos con sus relaciones, seleccionados en virtud de sus efectos sobre las preguntas que se plantean o los objetivos que

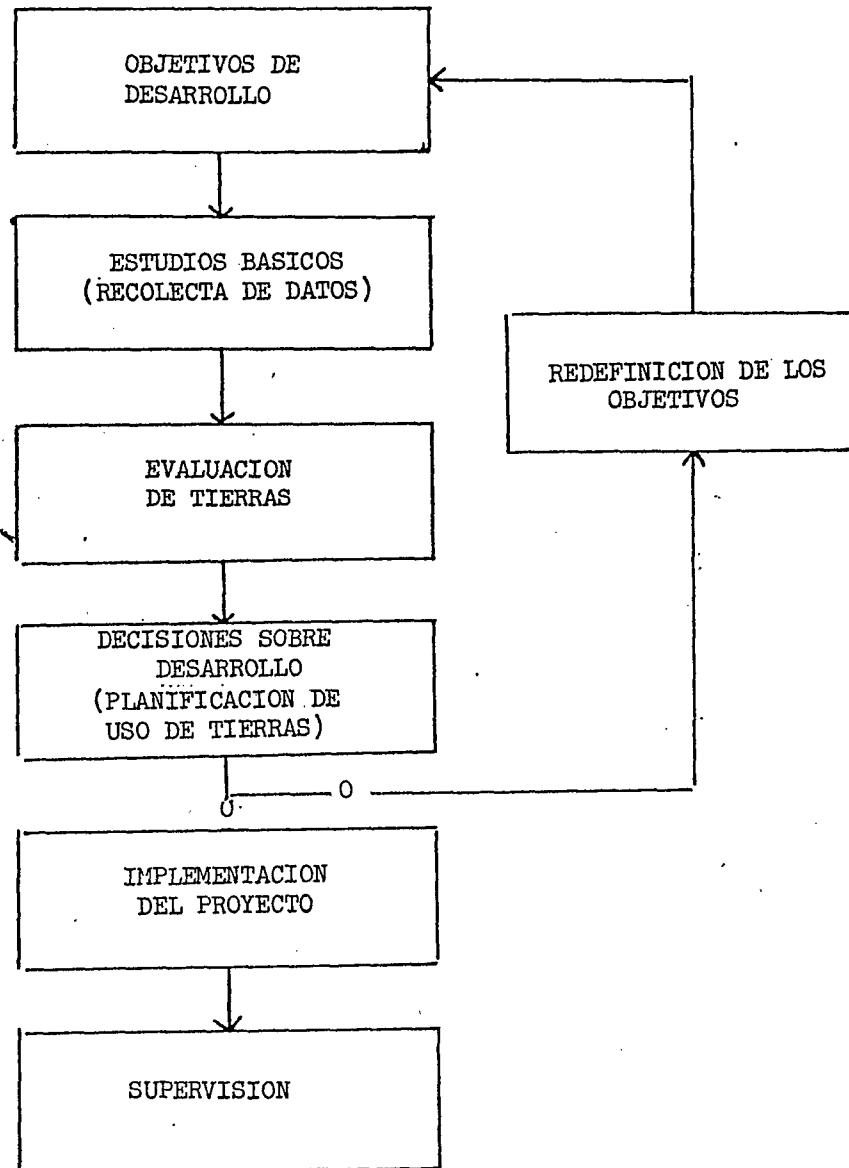


Figura 2.1 Secuencia generalizada de actividades en la planificación del desarrollo rural

se trata de alcanzar, y relacionados con sistemas similares cada uno en su medio ambiente, Un sistema posee límites, relaciones internas e insumos y productos externos.

El sistema central en la evaluación de tierras comprende dos elementos: la tierra y el uso de la tierra. Este sistema *tierra-uso* es afectado por insumos materiales a la tierra (como mejoramientos de la tierra) y al uso de la tierra (como insumo), que tienen una interacción con los elementos del sistema para determinar los resultados, o los productos, del sistema. En la figura 2.2 se indican estas relaciones.

En su forma más simple, el sistema de uso de la tierra indicado en la 2.2 puede consistir en "cultivo de maíz por pequeños agricultores, con métodos mejorados, en una zona de luvisoles férricos con pendientes suaves, y un régimen de 900 mm de precipitación pluvial". Si los insumos incluyen variedades mejoradas de semillas y 200 kg/ha de fertilizante, la producción puede llegar a 4.000 kg/ha. de maíz. Todo cambio en cualquiera de estas variables causa cambios en algunas de las demás. Si la unidad de tierra no posee luvisoles férricos sino arenosoles menos fértiles, el insumo de 200 kg/ha. de fertilizante puede dar una producción de sólo 3.000 kg/ha. de maíz. Si los insumos introducidos

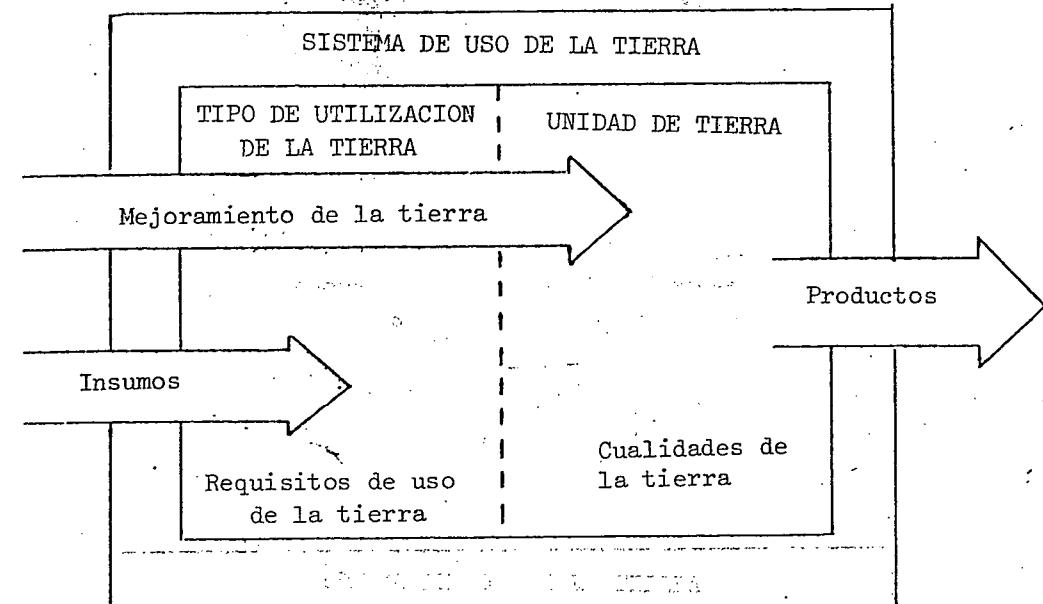


Fig. 2.2 Representación diagramática del sistema de uso de la tierra. Basado en Dent y Young (1981) y Beek (1978).

en la zona de luvisoles férricos fueran sólo de 100 kg/ha. de fertilizante, la producción podría reducirse de 4.000 a 3.500 kg/ha. de maíz. Si se mantuviera el fertilizante en el nivel de 200 kg/ha., un cambio en la variedad de semillá utilizada afectaría también el rendimiento. Por último, en este ejemplo es obvio que si el tipo de utilización de la tierra no fuera el cultivo de maíz, la producción no sería maíz. Por esta razón, todo componente en un sistema de uso de la tierra tiene una interacción que afecta el producto.

Este método aumenta considerablemente la flexibilidad del *esquema* y permite que sus principios se apliquen para responder a cierto número de preguntas que pueden plantearse en relación con cambios propuestos en el uso de la tierra. Puede no ser necesario efectuar una evaluación completa de la tierra para responder a estas preguntas, y bastará quizás con aplicar uno o dos procedimientos simples basados en un modelo específico de uso de la tierra y de tierra. Entre los ejemplos pueden citarse los efectos de la modificación de algún determinado tipo de ordenación sobre el rendimiento de los cultivos, o una susceptibilidad a la erosión. En estos casos, los objetivos son muy específicos y la solución puede estar en el análisis de las reacciones de un determinado cultivo en el grado de erosión en un pequeño número de propiedades de la tierra que se verían afectadas por el cambio en el tipo de manejo de la tierra.

Sin embargo, el análisis de sistemas de uso de la tierra es muy complejo. Entre las dificultades se encuentra la de la determinación de límites entre los subsistemas, componentes y la interacción que existe entre ellos. Otra dimensión de este problema es la variabilidad temporal de las interacciones de la tierra/uso de la tierra. La técnica de preparación de modelos pueden utilizarse en algunos subsistemas limitados, por ejemplo la humedad disponible del suelo, y quizás en la predicción del rendimiento de un cultivo. Por cierto, la preparación de modelos de sistemas completos de uso de la tierra todavía no es una técnica práctica para efectuar evaluaciones. Pese a ello, el sistema de uso de la tierra previsto en la figura 2.2 ofrece una base conceptual válida para la evaluación de la tierra y esboza toda la serie de procedimientos indicada en estas *directivas*.

2.7 ESBOZO DE LOS PROCEDIMIENTOS

El cuadro 2.1 ofrece un panorama generalizado de los procedimientos de evaluación de la tierra. Las actividades se desglosan en tres fases aproximadas: planificación, reconocimiento de campo y preparación de resultados. Las actividades de análisis de datos abarcan tanto el reconocimiento de campo como la preparación de resultados. Dentro de cada una de estas fases se distinguen tres tipos de actividades:

- actividades relacionadas principalmente con el uso de la tierra;
- actividades relacionadas principalmente con la tierra;
- actividades que implican relaciones entre el uso de la tierra y la tierra misma.

Las consultas previas se inician con discusiones entre los que encargan la realización del estudio y los que se hacen cargo de su ejecución. En primer lugar es necesario determinar los objetivos de la evaluación. Al mismo tiempo, se examinan y se llega a un acuerdo sobre las hipótesis básicas que han de hacerse (por ejemplo, la forma en que se tomarán en cuenta los derechos de los actuales usuarios de la tierra). Teniendo presentes estos objetivos e hipótesis, se hace un primer examen de los tipos de utilización de tierra que han de considerarse.

La organización encargada de la evaluación procede entonces a estudiar el contexto de la zona de que se trata, es decir sus características físicas, económicas y sociales generales, junto con los datos disponibles, por ejemplo la existencia de estudios de suelos, información sobre el clima, etc. Esto, junto con los datos necesarios para evaluar la aptitud para los tipos de utilización de la tierra, permite determinar los datos que es necesario obtener.

En esta etapa del trabajo se prepararán modelos del problema y de la solución propuesta. Es decir, la organización encargada de la evaluación preparará modelos que muestren los datos que deben reunirse y la forma en que se presentarán los resultados. Estos modelos se discuten con el organismo gubernamental o cualquier otra organización que haya encargado el trabajo, y se modifican si estos últimos lo consideran necesarios.

Una vez establecidos los lineamientos básicos, la etapa siguiente es la de la planificación de la evaluación en forma detallada. Esta etapa incluirá cuestiones tales como las actividades de estudio de suelos que han de realizarse, así como su escala y grado de detalle. Luego se examinan los problemas relacionados con el personal y el cronograma de actividades, junto con estimaciones de los costos. Es posible que la aprobación final para llevar adelante la evaluación se dé solamente en esta etapa.

La segunda fase -la principal-, la de los estudios de campo, comienza con dos tipos de actividades: estudio de los tipos de utilización de las tierras y reconocimientos básicos de recursos. Los primeros se inician con descripciones previas de los diferentes tipos, junto con sus insumos y productos; estos estudios pueden basarse parcialmente en otros estudios sobre el uso actual de la tierra, por ejemplo, investigaciones sobre sistemas de explotación. A continuación se determinan los requisitos del uso de la tierra, es decir las propiedades de la tierra que serán favorables y desfavorables, respectivamente, para cada tipo de utilización.

Simultáneamente se inician los reconocimientos básicos de recursos, es decir, estudios de suelos, estudios agroclimatológicos. El resultado es la preparación del mapa o mapas en que se basa la evaluación; estos muestran las unidades de tierra; puede tratarse de sistemas y facetas de tierras, asociaciones o series de suelos, propiedades climáticas o edafológicas individuales, u otras unidades cartográficas adecuadas a la escala y a los propósitos del estudio. En el caso de cada una de estas unidades cartográficas, se miden o estiman las cualidades y características adecuadas de la tierra, que han de usarse para evaluar la aptitud de la tierra.

Como estas cualidades y características se estudian para evaluar la aptitud de los tipos de utilización de la tierra seleccionados, es obvio que es indispensable establecer relaciones frecuentes entre estos dos tipos de investigaciones en el campo. Debe haber un proceso de interacción, o de refinamiento sucesivo, mediante el cual los requisitos y limitaciones del uso de la tierra se comparan repetidamente con los reconocimientos de las tierras que estén realizándose. En el esquema este proceso se menciona como revisiones provisionales e incluye la iniciación del proceso conocido como armonización.

FASE	Actividades relacionadas con el uso de la tierra	Actividades generales	Actividades relacionadas con la tierra
FASE PREVIA O DE PLANIFICACION	Tipos de utilización de la tierra que han de considerarse. Datos necesarios para la evaluación	CONSULTAS INICIALES Objetivos Hipótesis Datos necesarios Modelos, problema/solución	Datos disponibles sobre recursos de tierras
TIPO DE USO DE LA TIERRA	Estudio de tipos actuales y de posibles tipos de utilización de la tierra; con inclusión de insumos, productos y sus relaciones	PLANIFICACION DE LA EVALUACION Planificación de levantamientos Personal y cronograma de trabajo	ESTUDIOS DE TIERRAS Reconocimientos básicos de recursos
FASE DE INVESTIGACION DE CAMPO	Tipos de utilización de la tierra que han de considerarse. Requisitos de uso de la tierra (Modificaciones de los tipos de utilización de la tierra)	Hipótesis Datos necesarios COMPARACION DEL USO DE LA TIERRA CON LA TIERRA Concordancia Mejoramiento de la tierra Impacto ambiental Análisis económico y social Revisión de resultados previos Verificación de campo CLASIFICACION DE APTITUD DE LA TIERRAS	Unidades de tierra Unidades y características de la tierra Datos disponibles sobre recursos de tierras
FASE POSTERIOR DE RESULTADOS	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	ESTUDIOS DE TIERRAS Reconocimientos básicos Recopilación de datos adicionales Características de la tierra Datos disponibles sobre recursos de tierras Mapas y relación de recursos básicos.
FASE POSTERIOR A LA EVALUACION		Aplicación de los resultados Supervisión	ESTUDIOS DE TIERRAS Reconocimientos básicos Características de la tierra Datos disponibles sobre recursos de tierras Mapas y relación de recursos básicos

Todas estas actividades se reúnen plenamente en la comparación del uso de la tierra con la tierra misma. El proceso de armonización comienza como una comparación entre los requisitos de uso de la tierra y las propiedades de la tierra. Esta comparación puede dar lugar a modificaciones en las descripciones de los tipos de utilización de la tierra.

La comparación del uso de la tierra sigue con otros tres procedimientos, que pueden considerarse como parte de la armonización en su sentido más amplio. Se estudia la posibilidad de que las cualidades de la tierra puedan modificarse favorablemente mediante mejoramientos de la tierra, cambios substanciales en la tierra logrados mediante la inversión de capital. Se analiza el impacto ambiental a fin de prestar especial atención a los posibles efectos que los tipos de utilización clasificados provisionalmente como adecuados pueden tener sobre la tierra. El análisis económico y social se realiza hasta cierto punto incluso en las evaluaciones físicas; ello consiste en un examen de carácter general de las posibles consecuencias económicas y sociales de los tipos de uso de la tierra propuestos. En la evaluación económica de la tierra esta etapa es de importancia fundamental para determinar los resultados. Se procede entonces a una revisión y a una verificación de campo. Por lo general la revisión de los resultados provisoria incluye discusiones con los usuarios. Los diversos tipos de uso de la tierra son estudiados en el campo, en tierras para las cuales se evalúa su aptitud, por agrónomos y otras personas encargadas de la clasificación. Estos procedimientos adicionales de comparación pueden dar lugar a modificaciones tanto en los tipos de utilización de las tierras como en las evaluaciones relativas a la aptitud.

La última fase es la de preparación y presentación de los resultados. La clasificación de la aptitud de las tierras ha terminado, aunque se ha ido realizando por aproximaciones sucesivas durante las últimas fases de los estudios de campo. La preparación de resultados incluye preparación de mapas y la elaboración del informe. Invariablemente se elaborarán mapas de la aptitud de las tierras y descripciones de los tipos de utilización de la tierra, cada uno con sus especificaciones relativas a la ordenación, los insumos necesarios y el producto estimado. En el informe se expone la información sobre la que se basan los resultados. Con frecuencia los resultados de la evaluación irán acompañados de una relación de los recursos básicos y de mapas.

La etapa final en la evaluación de las tierras es la de presentación de los resultados. A esta etapa seguirá normalmente alguna forma de aplicación de los resultados, mediante un proyecto o programa de fomento de tierras. La evolución del uso de la tierra deberá ser seguida siempre de cerca. Preferiblemente, la organización y el personal encargado de la evaluación deberían desempeñar un papel activo en la aplicación como en la vigilancia, pues son más calificados para hacer frente al cambio de circunstancias o a resultados imprevistos haciendo cambios en las recomendaciones. Por otra parte, esta actividad proporcionará retroinformación para mejorar las evaluaciones en el futuro. Estas actividades no forman parte de la evaluación misma, pero son vitales para alcanzar sus objetivos.

3. PLANIFICACION DE LA EVALUACION

3.1 INTRODUCCION

En el presente capítulo se describe la secuencia de las actividades, desde la consulta inicial con el cliente hasta la planificación de la evaluación; dicha secuencia corresponde a la fase de planificación que figura en los procedimientos esbozados en el cuadro 2.1.

Las consultas iniciales deberán ser lo más amplias posibles y conllevarán un intercambio de ideas sobre los objetivos de los estudios y el tipo de evaluación que permitirá alcanzar estos objetivos. El mandato dado a los evaluadores debe ser flexible a fin de poder hacer revisiones en el curso de los estudios o de la evaluación a la luz de los resultados provisorios. Los resultados de estas consultas iniciales deben ser los siguientes:

- i) una exposición clara y precisa de los objetivos;
- ii) un conocimiento de los datos y de las hipótesis sobre los que ha de basarse la evaluación de las tierras;
- iii) un programa de trabajo para realizar los reconocimientos y la recopilación de datos y escalonar las actividades;
- iv) una exposición sobre la forma en que se presentarán los resultados finales y la manera en que se alcanzarán los objetivos.

Las consultas iniciales deberán ser lo más amplias posibles y conllevarán un intercambio de ideas sobre los objetivos de la evaluación que permitirá alcanzar estos objetivos.

El primer requisito es establecer los objetivos del aprovechamiento de tierras que se propone realizar y conocer los obstáculos que puedan oponerse al logro de estos objetivos y las hipótesis básicas en que se fundamentan. Antes de fijar los posibles objetivos con el cliente, el equipo de evaluación debe consultar con planificadores, especialistas en disciplinas adecuadas y representantes de la población local que probablemente se verá afectada.

Aunque los objetivos deben expresarse siempre de manera clara, su nivel de precisión varía considerablemente de un estudio a otro. Es posible distinguir dos niveles de generalización en la especificación de los objetivos del estudio: propósito general y propósito especial.

Una evaluación de tierras con propósito general estudia la aptitud de una zona para todas las formas adecuadas de utilización. Estas formas abarcan tanto los usos actuales como los usos nuevos, por ejemplo, la introducción de nuevos cultivos. La evaluación puede hacerse en función de los principales tipos de utilización de la tierra, pero por lo general es mejor ampliar estos usos, por lo menos en cierto grado, precisando los cultivos e indicando niveles de manejo definidos de manera general. De ningún modo se indicarán todos los tipos de utilización al comienzo del estudio, ya que una de las finalidades de una evaluación de propósito general es identificar, estudiar y describir nuevos usos potenciales.

En una evaluación de tierras con propósito especial los tipos de utilización de la tierra que han de examinarse son limitados y, por lo menos parcialmente, se les expresa en los objetivos. Por lo general esta situación se presenta en las evaluaciones realizadas al nivel de un proyecto y puede también aplicarse a escala regional. Son ejemplos del nivel de reconocimiento, los estudios realizados para encontrar las zonas más adecuadas para la agricultura en secano, para convertirse en tierra de labranza potencial o para el desarrollo de ciertos cultivos. A un nivel más detallado, el objetivo puede consistir en alcanzar una determinada producción total de un determinado cultivo alimenticio (por ejemplo, maíz) o un determinado nivel de ingresos agrícolas para los pequeños propietarios. En la actualidad la tendencia es en fijar objetivos más concretos y a menudo a corto plazo. Esto

limita el número de posibles formas de utilización de la tierra que han de considerarse en la evaluación.

La experiencia ha demostrado que una clasificación de aptitud para un solo uso puede inducir a error. Casi siempre es más conveniente hacer la clasificación para, por lo menos dos formas de utilización. Esto no significa necesariamente un cambio, sino que puede tratarse de la simple continuación de la utilización actual, con prácticas de manejo modificadas o no. En el caso de una tierra desocupada, como una base para hacer la comparación, es posible evaluar los beneficios que pueden obtenerse si se deja a la tierra en su condición actual.

3.3 FUENTES DE DATOS

Deben examinarse los mapas, los informes técnicos, las publicaciones y otras informaciones sobre la zona estudiada y los usos propuestos de la tierra antes de llegar a un acuerdo definitivo sobre los objetivos de la evaluación y el plan de trabajo. Si en esta etapa inicial no hay tiempo suficiente para estudiar detenidamente los informes que existan al respecto, el equipo de evaluación de tierras deberá por lo menos conocer su existencia. La experiencia demuestra que puede ahorrarse mucho tiempo valioso y mejorarse los resultados de la evaluación final si se utilizan los informes ya existentes. Deben explorarse cuidadosamente las siguientes posibilidades para obtener informes técnicos y otros datos pertinentes:

- i) el cliente (por regla general un departamento del gobierno);
- ii) otros departamentos del gobierno; en el caso de estudios relativos a la agricultura en secano es conveniente verificar si el departamento de riego o el departamento de ganadería poseen informes apropiados para el fin que se persigue; el departamento de meteorología puede poseer estudios publicados sobre agroclimatología, así como datos básicos;
- iii) proyectos FAO/PNUD o proyectos del Banco Mundial;
- iv) proyectos de ayuda bilateral;
- v) informes de firmas de consultores; si bien los consultores no están autorizados para revelar el contenido de sus informes técnicos, pueden indicar a quien debe presentarse una solicitud oficial para obtener esta información;
- vi) universidades, en particular las facultades de Agricultura, Agronomía, Geografía, etc.;
- vii) estaciones de investigación, de carácter nacional e internacional;
- viii) publicaciones: en la actualidad existe tanto material publicado que no es raro que contenga datos pertinentes y útiles pero que se desconozcan. Puede ser útil consultar bibliografías, periódicos de resúmenes de obras o servicios de investigación de datos computadorizados.

3.4 HIPÓTESIS QUE SIRVEN DE BASE A LA EVALUACION

Algunas hipótesis son tan obvias en el contexto de las condiciones físicas, económicas, sociales y políticas de un país o una región que no siempre se les especifica. Pueden citarse como ejemplo la aridez en una región desértica, y un alto o bajo nivel de vida. Sin embargo, es necesario registrar brevemente estas hipótesis para contribuir a la transferencia de informaciones de una zona a otra.

En primer lugar es necesario reconocer y exponer los datos y las hipótesis relacionadas con la zona del proyecto. En la presentación final, esta información puede constituir un capítulo del informe. Los siguientes aspectos son importantes:

- ubicación y posibilidades de acceso;
- zona climática;
- relieve (configuración del terreno) y características principales de los suelos;
- población y su tasa de evolución
- nivel de vida (por ejemplo, producto interno bruto por habitante);
- educación;
- bases de la economía actual;
- infraestructura económica (por ejemplo, caminos, servicios urbanos);
- subvenciones del gobierno;
- tamaño de las explotaciones agrícolas u otras formas de propiedad de la tierra;
- sistema de tenencia de la tierra;
- sistema político.

Además del contexto general, hay también hipótesis utilizadas como una base para la evaluación que afectan la interpretación y las posibilidades de aplicación espacial y temporal de los resultados. Por ejemplo, una decisión importante es determinar si hay que tener en cuenta la ubicación y las posibilidades de acceso, y de ser así, de qué manera (véase sección 7.2 CT23 "Aplicación a las evaluaciones", pag. 107). También es necesario tener una idea clara acerca de las limitaciones sociales, institucionales y políticas que caracterizan a la planificación futura del uso de la tierra en la zona. Suele ser necesario, por ejemplo, determinar si los derechos de los actuales propietarios o usuarios de la tierra son inviolables o si cabe considerar la posibilidad de que se dicten órdenes de reasentamiento o de compra forzada. Este hecho puede afectar considerablemente las zonas y los tipos de utilización que no se evalúan pero que se clasifican como "no aplicables", basándose en que no es posible cambiar el uso de la tierra. La descripción de los tipos de utilización de las tierras se ve también afectada por el contexto social y político, por ejemplo, el hecho de que las fincas serán explotadas de manera individual, comunal o estatal. Es necesario enumerar estas hipótesis.

sistema de tenencia de la tierra.

A continuación se indican algunos ejemplos, que no abarcan en forma alguna toda la gama de posibilidades:

- i) límites a la información utilizada (por ejemplo, sólo se han usado las informaciones sobre las condiciones del suelo que figura en un determinado mapa); si hay que tener en cuenta la ubicación y las posibilidades de acceso, de qué manera
- ii) la fiabilidad y la posibilidad de aplicación de los datos disponibles dentro o fuera de la zona estudiada;
- iii) la ubicación se toma o no en cuenta;
- iv) demografía (por ejemplo, las tasas actuales de aumento de la población se mantendrán o disminuirán);
- v) infraestructura y servicios (por ejemplo, los servicios de reparación, de crédito, de extensión agrícola, etc., no se modificarán y serán mejorados);
- vi) niveles de insumos (por ejemplo, los insumos ordinarios de los usuarios de la tierra se mantendrán en los niveles actuales o serán aumentados);
- vii) tenencia de la tierra y otras condiciones institucionales (por ejemplo, se presupone que se mantendrá la propiedad privada o la tenencia comunal habitual, o los agricultores cooperarán con las aldeas comunitarias que se establezcan); si hay que
- viii) demanda, mercados y precios (por ejemplo, se ha partido de la base de los precios existentes en la región, o puesto que en la región no existe un mercado para el cultivo proyectado, se han tomado como base los precios mundiales, se han tenido o no en cuenta los efectos de la elevada oferta del producto prevista como resultado del proyecto sobre el precio del mercado);
- ix) mejoramiento de la tierra; cuando ha de hacerse una clasificación de la aptitud potencial, se describen el alcance y la naturaleza de los mejoramientos de la tierra;

xi) tipo de tenencia de la tierra (por ejemplo, se presupone que los usuarios de la tierra se mantendrán o se aumentará su número);

xii) tenencia de la tierra y otros factores (por ejemplo, se presupone que la tenencia de la tierra se mantendrá o se aumentará, o que se establecerá alguna otra).

x) base para el análisis económico (por ejemplo, costos de amortización de las obras de capital han sido o no han sido parcial o íntegramente incluidos; la mano de obra familiar proporcionada por los pequeños agricultores ha sido o no ha sido incluida en los costos; tasas de descuento utilizadas en el análisis costo/beneficio).

3.5 PLANIFICACION DE LA EVALUACION

3.5.1 Alcance y escalonamiento de las actividades

Durante las consultas iniciales debe prepararse un plan cronológico de las actividades relacionadas con la recolecta de datos y la evaluación de tierras. Este plan debe incluir los insumos de personal y de material, transportes y alojamiento, detalles sobre el tiempo asignado a los estudios y a las actividades de evaluación así como el escalonamiento de las mismas, y costos. Debe preverse un tiempo adicional para hacer frente a las dificultades imprevistas y el plan debe ser suficientemente flexible a fin de hacer modificaciones si los resultados provisionales así lo indican.

Al planificar una evaluación de tierras es necesario desde el comienzo tomar cierto número de decisiones relativas a:

- la amplitud y los límites del área por evaluarse;
- los tipos de uso de la tierra que han de incluirse en la evaluación;
- el alcance, la intensidad y la escala de los estudios necesarios;
- el tipo y metodología de la clasificación de aptitud de las tierras que ha de utilizarse;
- el escalonamiento de las actividades.

3.5.2 Amplitud y límites de la tierra que ha de evaluarse

Estos pueden haber sido ya especificados antes de encargar la evaluación, por ejemplo, al preparar un plan de desarrollo para una determinada unidad administrativa. Otra posibilidad es precisar la zona después de seleccionar las clases adecuadas de uso de la tierra sobre la base de que sólo algunas zonas parecen ofrecer posibilidades para esa utilización. En especial, en el caso de estudios de naturaleza más intensiva se utilizarán mapas de estudios anteriores en escala de reconocimiento o de menor detalle para seleccionar las zonas que ofrecen más posibilidades para los tipos especificados de uso de la tierra o, lo que frecuentemente es más importante, para dejar de lado las zonas que obviamente no son adecuadas para los usos propuestos.

3.5.3 Tipos de uso de la tierra que han de incluirse en la evaluación.

Los tipos de uso de la tierra se seleccionan sobre la base de los objetivos de la evaluación y del contexto físico, económico y social de la zona. Los objetivos indican si hay que incluir toda una serie de tipos de uso de la tierra o si el estudio se orienta hacia un uso específico. En la mayoría de los casos los datos físicos, por ejemplo, las características climáticas que imperan en toda la zona que se estudia, reducirán considerablemente el número de tipos de uso de la tierra que pueden considerarse. Habrán también obstáculos creados por factores económicos y sociales, por ejemplo, niveles de vida o el requisito de que se utilice un tipo determinado de tenencia de tierras, individual o communal.

En la Sección 4.3 se indican las distintas maneras de identificar inicialmente los cultivos y clases de uso de la tierra que hay que considerar.

En muchos casos habrán determinados tipos de utilización de la tierra cuya consideración no es adecuada cuando se trata de determinadas unidades de tierra. Por ejemplo, si la hipótesis es que no se producirán movimientos en gran escala de la población, los tipos de utilización de la tierra con una baja densidad de población no son adecuados para su consideración en el caso de unidades de tierra que están ya densamente pobladas. Si las hipótesis indican claramente que no deben producirse cambios en los límites de las reservas forestales, de nada vale evaluar la tierra de estas reservas para la producción de cultivos. Las hipótesis que sirven de base a la evaluación, tal como han sido determinadas durante las consultas iniciales, son la causa más común de que cierto tipo de uso

de la tierra no sea adecuado en ciertas zonas, pero hay también otras causas. Las preferencias dietéticas evidentes de la población pueden hacer que no se tengan en cuenta cultivos que, por razones climáticas, podrían haber sido incluidos en la evaluación. Las realidades económicas o el simple sentido común puede indicar que es necesario excluir ciertos usos en determinadas zonas. Como en el caso de algunos de los ejemplos citados, la no pertinencia se aplicará a menudo más a una unidad administrativa que a una unidad física de tierra.

Puede ahorrarse mucho trabajo si se eliminan los tipos de utilización de la tierra que no son pertinentes para su consideración en determinadas zonas. Esto permite concentrar los esfuerzos en la evaluación de las relaciones adecuadas de uso de la tierra/tierra. Las zonas eliminadas se indican en los mapas y cuadros de aptitud de las tierras con el signo NA (No aplicable). Es importante señalar que "No aplicable" no significa en forma alguna que la tierra no es apta para un determinado uso, sino simplemente que no ha sido evaluada con ese fin.

3.5.4 Estudios básicos: alcance, intensidad y escala

La necesidad de recoger datos mediante reconocimientos de campo debe decidirse en relación con los objetivos específicos del estudio y los tipos de uso de la tierra que se hay que considerar. Deben estudiarse las publicaciones relativas a investigaciones anteriores y reunirse y ordenarse los mapas y las imágenes de teledetección correspondientes a la escala de los estudios. La siguiente es una lista de los tipos de datos que se deben tener de los estudios básicos que pueden necesitarse en una evaluación para la agricultura en secano:

i. Estudios de recursos de tierras (Sección 5.2):

Este tipo de estudios es fundamental para la evaluación de la tierra. Luego surgen concen-
trarlos en la fisiografía
Las zonas y suelos se incluyen en los mapas y cuadros de aptitud de las tierras con el
signo NA (No aplicable) y señalar que "No aplicable" no significa en forma
alguna que la tierra no es apta para un determinado uso, sino simplemente que no ha sido
evaluada. Además, algunas veces (en el caso de la agricultura en secano) puede convenir
realizar estudios limitados sobre recursos o abastecimientos de agua, vegetación,
fauna, flora o enfermedades.

Estudios de uso de la tierra y agricultura:

Este tipo de estudios es fundamental para la evaluación de la tierra. Los estudios de uso actual de la tierra
y agricultura actual (sistemas de explotación, rendimiento del cultivo, etc.)
y la infraestructura agrícola existente (servicios, personal de extensión, etc.)
son parte de los estudios de investigación, etc.) para una evaluación para la agricultura en secano.

Investigaciones económicas (Sección 9.4):

- mano de obra (disponibilidad, costos)
- mercados (demanda actual y futura)
- precios (de los insumos y productos, actuales y previstos)
- economía agraria, administración de fincas
- posibilidades de acceso (caminos y otros sistemas de transporte, facilidad
y costo del suministro de insumos y de la comercialización de los productos).

Investigaciones sociológicas:

- población (actual y proyectada; incluidas las migraciones), sociología (sistemas de tenencia de tierras, organización social, educación y actitudes de los agricultores, etc.).

La escala y el grado de detalle de los estudios necesarios deberán determinarse con referencia a los objetivos de la evaluación y al tiempo y el dinero disponibles. En el caso de los estudios de suelos, que son el elemento principal de las evaluaciones para la agricultura en secano, hay niveles exigidos de escala y de intensidad: reconocimiento general, semidetallado, detallado e intensivo (Sección 5.2.2). En cambio no hay niveles reconocidos para otros tipos de investigación, pero su intensidad debe ser proporcional a la de los estudios de recursos de tierras. Resulta inútil y oneroso realizar

estudios detallados de suelos sin llevar a cabo simultáneamente y en forma detenida otros tipos de estudios; a su vez, las investigaciones económicas intensivas no serán de fiar si sólo se ha realizado un estudio de suelos a escala de reconocimiento. La precisión y la seguridad de los resultados dependen del tiempo y de los recursos asignados en relación con el área de la zona estudiada. El tipo de estudio y la intensidad del muestreo necesario para alcanzar los objetivos deben establecerse claramente durante las discusiones preliminares. Si el tiempo disponible no es suficiente para obtener toda la información necesaria para una planificación adecuada de la predicción de los resultados, deben tomarse decisiones en lo que respecta a las prioridades de los estudios.

La función de los estudios de recursos de tierras dentro de una evaluación difiere según los datos disponibles. Hay dos situaciones extremas:

- i) En lo que se refiere a la zona, existen mapas y datos fiables sobre relieve, suelos, clima, etc., y son de escala y detalle adecuados;
- ii) No existen tales mapas ni datos; las investigaciones de recursos de suelos realizadas anteriormente son en escala muy pequeña u ofrecen poca fiabilidad.

En el caso i) se dispone ya de una importante fuente de datos para la evaluación. Sin embargo, casi con toda seguridad será necesario efectuar estudios complementarios, tanto para la interpretación de los mapas existentes como para la recolecta de otros datos de campo, especialmente para evaluar las cualidades y características de la tierra.

En el caso ii) la realización de estudios básicos de recursos de tierras constituye un insumo esencial, en términos de tiempo y costo, para la evaluación de tierras. Este caso tiene aspectos positivos y negativos. Aumenta el tiempo necesario para completar la evaluación, probablemente en meses o años; pero en cambio es posible elaborar los estudios de una manera específica para atender las necesidades de la evaluación.

3.5.5 El tipo de clasificación de aptitud de las tierras

La gran amplitud del *Esquema* ofrece cierto número de posibles criterios para programar las actividades de recolecta de datos y de evaluación de tierras.

El tipo de evaluación está relacionado con el volumen y el carácter de los datos reunidos en el campo. Deben tomarse decisiones con respecto a los siguientes interrogantes:

- ¿Los resultados de la evaluación se expresarán en términos cualitativos o cuantitativos?
- ¿En qué medida se incluyen criterios económicos?
- ¿De qué manera deben escalonarse las actividades? ¿Deben realizarse simultáneamente el análisis de los datos físicos y el de los datos socioeconómicos (el método paralelo) o la evaluación socioeconómica debe realizarse después de una interpretación física inicial (el método bifásico)?

En las secciones que siguen se analizan más detalladamente estas opciones.

i. Clasificación cualitativa o cuantitativa de la aptitud de las tierras

La clasificación cualitativa de la aptitud de las tierras es aquella en que los resultados se expresan solamente en términos cualitativos, sin hacerse estimaciones concretas del producto (rendimiento de los cultivos), insumos o costos y rendimiento económico. Los límites entre las clases de aptitud de las tierras se definen sólo en términos cualitativos.

La clasificación cuantitativa de la aptitud de las tierras es aquella en que los resultados se expresan en términos numéricos que permiten hacer comparaciones entre la aptitud para diferentes tipos de uso. Hay dos clases de evaluación cuantitativa; la evaluación física y la económica.

La evaluación cuantitativa física es aquella que proporciona estimaciones cuantitativas de los beneficios que cabe esperar, en el caso de la agricultura en secano, los rendimientos de los cultivos y la producción. Para ello es necesario también

especificar cuantitativamente los insumos, por ejemplo, toneladas de fertilizantes, número de escardas, tratamiento con plaguicida. Las definiciones de los límites entre las clases de aptitud de las tierras incluyen estimaciones del rendimiento de los cultivos en el caso de determinados insumos y sistemas de manejo.

La clasificación económica de la aptitud de las tierras es aquella en que los resultados se expresan, por lo menos parcialmente, en términos económicos o financieros. La característica fundamental es el uso de valores monetarios para los costos de los insumos y los precios de los productos. Los límites entre las clases de aptitud de las tierras se definen, por lo menos parcialmente, en términos económicos.

Es importante observar que estas definiciones se refieren a la forma en que se expresan los resultados de la evaluación. Los datos reunidos deberán en todos los casos ser lo más cuantitativos posible. Además, es necesario contar con algunos datos económicos básicos incluso para la evaluación cualitativa.

Normalmente las evaluaciones cualitativas son adecuadas para los estudios poco detallados de grandes regiones y para una variedad de usos, y se traducen en la identificación de zonas para determinados cultivos, para futuros estudios de factibilidad de proyectos y para planes de colonización de tierras. La mayoría de estos reconocimientos abarcarán más de una clase principal de uso de la tierra. Las evaluaciones cualitativas tienen una validez relativamente prolongada, es decir, los resultados siguen siendo válidos durante cierto número de años.

Las evaluaciones físicas cuantitativas pueden utilizarse en el caso de estudios que abarcan un número limitado de usos, para los cuales se necesitan estimaciones de la producción potencial. Un ejemplo de ello es una evaluación para planificar la expansión de la producción de cereales. Normalmente estas estimaciones de la producción física son seguidas por análisis económicos en una etapa posterior de la planificación, posiblemente en lo que se refiere sólo a las partes más favorables de la zona originalmente reconocida.

La evaluación económica es esencial en todos los estudios de factibilidad de proyectos y en las etapas de ejecución de proyectos, y en la mayoría de los estudios de planificación agrícola. Las evaluaciones económicas tienen una validez relativamente corta, ya que pierden rápidamente actualidad por los cambios en los costos y precios.

ii) La función de la economía. En toda evaluación de tierras deben incluirse siempre consideraciones económicas. Sin embargo, es importante no confundir la ciencia de la economía en su sentido más amplio con el carácter preciso del análisis económico o financiero.

El nivel de precisión del análisis económico varía mucho según los objetivos del estudio y el grado de detalle de los estudios realizados. En el caso de las evaluaciones cualitativas de baja intensidad, las condiciones socioeconómicas y sociales de los usuarios de la tierra y de los recursos disponibles se expresan brevemente de la siguiente manera. La combinación uso de la tierra/unidad de la tierra clasificadas como adecuadas se examinan mediante métodos económicos simples, para asegurarse de que las explotaciones agrícolas u otras unidades de producción son financieramente viables. De esta manera, aunque los resultados de la evaluación no se expresan en términos económicos, se emplea un análisis económico limitado (utilizando costos y precios) para dar más solidez a estos resultados.

En niveles más detallados de evaluación, el análisis económico se emplea de manera más aguda, realizándose uno o más tipos de comparaciones entre los costos y beneficios de los usos de la tierra propuestos. El análisis debe hacerse en términos financieros, en términos económicos o de ambas maneras. Los resultados finales incluirán informaciones como los márgenes brutos de utilidad de la explotación, en relación con las clases de aptitud de las tierras.

Por consiguiente, en la etapa de planificación es necesario tomar decisiones claras en lo que respecta a la función del análisis económico en la evaluación. Esta decisión se orientará a menudo por la fase alcanzada en la planificación. En la Sección 9.4 se ofrecen algunas normas para el análisis económico. Se expresan brevemente de la siguiente manera:

- a) en la etapa de planificación, se deben establecer las clasificaciones geométricas adecuadas de acuerdo con la función de la evaluación, y se deben establecer las unidades de que las explotaciones agrícolas u otras unidades de producción son financieramente viables. De
- b) en la etapa de evaluación, se deben establecer las unidades de que las explotaciones agrícolas u otras unidades de producción son financieramente viables. De

iii) Evaluación de la tierra sin clasificación de aptitud. No es intrínsecamente necesario para la clasificación de la aptitud de las tierras que los resultados se presenten en términos de clases distintas de aptitud. Por ejemplo, en una evaluación para determinar las zonas para un solo cultivo, por ejemplo, bananos, los resultados pueden expresarse como insumos necesarios, rendimientos estimados, y márgenes brutos de utilidad de la explotación en diferentes unidades de tierra. Es decir, puede utilizarse una escala continua en vez de clases distintas. (Véase Lang y Murdoch, 1979).

Este método de presentación de resultados puede ser adecuado para estudios detallados de un uso o un pequeño número de utilizaciones, y hay ejemplos de estudios realizados de esta manera. Se trata de una aplicación justificada de los principios de la evaluación de la aptitud. Los procedimientos que se siguen para llegar a los resultados son los mismos que en otras evaluaciones, excepto que se omiten las etapas que involucran una determinación de la clase de aptitud. Las personas que planifican una evaluación pueden considerar la posibilidad de presentar los resultados de esta manera en el caso de las circunstancias antes indicadas, pero para evitar confusiones, en el resto de estas Directivas se dará por entendido el uso de la clasificación de aptitud.

3.5.6 Métodos bifásico y paralelo

Existen dos posibilidades para la organización básica de las evaluaciones de tierras que implican datos económicos cuantitativos (véase Esquema figura 1):

- i. El método bifásico, es el que la primera aproximación a la aptitud de las tierras se hace sobre la base de criterios físicos, y se realiza un análisis económico y social sólo para las posibilidades más prometedoras.
- ii. El método paralelo, en el que se incluyen criterios económicos a lo largo de todo el proceso de armonización y de clasificación de aptitud de la tierra. Las clases de tierra se basan en la evaluación económica y los límites físicos se seleccionan para adaptarse a los límites económicos.

El método bifásico tiene la ventaja de ser de realización más directa, y en él las actividades y responsabilidades se definen claramente. La clasificación inicial, basada en factores físicos, 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 económicas. Una desventaja es que pueden pasarse por alto algunas posibilidades económicas interesantes en la evaluación física inicial. Además, existe el peligro de que el análisis económico formal no se complete nunca que se establecen las clases de tierra.

El método paralelo es más directo y permite un enfoque más integrado. Evita también los problemas mencionados en el caso del método bifásico, y asegura una plena integración de los aspectos físicos y económicos. Sin embargo, muchas de las complejas relaciones entre la planta y su medio no se conocen de manera suficiente para traducirlas en criterios de costos/beneficio, y es posible que los errores basados en hipótesis vagas puedan dar lugar a un resultado final que induzca a error. Por otra parte, los resultados de la clasificación son muy susceptibles a las fluctuaciones de precios y a otras condiciones económicas, y no pueden ser revisados fácilmente sino se procede a una nueva investigación detallada de las hipótesis originales. En la actualidad, este método sólo es utilizable por equipos pluridisciplinarios perfeccionados o por investigadores.

La armonización de los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la tierra puede hacerse utilizando criterios económicos aunque la evaluación general se realice utilizando el método bifásico. Para que esta armonización tenga éxito es necesario contar con una buena organización y cooperación.

Hasta la fecha la mayoría de los estudios realizados para la agricultura en secano han empleado en la práctica el método bifásico. Por esta razón, y también porque es de descripción más precisa, en el resto de estas Directivas se hará referencia al método bifásico, salvo si se indica otra cosa.

3.5.7 Personal y programación de las actividades

En la Sección 2.3.iii) figura una lista de disciplinas que normalmente se necesitarán para hacer una evaluación de tierras con fines de producción de cultivos. Esa lista indica por sí misma los tipos de especialistas que se necesitan. Sin embargo, las necesidades en materia de personal variarán mucho según las circunstancias, en especial con la amplitud y los tipos de estudios básicos que hay que realizar y la función del análisis económico. Según estas circunstancias, el equipo estará formado por especialistas en evaluación de tierras, junto con especialistas en recursos naturales (por ejemplo, en suelos y en agroclimatología), en uso de la tierra (por ejemplo, agrónomos y economistas). La manera más efectiva de escalaronar la incorporación del personal es contar con un equipo básico durante todo el estudio, complementado durante períodos cortos por especialistas (cooptados de departamentos técnicos o empleados como consultores).

La evaluación de tierras es una tarea que exige una gran preparación, y es necesario insistir en la importancia de contar con un personal capacitado y experimentado. También es conveniente que los especialistas tengan experiencia en evaluación de tierras o que estén dispuesto a aprender. El hecho de reunir a un grupo de especialistas sin una orientación y coordinación adecuadas no es por cierto lo que se entiende por método pluridisciplinario.

En la Sección 2.3.iii) figura una lista de disciplinas que normalmente se necesitarán para hacer una evaluación típica para la producción de cultivos. El tiempo necesario para cada una de estas actividades varía considerablemente según los objetivos de la evaluación, la extensión de la zona estudiada, la escala y la intensidad de la investigación y los fondos de que se dispone. Las evaluaciones de zonas de aldeas o de grandes explotaciones para un número limitado de posibilidades de uso de la tierra pueden realizarse en algunas semanas y en meses gracias a la actividad de un pequeño equipo de evaluadores (por ejemplo, geógrafo/evaluador de tierras, agrónomo y economista). Una evaluación de propósitos y equipo múltiples, cuya finalidad sea establecer un plan básico regional para el desarrollo rural, puede exigir varios años y un equipo de 10 o más personas.

En el plan trazado para el estudio de evaluación es necesario elaborar e incluir estimaciones de tiempo para cada tipo de actividad. Estas estimaciones se necesitan para el documento sobre el proyecto o para cualquier otra propuesta presentada a las autoridades que encargan la evaluación. Las estimaciones se basarán en gran parte en la experiencia adquirida con reconocimientos comparables en medios similares. Debe dejarse tiempo suficiente para la realización de los estudios básicos necesarios y para la preparación del informe final.

Debe observarse que el empleo del criterio bifásico no significa necesariamente que las actividades de los economistas no deben iniciarse antes de que se termine la evaluación en términos físicos. Aunque muchos de los resultados de la evaluación física (por ejemplo, necesidades de fertilizantes, estimaciones del rendimiento de los cultivos) se necesitan como insumos del análisis económico, es posible reunir un volumen considerable de datos económicos y sociales al mismo tiempo que se efectúan los estudios básicos, por ejemplo, sobre mercados, precios, proyecciones de la demanda, mano de obra, etc. La actividad simultánea del personal puede en esta forma acortar considerablemente el tiempo total necesario para efectuar una evaluación; puede también permitir una mayor eficiencia en un rápido intercambio de información, para lo cual pueden introducirse algunos elementos del criterio paralelo.

3.6 MODELOS DEL PROBLEMA Y LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

Una vez examinados los objetivos, las hipótesis, las fuentes de datos, los tipos conforme de uso de la tierra que han de considerarse, los estudios que deben efectuarse, el tipo de clasificación de aptitud y el escalonamiento de las actividades, el equipo de evaluación debe estar en condiciones de dar una idea de los resultados. El equipo debe elaborar un modelo descriptivo, en el que se expresen los problemas o necesidades, los métodos que han de emplearse y la forma en que los resultados de la evaluación contribuirán a resolver el problema o a satisfacer las necesidades.

Este modelo debe discutirse con el órgano gubernamental o con cualquier otra autoridad que encargue el estudio. Es fundamental dejar en claro que un estudio de un determinado grado de detalle sólo permitirá atender a un determinado número de necesidades en materia de desarrollo, por ejemplo, que los estudios no pueden utilizarse como una base para la planificación de las explotaciones agrícolas. La exposición de los resultados debe ser lo más concreta posible: "Se prepararán mapas a una escala de 1:50.000, en la que se indiquen las aptitudes para el cultivo del maíz, maní, y para la agricultura mecanizada". Es importante indicar claramente el tipo y la intensidad del análisis económico que ha de emplearse y asegurarse de que esto es lo que se necesita para la siguiente etapa de la planificación del desarrollo.

Los elementos de este modelo del problema y de sus soluciones propuestas se incorporarán en el programa de trabajo, en el documento del proyecto o de contrato. Sin embargo, para permitir cierta flexibilidad, la exposición debe ser menos detallada que en el modelo original preparado como base para la discusión. El documento del proyecto deberá incluir también disposiciones para revisar el mandato específico teniendo presentes los resultados provisorios de la evaluación.

4. USO DE LA TIERRA

4.1 INTRODUCCION

Las actividades de evaluación de tierras que se refieren específicamente al uso de la tierra tienen dos partes: descripción de los tipos de uso de la tierra, y evaluación de los requisitos de uso de la tierra. El presente capítulo se ocupa de la primera de estas partes; la segunda parte se trata en el Capítulo 6.

En primer lugar es necesario determinar las clases de uso de la tierra que pueden ser consideradas en la zona por estudiar. A continuación se procede a una mayor elaboración y perfeccionamiento, lo que da lugar a descripciones completas que forman parte de los resultados de la evaluación.

Salvo en el caso de estudios muy generalizados, las clases de uso de las tierras consideradas en una evaluación son descritas como tipos de utilización de la tierra. En el caso de la agricultura en secano, los tipos de utilización de la tierra pueden consistir en determinados cultivos dentro de un marco socioeconómico específico. También pueden consistir en combinaciones de cultivos o en sistemas agrícolas descritos en forma más detallada.

4.1.1 INTRODUCCION

Este capítulo comienza con un examen del concepto de tipos de utilización de la tierra y su función en la evaluación de tierras (Sección 4.2). Sigue a continuación la determinación inicial de los tipos de utilización de la tierra que pueden ser considerados en la evaluación (Sección 4.3), y su subsiguiente elaboración y descripción completa de estos (Sección 4.4).

4.2 TIPOS DE UTILIZACION DE LA TIERRA

Determinar las clases de uso de la tierra que pueden ser consideradas en la zona por estudiar. A continuación se procede a una mayor elaboración

4.2.1 Clases principales de uso de la tierra y tipos de utilización de la tierra

Los resultados de la evaluación

Uno de los principios del Esquema expresa que la aptitud de las tierras se evalúa y clasifica con respecto a clases específicas de uso. De esto se desprende que los tipos de uso de la tierra en función de los cuales se procede a la evaluación deben ser claramente definidos. El Esquema reconoce dos niveles de precisión de la definición del uso de la tierra:

- Una clase principal de uso de la tierra que es una subdivisión mayor del aprovechamiento de tierras rurales.

Esta capitulo comienza con un examen del concepto de tipos de utilización de la tierra y Un tipo de utilización de la tierra es una clase de uso de la tierra definida más detalladamente, de conformidad con una serie de especificaciones técnicas, en un determinado marco físico, económico y social.

La agricultura en secano constituye en sí una clase principal de uso de la tierra. También lo son sus principales subdivisiones: cultivos anuales, arroz de terrenos pantanosos (que se distingue por sus requisitos específicos distintivos), cultivos perennes y cultivos arbóreos y arbustivos. La clases principales de uso de la tierra pueden ser útiles en las evaluaciones hechas a un nivel de reconocimiento. Sin embargo, incluso en la escala del reconocimiento general suele ser más útil basar las evaluaciones en tipos de utilización de la tierra, definidos como cultivos individuales o sistemas de cultivos, en el marco de grados de manejo especificados de manera muy general. Los procedimientos de evaluación esenciales de armonización y de clasificación de aptitud de las tierras descritos para los tipos de utilización de la tierra son también aplicables a las clases principales de uso de la tierra, pero debido a su limitada aplicación no se procede a un examen más detallado.

4.2.2 ¿En qué consiste un tipo de utilización de la tierra?

Un tipo de utilización de la tierra consiste en una serie de especificaciones técnicas dentro de un marco socioeconómico. Como mínimo, debe especificarse tanto el carácter del producto como el marco en el cual se produce. Un solo cuantitativo puede ser considerado como un tipo de utilización de la tierra únicamente si se hace referencia al marco socioeconómico en el cual se cultiva, ya que la productividad varía considerablemente según la tecnología de que dispone el agricultor.

En niveles más detallados de evaluación se suele considerar al sistema de explotación o el sistema de cultivo como la definición de los tipos de utilización de la tierra. Esta definición abarca los cultivos y los sistemas de cultivo vigentes en la explotación agrícola, su acción recíproca con los recursos de la finca, otras actividades de la explotación (en especial la ganadería) y la tecnología disponible.

El grado de detalle en la descripción del tipo de utilización de la tierra constituye una serie continua, pero pueden distinguirse tres niveles de generalización:

- i) Descripción resumida: con un máximo de cinco líneas; contiene muchos supuestos tácitos referentes a lo que conoce el lector (por ejemplo, *Esquema*, páginas 10 y 11, números (i)-(iii)).
- ii) Descripciones medianamente largas: de un párrafo a una página; gran parte de la descripción es cualitativa y se dan detalles agronómicos en forma generalizada o se omiten parcialmente (por ejemplo, *Esquema*, págs. 44-45, números (i)-(vi)).
- iii) Descripciones detalladas: por lo general de más de una página y se da mucha información cuantitativa, incluyéndose precisiones agronómicas (por ejemplo, *Esquema*, págs. 54-58).

En el Apéndice B se dan otros ejemplos.

El grado de precisión con que se describen los tipos de utilización varía según la intensidad y los propósitos de la evaluación. En los estudios de baja intensidad, y en aquellos en que los tipos de utilización de la tierra se fijan en una primera etapa, suelen ser más útiles las descripciones de mediana longitud. A medida que el estudio se hace más detallado, aumenta también la cantidad de detalles incluidos. Los estudios muy detallados, en los que los tipos de utilización están sujetos a una elaboración sucesiva, pueden comenzar con un esbozo de los tipos en forma medianamente larga, añadiéndose progresivamente informaciones hasta que el resultado del reconocimiento se da en forma de descripciones detalladas.

En todos los casos y para facilitar la comunicación deben darse además descripciones resumidas, derivadas de las descripciones intermedias o detalladas.

4.2.3 La función de los tipos de utilización de la tierra en la evaluación de tierras

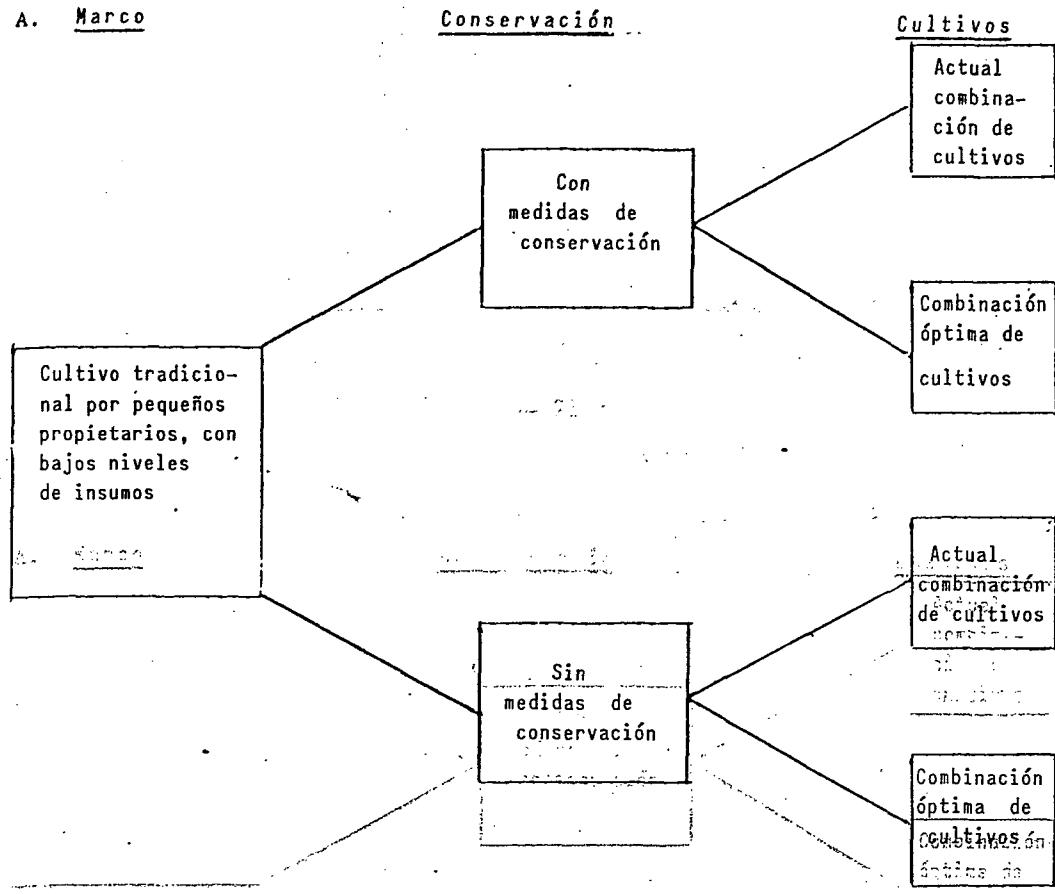
Desde un punto de vista conceptual, los tipos de utilización de la tierra pueden considerarse como el medio necesario para alcanzar los fines especificados en los objetivos de la evaluación. Probablemente tendrá que dedicarse tanto tiempo y esfuerzo a la descripción de los tipos de utilización de la tierra como a las descripciones de las unidades de tierras. Sin embargo, varía su importancia relativa y pueden identificarse dos situaciones distintas:

- i) Los tipos de utilización de la tierra se definen desde muy temprano en la evaluación (a menudo en las consultas iniciales) y se describen de manera general.
- ii) Los tipos de utilización de la tierra son sometidos a una elaboración sucesiva en el curso del estudio, se describen detalladamente y por sí mismos constituyen un resultado de la evaluación.

La primera situación es más apropiada para estudios de grandes zonas, con mapas a pequeña escala, realizados con objeto de hacer un inventario de los recursos. A comienzos del levantamiento se determina una serie de tipos generales de utilización de la tierra que se consideran adecuados para una parte de la zona estudiada, por ejemplo, labranza de secano por pequeños agricultores, basada en el maíz y en el maní, cultivo de café, por pequeños agricultores, explotaciones agrícolas del estado mecanizadas para el cultivo de maíz. Aunque en el curso del estudio puedan añadirse algunos otros tipos de utilización de la tierra, esto no modifica el procedimiento básico.

El producto del estudio consiste principalmente en un mapa de aptitudes de las tierras, justificando dichas aptitudes en función de los recursos de tierras; si bien los tipos de utilización de la tierra constituyen uno de los elementos centrales de la evaluación, no representan por sí un componente importante del producto del estudio.

A. Marco



B. Cultivo

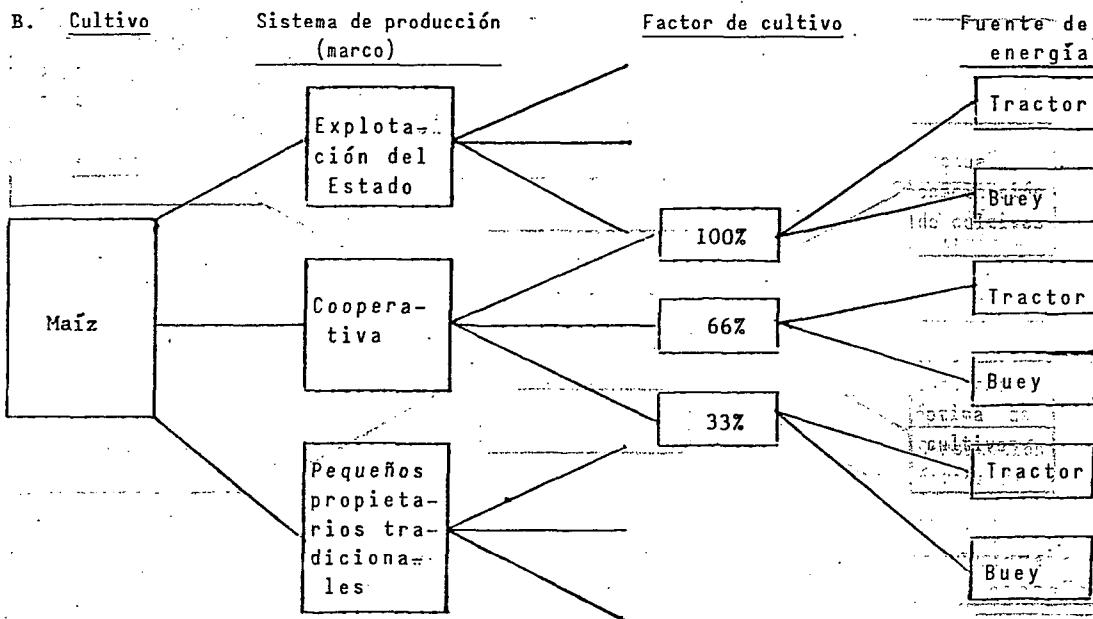


Figura 4.1 Ejemplo de descripciones fraccionadas de tipos de utilización de la tierra.

Fuentes: A. Adaptado de FAO (1980)

B. Adaptado de van Mourik y Cols. (1982)

La segunda situación es apropiada a estudios más detallados. Al comienzo de la evaluación se identifican los tipos de utilización de la tierra de manera provisoria y general. A medida que avanza el estudio se van afinando estos tipos, incluyéndose detalles cuantitativos. Esta elaboración es resultado de por lo menos dos tipos de información. La que procede de estudios agronómicos y la que es resultado de la comparación de los datos sobre recursos de tierras con los requisitos de su uso. El evaluador puede verse obligado a hacer evaluaciones comparativas de tipos de utilización de la tierra existentes y propuestos, sobre la base de sus beneficios económicos y de su repercusión ambiental. Esto vale particularmente en el caso de los estudios que implican la rehabilitación de explotaciones agrícolas o planes que funcionan a niveles que no son óptimos. Hacia el final del estudio se ha determinado ya una serie de tipos de utilización de la tierra que corresponderán a cada unidad del área estudiada. La descripción de estos tipos representa un producto importante de la evaluación.

4.2.4 Descripción fraccionada de los tipos de utilización de la tierra

Un examen de la serie de tipos de utilización de la tierra que han de evaluarse en un determinado estudio revela generalmente que los distintos tipos de utilización de la tierra tienen muchos elementos en común. Estos elementos comunes pueden guardar relación con el marco socioeconómico, con el carácter del producto o con diversas especificaciones técnicas. Para evitar repeticiones innecesarias en el informe final, se propone un sistema jerárquico de descripción de tipos de utilización de la tierra basado en los siguientes niveles de diferenciación:

Etapa 1. Definición de elementos comunes a todos los tipos de utilización de la tierra.

Etapa 2. Definición de elementos comunes a ciertos grupos de tipos de utilización de la tierra (esta etapa puede repetirse a lo largo de niveles sucesivos).

Etapa 3. Definición de los elementos restantes característicos de determinados tipos de utilización de la tierra.

En la Figura 4.1 se dan dos ejemplos de este sistema. El primer ejemplo se basa en un marco común; el segundo en un cultivo común.

Los ejemplos que aparecen en la Figura 4.1 se han sacado de tipos muy diferentes de evaluaciones. El ejemplo A se basa en una evaluación a escala continental, cuyos resultados se expresan en función de la capacidad demográfica de determinados países en los años 1975 y 2000. El ejemplo B se basa en una evaluación detallada de tierras de cooperativas agrícolas existentes de Angonia, Mozambique, con mapas a escala 1:5 000, y cuyo objetivo principal es mejorar su productividad y rentabilidad modificando las prácticas actuales de uso de la tierra.

Además de acortar el informe final, esta descripción ofrece ventajas en la etapa de la concordancia con las cualidades o características de la tierra. En vez de tener que armonizar todos los requisitos individuales de cada tipo de utilización de la tierra con los atributos de la tierra, se armonizan los requisitos comunes de la tierra con grupos de tipos tener clasificaciones combinadas de aptitud para cada tipo de utilización de la tierra (Sección 8.3).

4.2.5 Tipos de utilización de la tierra múltiples y compuestos

Un tipo de utilización de la tierra múltiple consiste en más de una clase de uso practicada simultáneamente en la misma zona. Un ejemplo es la forma de agrosilvicultura (silvi-agricultura) en la que los árboles se plantan en hileras entre cultivos en secano.

Un tipo de utilización de tierras compuesto consiste en más de una clase de uso practicado en secuencia en la misma zona. Un ejemplo es un sistema de agricultura mixta que implica relaciones entre cultivos de labranza y producción ganadera en pastos temporarios. Puede también referirse a dos o más usos practicados en zonas que en realidad están separadas pero que, a los efectos de la evaluación, se consideran como una sola unidad de tierra.

Muchas formas de uso múltiple y compuesto incluyen por lo menos dos clases principales de uso de la tierra: agricultura de labranza de secano, producción ganadera, silvicultura, recreo, etc. Por consiguiente, en una evaluación para agricultura en secano podrá apreciarse que algunos tipos de utilización de la tierra producen beneficios adicionales distintos de los cultivos, especialmente del pastoreo y la explotación forestal. En la propia producción de cultivos pueden existir beneficios evaluables de la utilización de los residuos del cultivo como forraje, materiales para construcción de vallas, etc.

Se ampliaría demasiado el alcance de estas *Directivas* si se incluyeran informaciones detalladas sobre evaluación de usos suplementarios de esta clase. Sin embargo, en las descripciones de los tipos de utilización de la tierra deben incluirse por lo menos los resultados de este uso múltiple o compuesto. Estos resultados pueden incluir los productos (por ejemplo, forrajes, leña), servicios (por ejemplo, uso de la tierra con fines de recreo), y otros beneficios intangibles (por ejemplo, conservación de la fauna y la flora) (Sección 4.4.15-17).

4.3 IDENTIFICACION DE CULTIVOS Y TIPOS DE USO DE LA TIERRA

La identificación inicial y la selección de los cultivos y los tipos de uso de la tierra que hay que considerar en la evaluación, forman parte de las consultas iniciales (Sección 3.5.3) y son también el punto de partida para la formulación de los tipos de utilización de la tierra, ya que algunos tipos de utilización de la tierra proporcionan los beneficios adicionales distintos de los cultivos, especialmente del pastoreo y la explotación forestal. En la Sección 3.5.3 se mencionan los medios para hacer esta identificación y selección iniciales. Entre los medios para hacer esta identificación y selección iniciales pueden citarse los siguientes:

- Uso actual de la tierra. ¿Qué cultivos se practican actualmente? ¿Qué técnicas y sistemas agrícolas usan los agricultores, por ejemplo, cultivos simples o mixtos? ¿Descripción de fertilizantes? ¿Azada, energía animal o tractores? Incluirse por lo menos los resultados de este uso múltiple o compuesto. Estos resultados pueden incluir los productos y la aptitud agroclimática aparente. Los posibles cultivos pueden identificarse comparandolos con los que se cultivan en otras regiones situadas en la misma zona climática general (véanse Sección 7.3 y Cuadros 7.14 y 7.15).
- Agrónomos locales, estaciones de investigación. ¿Qué productos, no cultivados actualmente, consideran posibles? ¿Existen datos procedentes de ensayos?
- Demanda del mercado. ¿Para qué cultivos existe una demanda no satisfecha en el país, a precios aparentemente favorables?
- Sugerencias o requisitos de los gobiernos. La evaluación habrá sido encargada con una determinada finalidad, por ejemplo, aumentar la producción de cultivos alimenticios, la producción para la exportación, etc.
- Después de identificar lo que probablemente será una larga lista de posibles cultivos y sistemas de manejo, conviene limitar el número que ha de ser considerado inicialmente en la evaluación a fin de reducir los esfuerzos y el tiempo necesarios. Una manera de hacerlo es aplicando un sistema de "filtración" basado en criterios similares a los utilizados en la selección; por ejemplo, los accesos nubosos pueden identificarse comparandolos con los que se encuentran en otras en la misma zona climática.
- ¿Es adecuado el cultivo desde un punto de vista agroclimático?
- ¿Piensan los agrónomos locales que es posible practicarlo? ¿Hay razones que impidan el cultivo (por ejemplo, enfermedades)?
- ¿Existe una demanda del mercado, a precio razonable?
- ¿Desea el gobierno ampliar estos cultivos?

Después de aplicar el sistema de "filtración" se obtendrá una lista más corta de posibles cultivos que se han de considerar inicialmente. Una vez establecida esta lista, se deben evaluar los factores necesarios. Una manera de hacerlo es aplicando los criterios utilizados en la selección; comparandolos con los utilizados en la selección.

4.4 DESCRIPCION DE TIPOS DE UTILIZACION DE LA TIERRA

4.4.1 Generalidades

El Cuadro 4.1 contiene una lista de rubros para la descripción de tipos de utilización de la tierra. Como se ha indicado antes, algunos de éstos pueden ser comunes a grupos de tipos de utilización de la tierra; otros corresponden específicamente a determinados tipos.

El número de aspectos por describir, y en particular su grado de precisión, depende de la escala y objetivos del estudio. En los reconocimientos de carácter rápido, algunos aspectos pueden omitirse o señalarse sólo en forma breve. En cambio, en los estudios intensivos, el contenido de algunos rubros (por ejemplo, prácticas de cultivo, información económica) puede ser de una página o más.

atributo)

Cuadro 4.1

LISTA DE RUBROS PARA LA DESCRIPCION DE TIPOS DE UTILIZACION DE LA TIERRA

Productos cultivados	Infraestructura necesaria
Orientación del mercado	Características de los cultivos
Entendida Densidad de capital	Insumos materiales
Densidad de mano de obra	Prácticas de cultivo
Conocimientos técnicos y comportamiento	Ganado
Fuentes de energía	Explotación forestal
Mecanización	Otros beneficios no agrícolas
Tamaño y configuración de las explotaciones agrícolas	Rendimientos y producción
Tenencia de la tierra	Información económica

4.4.2 Productos cultivados

Debe haber una nota introductoria sobre el producto o productos cultivados, por ejemplo maíz, palma de aceite, maní. Cuando una determinada variedad tiene un efecto importante sobre la productividad o el manejo del tipo de utilización de la tierra, puede especificarse esta variedad; se dan mayores precisiones en la sección relativa a insumos materiales (Sección 4.4.13).

4.4.3 Orientación del mercado

La orientación del mercado es el grado en que la producción agrícola se orienta hacia la subsistencia o hacia la producción comercial.

A efectos de la descripción cualitativa pueden usarse las siguientes clases:

- Subsistencia
- Subsistencia con producción comercial subsidiaria
- Comercial con producción de subsistencia subsidiaria
- Comercial

La "subsistencia" puede incluir ventas en efectivo de cantidades limitadas de la producción total; a su vez, el cultivo comercial puede incluir un consumo limitado de la propia producción. La orientación del mercado puede expresarse en relación con los productos cultivados, por ejemplo, producción comercial de tabaco con un cultivo subsidiario de maíz para atender necesidades de subsistencia.

En el caso de la descripción cuantitativa, la producción de subsistencia puede convertirse en equivalente en dinero y la orientación del mercado expresarse en porcentajes relativos, por ejemplo, producción de subsistencia 60 por ciento, producción comercial 40 por ciento.

4.4.4 Densidad de capital

La densidad de capital se refiere a los niveles de inversiones de capital y los costos ordinarios de la explotación agrícola.

Con fines de descripción cualitativa, los niveles de densidad de capital pueden clasificarse en altos, medios o bajos. A continuación se dan algunos empleos de carácter general:

i) los tipos de utilización de la tierra con alta densidad de capital incluyen la producción comercial de hortalizas y, en grado ligeramente inferior, de variedades de alto rendimiento de cultivos anuales tales como maíz o cultivos de plantación tales como caña de azúcar;

ii) los tipos de utilización de la tierra con densidad media de capital incluyen las producciones de algunos cultivos arbóreos como el caucho a escala de plantación, y de por la producción de cultivos anuales por el pequeño agricultor orientado más hacia la producción comercial;

iii) los bajos niveles de densidad de capital son normales en las pequeñas explotaciones de los trópicos orientadas hacia la producción tradicional de subsistencia; los costos ordinarios de la explotación agrícola.

En el contexto de un determinado país, los indicadores "alto" o "bajo" pueden tener diferentes implicaciones y es necesario definirlos en términos cuantitativos aproximados clasificarse en altos, medios o bajos. A continuación se dan algunos empleos de carácter general:

En el caso de la descripción cuantitativa debe darse la siguiente información; las cifras deben expresarse en escalas:

- valor de la inversión de capital, por hectárea y por la unidad de producción;
- costos recurrentes por hectárea para cada cultivo componente del tipo de utilización de la tierra.

4.4.5 Densidad de mano de obra

La densidad de mano de obra es el número de personas que trabajan en la explotación agrícola, por unidad de superficie de tierra. Se incluye tanto la mano de obra familiar como la asalariada.

Con fines de descripción cualitativa pueden utilizarse las siguientes clases:

i) Alta densidad de mano de obra: el insumo de mano de obra tal como se encuentra normalmente en las explotaciones no mecanizadas de los países menos adelantados. Más de 2,5 meses-hombre por hectárea; descripción de las divisiones de carácter general de la mano de obra: la siguiente información:

ii) Densidad media de mano de obra: entre los niveles definidos para las categorías alta y baja;

iii) Baja densidad de mano de obra: insumo de mano de obra tal como normalmente se encuentra en los países desarrollados. Menos de 0,25 meses-hombre por hectárea.

En el caso de la descripción cuantitativa, los insumos de mano de obra deben especificarse en días-hombre para cada cultivo.

4.4.6 Conocimientos técnicos y comportamiento

Los conocimientos técnicos y el comportamiento de los agricultores se refieren a los niveles de educación general, incluidos el grado de alfabetización, niveles de formación agrícola y receptividad frente a la innovación y el cambio. Sólo puede ser descrito

en términos cualitativos: "los agricultores carecen en general de educación formal, utilizan métodos tradicionales y se muestran poco inclinados a las innovaciones"; "la mayoría de los agricultores han completado por lo menos la escuela primaria, en su mayor parte están dispuestos a adoptar métodos mejorados cuando se les demuestran claramente los beneficios que pueden obtenerse"; "las explotaciones son dirigidas por administradores que tienen un título o diploma de enseñanza agrícola".

4.4.7 Fuentes de energía

Las diferenciaciones básicas son entre mano de obra, energía animal y tractores u otra maquinaria movida con combustible.

Para una descripción cualitativa pueden utilizarse las clases siguientes:

- ⇒ mano de obra exclusiva o predominante; poca o ninguna energía animal;
- ⇒ energía animal junto con mano de obra; poca o ninguna maquinaria movida con combustible.

En una descripción cuantitativa puede expresarse la cantidad de energía utilizada. Un método es convertir todos los insumos de energía en julios por hectárea, indicándose el porcentaje de energía humana, animal y mecánica (Pimental, 1977). En el caso de evaluaciones en que se trata de expresar los resultados con diferencias de equilibrio energético como un criterio distintivo importante (por ejemplo, producción de metanol a partir de la caña de azúcar), es indispensable dar estimaciones cuantitativas del insumo de energía.

4.4.8 Mecanización

Este aspecto está estrechamente relacionado con las fuentes de energía. La distinción fundamental es el grado de mecanización de la explotación agrícola; también pueden describirse las herramientas e implementos utilizados. Una descripción cualitativa es suficiente. Pueden distinguirse las clases siguientes:

- i) agricultura mecanizada: operaciones agrícolas realizadas en su mayor parte con maquinaria de tracción mecánica;
- ii) agricultura parcialmente mecanizada: uso limitado de maquinaria, probablemente con una tecnología intermedia, y transporte motorizado;
- iii) agricultura no mecanizada: no se utiliza maquinaria de tracción mecánica.

Estas descripciones deben ampliarse indicándose la maquinaria y los instrumentos más usados, por ejemplo, "arados tirados por tractores y otra maquinaria de cultivo, cosechadoras combinadas"; "arados tirados por bueyes, recolección con machete"; "labranza a mano".

4.4.9 Tamaño y configuración de las explotaciones agrícolas

La información básica necesaria es la escala de tamaños de la explotación dentro del tipo de utilización de la tierra. El significado de términos tales como "explotaciones agrícolas grandes" varía tanto con el medio físico y el contexto económico que no es posible sugerir clases. La descripción cuantitativa en hectáreas es un método directo y adecuado, por ejemplo, "explotaciones de 5-10 hectáreas", "explotaciones de 200-500 hectáreas". Cuando sea apropiado deben darse detalles sobre la configuración o la fragmentación de la explotación agrícola, por ejemplo, "la mayor parte de las explotaciones están divididas en 2-6 parcelas"; "las explotaciones tienen la forma de franjas paralelas que se extienden desde la cresta de la vertiente hasta el fondo del valle".

4.4.10 Tenencia de la tierra

Este rubro se refiere a la propiedad o las modalidades en que se ejercen los derechos de uso de la tierra. Las circunstancias varían mucho en este caso, y van desde las tierras ocupadas por el propietario, en un extremo, hasta la propiedad comunal o del Estado con derechos temporarios de cultivo, en el otro. A continuación se da una clasificación general:

Propiedad privada:	Explotación familiar Explotación de propiedad de una empresa
Arrendamiento:	Arrendamiento en efectivo Arrendamiento pagado con trabajo Aparcería
Propiedad comunal:	Explotación cooperativa (colectiva) Tierra de las aldeas con derechos de cultivo Tierra comunal
Propiedad estatal:	Explotación estatal Parque nacional

En todos los casos será necesario complementar estas clases con descripciones relativas a las características principales de la situación local en materia de tenencia de la tierra.

4.4.11 Infraestructura requerida

Este rubro no entra directamente en la descripción del tipo de utilización de la tierra como tal, pero debe incluirse ya que cumple una función importante en la planificación del desarrollo. Entre otros aspectos deben citarse las necesidades del tipo de utilización de la tierra en lo que se refiere al acceso directo a las instalaciones de procesamiento, a los centros de distribución de semillas seleccionadas o de material clónico y servicios entomológicos y otros servicios especializados de asesoramiento. Por ejemplo, la necesidad de que una plantación de palma de aceite esté cerca de una fábrica para su rápido tratamiento después de la cosecha, y la especial necesidad de contar con servicios de protección vegetal en el caso del cultivo del algodón.

4.4.12 Características de los cultivos

Inicialmente debe describirse el tipo del sistema de cultivo utilizado: se relaciona con la tenencia de la tierra.

Un sistema de cultivo simple consiste en la producción de un solo cultivo en una parcela determinada al año.

Un sistema de cultivos múltiples consiste en la producción de dos o más cultivos en la misma parcela al año. Se considera que es el tipo de utilización de la tierra como tal. Debe incluirse ya que cumple una función importante en la planificación. Un sistema de cultivo perenne consiste en la producción de un cultivo que ocupa la tierra por lo menos durante dos años.

En el caso de los sistemas de cultivos simples debe darse información sobre el factor de cultivo, y sobre las rotaciones y superficies cultivadas. Es una medida para su rápida elaboración. Se considera que es el tipo de utilización de la tierra que requiere contar con servicios de protección vegetal. El factor de cultivo es el número de años en cultivo como un porcentaje del ciclo total de cultivo/no cultivo. Es una medida de la intensidad del uso de labranza de un suelo. El factor de cultivo R, en porcentaje, se expresa por

$$R\% = \frac{C}{C + F + L} \times 100$$

donde C = años de cultivo; F = años de barbecho; L = años de ocio o de otros usos no agrícolas. Por ejemplo, 3 años de cultivo seguidos por 10 años de barbecho daría un valor R de $3/(3 + 10) \times 100 = 23\%$; 4 años de cultivos seguidos de dos años de ocio daría un valor de $4/(4 + 2) \times 100 = 67\%$. La doble cosecha, o sea el levantamiento de dos cultivos en un año, cuenta sólo como un año de cultivo. Por consiguiente, el valor máximo de R es 100%, lo que representa el cultivo continuo.

Los sistemas de cultivo migratorio se caracterizan por valores R de menos del 30%; los sistemas de cultivo semipermanente por 30-70% y los sistemas de cultivo permanente por más de 70% (Ruthenberg, 1980; FAO, 1974).

Se considera que es el tipo de utilización de la tierra que requiere contar con servicios de protección vegetal en el cultivo. Se considera que es el tipo de utilización de la tierra que requiere contar con servicios de protección vegetal en el cultivo como un porcentaje del ciclo total de cultivo/no cultivo. Es una medida de la intensidad del uso de labranza de un suelo. El factor de cultivo R, en porcentaje, se expresa por

Las rotaciones de cultivos se describen por la rotación básica de la labranza, por ejemplo, "tabaco-maíz-maní-barbecho". Las superficies cultivadas pueden indicarse para una propiedad típica, por ejemplo, maíz 2 ha, maní 1 ha, tabaco 0,5 ha, cultivo de forraje 0,5 ha, barbecho 4 ha.

En el caso de los sistemas de cultivo múltiples debe especificarse el carácter del cultivo múltiple (Andrews y Kassam, 1976; Kassam, 1980a; Zandstra y cols., 1981):

- Cultivo intercalado: Cultivo de dos o más productos en la misma parcela al año. La intensificación del cultivo se expresa tanto en tiempo como en espacio. Existe competencia de cultivo intercalado durante todo o parte del período del cultivo. Los agricultores manejan más de un solo cultivo a la vez en la misma parcela.
- Cultivo intercalado mixto: Cultivo de dos o más productos simultáneamente, sin que exista una disposición en hilera.
- Cultivo intercalado en hileras: Cultivo de dos o más productos simultáneamente con uno o más cultivos plantados en hileras.
- Cultivo intercalado en fajas: Cultivo de dos o más productos simultáneamente en diferentes fajas, suficientemente anchas para permitir un cultivo independiente, pero suficientemente estrechas para que exista una interacción agronómica entre los cultivos.
- Cultivo intercalado alterno: Cultivo de dos o más productos simultáneamente durante una parte del ciclo de cada producto. Se planta un segundo cultivo después de que el primero ha alcanzado su etapa de reproducción pero antes de que esté listo para ser cosechado.
- Cultivo secuencial: Cultivo de dos o más productos en secuencia, en la misma parcela al año. El cultivo sucesivo se planta después de que el anterior ha sido cosechado. La intensificación del cultivo se logra sólo en el tiempo. No hay competencia entre cultivos. Los agricultores manejan sólo un cultivo a la vez en la misma parcela.
- Cultivo doble: Cultivo de dos productos por año en secuencia.
- Cultivo triple: Cultivo de tres productos por año en secuencia.
- Cultivo cuádruple: Cultivo de cuatro productos por año en secuencia.
- Cultivo de retoños: Cultivo de retoños o brotes del producto después de la cosecha.

El número de cultivos cosechados en relación con los años en el ciclo de cultivo es el *índice de cultivo*, C expresado como un porcentaje:

$$C\% = \frac{\text{Número de cultivos cosechados}}{\text{Número de años en el ciclo de cultivo}} \times 100$$

En el caso de los sistemas agrícolas basados en cultivos perennes arbóreos y de arbustos no se aplican los métodos de descripción citados. En cambio, en la descripción de las prácticas de cultivo se indican la duración de las etapas de desarrollo del cultivo junto con las prácticas de replantación: años hasta el primer cultivo, años hasta la fructificación plena, años de producción, períodos de replantación.

Los sistemas de cultivo pueden ser importantes al combinar los requisitos de uso de la tierra para determinados cultivos con requisitos para los sistemas de cultivos (sección 6.3.5), y también afectan el riesgo de degradación del suelo y el requisito del período de descanso (sección 7.2, CT25).

4.4.13 Insumos materiales

Los insumos materiales se refieren a las semillas, fertilizantes, plaguicidas, etc. Pueden ser descritos en términos generales, como niveles de insumos, o especificados de manera detallada.

Para propósitos descriptivos generalizados, se reconocen tres niveles de insumos:

Insumos bajos

No hay un uso importante de insumos adquiridos, tales como fertilizantes artificiales, o semillas seleccionadas, plaguicidas o maquinaria. Agricultura tradicional de los países en desarrollo.

Insumos intermedios

Métodos practicados por los agricultores que siguen los consejos de los servicios de extensión agrícola, pero que poseen conocimientos técnicos y recursos de capital limitados; técnicas agrícolas mejoradas; insumos adecuados para aumentar el rendimiento pero no para alcanzar rendimientos agrícolas máximos o rendimientos económicos máximos; algún uso de fertilizantes (por ejemplo, 50-100 kg/ha., peso combinado de los nutrientes expresados como elementos; quizás cierta práctica de escarda con productos químicos o de control de plagas.

Los insumos materiales incluyen: las semillas, fertilizantes, plaguicidas, Insumos elevados descritos de manera detallada. Métodos basados en una tecnología avanzada y grandes recursos de capital; usos de fertilizantes en niveles de rendimiento económico máximo; niveles técnicos avanzados de escarda y control de plagas

Parte de la escarda con productos químicos; mecanización. Se emplean métodos modernos para aumentar los rendimientos agrícolas o el rendimiento económico.

Insumos bajos Debe observarse que en estas especificaciones generales se excluye el uso o el consumo de abonos y compostes orgánicos, ya que las prácticas al respecto varían mucho de una región a otra. En las definiciones de niveles de insumos empleadas en determinadas evaluaciones puede ser conveniente especificar el nivel de utilización de estos materiales.

Siempre que sea posible debe especificarse lo siguiente: Variedades de cultivos: mejoramiento genético de los cultivos; variedad y tipo de uso para

i.) Variedades de cultivos (cultivares): semillas o clonos; rendimientos económicos máximos; uso de fertilizantes (por ejemplo, 50-100 kg/ha., peso combinado de los nutrientes expresados como elementos); frecuencia y los métodos de aplicación).

ii.) Fertilizantes: tipo y cantidad (en el rubro de prácticas de cultivos se indican la frecuencia y los métodos de aplicación);

iii.) Abonos y compostes orgánicos: en los cuales se avanza y grandes recursos de capital; usos de fertilizantes en niveles de rendimiento económico

iv.) Insumos de protección de cultivos: productos para rociamientos, plaguicidas, etc.

La especificación de la variedad del cultivo y de la variedad de fertilizantes es de especial importancia ya que afecta considerablemente a los rendimientos estimados.

En el caso de los cultivos perennes, los insumos materiales utilizados durante la preparación del cultivo se detallan separadamente de los materiales utilizados durante el período de fructificación, cuando se realizan los rendimientos estimados.

Nota sobre niveles de administración

Los niveles de administración se refieren a la forma en que se administra la explotación, y abarcan muchos aspectos de las operaciones agrícolas. Distan mucho de ser lo mismo que los niveles de insumos. Hay agricultores que practican métodos tradicionales de cultivos migratorio, con bajos insumos, y que tienen éxito en sus actividades, y dentro del marco técnico de este sistema de explotación poseen altos niveles de administración; por otra parte, entre los agricultores que emplean insumos elevados hay, sin duda, algunos con altos niveles de administración y muchos con niveles moderados (los que poseen bajos niveles junto con altos insumos tienden a desaparecer). Por consiguiente, existe una matriz de nueve combinaciones: insumos bajos, intermedios y elevados, cada uno de ellos combinados con niveles altos, moderados y bajos de administración.

Preparación de la tierra, la selección y plantación, los maquinarios utilizados durante el período de fructificación, así como la administración de los insumos utilizados, son factores de estos materiales.

Sin embargo, en la evaluación de tierras resulta poco práctico hacer una evaluación separada para cada nivel de administración. Además de ser difíciles de especificar, sus aplicaciones serían limitadas. Por ello, se presupone tácitamente un nivel moderado o medio de administración, ponderado por la información sobre el conocimiento técnico y el comportamiento. Siempre habrá algunos agricultores para no confirmar esta evaluación gracias a su habilidad, tal vez sacando más beneficios en una tierra A3 que otros en una tierra A1.

4.4.14 Prácticas de cultivo

Se especifican las siguientes prácticas, según corresponda a los cultivos:

- preparación de la tierra, incluyendo la limpieza;
- operaciones de cultivo (número de labranzas, etc.);
- prácticas de plantación, incluyendo viveros transplante, época de plantación;
- aplicación de fertilizantes: frecuencia y métodos de aplicación;
- escarda: frecuencia, métodos;
- prácticas de protección de cultivos, por ejemplo, rociamientos;
- recolección: para los cultivos perennes, incluyendo la frecuencia y la cronología de las actividades;
- elaboración.

Como en el caso de los insumos materiales, la especificación de algunas prácticas de cultivo (por ejemplo, momento de la siembra, escarda, protección del cultivo) es esencial en relación con los rendimientos estimados.

4.4.15 Ganado

Muchas fincas poseen también ganado, ya sea como una empresa subsidiaria productiva o como medio de tracción. Una de las diferencias entre los métodos agrícolas tradicionales y mejorados puede ser el uso de ganado como medio de tracción. Se describen el tipo y la cantidad de ganado, sus productos (leche, carne, etc.) y sus funciones en el sistema agrícola (Nota: esta breve descripción se aplica a los tipos de utilización de la tierra basados fundamentalmente en la producción de cultivos; las descripciones de los sistemas mixtos de labranza y ganado, o en los sistemas propiamente ganaderos, este rubro se subdivide en ganadería, productos, etc., de la misma manera que en el caso de los cultivos).

4.4.16 Explotación forestal

En forma análoga, muchos sistemas agrícolas de labranza incluyen la producción de árboles, ya sea como masas forestales separadas o, en el caso de los sistemas agro-forestales (silvi-agricultura), intercalados o en rotación con cultivos. Se describen las especies arbóreas, el espaciamiento de los árboles, épocas de plantación y de tala, y sus productos (leña, madera de construcción, forraje, etc.).(Nota: la misma reserva hecha antes con respecto al ganado es aplicable a la explotación forestal).

4.4.17 Otros beneficios no agrícolas

Se registran también todos los demás beneficios resultantes del tipo de utilización de tierra, por ejemplo, parques de recreo, conservación de la flora y la fauna, así como las pérdidas correspondientes en forma de destrucción de estos beneficios cuando hayan existido previamente.

4.4.18 Rendimientos y producción

El rendimiento se refiere al producto por unidad de tierra, normalmente por hectárea. La producción se refiere al producto de toda la explotación agrícola u otra unidad de producción. Además de constituir una base para el análisis económico, las estimaciones del rendimiento y la producción son, independientemente, un producto importante de la evaluación.

Los rendimientos de los cultivos son el resultado de una interacción entre el tipo de utilización de tierra y la unidad de tierra. Estos rendimientos son influidos considerablemente por el manejo, los insumos materiales (especialmente fertilizantes) y las prácticas de cultivo; los rendimientos obtenidos con niveles intermedios o elevados de insumos

pueden ser 3 a 5 veces superiores a los obtenidos con niveles tradicionales. Por esta razón, en la exposición de los rendimientos se deben especificar las prácticas de manejo, en especial las variedades de cultivos y las cantidades de fertilizantes, a que se refieren.

En la etapa de la descripción inicial del tipo de utilización de la tierra puede hacerse una estimación aproximada de la de los grados de rendimientos, basados en los datos disponibles y en la experiencia. Posteriormente, los datos sobre rendimientos pueden constituir una fuente importante de información para la clasificación de la aptitud de la tierra (Sección 8.4.2).

Los rendimientos deberían expresarse más bien en forma de rangos de rendimientos y no con cifras precisas. Teóricamente, sería conveniente indicar un valor medio con bastante margen, aunque por lo general no es posible obtenerlo. Las unidades en que se mide el rendimiento y el producto cosechado deben especificarse (por ejemplo, recién cosechado o secos, caña de azúcar o melaza derivada).

Después de un análisis de los datos sobre rendimiento puede ser posible ofrecer estimaciones separadas de clases de aptitud de la tierra así como niveles de insumo, por ejemplo: a 5 jazcas sin fertilizante, con fertilizante tradicional. Por esta razón, en la descripción inicial del tipo de utilización de la tierra se debe indicar de manejo, Tierra A: sin insumo de fertilizante 200 kg/ha, rendimiento estimado 5 000-7 000 kg/ha; insumo de fertilizante 100 kg/ha, rendimiento estimado 4 000-5 000 kg/ha.

En la etapa de la descripción inicial del tipo de utilización de la tierra puede Tierra A: sin insumo de fertilizante 200 kg/ha, rendimiento estimado 3 000-5 000 kg/ha, datos disponibles, etc. En la descripción inicial del tipo de utilización de la tierra se debe indicar de manejo, los datos sobre rendimientos pueden constituir una fuente importante de información para la clasificación de la aptitud de la tierra. En la Sección 8.4.3 se examinan las fuentes de los datos sobre rendimiento y sus análisis.

Los rendimientos deberían expresarse más bien en forma de rangos de rendimientos y no con cifras precisas. En los sistemas de cultivos intercalados el rendimiento puede expresarse en conformidad con una de las siguientes fórmulas: es posible obtenerlo. Las unidades en que se mide el rendimiento y el producto cosechado deben especificarse (por ejemplo, recién cosechado).

i) Relación equivalente de tierra: La relación entre la superficie dedicada a un solo cultivo necesario para dar una cantidad igual de rendimiento y una superficie de tierra dedicada a un cultivo intercalado, con el mismo nivel de insumos. La relación equivalente de tierra es la suma de los rendimientos de los cultivos intercalados dividida por la suma de los rendimientos de cada cultivo, para una superficie igual. Por ejemplo, si las estimaciones de un tipo de utilización de la tierra son: solo sorgo sin fertilizante: rendimiento estimado 5 000-7 000 kg/ha, insumo de fertilizante: rendimiento estimado 4 000-5 000 kg/ha.

1 ha de cultivo único de sorgo: 2 400 kg
Tierra A: 1 ha de cultivo único de guisantes: 1 600 kg, estimado 3 000-5 000 kg/ha,
2 ha de cultivo mixto sorgo-caupí: sorgo 2 700 kg
caupí 1 500 kg
En la Sección 8.4.3 se examinan las fuentes de información para rendimiento y sus análisis. Relación equivalente de tierra = $\frac{2700 + 1500}{2400 + 1600} = 1:1$

ii) Relación equivalente de ingresos: La relación de la superficie dedicada a un solo cultivo necesario para producir el mismo ingreso bruto obtenido de una superficie igual de cultivos intercalados, con el mismo nivel de insumos. La razón equivalente de ingresos es la conversión de la relación equivalente de tierras en términos económicos. En el ejemplo anterior, la relación equivalente de ingresos sería inferior a 1:1 si el precio por kg de caupí fuera más alto que el del sorgo.

4.4.19 Información económica

Para la descripción es necesario contar con cierta cantidad de información económica básica. Los principales parámetros por estimar son:

- costos fijos: costos generales de la explotación agrícola y otros costos que no pueden atribuirse a un determinado cultivo;
- costos variables: costos atribuibles a la producción de un determinado cultivo;

Relación equivalente de ingresos: expresión que establece la relación entre la superficie dedicada a un solo cultivo necesario para producir el mismo ingreso bruto obtenido de una superficie igual de cultivos intercalados, con el mismo nivel de insumos. La razón equivalente de ingresos es la conversión de la relación equivalente de tierras en términos económicos.

- iii) margen bruto de utilidad: el valor del producto (rendimiento x precio) menos los costos variables;
- iv) ingreso neto de la explotación agrícola: el total del margen bruto de utilidad de todos los cultivos menos los costos fijos;
- v) niveles de ingresos: nivel aproximado por habitante de la población agrícola.

Los cuatro primeros parámetros son mediciones estándar utilizadas en la economía agraria. El último, niveles de ingresos, se emplea en la descripción como una indicación aproximada con fines de comparación. El análisis económico se examina en la Sección 9.4.

5.1. INTRODUCCION

El presente capítulo trata del segundo componente del sistema de uso de la tierra: la tierra. Mediante estudios básicos de los recursos de tierra el área por evaluar se divide en zonas relativamente homogéneas, que son las unidades de tierra. Estas unidades tienen ciertos atributos complejos que afectan los usos de la tierra de una determinada manera, denominados cualidades de la tierra, y un número mucho mayor de propiedades que pueden medirse o estimarse, y que se emplean para describir las cualidades de la tierra, denominadas características de la tierra.

En este capítulo nos limitamos a examinar brevemente la planificación de los estudios básicos de los recursos de tierra ya que en otros textos es posible encontrar información más detallada sobre metodologías de estudios. Se incluyen algunas normas para la definición de las unidades de tierra, y para la selección y la toma de decisiones sobre métodos para medir las cualidades de la tierra. En el capítulo 7 se amplía el examen de los métodos de evaluación de las cualidades individuales de la tierra, y en el capítulo 8 se describe la armonización de las cualidades de la tierra con los requisitos de uso de la tierra.

5.2. ESTUDIOS DE LOS RECURSOS DE TIERRAS

5.2.1. Observaciones generales

En general, en las evaluaciones de tierras puede necesitarse muchas clases distintas de estudios básicos de los recursos de tierras. Sin embargo, en las evaluaciones para la agricultura en secano, las clases principales de información que se necesitan se refieren a la agroclimatología, fisiografía y suelos.

La información sobre agroclimatología implica las siguientes etapas:

- i) Recopilación de los datos climáticos disponibles;
- ii) Análisis estadístico de estos datos para obtener promedios, probabilidades, y variabilidad de los parámetros básicos como temperatura, precipitación, etc.;
- iii) Análisis agroclimático de las relaciones entre las variables climáticas y los requisitos de los cultivos.

Como base inicial se recomienda la utilización de climas principales y períodos de crecimiento, esbozados en la Sección 7.3.

Además de los antecedentes climáticos, la base principal de las evaluaciones de tierras para la agricultura en secano son los estudios de los suelos. La información sobre estos dos factores ambientales puede elaborarse separadamente, o en forma de un estudio geomorfológico y un estudio de suelos, o en forma combinada llegando a la definición de sistemas y facetas de tierra.

5.2.2. Escalas e intensidades del reconocimiento

En el caso de los estudios de suelos existen niveles reconocidos de escala y detalle, tal como se indica a continuación (véase Dent y Young, 1981, pág. 90):

- i) Estudios de reconocimiento (nivel 4 1/). Estos estudios son útiles para hacer un inventario de recursos, identificar las zonas que ofrecen buenas perspectivas, y proporcionar una base para un estudio más detallado. Los mapas se elaboran a escala pequeña, usualmente 1:250 000. Las unidades cartográficas son generalmente compuestas y proporcionan sólo estimaciones de las proporciones de las condiciones con diversos grados de aptitud. A menudo se usa el método de estudio aplicado a los sistemas de tierra.
- ii) Estudios semidetallados (nivel 3). Estos estudios se aplican a nivel de factibilidad de proyectos o, si existe un muestreo suficientemente detallado, pueden utilizarse para la planificación de ciertos tipos complejos de actividades. Generalmente la escala es de 1:50 000. Las unidades cartográficas consisten en una mezcla de unidades homogéneas (por ejemplo, serie de suelos) y unidades compuestas (por ejemplo, asociaciones de suelos).
- iii) Estudios detallados (nivel 2). Se utilizan para planificar y ejecutar proyectos y para algunos estudios a nivel de aldea, e incluyen recomendaciones para planificación y ordenación. Normalmente la escala es de 1:10 000 a 1:25 000. La serie de suelos es la principal unidad cartográfica.
- iv) Estudios intensivos (nivel 1). Estos estudios, a escalas de 1:5 000 o mayores, se justifican en el caso de un manejo detallado con altos niveles de insumos y producción.

No existen estos niveles reconocidos de escala y grado de detalle para los estudios de otros recursos de tierras. En el caso del estudio morfológico o fisiográfico existe una serie de parámetros descriptivos y una nomenclatura para las unidades cartográficas en diferentes escalas (Young, 1976, págs. 33-39). El grado de detalle de los mapas agroclimáticos depende de la densidad de las estaciones de observación meteorológica.

El grado de detalle de los estudios básicos de los recursos de tierra limita la precisión y la exactitud de la evaluación. En todo momento debe destacarse que si se necesita una evaluación de tierra detallada para alcanzar los objetivos, los estudios simples u otras formas de estudios básicos menos intensivos no proporcionarán detalles suficientes que permitan garantizar el éxito del proyecto.

5.2.3. Sensores remotos y análisis de datos computadorizados

En todos los estudios de suelos fisiográficos se utilizarán métodos de teledetección: interpretación de fotografías aéreas, interpretación de imágenes de satélites, o ambas cosas. La importancia relativa de la teledetección, en comparación con el estudio de campo, es mayor a nivel de reconocimiento, y menor, aunque siempre considerable, en las escalas detalladas.

Pueden facilitarse los estudios de los recursos básicos mediante el almacenamiento, el análisis y la reproducción de datos computadorizados (por ejemplo, bancos de datos sobre terrenos, sistemas de información de suelos). Este sistema ofrece ventajas cuando el país, o la organización que realiza la evaluación, poseen instalaciones de computadoras.

No se prosigue el examen de estas técnicas, ya que estas *Directivas* no están destinadas a dar instrucciones sobre técnicas de estudios básicos. A este respecto pueden consultarse los textos más conocidos (por ejemplo, Dent y Young, 1981; White, 1978).

5.3. UNIDADES DE TIERRAS

Una unidad de tierras 2/ es una extensión de tierra, por lo general mapeada, con características específicas, empleada como base para la evaluación de tierras. Este término no se refiere a ninguna clase de zona cartografiada, descrita en una forma específica;

1/ Los niveles de intensidad son los correspondientes al Estudio de Suelos del Canadá, y son similares a lo que se denomina "órdenes de reconocimiento" del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos.

2/ Llamada en el Esquema una "unidad cartográfica de tierras".

se trata de un término cómodo utilizado para referirse a cualquier unidad de tierra usada para la evaluación. Como ejemplo de unidades de tierras empleadas en las evaluaciones para la agricultura en secano pueden citarse:

- grandes climas, períodos de crecimiento y zonas agroclimáticas (véase Sección 7.3);
- series de suelos, asociaciones de suelos y otras unidades cartográficas de suelos (Dent y Young, 1981, Capítulo 5);
- sistemas de tierras y facetas de tierras.

Una práctica muy usada en las evaluaciones para la agricultura en secano consiste en emplear dos clases de unidades de tierras en diferentes etapas. Las zonas agroclimáticas se usan para la selección inicial de los cultivos que han de ser examinados. A continuación, la mayor parte de la evaluación se basa en unidades de tierras más detalladas, basadas en alguna combinación de relieves y suelos.

El objetivo fundamental de la definición de unidades de tierras es que deben guardar la máxima relación posible con la serie de usos de la tierra previstos por la evaluación. Teóricamente, deben aproximarse a las unidades de manejo de tierras, con aptitudes uniformes para determinadas clases de uso, reacción similar a las prácticas de mejoramiento de la tierra y requisitos similares de manejo. Sin embargo, en la práctica tiene que llegarse a un compromiso respecto de estos objetivos teóricos, dependiendo de las limitaciones impuestas por el proceso de cartografía, especialmente en los estudios de mediano a bajo detalle. Es conveniente seguir las normas siguientes al definir y cartografiar las unidades de tierras para las evaluaciones:

- i) las unidades de tierras deberían ser lo más homogéneas posibles;
- ii) la agrupación debería tener un valor práctico, en relación con el uso de la tierra propuesto;
- iii) debería ser posible cartografiar las unidades de manera coherente;
- iv) las unidades deben definirse en la forma más simple posible y basarse en propiedades que son fácilmente observables en el campo empleando técnicas de sensores remotos. No se deben retrasar las actividades de evaluación subsiguientes o tratar de aplicar un método de cartografía excesivamente perfeccionado;
- v) las unidades deben definirse de conformidad con propiedades relativamente estables del suelo y la superficie del terreno, que es poco probable que cambien rápidamente por acción de las prácticas de manejo.

Las unidades de tierras originales definidas al terminar los estudios pueden ser revisadas como consecuencia de la interpretación de las características y cualidades de la tierra y la concordancia con los requisitos de los tipos de utilización de la tierra. Esta revisión es parte del proceso de iteración, o retroinformación, a fin de alcanzar un resultado progresivamente más afinado.

5.4. CUALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TIERRA

5.4.1. Observaciones generales

Las cualidades y características de la tierra son propiedades de las unidades de tierra.

Una cualidad de la tierra es un atributo de la tierra que actúa de manera distinta en su influencia sobre la aptitud de la tierra para una clase concreta de uso. Como ejemplos de cualidades de la tierra que son ampliamente aplicables a la agricultura en secano pueden citarse el régimen de temperatura, la humedad disponible, el escorrimiento, el suministro de nutrientes, las condiciones de enraizamiento, posibilidades de mecanización y riesgo de erosión.

Las características de la tierra son propiedades de la tierra que describen la naturaleza de la tierra. Esta revisión es parte del proceso de iteración, o retroinformación, a fin de alcanzar un resultado progresivamente más afinado.

Una característica de la tierra es un atributo de la tierra que puede medirse o estimarse y que puede utilizarse para hacer una distinción entre unidades de tierras de diferentes aptitudes de utilización y emplearse como un medio para describir las cualidades de la tierra. Son ejemplos de características de la tierra la precipitación pluvial anual, la pendiente, la clase de escurrimiento del suelo, la profundidad efectiva, la textura de la capa superficial del suelo, capacidad hídrica disponible del suelo, porcentaje de pH y nitrógeno del suelo.

Las cualidades de la tierra son propiedades de la tierra, pero una característica esencial es que influyen en el uso de la tierra de una manera particular. Como un ejemplo consideremos la calidad de la tierra "humedad disponible". Un requisito básico para el crecimiento de todas las plantas es que la humedad del suelo esté por encima del punto de marchitez dentro de alguna parte de la rizosfera. Las plantas difieren en sus necesidades, que incluyen la cantidad total de humedad, el tiempo durante el cual se le necesita y la capacidad para resistir períodos de sequía. En algunos cultivos, por ejemplo la caña de azúcar y la alfalfa, la tasa de crecimiento responde, más o menos en forma lineal, al aumento de la humedad disponible. El crecimiento, y algunas veces la fructificación, se ven perjudicados cuando la humedad del suelo disminuye hasta cerca del punto de marchitez, y la planta muere en ausencia de humedad disponible durante más de un determinado período, pero también la duración de este período varía de una planta a otra. Así, los cultivos responden en forma clara a la humedad disponible, y las necesidades difieren de un cultivo a otro; ésta es una característica de las cualidades de la tierra.

La calidad "humedad disponible" se determina por la combinación de varios elementos: el volumen de la precipitación, su distribución a lo largo del año, la capacidad hídrica disponible del suelo y, en algunos casos, la presencia de una capa freática cercana a la superficie, o humedad de filtración. Por consiguiente, los factores ambientales del clima, del suelo, del relieve y de la hidrología pueden afectar la humedad disponible. Las necesidades específicas de humedad de un cultivo pueden atenderse con una serie de combinaciones diferentes de parámetros de medición considerados como un diagnóstico para la calidad de la tierra: una precipitación adecuada y bien distribuida, un suelo que retenga la humedad y almacene suficiente agua para alimentar al cultivo durante los períodos de sequía, o la presencia de humedad de filtración de una posición más alta en la pendiente. El parámetro que representa más directamente la humedad disponible es el total de humedad del suelo disponible para la evapotranspiración durante la temporada de crecimiento. En una situación de carácter experimental este parámetro puede medirse. En las evaluaciones tiene que ser estimado, mediante cálculos basados en características de la tierra, incluyendo la precipitación, la escorrentía, la evapotranspiración potencial, el contenido de humedad del suelo al nivel de la capacidad de campo y el punto de marchitez, o de manera más indirecta, la textura y la profundidad del suelo.

En cambio, muchas características de la tierra influyen en la aptitud de diferentes maneras, y por ende también en diferentes cualidades de la tierra. Un ejemplo es la característica de la tierra: "textura del suelo", que puede ser subdividida en textura de la capa superficial y textura de los horizontes más profundos. La textura del suelo tiene efectos directos o indirectos en unas 14 cualidades de la tierra, por ejemplo la humedad disponible, la retención de nutrientes, la capacidad de laboreo y el riesgo de erosión. Por esta razón es imposible decir que una determinada textura es "buena" o no presenta "limitaciones"; las texturas arenosas son favorables en lo que respecta a la capacidad de labranza de la tierra, pero en cambio afectan de manera adversa la humedad disponible y la retención de nutrientes. El efecto adverso sobre la humedad disponible puede no ser importante en las zonas donde la precipitación es más que adecuada para los cultivos que se evalúan, pero adquiere importancia cuando existe el riesgo climático de una sequía.

En algunos casos las cualidades de la tierra abarcan varios elementos o partes; en el ejemplo dado anteriormente, la humedad disponible incluye toda el agua suministrada al cultivo, la disponibilidad en períodos críticos de crecimiento y el riesgo de sequía en años excepcionales.

En el *Esquema* (págs. 12-14) se hace un examen más detenido de las cualidades de la tierra, con algunos ejemplos.

5.4.2. Alternativa entre cualidades y características de la tierra como una base para la evaluación

Es posible utilizar alguno de los parámetros siguientes como base para la evaluación de la aptitud de las tierras:

- cualidades de la tierra medidas o estimadas mediante características de la tierra;
- características de la tierra;
- una mezcla de cualidades y características de la tierra.

Se recomienda que la evaluación se base en las cualidades de la tierra, aunque se reconoce que en ciertas circunstancias será más conveniente usar las características de la tierra.

Las ventajas del uso de las cualidades de la tierra son las siguientes:

- i), las cualidades están directamente relacionadas con los requisitos específicos de uso de la tierra; esto permite preparar modelos de simulación para explicar las relaciones entre la tierra y el uso de la tierra;
Es posible utilizar el uso de la tierra en la evaluación, aunque no como base para la evaluación
- ii), las cualidades toman en cuenta las interacciones entre los factores ambientales;
- iii) el número total de cualidades es bastante inferior al número de características de la tierra (compárense los Cuadros 5.1 y 5.2).

La principal desventaja es la mayor complejidad, puesto que exigen etapas intermedias de conversión de las características en cualidades o la selección de características diagnóstico para su evaluación.

Se recomienda que la evaluación se base en las cualidades de la tierra, aunque se .. La ventaja de utilizar las características de la tierra es que los procedimientos de evaluación son más sencillos y directos, y permiten una comparación directa entre las características observadas y la clasificación de aptitudes. Las desventajas son el gran número de características, el hecho de que a menudo no se precisa con claridad cuál es el efecto sobre un cultivo que da como resultado que una característica sea considerada favorable o desfavorable, y la incapacidad para tomar en cuenta las interacciones.

Hay aproximadamente 25 cualidades de la tierra que afectan la aptitud para los cultivos en secano, en comparación con muchos centenares de características de la tierra. Además, algunas de las cualidades son aplicables solamente a ciertos cultivos o ciertas zonas, de tal manera que con frecuencia el número que debe considerarse en una evaluación es de 15 o menos. Esto es ya una ventaja en sí, puesto que significa que la atención puede concentrarse en la mejor manera de recoger las informaciones necesarias para evaluar cada una de este número restringido de cualidades; si se trata de hacer una lista de todas las características que pueden afectar la aptitud para los cultivos, la lista resulta demasiado larga y la selección que se haga a partir de ella es algo arbitraria. características diagnósticas para su evaluación.

Las cualidades de la tierra enfocan hacia la forma en que la tierra afecta la aptitud para el uso: suministro de nutrientes, riesgo de erosión, posibilidades de mecanización, etc. En cambio, si se utilizan características tales como la precipitación anual o la textura del suelo puede no resultar muy claro cuáles son los efectos sobre los cultivos que se están considerando. Por ejemplo, una elevada precipitación da una mayor humedad disponible, pero puede restringir la disponibilidad de oxígeno al saturar el perfil del suelo en ciertas épocas del año. La profundidad efectiva del suelo es una de las características principales que afecta las condiciones de fijación de las raíces, pero tiene mayor importancia las zonas donde existe riesgo de sequía dado su efecto sobre la humedad disponible.

Sin embargo, la mayor desventaja de las características de la tierra es que no toman en cuenta las interacciones entre los diferentes factores: suelo, clima y relieve. Por ejemplo, las interacciones que involucran la humedad disponible han sido señaladas en la Sección 5.4.1.

Las cualidades de la tierra enfocan hacia la forma en que la tierra afecta la aptitud para el uso: suministro de nutrientes, riesgo de erosión, posibilidades de mecanización, etc.

Número de referencia	Cualidad de la tierra	Subdivisión
1	Régimen de radiación	- Radiación total - Longitud del día
2	Régimen de temperatura <u>1/</u>	
3	Humedad disponible <u>1/</u>	- Humedad total - Períodos críticos - Riesgo de sequía
4	Oxígeno disponible en la rizosfera (condiciones de drenaje)	
5	Nutrientes disponibles	
6	Capacidad de retención de nutrientes	
7	Condiciones de enraizamiento	
8	Condiciones que afectan la germinación o el establecimiento de la planta	
9	Humedad del aire en cuanto afecta al desarrollo de la planta	
10	Condiciones para la maduración de los cultivos	
11	Riesgo de inundación	
12	Riesgos climáticos:	- Helada - Tormentas
13	Exceso de sales	- Salinidad - Sodicidad
14	Toxicidades del suelo:	- Aluminio - Carbonato de calcio - Yeso - Sulfato ácido - Otras
15	Plagas y enfermedades:	- Plagas - Enfermedades
16	Capacidad de laboreo del suelo	
17	Posibilidades de mecanización	
18	Condiciones para la preparación o limpieza de la tierra:	- Preparación de la tierra - Limpieza
19	Condiciones para almacenamiento y elaboración	
20	Condiciones que influyen en el cronograma de la producción	
21	Acceso dentro de la unidad de producción	
22	Tamaño de las posibles unidades de manejo	
23	Ubicación	- Posibilidades actuales de acceso - posibilidades potenciales de acceso
24	Riesgo de erosión	
25	Riesgo de degradación del suelo	

1/ El régimen de temperatura y la humedad disponible pueden también tratarse en función de los climas principales y períodos de crecimiento examinados en la Sección 7.3. Es posible considerar al período de crecimiento como una cualidad de la tierra, que conlleva los efectos de la humedad estacional disponible junto con temperaturas que permiten el desarrollo del cultivo.

Cuadro 5.2

CARACTERISTICAS DE LA TIERRA QUE PUEDEN EMPLEARSE
PARA EVALUAR LAS CUALIDADES DE LA TIERRA

Característica de la tierra	Cualidades de la tierra relacionadas con las características (los números como en el Cuadro 5.1)
<u>Características del clima</u>	
Las características enumeradas pueden, según convenga, referirse a valores anuales medios, valores medios durante la temporada de crecimiento, mes crítico, mes peor, períodos cortos extremos, márgenes de confianza para cualquiera de estas características, frecuencia o cronograma.	
<u>CLASE CLIMATICA</u> , Köppen, Thornthwaite, zona agro-climática, etc.	1, 2; preselección 1/ diagnóstico 27
<u>RADIACION DE ONDA CORTA</u>	
<u>HORAS DE INSOLACION</u>	1, 20
<u>LONGITUD DEL DIA</u>	1B
<u>TEMPERATURA DEL AIRE</u>	2, 8, 10, 16, 20
<u>FRECUENCIA DE LAS HELADAS</u>	13, 20
<u>PRECIPITACION</u> , cantidad, época, intensidad	3, 8, 10, 13, 15, 19, 24
<u>AGRESIVIDAD DE LA PRECIPITACION</u> , varios índices	24
<u>FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS</u>	12
<u>EVAPOTRANSPIRACION</u> , actual, potencial, medida directa, referirse a valores o calculados, valores medios	3
<u>EXCEDENTE, DEFICIT DE HUMEDAD</u> miento, mes crítico, mes	3
<u>DURACION DE LA TEMPORADA HUMEDA, SECA,</u> definida de varias maneras	3, 20
<u>FRECUENCIA DE PERIODOS SECOS</u>	3
<u>HUMEDAD RELATIVA</u>	10, 9, 15, 19
<u>VELOCIDAD DEL VIENTO</u>	12, 24
<u>DEFICIT RELATIVO DE EVAPOTRANSPIRACION</u>	3
<u>Características del clima del suelo</u>	
<u>TEMPERATURA DEL SUELO</u>	2, 8, 20
<u>REGIMEN DE TEMPERATURA DEL SUELO</u>	2; preselección
<u>REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO</u>	3; preselección
<u>Características de los relieves</u>	
Las características enumeradas pueden, según convenga, referirse a la vecindad inmediata de un lugar de observación o a fauna, zona circundante más amplia, periodo de actividad, tipo de vegetación, tipo de suelo, tipo de uso, etc.	
<u>CLASE DE RELIEVE</u>	24; preselección diagnóstico
<u>PENDIENTE</u>	17, 18, 21, 23, 24
<u>FORMA DE LA LADERA</u> , convexa, cóncava, etc.	4, 24
<u>LONGITUD DE LA LADERA</u>	17, 24
<u>DENSIDAD DE ESCORRENTIA</u>	21, 23
<u>ESPACIAMIENTO DE CANALES</u>	21, 23
<u>RELIEVE RELATIVO</u>	21, 23
<u>OBSTACULOS ROCOSOS, AFLORAMIENTOS Y BLOQUES</u>	17, 18

1/ Preselección: puede utilizarse con el propósito de hacer una selección inicial de algunas zonas para una evaluación detallada posterior, eliminándose a las demás zonas.

2/ Diagnóstico: puede utilizarse como diagnóstico de otras características de la tierra más concretas.

Cuadro 5.2 (continuación)

MICRORELIEVE	17, 18
ELEVACION	2
POSICION EN EL PAISAJE	12
EXPOSICION	12
ASPECTO	1, 2, 3, 10
DISTRIBUCION DEL PAISAJE	22
PARAMETROS GEOTECNICOS	17, 18, 21, 23

Características de la hidrografía

PROFUNDIDAD DE LA CAPA FREATICA	3, 4
PERIODOS DE SATURACION DEL SUELO	4
PERIODOS DE AVENIDAS	4
FRECUENCIA DE LAS INUNDACIONES	11
CAUDAL DE AVENIDAS	11

Características de la vegetación y la fauna

COBERTURA VEGETAL ACTUAL	15, 18, 24
FRECUENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, endémica, epidémica	18
PREDADORES SILVESTRES	18

Características de los suelos

Las características enumeradas pueden, cuando corresponde, referirse a la capa superficial del suelo (epipedón, aproximadamente 0-20 cm), valores medios para los horizontes más bajos (horizontes que excluyen la capa superficial), valores medios para todo el perfil, profundidad mínima en que se encuentra alguna propiedad, o espesor de un horizonte.

CLASE DE SUELO , sistemas internacionales o nacionales	Preselección
CLASE DE DRENAGE DEL SUELO	Diagnóstico
HORIZONTES DIAGNOSTICO	4
DISTRIBUCION DEL SUELO	4, 5, 6, 7, 13, 14, 24, 25
PRESENCIA DE TURBA (histosoles)	22
	22

Morfología del perfil

COLOR	Diagnóstico
MOTEADO	4
PIEDRAS Y GRAVAS	7, 16, 19, 22
TEXTURA	3, 4, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25
ESTRUCTURA, grado, clase, tipo	7, 8, 16, 24, 25
CONSISTENCIA, muy húmedo, húmedo, seco	7, 8, 16, 24, 25
PROFUNDIDAD EFECTIVA	3, 7
CARBONATOS LIBRES, YESO	14
PRESENCIA DE INCrustacion DEL SUELO	8, 25
HORIZONTE SULFATO ACIDO	14
CEMENTACION, CAPAS DURAS	7, 24

Características físicas y erosión del suelo

CARACTERISTICAS DE LA HUMEDAD DEL SUELO, capacidad del campo, punto de marchitez, capacidad de agua disponible, valores pF, evapotranspiración relativa	3
POROSIDAD, DENSIDAD GRUESA	7, 24, 25

Cuadro 5.2 (continuación)

5.4.3 Lista de las cualidades de la tierra

En el cuadro 5.1 figura una lista de las cualidades de la tierra que pueden afectar la aptitud para la producción de cultivos en secano. Las cualidades 1-15 se refieren fundamentalmente, aunque no de manera exclusiva, a los requisitos de los cultivos; las cualidades 16-23 se refieren básicamente a los requisitos de manejo y las cualidades 24 y 25 se relacionan con los requisitos de conservación; la numeración no tiene otro significado sino servir de referencia entre los dos cuadros. En algunos casos, se indican ciertas subdivisiones de las cualidades más o menos, lo que a primera vista puede exigir un examen separado. Por supuesto, no todas estas cualidades serán útiles para evaluar la aptitud de un determinado cultivo o serie de cultivos en una región particular. Con frecuencia, la mayoría de las variaciones de la producción dependen de tres o cuatro de estas cualidades. En la sección 5.5 se describe el procedimiento para seleccionar las cualidades que interesan en un determinado caso.

En el capítulo 7 se estudia el carácter, el significado para las evaluaciones y los medios de evaluación de las características de la tierra.

5.4.4 Lista de características de la tierra

El cuadro 5.2 contiene una lista de las características de la tierra que pueden emplearse en la evaluación de las cualidades de la tierra para la agricultura en secano, es decir, que pueden utilizarse como *factores diagnóstico* 1/. Estas características pueden emplearse directamente o como un medio para estimar las cualidades de la tierra, ya sea individualmente, ya sea combinando los efectos de varias características. Algunas no tienen importancia agrícola directa pero se les puede utilizar como diagnóstico de otras propiedades, por ejemplo, el empleo de la clase de suelo como diagnóstico de determinadas propiedades del suelo.

Esta lista, que dista mucho de ser completa, contiene cerca de 100 características de la tierra. Además, muchas de las características pueden expresarse de diversas maneras, por ejemplo, la precipitación como media anual total, márgenes de confianza, totales mensuales, etc., y cada una de las propiedades del suelo pueden expresarse respecto a la capa superficial del suelo o de horizontes más profundos. Si estos diferentes parámetros se consideran como características separadas de la tierra, existen entonces varios centenares de características que podrían utilizarse en una evaluación de la aptitud, por lo cual, y sólo por razones prácticas, es necesario proceder a una selección muy estricta.

El primer grupo de características es el que está formado por datos climáticos. Siempre que corresponda, estas características pueden referirse a valores medios anuales, valores medios durante el período de crecimiento, valores para un mes crítico en el ciclo de desarrollo del cultivo, valores para el mes "peor" del período de crecimiento, extremos de corto plazo o límites de confianza para cualquiera de estos valores. Las características referentes al total de precipitación, al calendario, a la evapotranspiración, la duración del período húmedo desempeña frecuentemente un papel importante en las evaluaciones de la aptitud. La clase de clima puede usarse como un medio para estimar parámetros individuales, más particularmente en el curso del proceso de selección preliminario.

Las características basadas en el clima del suelo están relacionadas más directamente a la planta, pero a menudo sólo se dispondrá de datos procedentes de un número limitado de estaciones, lo que exige el uso de valores relativos al clima del aire o cálculos del clima del suelo basados en esos valores.

Las características basadas en los datos sobre el relieve desempeñan un papel importante en la evaluación del potencial erosivo así como en las cualidades de la tierra relacionadas con el manejo y los insumos. Muchas de estas características pueden expresarse de dos maneras: referente al lugar cercano de una observación y referente a la zona circunvecina en su conjunto.

1/ Se prefiere el término "factor diagnóstico" al de "criterio diagnóstico" utilizado en el Esquema, sin que se modifique el significado. Véase Glosario.

El siguiente grupo, las características de la tierra relacionadas con la hidrología, dependen en cierto grado de la morfología. Las características biológicas, es decir las asociadas con la vegetación y la fauna, pueden subdividirse en un considerable número de elementos individuales, por ejemplo, diversos índices de fisionomía de la vegetación, presencia de plagas y enfermedades endémicas individuales.

El grupo más numeroso de características de la tierra es el de las que se basan en los suelos; estas características han sido subdivididas en general en las que se basan en datos relativos al tipo de suelo, morfología, física, química, biología y mineralogía de suelos. Por supuesto, la mayoría de estas características podrían referirse a la capa superficial o cualquier de los horizontes más profundos. Sin embargo, en la mayoría de los casos las divisiones que pueden establecerse de manera útil son tres: la capa superficial, los horizontes más profundos en conjunto, y el perfil en su conjunto. En otros casos, lo que es importante es la profundidad en que se encuentra por primera vez una característica particular.

La clase de suelo, derivada de un mapa de suelos, puede utilizarse como un medio para estimar otras características del suelo. Esta estimación puede hacerse con diversos niveles de precisión, que van desde unidades globales tales como las de la clasificación de suelos de la FAO a familias, series o fases de series edafológicas. Los problemas que plantea la utilización de este procedimiento, y qué tienen su origen en la gran diversidad de variaciones de las unidades cartográficas de suelos, son bien conocidos de los evaluadores, plagas y enfermedades endémicas individuales.

Las características enumeradas en el rubro de morfología del perfil son las que se pueden ser medidas o estimadas mediante descripciones del perfil del suelo del campo o en Constituyen la base para el levantamiento de mapas de suelos. Incluyen las características de profundidad efectiva y textura del suelo, las cuales tienen con frecuencia importancia en la evaluación para la determinación de cultivos. La presencia de estructura (histosoles) requiere una evaluación más especializada (Sección 7.4.2); útiles son tres: la capa superficial, los horizontes más profundos en conjunto, y el perfil en su conjunto. En otros casos, las características basadas en la física del suelo requieren en su mayor parte observaciones de campo específicas (por ejemplo, pruebas de infiltración) o ensayos de laboratorio. Algunas propiedades pueden estimarse de manera indirecta sobre la base de las observaciones de campo relativas a la textura, estructura, consistencia y porosidad media.

Las características relacionadas con el riesgo de erosión son índices derivados de otras propiedades, tales como la agresividad de la precipitación (cantidad e intensidades), índices de la capacidad de erosión del suelo y ángulo y longitud de la pendiente. Estas características pueden relacionarse con determinados cultivos mediante un coeficiente de cubrimiento de los cultivos.

La mayor parte de las características basadas en las químicas del suelo proceden de análisis estándar de laboratorio empleados para caracterizar las unidades cartográficas del suelo. Estos datos tienen que ser considerados con cautela por dos razones: la elevada variabilidad de las propiedades químicas dentro de un tipo de suelo (coeficientes típicos de variación de 30-70 por ciento, incluso dentro de series de suelos), y el uso de diferentes métodos de análisis. Esto último se aplica "sobre todo al fósforo 'disponible'" y a también al nivel de pH en que se determina la capacidad de intercambio de cationes. En otros aspectos, las características químicas forman una parte menor, pero muy importante, parte. Las características biológicas del suelo o de materia orgánica, con excepción de los datos sobre organismos del suelo, forman también parte de los datos normales de los análisis de suelos. Por lo general no se dispone de las características de la mineralogía y la micromorfología del suelo, excepto en el caso de estudios de investigación especializada.

5.5. SELECCION DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA PARA UNA EVALUACION

La selección de las cualidades de la tierra para una evaluación es importante en la medida en que se considera la aptitud de la tierra para un uso particular. Una cualidad de la tierra es importante para evaluar la aptitud, y puede ser utilizada, siempre que se satisfagan tres condiciones:

- i) la cualidad tiene un efecto conocido en los cultivos o en las clases de uso de la tierra que se estudien;
- ii) en la zona estudiada existen valores críticos de la cualidad, que pueden perjudicar negativamente ese cultivo o ese uso; sea sobrepasado el fósforo "disponible" y también al nivel de pH, ya sea suministrado excesivamente o insuficiente;
- iii) en la zona estudiada existen valores críticos de la cualidad, que pueden perjudicar negativamente ese cultivo o ese uso; sea sobrepasado el fósforo "disponible" y también al nivel de pH, ya sea suministrado excesivamente o insuficiente;

iii) hay algún medio práctico de reunir información para proceder a la mediación o a la estimación.

Por consiguiente, las cualidades utilizadas en una evaluación se seleccionan teniendo en cuenta los usos de la tierra considerados (o, más específicamente, los requisitos de los tipos de utilización de la tierra) y el carácter de las unidades de tierras en la zona del estudio.

El procedimiento de selección consiste en enumerar todas las cualidades de la tierra (Cuadro 5.1) y confrontarlas con los correspondientes requisitos de uso de la tierra. A continuación se evalúa cada cualidad de la tierra de conformidad con las tres consideraciones siguientes:

i) Efectos sobre el uso de la tierra:

- Importantes: el cultivo o el uso de la tierra es particularmente sensible a la calidad, o es afectado por ésta.
- Moderados: la calidad puede tener efectos considerables sobre el uso.
- Ligeros o inaplicables: la calidad no tiene efectos importantes conocidos sobre el uso, o no es aplicable.

ii) Existencia de valores críticos en la zona estudiada:

- Frecuente: se estima que los valores críticos, que pueden tener un efecto importante sobre la aptitud para el uso se presentan por lo menos en más del 5 por ciento de la zona.
- Poco frecuente: se estima que los valores críticos abarcan menos del 5 por ciento de la zona.
- Raros o inexistentes: los valores críticos no se presentan nunca en la zona estudiada, o se presentan en sectores tan pequeños que, para todo fin práctico, pueden ser dejados de lado.

iii) Disponibilidad de información:

- Obtenible: la información necesaria para evaluar la calidad puede obtenerse de mapas y registros existentes, o puede lograrse mediante estudios.

No obtenible: no es posible obtener información.

Por *importancia* de una cualidad de la tierra se entiende la importancia que se le debe dar en el curso de una evaluación, para un uso particular y en una determinada zona. Hay tres grados de importancia: muy importante, moderadamente importante y menos importante, que se definen como sigue:

1.	Muy importante:	Cualidades de la tierra a las que se debe prestar especial atención durante la evaluación.
2.	Moderadamente importante:	Cualidades de la tierra que deben ser consideradas.
3.	Menos importante: 3A 3B 3C	La cualidad no afecta o apenas afecta al uso. Los valores críticos se presentan rara vez o nunca en las zonas estudiadas. No hay medios prácticos de obtener datos sobre la cualidad.

La importancia se deriva de estas consideraciones utilizando el Cuadro 5.3. El Cuadro 5.4 ofrece un ejemplo de evaluación de la importancia de las cualidades de la tierra para una evaluación de tierras en Malawi.

Cuadro 5.3

EVALUACION 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 ó 3B 1/)
Ligero o nulo	Apenas	Apenas	3A)
Apenas	Rara vez o nunca	Apenas	3B) Menos importante
Apenas	Apenas	No obtenible	3C)

1/ Esta circunstancia debe ser considerada importante o subordinada, a discreción del evaluador. Existencia de instrucción. Fuerza

Las cualidades que no se hayan tenido en cuenta en la evaluación deben enumerarse como tales en el informe, junto con breves notas sobre las razones de su omisión. Puede ser necesario hacer una exposición sobre las cualidades evaluadas como 3B - no hay valores críticos, si la evaluación se extiende posteriormente a una zona diferente. Es importante mencionar a las cualidades evaluadas como 3C, como para reenforzar la evaluación en el sentido de que son potencialmente importantes pero que no han sido tomadas en consideración.

Importante Poco frecuente Obtenible

EJEMPLO DE EVALUACION DE LA IMPORTANCIA DE LAS CUALIDADES DE LA TIERRA PARA UNA EVALUACION

Tipos de utilización de la tierra: Maíz, maní, tabaco, papas; cultivo por pequeños propietarios que utilizan implementos de tracción animal;

Zona estudiada: Distrito de Dedza, Malawi central; precipitación media anual 900-1200 mm, que cae en seis meses seca del

Cualidad de la tierra y sus efectos sobre el suelo. Existencia de información sobre la importancia de la tierra y sus valores y su uso en su explotación. Puede ser necesaria la formación crítica de acuerdo a lo que se dice.

Régimen de Radiación Moderado Nunca Obtenible 3B Menos importante que son potencialmente importantes pero que no han sido tomadas en consideración.

EJEMPLO DE EVALUACION DE LA FORTALEZA DE LAS UNIDADES DE LA TIERRA
 Humedad Moderado Frecuente Obtenible 2 Moderadamente disponible importante

Drenaje Importante Frecuente Obtenible Muy importante

Condiciones de Moderado Frecuente Obtenible 2 Menos importante

Exceso de sales Importante Nunca Obtenible 3B Menos

Posibilidades Inaplicable Frecuente Obtenible 3A Menos

Digitized by srujanika@gmail.com

que son de consideración importante, sobre lo que se han tomado en consideración

5.6.1 Observaciones generales

Una vez determinadas qué cualidades de la tierra deben ser evaluadas, es decir las consideradas como muy o moderadamente importantes, el paso siguiente consiste en decidir de qué manera han de ser medidas o estimadas. Esta medición o estimación se realiza en términos de *factores diagnóstico*. En algunos casos es posible describir satisfactoriamente una calidad de la tierra sobre la base de una sola característica, mientras que en otros se utiliza una combinación de características. Pueden considerarse las siguientes posibilidades:

Distintas formas de factores diagnóstico para la medición o estimación de las cualidades de la tierra:

- i) Estimación sobre la base de una sola característica de la tierra (por ejemplo, el uso de registros de la frecuencia de inundaciones para estimar la calidad de riesgo de inundación).
- ii) Estimación a partir del *grupo más limitativo de un grupo de características de la tierra* (por ejemplo, evaluación de la calidad relativa a los nutrientes disponibles, a partir del nutriente más limitativo).
- iii) Estimación a partir de una *combinación empírica de características de la tierra*. Esta combinación toma normalmente la forma de una serie de clases (por ejemplo, estimación de las condiciones de enraizamiento a partir de una combinación de profundidad, estructura, densidad general y consistencia del suelo).
- iv) Estimación mediante la *preparación de modelos*, comparando las características de la tierra con los requisitos de los tipos pertinentes de utilización de la tierra (por ejemplo, evaluación de la humedad disponible estableciendo un modelo de equilibrio hídrico cultivo/suelo durante la temporada de crecimiento. Estos modelos representan subsistemas parciales de un sistema de uso de la tierra; véase Sección 6.3.4).

Para evaluar las cualidades de la tierra hay diversos métodos, con diferentes escalas e intensidades del estudio. En el capítulo 7 se hace una relación de los métodos de medición o estimación de las cualidades de la tierra, y en el cuadro 7.16 se resumen distintos métodos de evaluación.

Dos consideraciones prevalecen al seleccionar los parámetros que han de usarse para evaluar cada calidad:

- a) ¿Qué características reflejan mejor la calidad?
- b) ¿Para qué característica es posible obtener información?

Los aspectos prácticos y los costos de la obtención de informaciones son elementos importantes y es conveniente tener en la etapa de las consultas iniciales una idea preliminar de los parámetros que se necesitan para hacer una evaluación de la calidad de la tierra, de tal manera que las instrucciones relativas a los estudios y a la recopilación de datos puedan orientarse a la recolección de los datos más indispensables. En el caso de algunas características propuestas, en especial las que se refieren a la disponibilidad de nutrientes, la variabilidad del suelo plantea un problema, por lo cual es indispensable actuar con gran cautela al seleccionar lugares que han de servir de muestra, los cuales deben representar en todo lo posible a la unidad de tierra, y ser suficientemente grandes como para obtener medidas y valores medios de variación fiables.

En el caso de estudios detallados e intensivos, o de estudios de zonas pequeñas, se trata de utilizar las características que representan con mayor precisión la calidad de la tierra. En los estudios de zonas extensas hay que utilizar características que representan sólo aproximadamente o indirectamente la calidad referida. Así, al evaluar el drenaje, en un estudio de una superficie pequeña puede ser posible registrar la profundidad de la capa freática a lo largo de un año o más, o incluso usar valores Eh; en estudios más amplios, se recurriría a la clase de drenaje del suelo o al tipo de vegetación. El caso

extremo de evaluación indirecta es utilizar la clasificación de suelo como un medio para estimar las propiedades del suelo; en el mismo ejemplo, se supondría que las zonas clasificadas como suelos gley y planosoles (o sus equivalentes en otras clasificaciones) tienen un drenaje deficiente.

5.6.2 Selección de factores diagnóstico

En el caso de cada una de las cualidades de la tierra clasificadas como muy o moderadamente importantes, es necesario considerar cómo se les debe medir o estimar, es decir, los factores diagnóstico. Pueden utilizarse los métodos indicados en el capítulo 7 y seguirse la siguiente secuencia de operaciones:

- i) seleccionar las características apropiadas que han de emplearse como factores diagnóstico para cada cualidad de la tierra;
- ii) elaborar una lista de todas las características seleccionadas, ordenándolas en las que se basan en factores ambientales del clima, hidrología, relieve, suelos, vegetación y fauna. Para cada uno de estos grupos es necesario revisar la información disponible de fuentes ya existentes y la que puede obtenerse mediante estudios realizados como parte de la evaluación. En esta revisión hay que tomar en cuenta no sólo si se dispone de datos de una determinada clase, lo sí pueden ser recogidos dentro de la misma el grado de fiabilidad que ofrezcan.

Si se descubre que una o varias características exigirían nuevos estudios de carácter especial, debe estudiarse si es posible evaluar de otra manera las cualidades para las que se le necesita y elaborar sobre esta base una lista revisada de características. Si es necesario, se deben establecer criterios para revisar o estimar, es decir, 5.6.3. Uso de grados de limitación para describir las cualidades de la tierra

El término "grados de limitación" ha sido utilizado como un medio para describir las cualidades de la tierra y cómo una base para clasificarlas. En este sentido se usa el término aquí puesto que ha sido usado en algunos estudios, pero, por las razones que se dan a continuación, no se recomienda este método. Se establecen clases de limitación que integran los efectos de cierto número de características diferentes sobre la cualidad, por ejemplo:

Grado de limitación Profundidad del suelo (cm) Consistencia de la humedad (etc.)

1 Ninguno >150 una o más horas friable, muy friable, recogidos sin perder el grado de fiabilidad que ofrecen en suelos

2 Ligero 100-150 Firme

3 Moderado 50-100 Muy firme

4 Severo 20-50 Extremadamente firme

5 Muy severo <20 (Cualquiera) La tierra es firme y se pierde la fiabilidad

El empleo del término en ésta forma no cumple con uno de los principios básicos de la evaluación de la tierra: que la aptitud de la tierra se evalúa y clasifica con respecto a clases de uso específico. Por ejemplo, las profundidades del suelo que en la clasificación anterior representan una limitación "severa" pueden tener un efecto adverso pequeño para el maní, pero en cambio serían prohibitivas para la palma de aceite. Para citar un caso extremo, una limitación "muy severa" de oxígeno disponible es favorable al cultivo del arroz o del yute (o para los manglares). La clasificación de cualidades en esta forma genera muchas hipótesis ocultas acerca de qué clases de usos de la tierra son las "mejores" y cuáles qué cultivos tienen necesidades "normales". Los ejemplos de grados de limitación dados en el Esquema usan invariablemente el término en un sentido diferente: con referencia específica a determinadas clases de uso de la tierra.

Cuando es necesario establecer clases para describir las cualidades de la tierra, conviene utilizar términos neutros, es decir los que no implican una aptitud general para todos los usos de la tierra (por ejemplo, clases de terrenos, véase Cuadro 7.9). En la Sección 6.2.2 se estudia una forma diferente, y legítima, en que se ha empleado el término "grados de limitación".

El empleo del término en ésta forma no cumple con uno de los principios básicos de la evaluación de la tierra: que la aptitud de la tierra se evalúa y clasifica con respecto a clases de uso específico. Por ejemplo, las profundidades del suelo que en la clasificación anterior representan una limitación "severa" pueden tener un efecto adverso pequeño para el maní, pero en cambio serían prohibitivas para la palma de aceite. Para citar un caso extremo, una limitación "muy severa" de oxígeno disponible es favorable al cultivo del arroz o del yute (o para los manglares). La clasificación de cualidades en esta forma genera muchas hipótesis ocultas acerca de qué clases de usos de la tierra son las "mejores" y cuáles qué cultivos tienen necesidades "normales". Los ejemplos de grados de limitación dados en el Esquema usan invariablemente el término en un sentido diferente: con referencia específica a determinadas clases de uso de la tierra.

5.6.4 Variación temporal en la evaluación de la calidad de la tierra

Las necesidades de los cultivos varían según la etapa del ciclo de crecimiento. Otros requisitos del uso de la tierra, por ejemplo, los que se refieren al manejo, pueden también ser específicos en lo que respecta al período en que se les necesita. Por ejemplo, en la producción de remolacha es necesario tener acceso dentro de la unidad de producción durante los meses de invierno.

Esta variación temporal en los requisitos de uso de la tierra debe tenerse en cuenta al considerar la cualidad de la tierra, la cual debe evaluarse para los períodos específicos del año a los que se aplican estos requisitos. Por ello, no tiene sentido evaluar la humedad disponible fuera de la temporada de crecimiento de los cultivos anuales, pero en el caso de los cultivos perennes esta cualidad debe evaluarse a lo largo de todo el año.

La temporada de crecimiento es un concepto que puede adoptarse con provecho para clasificar los efectos temporales de las cualidades de la tierra. Esta se refiere al tiempo aproximado que pasa desde la siembra hasta la cosecha, y no se le debe confundir con el período de crecimiento que se define en términos precisos y se mide mediante características climáticas (Sección 7.3.3). El período de crecimiento es un término preciso, expresado en días de duración. La temporada de crecimiento es un término más general y se refiere a los meses del año durante los cuales se desarrolla el cultivo. Las cualidades de la tierra pueden enumerarse teniendo en cuenta si son efectivas antes, durante o después de la temporada de crecimiento, o si sus efectos no son estacionales:

- i) Cualidades que son efectivas antes de la temporada de crecimiento:

capacidad de laboreo del suelo
necesidades en materia de preparación y limpieza de la tierra

- ii) Cualidades efectivas durante la temporada del crecimiento:

todas las cualidades relativas a los requisitos de los cultivos (^{Nºs} 1-15 en el cuadro 5.1); las condiciones de germinación y establecimiento de la planta se refieren a una primera etapa en la temporada de crecimiento, y las condiciones de maduración a la transición entre el final e inmediatamente después de la temporada de crecimiento; indirectamente, erosión del suelo.

- iii). Cualidades efectivas después de la temporada de crecimiento:

condiciones que afectan al almacenamiento y la elaboración

- iv) Cualidades no relacionadas o parcialmente relacionadas con la temporada de crecimiento:

posibilidades de mecanización)
acceso dentro de la unidad de producción) parcialmente relacionadas
tamaño de las posibles unidades de manejo)
ubicación)

Algunas cualidades de la tierra que son efectivas durante la temporada del crecimiento son bastante constantes a lo largo de este período, aunque la magnitud de sus efectos puede variar según la etapa de crecimiento fisiológico del cultivo, por ejemplo las condiciones de enraizamiento. Otras cualidades, tales como el régimen de temperatura, humedad disponible y oxígeno disponible, pueden variar mucho tanto en sus valores como en sus efectos sobre el cultivo. En este último caso, la mejor solución es establecer un modelo de la calidad de la tierra/necesidades de los cultivos durante la temporada de crecimiento. Cuando esto no es posible debido a la falta de información o a limitaciones de tiempo, los valores utilizados deben ser promedios de la temporada de crecimiento y no de todo el año. También es preferible dar alguna estimación de los períodos críticos.

En el marco temporal en que se evalúan las cualidades de la tierra adquiere especial importancia en el cultivo "fuera de temporada", por lo general en condiciones algo menos favorables, para hacer frente a una determinada escasez o a una demanda del mercado. Como ejemplos concretos pueden citarse los sistemas que implican una producción temprana de

vegetales en Europa para obtener mejores precios antes de la cosecha del cultivo principal, y el cultivo en la temporada seca en zonas de escurrimiento subsuperficial en la savana africana, para hacer frente a las necesidades de alimentos antes que madure el cultivo principal sembrado durante la estación de lluvias.

5.7. RESUMEN: INFORMACION SOBRE UNIDADES DE TIERRAS Y CARACTERISTICAS DE LA TIERRA

Como resultado de los estudios de los recursos de tierras descritos en este capítulo se habrán adquirido tres tipos de información:

- i) definiciones y descripciones de unidades de tierra;
- ii) mapas que muestren la distribución de estas unidades;
- iii) valores de las características de la tierra pertenecientes a las unidades de tierras.

Las descripciones de las unidades de tierras se darán en la leyenda de los mapas de recursos de tierras. Este capítulo no muestra un formulario estándar ya que los reconocimientos básicos no se estudian en detalle. Los medios más adecuados para muchos reconocimientos serían la forma usual de descripción de sistemas de tierras y de facetas de tierras, en términos de clima, relieve, suelos, vegetación y uso actual de la tierra principal. El cultivo en la temporada seca en zonas de escurrimiento subsuperficial en la savana africana los valores de las características de la tierra pertenecientes a cada unidad puede registrarse adecuadamente en un formulario similar al del Cuadro 5.5. Sólo es necesario enumerar las características seleccionadas para su uso en la evaluación. Para cada unidad de tierra se preparan formularios similares al Cuadro 5.5. Estos formularios se comparan posteriormente con los requisitos de cada tipo de utilización de la tierra (Cuadro 6.6) en el proceso de confrontación (Capítulo 8). Los datos en esta sección de esta capítulo se aplican al cultivo en la savana africana.

- i) definiciones y descripciones de unidades de tierra;
- ii) mapas que muestren la distribución de estas unidades;
- iii) valores de las características de la tierra pertenecientes a las unidades de tierras.

Las descripciones de las unidades de tierras se darán en la leyenda de los mapas de recursos de tierra. Esta sección no muestra un formulario estándar ya que los reconocimientos básicos no se estudian en detalle. Los medios más adecuados para muchos reconocimientos serían la forma usual de descripción de sistemas de tierras y de facetas de tierras, en términos de clima, relieve, suelos, vegetación y uso actual de la tierra principal. El cultivo en la temporada seca en zonas de escurrimiento subsuperficial en la savana africana los valores de las características de la tierra pertenecientes a cada unidad puede registrarse adecuadamente en un formulario similar al del Cuadro 5.5. Sólo es necesario enumerar las características seleccionadas para su uso en la evaluación. Para cada unidad de tierra se preparan formularios similares al Cuadro 5.5. Estos formularios se comparan posteriormente con los requisitos de cada tipo de utilización de la tierra (Cuadro 6.6) en el proceso de confrontación (Capítulo 8). Los datos en esta sección de este capítulo se aplican al cultivo en la savana africana.

- i) definiciones y descripciones de unidades de tierra;
- ii) mapas que muestren la distribución de estas unidades;
- iii) valores de las características de la tierra pertenecientes a las unidades de tierras.

Las descripciones de las unidades de tierras se darán en la leyenda de los mapas de recursos de tierra. Esta sección no muestra un formulario estándar ya que los reconocimientos básicos no se estudian en detalle. Los medios más adecuados para muchos reconocimientos serían la forma usual de descripción de sistemas de tierras y de facetas de tierras, en términos de clima, relieve, suelos, vegetación y uso actual de la tierra principal. El cultivo en la temporada seca en zonas de escurrimiento subsuperficial en la savana africana los valores de las características de la tierra pertenecientes a cada unidad pueden registrarse adecuadamente en un formulario similar al del Cuadro 5.5. Sólo es necesario enumerar las características seleccionadas para su uso en la evaluación. Para cada unidad de tierra se preparan formularios similares al Cuadro 5.5. Estos formularios se comparan posteriormente con los requisitos de cada tipo de utilización de la tierra (Cuadro 6.6) en el proceso de confrontación (Capítulo 8). Los datos en esta sección de este capítulo se aplican al cultivo en la savana africana.

- i) definiciones y descripciones de unidades de tierra;
- ii) mapas que muestren la distribución de estas unidades;
- iii) valores de las características de la tierra pertenecientes a las unidades de tierras.

Cuadro 5.5 FORMULARIO PARA LA DESCRIPCION DE CARACTERISTICAS DE LA TIERRA
PERTENECIENTES A LAS UNIDADES DE TIERRAS

Nota: Se incluyen solamente las cualidades y características de la tierra empleadas en la evaluación.

Nº DE LAS UNIDADES DE TIERRAS:		NOMBRE:		
DESCRIPCION SUMARIA:				
CUALIDAD DE LA TIERRA	FACTORES DIAGNOSTICO	UNIDAD	VALOR DE LA CARACTERISTICA DE LA TIERRA	NOTAS
REGIMEN DE RADIACION	Promedio de horas diarias de sol en el período de crecimiento	Horas	6,5	
REGIMEN DE TEMPERATURA	Temperatura media en la temporada de crecimiento	°C	22	
	Temperatura media en el mes más frío de la temporada de crecimiento	°C	14,5	
HUMEDAD DISPONIBLE	Precipitación total en el período de crecimiento	mm	750	
	Déficit relativo de evapotranspiración, en el período de crecimiento	Razón	0,21	
OXIGENO DISPONIBLE etc.	Clase de drenaje del suelo	Clase	Buen drenaje	

6. REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA

6.1 OBSERVACIONES GENERALES

Una vez descritos los tipos de utilización de la tierra (Capítulo 4), el paso siguiente en las actividades relacionadas con el uso de la tierra consiste en definir los requisitos para el éxito de estos tipos de utilización. Estos requisitos se conocen con el nombre de *requisitos de uso de la tierra*. Para cada tipo de utilización de la tierra es necesario establecer:

- i) las mejores condiciones para su empleo;
 - ii) las condiciones que no son las mejores pero que siguen siendo aceptables;
 - iii) las condiciones que no son satisfactorias.

Estos requisitos se armonizan posteriormente con las cualidades de la tierra para determinar la aptitud de una unidad particular de tierras para un tipo determinado de utilización de la tierra.

Cada tipo de utilización consiste en un cultivo, o en varios cultivos, en un marco técnico y socioeconómico. El primer grupo de requisitos de uso de la tierra son los relacionados con las necesidades fisiológicas del cultivo o cultivos. En segundo lugar, hay requisitos que tienen su origen en las especificaciones de manejo para el tipo de utilización de la tierra, por ejemplo, la mecanización, cuando existe. Por último, puesto que es común necesario que el tipo de utilización pueda funcionar en forma continua, también la tierra es indispensable tomar en cuenta los efectos de cualquier posible erosión o degradación del suelo. Los tres grupos de requisitos de uso de la tierra relacionados con el funcionamiento eficiente de un tipo de utilización son empleo;

- Requisitos del cultivo: ver las los requisitos fisiológicos del cultivo o cultivos.
 - Requisitos de ordenación: los requisitos relacionados con la tecnología de los sistemas de manejo.
 - Requisitos de conservación: los requisitos para evitar la erosión o degradación de suelos.

Este cuadro nos muestra un resumen de los requisitos de uso de la tierra, agrupados como sigue: En la figura 6.1 se muestra la forma en que los requisitos pueden ser desglosados en grupos, refiriéndose a un ejemplo, el cultivo de maíz por pequeños agricultores, con métodos no mecanizados pero con insumos mejorados.

indirectos: requisitos de mano de obra y de capital no se incluyen como requisitos de uso de la tierra, ya que estos aspectos no exigen cualidades específicas de la tierra; hay inversiones indirectas; por ejemplo, los suelos pesados necesitan para el laboreo más mano de obra que los suelos livianos; la instalación de un sistema de drenaje en la finca exige una inversión de capital. Por esta razón, estos aspectos se incluyen en la descripción del tipo de utilización y pueden desempeñar una función en la evaluación subsiguiente de la aptitud de la tierra. Los requisitos indirectos de la tierra, como en el caso de los ejemplos citados, deben incluirse en el renglón requisitos de manejo.

Los requisitos de uso de la tierra se expresan en términos de cualidades de la tierra, tal como se definen en la sección 5.4. Los métodos de redacción evaluación de estas cualidades de la tierra se examinan detalladamente en el capítulo 7.

A. Requisitos de los cultivos

Energía	- Radiación - Fotoperiodicidad
Temperatura Humedad	- Necesidades totales - Periódicos críticos } Ciclo de crecimiento
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	- Melada - Tormenta
Exceso de sales	- Saínidad - Sodicidad
Toxicidades del suelo	
Plagas y enfermedades	
<u>B. Requisitos de manejo</u>	
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
<u>C. Requisitos de conservación</u>	
Riesgo de erosión	
Riesgo de degradación del suelo	

6.2 CLASIFICACIÓN POR FACTORES

6.2.i Observaciones generales

La clasificación por factores ^{1/} es una serie de valores que indican en qué grado cada requisito de uso de la tierra es satisfecho por condiciones particulares de la

^{1/} Se ha sugerido el término "clasificación de aptitud", pero se prefiere el término "clasificación por factores" para evitar confusión con "clases de aptitud de la tierra".

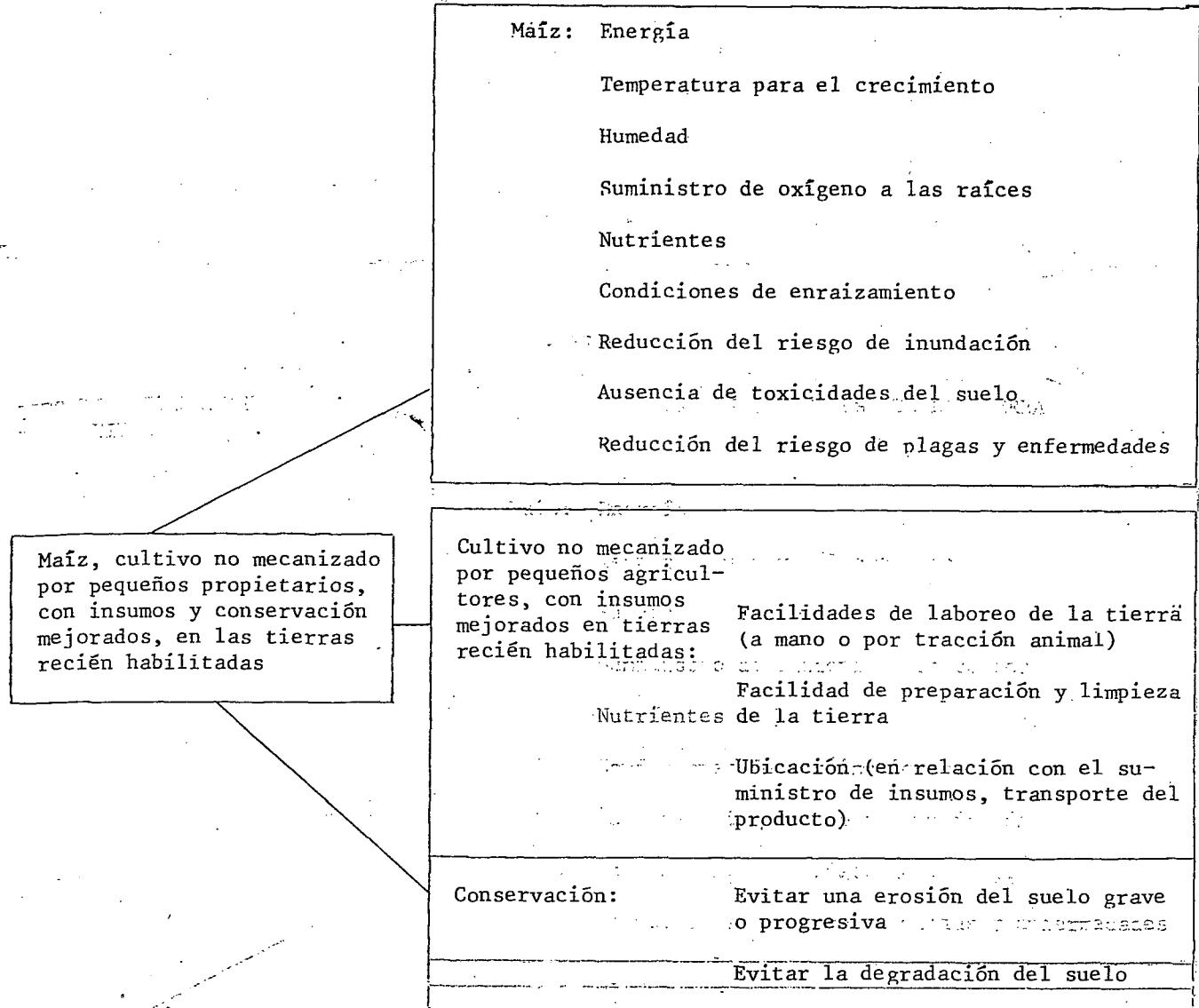


Figura 6.1. Ejemplo de requisitos de uso de la tierra en relación con los diferentes componentes de los tipos de utilización de la tierra.

Nota: Sólo se indican ciertos requisitos de uso de la tierra, es decir sólo se consideran aplicables para este ejemplo, los de la tierra

correspondiente calidad de la tierra; en otras palabras, la aptitud de la calidad de la tierra para el uso específico de la tierra. Por ejemplo, con referencia al régimen de temperatura, las temperaturas más favorables para el crecimiento de un determinado cultivo reciben una clasificación alta, y las temperaturas en que el cultivo se perderá reciben la clasificación más baja. Como los requisitos de uso de la tierra son diferentes, la clasificación por factores varía de un cultivo a otro y de un tipo de utilización de la tierra a otro. La clasificación por factores se refiere a los efectos de una calidad de la tierra en el cultivo o en el tipo de utilización de la tierra.

Ser suelen describir las aptitudes de cada calidad de la tierra en una de dos posibles maneras: mediante la clasificación por factores o mediante grados de limitación. Esta última forma se examina en la Sección 6.2.2. La clasificación por factores se hace normalmente en función de cuatro o cinco clases, por ejemplo:

Nota: Solo se mencionan algunos requisitos de uso de la tierra, es decir sólo se consideran aplicables para este ejemplo, los de la tierra

- a1 Sumamente apta
- s2 Moderadamente apta
- a3 Marginalmente apta
- n No apta

Esta clasificación se refiere a los efectos de *cada* cualidad de la tierra sobre usos especificados, por ejemplo, los efectos del régimen de temperatura en el crecimiento del algodón. Debe observarse que la clasificación de estas cualidades individuales de la tierra, o características, se especifica mediante una letra minúscula para evitar la confusión con la clasificación de aptitud de las clases de tierra, que son el producto final de la evaluación.

Cada clasificación por factores debe evaluarse de dos maneras: en términos de la reducción de los rendimientos o de la producción causada por las deficiencias de los requisitos que se examinan, o en términos de los insumos o los costos adicionales que se necesitan para evitar esa reducción contrarrestando esta deficiencia. La primera es aplicable cuando no es posible contrarrestar la limitación; se pueden citar como ejemplos la limitación a las condiciones de enraizamiento causadas por la profundidad efectiva del suelo, o los efectos de la temperatura. La segunda forma de definición es aplicable cuando es posible contrarrestar la limitación mediante un mejoramiento poco importante de la tierra; por ejemplo, en la agricultura de la zona templada se suele contrarrestar la reducción de los nutrientes disponibles asociada con los bajos valores de pH recurriendo al abono con cal. En algunos casos puede ser aplicable una u otra forma de definición. Una limitación del oxígeno disponible puede causar una reducción en los rendimientos o, por el contrario, puede ser contrarrestado mediante drenaje.

Las clasificaciones por factores se expresan mediante una serie de *valores críticos*, que determinan los límites entre las clases establecidas.

La frontera a1/a2 se coloca en el límite inferior, o en los límites inferiores, de condiciones sumamente aptas. No representa condiciones óptimas, sino el punto en que el efecto de una limitación comienza a advertirse claramente. Puede considerarse como el límite más bajo de las condiciones que un agricultor estimaría todavía como muy satisfactorios. Por ejemplo, la profundidad óptima del enraizamiento del maíz es probablemente por lo menos de 200 cm; sin embargo, la frontera a1/a2 debería fijarse en el punto en que la limitación de profundidad comienza a tener un efecto apreciable, que podría ser en 150 o incluso 100 cm. En términos de insumos, al representa la serie de condiciones para las cuales no es necesario usar insumos dirigidos a contrarrestar los efectos de una limitación. Por ejemplo, en el caso de la mayoría de los cultivos sería impensable considerar la posibilidad de recurrir al abono con cal mientras el pH no se encuentre en un nivel inferior a 6,0.

La frontera a2/a3 se fija en los límites en que, si bien el cultivo puede seguir creciendo, o el uso de la tierra todavía es posible, las condiciones comienzan a ser marginales. O disminuye mucho la productividad (por ejemplo, los rendimientos del cultivo se reducen al 40% del nivel óptimo), o aumentan considerablemente los insumos necesarios, o ambas cosas a la vez. En el caso de las condiciones moderadamente aptas, los insumos necesarios son casi siempre realizable y económicos, mientras que si se trata de condiciones marginalmente aptas, los insumos pueden resultar difíciles y en algunos años antieconómicos. La gama de valores dentro de la clase a3 suele ser estrecha, ya que en un sentido toda clase constituye una zona fronteriza. En cambio, la clase a2 contiene una gama más amplia de valores, que abarcan condiciones que no son ideales pero que siguen siendo satisfactorias.

La frontera a3/n se fija en el límite en que, debido a los efectos de la cualidad de la tierra que se clasifica, el cultivo o el uso de la tierra se hace evidentemente impracticable o antieconómico. A menudo se ha considerado que una reducción del rendimiento del 20% en comparación con el rendimiento óptimo representa este límite. En función de los insumos, este es el valor en que rara vez o nunca una limitación puede ser contrarrestada mediante insumos o prácticas de manejo.

En el cuadro 6.2 se dan algunas normas para definir las clases de la clasificación por factores, en términos de rendimientos del cultivo y de insumos.

Cuadro 6.2 NORMAS PARA DEFINIR LAS CLASES EN LA CLASIFICACION POR FACTORES: LAS CLASES SE REFIEREN A UNA SOLA CUALIDAD DE LA TIERRA, CLASIFICADA CON RESPECTO A UN DETERMINADO CULTIVO O A UN DETERMINADO TIPO DE UTILIZACION.

Clase de la clasificación por factores	Definiciones en términos de rendimiento:	Definiciones en términos de insumos:
	Rendimientos previstos, como porcentaje del rendimiento en condiciones óptimas, en ausencia de insumos específicos para la calidad de la tierra que se considera/	Insumos o prácticas de ordenación que corresponden específicamente a la calidad de la tierra que se considera, y que son necesarios para alcanzar rendimientos iguales al 80% de los que se obtienen en condiciones óptimas
a1 Sumamente apta	Más del 80 %	Ninguna
a2 Moderadamente apta	40-80%	Se necesitan insumos, que probablemente serán realizables y económicos
a3 Marginalmente apta	20-40%	Se necesitan insumos que son practicables pero sólo son económicos en circunstancias favorables
n No apta	20% o menor de rendimiento en condiciones óptimas, en ausencia de insumos específicos	Rara vez o nunca las limitaciones a la cualidad de la tierra que se considera, y que son necesarios para alcanzar rendimientos iguales al 80% de los que se obtienen en condiciones óptimas
Clase de la clasificación por factores		

1/ Los porcentajes de rendimiento se dan a título de ejemplo, y varían según las condiciones económicas; por ejemplo, una reducción del rendimiento al 40% del nivel óptimo puede ser aceptable para un agricultor de subsistencia pero no será competitiva para una empresa comercial.

2/ Además de afectar los rendimientos e insumos, hay una tercera forma en que las bajas cualidades de la tierra pueden afectar la producción de un cultivo; es decir, mediante el efecto influencia en la calidad del producto cosechado. Entre muchos ejemplos puede citarse la calidad de la hoja de tabaco, el té, el café y (a veces en grado extremo) el vino de uvas. Estas variaciones de la calidad pueden tener efectos considerables sobre los precios recibidos y de esta manera influirán también en la aptitud de la tierra para el cultivo. Este aspecto difícilmente puede expresarse en definiciones hechas en términos físicos cuantitativos, pero hay que tomarlo en cuenta al evaluar la aptitud, especialmente en el caso de los cultivos en los que la diferencia de precios entre productos de buena y mala calidad es muy grande. En especial, es sabido que ciertas condiciones climáticas o edafológicas ofrecen la posibilidad de producir un artículo de una calidad excepcionalmente elevada, en cuyo caso, incluso si los rendimientos fueran sólo de nivel medio, las condiciones se clasificarían como de a1. Un ejemplo es el de los efectos de un promedio elevado de insolación sobre el contenido de azúcar de las uvas destinadas a producir vino.

En el cuadro 6.3 se dan ejemplos de clasificaciones por factores. Así, en lo que se refiere a las condiciones de enraizamiento, se considera que la profundidad del suelo es sumamente apta a más de 120 cm, y que se convierte en marginal a menos de 50 cm y, definitivamente, en no apta a 30 cm. Las tres cualidades dadas en este ejemplo muestran factores diagnósticos de diferentes clases. La profundidad del suelo es una variable continua en la que los valores más favorables se encuentran en un extremo de la escala. El pH del suelo es también una variable continua, pero los valores favorables se encuentran en el centro; por consiguiente, se necesitan dos series de valores para establecer clases distintas a la de a1. El drenaje del suelo es un caso en que el factor diagnóstico no es continuo, y la

cuadro muestra que se necesitan tres categorías para describir la cantidad de los cultivos en los que la diferencia de precios entre productos de buena y mala calidad es grande. En especial, es sabido que ciertas combinaciones entre las variables edafológicas ofrecen la posibilidad de producir un artículo de una calidad excepcionalmente elevada, en cuya clasificación se incluiría el caso de un suelo en el que el factor diagnóstico

clasificación se hace mediante asignación de clases diferenciadas.

Cuadro 6.3

EJEMPLO DEL MÉTODO PARA IDENTIFICAR Y
PRESENTAR LOS REQUISITOS DE UN CULTIVO

Cultivo: sorgo

Requisito del cultivo			Clasificación 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

El Cuadro 6.6 da la forma completa para enumerar los requisitos de los cultivos con referencia a los métodos examinados en el capítulo 7, y en el Apéndice C se dan algunos ejemplos prácticos de estas formas.

6.2.2 Utilización de los grados de limitación para clasificar la aptitud para los requisitos de uso de la tierra

En algunos estudios se han utilizado los grados de limitación como un medio para clasificar los requisitos de uso de la tierra 1/. Para cada cultivo o tipo de utilización de la tierra se preparan cuadros en que se clasifica a cada calidad pertinente de la tierra según sus efectos en el uso especificado, tal como se hace en el cuadro 6.4. En el cuadro 6.5 se da un ejemplo. En el proceso subsiguiente de armonización, los cuadros tales como el 6.5 se comparan directamente con las propiedades de cada unidad de tierras. En el Esquema hay otros cinco ejemplos (cuadros 4-9, págs. 47, 49-53).

1/ En la Sección 5.6.3 se da un significado diferente a este mismo término, pero no se recomienda su uso por no cumplir con los principios de la evaluación de la aptitud.

Cuadro 6.4

DIRECTIVAS PARA UTILIZACION DE LOS GRADOS DE LIMITACION

Grado de limitación	Directivas para fijar los límites de clases
1 Ninguno	Todas las condiciones, para la calidad de la tierra, son sumamente aptas para el uso especificado.
2 Ligero	Las condiciones que pueden tener un efecto perjudicial pequeño pero detectable en el uso de la tierra.
3 Moderado	Condiciones que tendrán un importante efecto perjudicial en el uso de la tierra; pero es poco probable que hagan que este uso sea impracticable o antieconómico.
4 Grave	Condiciones que probablemente harán que el uso de la tierra sea impracticable o antieconómico, a menos que otras circunstancias sean particularmente favorables.
5 Muy grave	Condiciones que sin duda alguna harán que el uso de la tierra sea impracticable o antieconómico.

Cuadro 6.5 EJEMPLO DE CUADRO QUE MUESTRA CLASIFICACIONES POR FACTORES EN TERMINOS DE GRADOS DE LIMITACION

2 Ligero

Las condiciones que pueden tener un efecto perjudicial pequeño
Requisitos del cultivo de la remolacha

Cualidad de la tierra	Factor diagnóstico	Unidad	Grado de limitación 1/				
			1 Ninguno	2 Ligero	3 Moderado	4 Severo	5 Muy severo
Oxígeno disponible	Clase de drenaje del suelo	Clase	Bueno a excesivo	Moderadamente bueno	Imperfecto	Deficiente	Muy deficiente
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva del suelo	cm	> 90	60-90	30-60	20-30	< 20
Inundación	Gravedad de la inundación/frecuencia	Clase	F0	F0	F1	F2	F3
Salinidad	EC	mS	0-8	8-10	10-14	14-18	> 18

1/ Los grados de limitación 1, 2, 3, 4, 5, podrían corresponder a clasificaciones de a1, a2, a3, n1, n2 para el cultivo de la remolacha.

Los grados de limitación empleados de esta manera son conceptualmente los mismos que las clasificaciones por factores, y difieren solamente en los nombres y número de clases. Por consiguiente, estos grados de limitación pueden emplearse de la misma forma que las clasificaciones por factores en todas las etapas siguientes de la evaluación. Además, este uso de los grados de limitación es conforme a los principios de la evaluación de la aptitud de la tierra puesto que los grados se evalúan separadamente con respecto a cada tipo de utilización de la tierra.

Por lo tanto, los grados de limitación pueden emplearse en las evaluaciones como un sustituto de las clasificaciones por factores. En este caso, es necesario preparar separadamente para cada cultivo o tipo de utilización de la tierra, en lo que respecta a cada uno de los requisitos del uso de la tierra, cuadros que ofrezcan series de valores para los grados de limitación.

Puesto que, tanto el concepto como la forma de utilización de los grados de limitación y de las clasificaciones por factores son los mismos, y para evitar la repetición frecuente de dos series de terminología, en estas *Directivas* no se volverá a hacer referencia al empleo de los grados de limitación en el sentido antes indicado.

6.2.3 Clasificación de aptitud por medios económicos: el método paralelo

En la evaluación de tierras mediante el método paralelo, la clasificación de las cualidades de la tierra con respecto a los requisitos del uso puede realizarse mediante métodos económicos. Si bien a menudo este método no es practicable para las aplicaciones normales de campo, hay algunas cualidades de la tierra que pueden ser clasificadas utilizando criterios económicos.

Por ejemplo, el oxígeno disponible, evaluado mediante clases de drenaje del suelo, puede ser clasificado utilizando un análisis de los costos de excavación y de mantenimiento de las zanjas de drenaje y los beneficios estimados en términos de la producción del cultivo. Esto deberá hacerse para cada clase de drenaje del suelo (drenaje bueno, moderadamente bueno, deficiente, muy deficiente). Cualquier clase de drenaje del suelo en la que la relación beneficio/costo de la instalación del sistema de drenaje fuera inferior a 1,0 sería clasificada como n, no adecuada; las clases con relaciones beneficio/costo ligeramente superior a 1,0 serían clasificadas como a3, y las relaciones más elevadas como a2 y a1.

Es obvio que la clasificación realizada por este medio es un procedimiento largo y que no exige muchos datos.

6.3 REQUISITOS DE LOS CULTIVOS

6.3.1 Introducción

Los requisitos del uso de la tierra relacionados con la fisiología de los cultivos, o requisitos de los cultivos, se enumeran en la primera parte del cuadro 6.1.^{70,24} El Cuadro 6.6A da la forma para su clasificación (basado en las cualidades de la tierra discutidas en el Capítulo 7).

Los cultivos necesitan energía radiante, temperaturas adecuadas para el crecimiento, humedad, oxígeno, nutrientes y capacidad para desarrollar un sistema efectivo de raíces. Estas son las necesidades más importantes, que son comunes a todos los cultivos. Los requisitos de temperatura y humedad pueden a veces combinarse en términos de período de crecimiento.

Algunos cultivos tienen también necesidades específicas para su germinación o para su pronta implantación, o para la maduración, o para alcanzar una condición deseada para la recolección. En algunos casos, los efectos de la humedad sobre el cultivo o la calidad pueden ser importantes. Por último, hay requisitos relativos a la ausencia o a la poca gravedad de riesgos de diversos tipos: inundaciones, heladas, daños causados por tormentas, exceso de sales, otras toxicidades del suelo y condiciones de la tierra que afecten la susceptibilidad al ataque de las plagas y las enfermedades.

Cuadro 6.6A FORMULARIO PARA LA CLASIFICACION DE LOS REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA:
REQUISITOS DE LOS CULTIVOS

Nota: El cuadro ofrece una lista completa de las cualidades de la tierra, no todas las cuales se incluirán en una determinada evaluación (Sección 5.5). Las características de la tierra que pueden utilizarse para evaluar las cualidades de la tierra figuran en el Cuadro 7.16. Este formulario puede utilizarse para clasificar: i) las necesidades de determinados cultivos, dentro del contexto de un determinado tipo de utilización de la tierra; o ii) requisitos de los tipos de utilización de la tierra en conjunto.

Los requisitos de uso de la tierra en la Sección A se relacionan fundamentalmente con determinados cultivos.

CULTIVO:		CULTIVAR (ES):			
TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA:		- 13 -			
NOTAS: FORMULARIO PARA LA CLASIFICACION DE LA TIERRA EN FUNCION AL CULTIVO		FACTORES DE CLASIFICACION DE LA TIERRA			
REQUISITO DE USO DE LA TIERRA		CLASIFICACIONES		POR FACTORES	
Nota: El cultivo ofrece una lista completa de sus cualidades de la tierra, no todas		Sumamente apta	Moderadamente apta	Marginalmente apta	No apta
CUALIDAD DE LA TIERRA	Factor diagnostico	Unidad	Unidad	Unidad	Unidad
REGIMEN DE RADIAZIONE:	- RADIACION				
TOTAL	equisitorio de uso de la tierra en la sección A se relacionan fundamentalmente con determinados criterios.				
LONGITUD DEL DIA					
HUMEDAD TIERRA					
PERIODOS CRITICOS					
RIESGO DE SEQUIA					
REGIMEN DE TEMPERATURA		CLASIFICACIONES POR factores			
CUALIDAD DE LA TIERRA	Factor diagnostico	Unidad	Unidad	Unidad	Unidad
HUMEDAD DISPONIBLE EN SUELO					
- HUMEDAD TOTAL	equisitorio de uso de la tierra en la sección A se relacionan fundamentalmente con determinados criterios.				
- PERIODOS CRITICOS					
- RIESGO DE SEQUIA					

Cuadro 6.6A (continuación)

REQUISITO 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 AL CRECIMIENTO						

Cuadro 6.6A (continuación)

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			- 65 -			
RIESGOS CLIMATICOS						
EXCESO DE SALSAS:						
- SALINIDAD						
- SODICIDAD						
CONDICIONES PARA LA MADURACION						
TOXICIDADES DEL SUELO						
OLEFACTORIA						
PLAGAS Y ENFERMEDADES						
FAVORABLE RACION						

NOTAS:

No todas las necesidades enumeradas en el cuadro 6.6A tendrán un efecto importante en un determinado cultivo. En la Sección 5.5 se examinan los criterios para la selección de los requisitos importantes para una evaluación.

6.3.2 Realización del inventario de los requisitos de los cultivos

Para la realización práctica del inventario de los requisitos de los cultivos es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- ¿Qué cultivos deben incluirse?
- ¿Qué requisitos es necesario incluir?
- ¿Qué parámetros de medición deben usarse?
- ¿Cómo se evalúan los límites entre las clasificaciones por factores?

La respuesta a la primera de estas preguntas es precisa. Los requisitos de los cultivos considerados en el estudio deben enumerarse incluso si es necesario estimar algunos de los límites críticos entre las clasificaciones por factores debido a la escasez de información.

No todos los requisitos enumerados en el Cuadro 6.6A tienen que ser evaluados para todos los cultivos estudiados. Las necesidades en materia de energía, humedad, oxígeno, nutrientes y un medio adecuado para el desarrollo de las raíces son comunes a todos los cultivos, pero no todas estas necesidades son siempre importantes para hacer una discriminación entre las clases de aptitud de la tierra. Los requisitos de condiciones específicas de longitud del día o de temperatura para iniciar ciertas reacciones fisiológicas (por ejemplo, la floración o el aumento de la acumulación de sucrosa en el tallo) varían considerablemente entre las distintas especies. Las necesidades restantes, incluidas las condiciones que afectan el crecimiento en determinados períodos (germinación e implantación, maduración, etc.), humedad del aire, y los distintos riesgos y toxicidades dependen tanto del cultivo que se considera como de la situación ambiental de la zona del proyecto. Por ejemplo, no tendría interés considerar el exceso de sales en las zonas tropicales húmedas del interior, pero la toxicidad por aluminio puede ser una limitación importante del crecimiento del cultivo.

Los requisitos de temperatura, humedad, oxígeno, nutrientes y condiciones de enraizamiento deben ser por lo general evaluados para todos los cultivos, junto con otras necesidades seleccionadas según el cultivo y el medio ambiente de la zona estudiada. El primer requisito, el régimen de radiación, a menudo no es limitante, y rara vez se dispone de datos sobre los cuales puedan basarse los límites críticos.

La selección del parámetro por el cual se mide o se estima la necesidad depende de:

- la disponibilidad de información;
- el grado de detalle y los objetivos del estudio.

Una enumeración sistemática de los requisitos de los cultivos que tuviera carácter mundial sería una ayuda muy valiosa para la evaluación de tierras, aunque sería necesario actuar con cautela al aplicar valores críticos a determinadas zonas. Cuando se ha acumulado suficiente información que permite hacer previsiones fiables, puede prepararse una publicación adicional sobre los requisitos de los cultivos.

En la actualidad no existe una fuente autorizada única de información sobre requisitos de los cultivos. Entre algunas de las fuentes que pueden consultarse para determinar los límites entre las clases de aptitud pueden citarse las siguientes:

<u>Fuente</u>	<u>Números de los cuadros</u>	<u>Notas</u>
Vink (1975)	36	requisitos de suelo y agua
Young (1976)	33	requisitos de suelo
Arens (1977)	1, 2	caña de azúcar, bananos; en términos de características de la tierra; cuantitativa
FAO (1976b)	-	salinidad, sodicidad

clima y suelo; especialmente períodos de crecimiento y clasificaciones de unidades de suelos de la FAO

Doorenbos y
Kassam (1979)

2

máxima autoridad en requisitos de agua en 1979; incluye también clima y suelo

Kassam (1980b) 4, 10

una extensión de FAO (1978/80/81) a otros cultivos

Sillanpää (1982) -

microelementos

Sys y Riquier
(1980b) 8-10

requisitos de suelo; incluye clasificaciones de unidades de suelos de la FAO

ILACO (1981) págs. 472-515

una extensión de FAO (1978/80/81) a otros cultivos especialmente subtítulos: clima, suelos, período de crecimiento; incluye referencia para cada cultivo.

Deben mencionarse también los manuales nacionales o regionales y otras publicaciones pertinentes, por ejemplo, los boletines de las estaciones de investigación. En el caso de las evaluaciones que abarcan un número pequeño de cultivos, debe hacerse una investigación entre las publicaciones especializadas que en la actualidad existen sobre la mayoría de los cultivos.

Kassam (1980b)

una extensión de FAO (1978/80/81) a

Además, es importante tratar de contar con la experiencia y la opinión del personal local. Estas opiniones no deben aceptarse sin un sentido crítico, y los informes sobre el éxito de cultivos en lo que al parecer son condiciones inadecuadas deben verificarse sobre el terreno. Sin embargo, uno de los medios más adecuados para determinar una serie de requisitos de los cultivos consiste en comparar y combinar las fuentes de carácter general, como las citadas anteriormente, con la experiencia del personal local en el país o la zona de la evaluación.

El evaluador de tierras debe tener cuidado de no interpretar demasiado literalmente las cifras publicadas sobre los requisitos de los cultivos. A menudo los sistemas de referencia explotación están concebidos a fin de disminuir en todo lo posible ciertas limitaciones y debe comprenderse su relación con el medio antes de establecer valores de limitación. Un ejemplo es el cultivo selectivo de zonas donde los niveles de humedad se aumentan por infiltración capilar en el caso de capas freáticas estacionalmente altas o por infiltración; en estas circunstancias, la aplicación de valores críticos para la humedad disponible basada en la precipitación daría lugar a confusiones.

Rara vez se dispone de información sobre la disminución del rendimiento causado por las deficiencias de una determinada necesidad; una excepción notable es la reacción de cierto número de cultivos frente a un aumento de los niveles de salinidad, reproducido en el Apéndice D. La recopilación de esta información sobre la reacción frente a condiciones que no son óptimas es una de las actividades más necesarias para mejorar la evaluación de tierras. En un estudio de poco detalle los requisitos de los cultivos pueden expresarse en función de parámetros menos detallados que en el caso de un estudio muy detallado, como (por ejemplo, la humedad necesaria puede expresarse como precipitación anual media en el primer caso, y como déficit relativo de evapotranspiración en el segundo caso).

En el Apéndice C se da un ejemplo de la manera de completar un formulario de evaluación de los requisitos de los cultivos. Se muestra el resultado de la revisión, riñas, limitaciones y necesidades de los cultivos y se indican los valores de limitación. Un resultado similar se obtendrá en el caso de la evaluación de los cultivos en la situación de campo. Los resultados de la evaluación se deben presentar en forma de informe o memoria, y se deben incluir las conclusiones y recomendaciones para la mejora de la situación.

Algunas de las deficiencias de los cultivos causan un rendimiento causado por las deficiencias de una determinada necesidad; para los agricultores, es útil que la reacción de ciertos cultivos frente a un aumento de los niveles de salinidad, reproducida en el Apéndice D, sea conocida. La evaluación de tierras debe ser realizada de acuerdo con las necesidades de los agricultores y no con las necesidades de los agricultores.

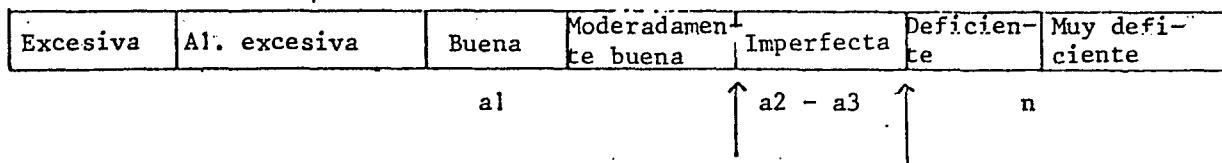
6.3.3 Formularios adicionales para la clasificación de los requisitos de los cultivos

En la figura 6.2 aparece un formulario diferente que puede resultar útil para determinar los requisitos de los cultivos; muestra la misma información que en el cuadro 6.3. A cada factor diagnóstico, toda la gama de condiciones posibles se expresa como una escala, ya sea como clases diferenciadas (por ejemplo, de drenaje del suelo) o como una variable continua. El evaluador tiene que determinar la posición de dos "flechas" que marcan los límites de las clases de aptitud. Para los parámetros en que las condiciones óptimas ocupan el centro de la escala (por ejemplo, pH del suelo), se necesitan cuatro límites. Aunque menos compacta en su presentación que la forma tabular del Cuadro 6.3, este formulario puede ser un medio útil para establecer los requisitos cuando se les determinan comparando varias estimaciones u opiniones personales.

Cultivo: sorgo

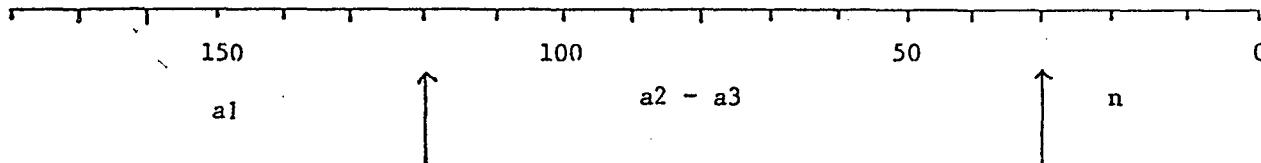
Requisito: oxígeno disponible

Factor diagnóstico: clase de drenaje del suelo



Requisitos: condiciones de enraizamiento

Factor diagnóstico: profundidad efectiva del suelo (cm)



Requisito: disponibilidad de nutrientes

Factor diagnóstico: pH del suelo

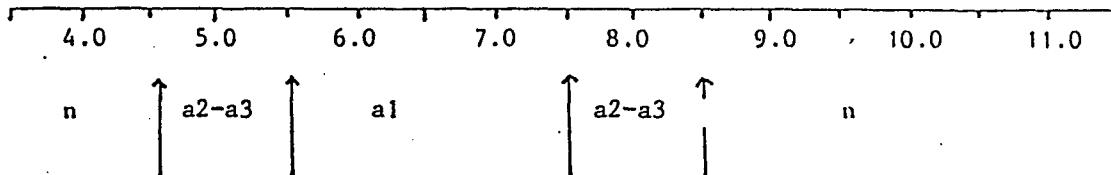


Figura 6.2 Formulario adicional para la clasificación de los requisitos de los cultivos.

La Figura 6.3, adaptada de FAO, Proyecto de zonas agroecológicas (FAO, 1978), muestra de qué manera se pueden comparar los requisitos de varios cultivos para una determinada calidad, en este ejemplo una determinada longitud del período de crecimiento. Estas comparaciones visuales directas tienen una aplicación especial en las evaluaciones de carácter general.

6.3.4 Determinación de los requisitos de los cultivos mediante la preparación de modelos

La técnica de la preparación de modelos puede utilizarse en la clasificación de las cualidades de la tierra, en especial las que son una variante temporal, siempre que las relaciones con el uso de la tierra se comprendan de manera suficiente. Un ejemplo particular es el de la humedad disponible, y también puede ser posible preparar modelos similares para la disponibilidad de nutrientes u otras cualidades de la tierra. Pueden utilizarse modelos de pérdidas por erosión como una base para predecir el riesgo de erosión. Se trata de modelos de subsistemas parciales del sistema de uso de la tierra.

En un nivel más perfeccionado, puede resultar posible preparar modelos de simulación que incorporen varias cualidades de la tierra, todos los requisitos de los cultivos, o todos los requisitos del tipo de utilización de la tierra y, de esta manera, se les puede utilizar para armonizar los requisitos con las cualidades. Estos modelos serían de una complejidad considerable, y en la actualidad este sistema rara vez constituye una técnica práctica de armonización. Lang y Murdoch (1979) describen un modelo para la previsión de rendimientos de bananos en una evaluación.

6.3.5 Requisitos de los sistemas de cultivo

En el caso de los tipos de utilización de la tierra con varios cultivos se aplican los mismos principios en la evaluación de sus requisitos, pero se añade otro elemento que las complejidades necesarias tienen en cuenta las interacciones entre cultivos en los sistemas de cultivo múltiples. Cuando se procede a un cultivo intercalado, dos o más cultivos compiten, en mayor o menor medida, entre sí para satisfacer sus necesidades en el medio en que se encuentran. Recursos tales como el agua disponible tienen que compartirse entre los cultivos del tipo de utilización de la tierra, y las correspondientes proporciones se asignan sobre la base de las profundidades relativas de enraizamiento, la evapotranspiración potencial, las densidades relativas de la masa vegetal, etc. Cuando se intercala el cultivo de una legumbre con otro cultivo, puede haber beneficios positivos si uno de los cultivos satisface parcialmente la necesidad de nutrientes del otro cultivo. Esto constituye una técnica práctica de armonización. Lang y Murdoch (1979) describen un modelo para la previsión de rendimientos en los sistemas de cultivos. En consecuencia, es necesario tener en cuenta, al evaluar las necesidades del cultivo siguiente, los efectos del cultivo anterior en lo que se refiere al agotamiento del agua y de los nutrientes del suelo (por ejemplo, puede disminuir el nivel de humedad del suelo, lo que obligará a depender más de la precipitación). Los mismos principios se aplican en la evaluación de los requisitos, pero se añade otro elemento de complejidad. También se pueden evaluar los requisitos de los sistemas de cultivos múltiples utilizando modelos de simulación que tomen en cuenta las variaciones de las necesidades en un determinado período. En este caso la temporada de crecimiento representaría el tiempo que pasa desde la siembra del primer cultivo hasta la cosecha del último cultivo; si el cultivo fuera continuo durante todo el año, sería necesario seleccionar un punto arbitrario de interrupción y preparar los modelos de las necesidades sobre una base anual. El nivel de complejidad de estos modelos constituye una importante limitación a su empleo. La armonización de los sistemas de cultivo es más difícil que la de los cultivos individuales porque las interacciones entre cultivos compiten por los mismos recursos y tienen que ser consideradas. Los sistemas de cultivo múltiples utilizan una variedad de técnicas para maximizar las interacciones entre cultivos. Una de las técnicas más comunes es la rotación de cultivos, que consiste en cultivar diferentes tipos de cultivos en turnos sucesivos. Otra técnica es la intercruzación, que implica la plantación de cultivos que tienen diferentes requerimientos de agua y nutrientes para maximizar la utilización eficiente de los recursos. La tercera técnica es la integración, que combina cultivos que tienen complementariedades nutricionales para maximizar la producción y la eficiencia.

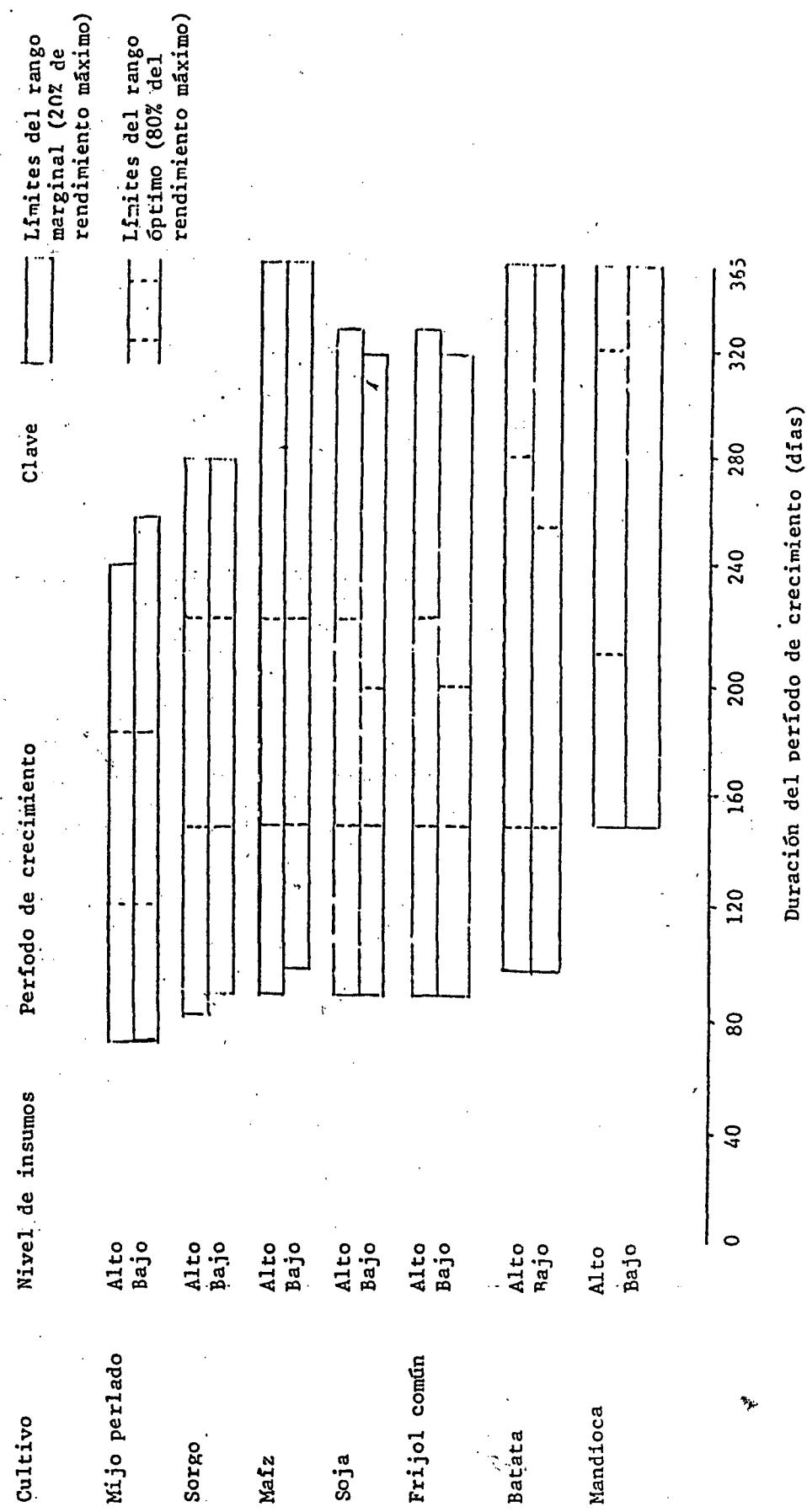


Figura 6.3 Reacción de los cultivos a diferentes duraciones del período de crecimiento

Notas: Los límites más bajos se basan en el déficit de agua; los límites más altos se basan en los efectos del exceso de agua (en particular, al aumentar los problemas de las plagas y enfermedades).

Fuente: Adaptado de FAO (1978/80/81).

En la parte B del Cuadro 6.1 se enumeran los requisitos de uso de la tierra relacionados con el sistema de manejo, y el Cuadro 6.6.B contiene un modelo de formulario para su clasificación.

Cuadro 6.6.B MODELO DE FORMULARIO PARA LA CLASIFICACION DE LOS REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA:
REQUISITOS DE MANEJO

Nota: Los requisitos del uso de la tierra en la Sección B se refieren fundamentalmente a los requisitos de manejo de los tipos de utilización de la tierra, pero en algunos casos pueden ser parcial o enteramente específicos de determinados cultivos.

La capacidad de laboreo del suelo es un requisito indispensable de todos los sistemas agrícolas de labranza. Las posibilidades de mecanización se incluyen a menudo en las evaluaciones, lo que se traduce en distintas aptitudes de la tierra para la mecanización en comparación con los sistemas no mecanizados. Las necesidades de manejo se derivan de las descripciones de los tipos de utilización de la tierra, por ejemplo, si se necesita una limpieza inicial de la tierra, o cuál es el tamaño más pequeño de una explotación viable u otras unidades de manejo. Algunos de los requisitos de manejo están relacionados con determinados cultivos, por ejemplo, la explotación diaria de los árboles de caucho exige un buen acceso dentro de la plantación.

En el Capítulo 7 (CT 16-23) se examinan los medios para medir o estimar los requisitos de manejo. A menudo es necesario utilizar tablas de conversión que combinan los efectos de varias características de la tierra en clases descriptivas. La presentación de los requisitos de manejo es la misma que en el caso de los requisitos de los cultivos (Cuadro 6.6.B). En el Apéndice C se ofrece un ejemplo del cultivo mecanizado del maíz en explotaciones estatales.

En el caso de los requisitos de manejo, los límites entre sumamente apta, moderadamente apta, marginalmente apta y no apta no se refieren a los niveles de rendimiento sino a los grados de aceptabilidad para el agricultor, resultantes de los costos relativos, los insumos y la conveniencia del cultivo.

6.5 REQUISITOS DE CONSERVACION

La explotación continua de un tipo de utilización de la tierra, en una unidad determinada de tierras, exige el establecimiento de un equilibrio que impida que los recursos de tierra sufran una degradación irreversible. No siempre es necesario elaborar un cuadro de los límites para la prevención de la pérdida o degradación del suelo sobre la base de cada tipo distinto de utilización de la tierra. Los requisitos absolutos de cualquier tipo de utilización consisten, en primer lugar, en que la tasa de pérdida de suelo, promediada a lo largo del ciclo del cultivo rotativo (incluyendo años de barbecho o de pastizales), no exceda un valor aceptable, es decir, en teoría la tasa de formación del suelo; en segundo lugar, en que la estructura, la porosidad y los nutrientes del suelo, etc., no declinen durante el mismo período. Sin embargo, como el factor de cobertura de cultivos entra en los cálculos del riesgo de erosión, habrá diferentes límites para los demás factores (por ejemplo, pendiente, permeabilidad del suelo) de conformidad con los cultivos o los sistemas de cultivo.

Los límites críticos para la tolerancia al riesgo de erosión y al riesgo de degradación física pueden presentarse utilizando el mismo formulario que en el caso de las necesidades de los cultivos y los requisitos de manejo. En el Cuadro 6.6C se da un ejemplo de este formulario.

Los requisitos de conservación se evaluarán normalmente teniendo en cuenta la interacción entre muchos factores (pendiente, permeabilidad del suelo, intensidad de lluvias, etc.). En algunos países, los departamentos de planificación del uso de la tierra o de conservación del suelo han establecido localmente límites aceptables de tolerancia a la erosión para diferentes sistemas de cultivos. En el Capítulo 7 se estudian los métodos para evaluar los requisitos de conservación en relación con las correspondientes cualidades de la tierra, riesgo de erosión y riesgo de degradación del suelo (CT 24 y 25).

6.6 CONCLUSION

Los requisitos de uso de la tierra estudiados en este capítulo y las cualidades de la tierra descritas en los Capítulos 5 y 7 se expresan en la misma unidad. Esto se hace intencionalmente y facilita el proceso subsecuente de armonización. Por ejemplo, el requisito de disponibilidad de oxígeno en la rizósfera se evalúa mediante el factor diagnóstico clase de drenaje del suelo. Los cultivos difieren en sus *requisitos de uso de la tierra*: por ejemplo, las condiciones sumamente aptas para el maíz exigen un suelo bien drenado, mientras que el sorgo se desarrollará en un suelo moderadamente bien drenado, y el arroz tolerará un drenaje deficiente. Por otra parte, las unidades de tierras difieren en sus *cualidades de la tierra*, incluida la clase de drenaje del suelo. De esta manera, los diferentes requisitos de uso de la tierra pueden ser armonizados frente a las

cualidades de la tierra de cada unidad, para llegar a una primera aproximación de la aptitud de la tierra.

Cuadro 6.6C MODELO DE FORMULARIO PARA LA CLASIFICACION DE LOS REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA:
REQUISITOS DE CONSERVACION

Nota: Los requisitos de uso de la tierra en la Sección C están relacionados fundamentalmente con los requisitos de conservación de los tipos de utilización de la tierra, pero en algunos casos pueden ser parcial o totalmente específicos de determinados cultivos.

CULTIVO (cuando convenga):			TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA:			
NOTAS:			CLASIFICACION POR FACTORES			
REQUISITO DE USO 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 EROSION						
RIESGO DE DEGRADACION DEL SUELO						

Siguiendo los procedimientos indicados en este capítulo, los requisitos específicos de cada tipo de utilización de la tierra se evalúan y enumeran, se agrupan, cuando es conveniente, en requisitos de los cultivos, y requisitos de manejo y conservación. Siguiendo los procedimientos indicados en el Capítulo 5, las unidades de tierra han sido definidas y cartografiadas, y para cada una de estas unidades, se han enumerado las características de la tierra necesarias para evaluar las correspondientes cualidades de la tierra. En el Capítulo 8 se trata de la conformación de los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la tierra de unidades de tierras.

7. LAS CUALIDADES DE LA TIERRA Y SU EVALUACION

7.1 INTRODUCCION

En el presente capítulo se describen las 25 cualidades de la tierra relacionadas con la agricultura en secano, de acuerdo a los siguientes rubros:

- Naturaleza y efectos: una ampliación del significado de la calidad, las condiciones de la tierra que contribuyen a ella, y los efectos de la calidad en los cultivos y en los tipos de utilización de la tierra.

- Aplicación a las evaluaciones: una indicación de la importancia de la calidad, la frecuencia con que se le emplea en las evaluaciones y las circunstancias en que probablemente será importante.

Evaluación: una descripción de los factores diagnóstico que pueden utilizarse para medir o estimar la calidad. En algunos casos se recomienda un método; en otros, se deja abierta la posibilidad de escoger entre distintas opciones, según las circunstancias.

Ejemplos: en algunos casos se dan ejemplos de evaluación sacados de diferentes evaluaciones. Estos ejemplos no deben ser considerados como normas; simplemente se les incluye para mostrar la variedad de los métodos que pueden aplicarse, en especial los diferentes niveles de complejidad.

Los métodos de descripción y evaluación deben usarse de dos maneras:

para expresar los requisitos de uso de la tierra, y las clasificaciones de aptitud para los cultivos y para los tipos de utilización de la tierra (capítulo 5);

- para expresar las cualidades de la tierra que posee cada unidad de tierra (capítulo 6).

El uso de los mismos métodos de descripción para ambos propósitos facilita el siguiente proceso de conformación (capítulo 8).

En el cuadro 7.1 se da un resumen de las cualidades de la tierra. En este capítulo se examinan las cualidades, comenzando con las que se emplean para evaluar los requisitos de los cultivos (Nºs 1-15), seguidas por las que están sobre todo relacionadas con el ordenamiento de los sistemas de explotación (Nºs 16-23), y las relativas a la conservación (Nºs 24-25).

En la sección 7.3 se indica otro método para el tratamiento inicial de las cualidades 2 y 3, régimen de temperatura y humedad disponible. En la sección 7.4 se hace referencia a dos circunstancias que exigen una consideración especial (es decir, no estándar), evaluación para el afrozy de terrenos pantanosos y el tratamiento de histosoles e hplitud para los cultivos y para los tipos de utilización de la tierra (capítulo 5).

En el cuadro 7.6 se hace un resumen de los métodos para la descripción y evaluación de las cualidades de la tierra.

- | | |
|------|--|
| CT1 | Régimen de radiación: Radiación total
Longitud del día |
| CT2 | Régimen de temperatura |
| CT3 | Humedad disponible: Humedad total
Períodos críticos
Riesgo de sequía |
| CT4 | Oxígeno disponible en las raíces (drenaje) |
| CT5 | Nutrientes disponibles |
| CT6 | Capacidad de retención de nutrientes |
| CT7 | Condiciones de enraizamiento |
| CT8 | Condiciones que afectan la germinación y la implantación |
| CT9 | Humedad del aire en cuanto afecta al crecimiento |
| CT10 | Condiciones para la maduración y cosecha |
| CT11 | Riesgo de inundación |
| CT12 | Riesgos climáticos |
| CT13 | Exceso de sales: Salinidad
Sodicidad |
| CT14 | Toxicidades del suelo |
| CT15 | Plagas y enfermedades |
| CT16 | Capacidad de laboreo del suelo |
| CT17 | Posibilidades de mecanización |
| CT18 | Preparación y limpieza de la tierra |
| CT19 | Condiciones para el almacenamiento y el procesamiento <i>ELABORACIÓN</i> |
| CT20 | Condiciones que afectan el manejo temporal de la producción |
| CT21 | Acceso dentro de la unidad de producción |
| CT22 | Tamaño de las unidades de manejo potenciales |
| CT23 | Ubicación: Accesibilidad actual
Accesibilidad potencial |
| CT24 | Riesgo de erosión |
| CT25 | Riesgo de degradación del suelo |

7.2 CUALIDADES DE LA TIERRA

CT1. REGIMEN DE RADIACION

Subdivisiones: RADIACION TOTAL

LONGITUD DEL DIA

Naturaleza y efectos

La radiación solar es indispensable para el proceso de fotosíntesis y, por consiguiente, para el crecimiento de la planta. Las plantas responden linealmente a un aumento de la radiación hasta un cierto valor, más allá del cual no se registra ningún nuevo aumento. Este nivel máximo se alcanza en una tasa más alta de crecimiento para los cultivos con un coeficiente C_4 de asimilación de carbón (en

sentido muy amplio, los cultivos tropicales de zonas bajas) que en los cultivos con una estructura C₃ (cuadro 7.15). Por consiguiente, sin excepción los cultivos sufren de una deficiencia en la radiación. La cantidad de radiación recibida depende de la latitud, la nubosidad y la pendiente.

La longitud del día, o fotoperiodicidad, es uno de los determinantes principales de los cultivos que pueden producirse en determinadas latitudes. En muchos cultivos la iniciación floral depende del cambio anual en la longitud de las noches, que convencionalmente se trata en términos de longitud del día; unos cultivos responden de manera muy precisa a este cambio estacional de la longitud de las noches, mientras que otros tienen necesidades menos específicas o simplemente no las tienen. Sobre esta base, los cultivos se dividen en día corto, día neutro, día largo y una combinación de estas posibilidades.

Aplicación a las evaluaciones

En las evaluaciones de carácter local, el régimen de radiación se considera normalmente una parte del medio ambiente físico, y por lo general no se le emplea como una cualidad diferenciadora dentro de la zona. Hay dos excepciones: en las zonas montañosas, la nubosidad creada por vientos portadores de lluvias pueden tener un efecto importante en el número de horas de sol; y en las latitudes subtropicales y templadas, la pendiente puede afectar considerablemente a la radiación. En las evaluaciones a escala continental, o a escala nacional muy amplia, cuya finalidad es calcular las posibilidades de producción (por ejemplo, FAO, 1978/80/81), el régimen de radiación es un componente importante. La longitud del día puede ser un elemento importante si se proyecta introducir nuevos cultivos o especies seleccionadas, o ampliar su radio de producción.

Los cultivos que responden a la longitud de las noches, mien-
Evaluación: radiación total dades menos específicas o simplemente no las tienen.

Sobre esta base, los cultivos se dividen en día corto, día neutro, día largo y una Estadística que puede expresarse por una de dos características: radiación total de onda corta en unidades de milivatios por metro cuadrado, y horas de sol. A su vez éstas pueden expresarse como valores anuales totales, total para la temporada de crecimiento o promedios diarios para cada uno de estos períodos. Los datos sobre radiación y horas de sol se obtienen de los registros de las estaciones meteorológicas, aunque es más fácil encontrar registros de horas de sol.

El método recomendado es usar una sola característica: promedio de insolución media diaria para la temporada de crecimiento; los valores para los meses de la temporada de crecimiento se sacan de los registros meteorológicos, y se hace un promedio de ellos. Los valores obtenidos dentro de la zona estudiada (y en una distancia moderada fuera de la zona), se proyectan en un mapa; se interpolan isogramas y se tiembla los valores intermedios.

FAO (1978/80/81) y Doorenbos y Kassam (1979) proporcionan cuadros en los que se relacionan los datos de radiación y las horas de sol con la tasa de producción de materia seca de un cultivo "estándar". Estas cifras, juntas con la temperatura y los datos fisiológicos, pueden utilizarse como base para calcular los rendimientos potenciales de los cultivos en una zona determinada de acuerdo a la radiación total de

El aspecto relacionado con la pendiente, aunque afecta a la radiación total, se estudia mejor en relación con CT10, condiciones para la maduración.

Evaluación: longitud del día

La longitud del día (desde la salida hasta la puesta del sol) expresada en horas para cualquier latitud y época del año, puede obtenerse de los cuadros meteorológicos o de los libros correspondientes. Este valor se debe obtener para el tiempo aproximado de la iniciación floral, en la medida determinada por la temporada de crecimiento. Salvo en los reconocimientos sobre superficies muy extensas, será suficiente contar con un valor para la zona estudiada en su conjunto.

Naturaleza y efectos

Hay tres efectos principales de la temperatura sobre el crecimiento de la planta:

- i. } el crecimiento cesa por debajo de una temperatura crítica, que varía según las plantas, pero que por lo normal es de 6,5°C;
- ii. } la tasa de crecimiento varía con la temperatura;
- iii. } las temperaturas muy elevadas tienen efectos perjudiciales.

Los cultivos se dividen en cinco grupos de aptitud sobre la base de su régimen de asimilación fotosintética del carbón y sus reacciones de fotosíntesis ante la radiación y la temperatura (Cuadro 7.15). Entre la temperatura mínima para el crecimiento y la temperatura óptima para la fotosíntesis, la tasa de crecimiento aumenta en forma más o menos lineal con la temperatura; la tasa de crecimiento alcanza un nivel máximo dentro de la gama óptima de temperatura antes de disminuir por acción de temperaturas más elevadas. Esta relación tiene una interacción con la radiación, es decir, el potencial de crecimiento más elevado se alcanza con una temperatura en la gama óptima y con grandes cantidades de radiación.

En los climas en que el período de crecimiento se ve limitado por bajas temperaturas, es decir, muchos climas templados, la temperatura para el crecimiento será inferior al nivel óptimo durante la primera parte de la temporada de crecimiento y aumentará conforme avanza la estación. En estas circunstancias, es conveniente proceder a una medición de la temperatura acumulativa a lo largo de la temporada de crecimiento (grados-día). Cuando es la humedad la que limita el período de crecimiento, como sucede en muchas regiones tropicales, la temperatura se encontrará en el nivel óptimo, o cerca de este nivel, durante todo o gran parte de este período. Los efectos perjudiciales de las temperaturas altas sólo se producen, en el caso de la mayoría de los cultivos, por encima de 30-35°C.

En las latitudes templadas y subtropicales, las temperaturas del suelo pueden ser muy afectadas por el factor de la pendiente, lo que a su vez afecta las tasas de crecimiento.

Aplicación a las evaluaciones

El régimen de temperaturas es un medio útil para hacer una distinción entre las principales regiones climáticas. Por esta razón, es un factor de diferenciación en las evaluaciones a escala continental o similares. En los estudios que abarcan una zona limitada, con frecuencia actuará por conducto de los efectos de la altura. Por ejemplo, las variedades seleccionadas más apropiadas del maíz y las papas varían con la altura.

La necesidad de tener en cuenta el factor de la pendiente varía mucho según la ubicación y las circunstancias. En los trópicos será por lo general insignificante. En las zonas subtropicales y en las zonas templadas montañosas puede tener una influencia importante, pero puede resultar más conveniente evaluar sus efectos en relación con las condiciones para la maduración.

Un método inicial para tratar el régimen de temperatura es el de los climas principales (Sección 7.3.2). Esta actividad puede ir seguida de una evaluación más concreta.

Si se trata de una evaluación mediante características individuales de la tierra, los factores diagnóstico apropiados son las temperaturas mensuales medias durante la temporada de crecimiento, los grados-día durante la temporada de crecimiento, las temperaturas en los meses más fríos y más calientes durante esa temporada, o valores similares para la temperatura del suelo. Los datos sobre la temperatura del suelo son mucho más difíciles de obtener. Puede usarse la altura para extender los registros de temperatura, o si es necesario se le puede utilizar como un sustituto. Para las temperaturas mensuales medias, se prefieren las medias en 24 horas, pero es mucho

más fácil obtener promedios de temperaturas máximas y mínimas diarias y las diferencias son pequeñas.

Métodos recomendados:

1. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento: tomar las temperaturas mensuales medias para la temporada de crecimiento y calcular la temperatura media para este período, en centígrados. Esta media se puede usar como índice principal del régimen de temperatura.
2. Efectos perjudiciales de las temperaturas elevadas: utilizar la temperatura máxima media mensual del mes más cálido durante la temporada de crecimiento, en centígrados. Si se piensa que esto puede tener efectos perjudiciales, bajar la clasificación basada en el efecto de la temperatura sobre el crecimiento.

En las regiones templadas y en algunas regiones tropicales de tierras altas, las bajas temperaturas limitan también los períodos de crecimiento para los cultivos (Sección 7.3.3.)

CT3. HUMEDAD DISPONIBLE

Subdivisiones: HUMEDAD TOTAL

PERIODOS CRITICOS

RIESGO DE SEQUIA

Efectos perjudiciales de las temperaturas elevadas: utilizar la temperatura Naturaleza y efectos mensual del mes más cálido durante la temporada de crecimiento, Los cultivos son afectados por la humedad disponible debido a los efectos de la deficiencia de humedad sobre el crecimiento y la posible pérdida del cultivo como consecuencia de la sequía.

La deficiencia de humedad se produce cuando el agua del suelo en la faja de las raíces disminuye considerablemente por debajo de la capacidad del campo. El crecimiento vegetativo de la planta puede sufrir o puede verse afectada la fructificación, como en el caso de la palma de aceite. Los cultivos varían mucho en su reacción frente a la deficiencia de humedad. En el caso de algunos cultivos, por ejemplo la caña de azúcar y la alfalfa, el crecimiento está más o menos relacionado linealmente con la humedad disponible hasta cierto límite. El nivel de humedad en que se dejan sentir por primera vez los efectos de la deficiencia varía de un cultivo a otro. La subdivisión "humedad total" se refiere al grado en que la humedad disponible no satisface los requisitos fisiológicos del cultivo, evaluados en relación con el clima en que se produce.

La gravedad de los efectos de la deficiencia de humedad varía de conformidad con la etapa de desarrollo del cultivo. Así, el maíz es especialmente sensible durante el período de floración. Son pocas las generalizaciones que pueden hacerse, aparte de que la deficiencia de humedad en los cereales es menos importante e incluso puede ser deseable durante la maduración. Por consiguiente, puede ser conveniente evaluar la humedad disponible durante los períodos críticos independientemente de la humedad para la temporada de crecimiento en su conjunto. Doorenbos y Kassam (1979) son una referencia básica en lo relativo a los efectos de la escasez de humedad en diferentes etapas de crecimiento de cierto número de plantas.

El riesgo de sequía se refiere a la pérdida del cultivo si la humedad del suelo cae hasta el punto de marchitez durante más de un determinado tiempo. La longitud de este período varía según el cultivo; por ejemplo, el maíz es más sensible que el sorgo. Los cultivos con un coeficiente de asimilación del carbono CAM, sisal y piña, pueden tolerar períodos largos de sequía. En los cultivos anuales el período en que hay más posibilidades de que se pierda por completo un cultivo como consecuencia de la sequía es durante el brote y la implantación antes de que el sistema radicular profundo se

La gravedad de los efectos de la deficiencia de humedad varía de conformidad con la etapa de desarrollo del cultivo. Así, el maíz es especialmente sensible durante el período de floración. Son pocas las generalizaciones que pueden hacerse, aparte de que la deficiencia de humedad en los cereales es menos importante e incluso puede ser deseable durante la maduración. Por consiguiente, puede ser conveniente evaluar la humedad disponible durante los períodos críticos independientemente de la humedad para la temporada de crecimiento en su conjunto. Doorenbos y Kassam (1979) son una referencia básica en lo relativo a los efectos de la escasez de humedad en diferentes etapas de crecimiento de cierto número de plantas.

haya formado. En los cultivos perennes, el problema consiste en evitar la pérdida durante una estación seca; puede ser necesario recurrir a medidas especiales, tales como cubrir la tierra con sustancias orgánicas (mulching) (por ejemplo, el cultivo del café) o construir embalses para retener el agua de la lluvia (por ejemplo, en el cultivo del té). Algunas plantas perennes, en especial el merey, tienen una raíz profunda que permite a la planta sobrevivir durante una larga temporada de sequía.

La humedad disponible es afectada por el clima, el suelo, el relieve y la hidrología. El determinante inicial es la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. La deficiencia de humedad causada por razones climáticas es modificada por almacenamiento de la humedad del suelo, que es más bajo para los suelos arenosos y/o suelos poco profundos y más alta para los suelos franceses profundos o las arcillas bien estructuradas. Otras modificaciones son causadas por la concentración de agua de escurrimiento en el fondo del valle que recibe por arcas de filtración o por la presencia de agua subterránea al alcance de las raíces.

La precipitación, se considera como un determinante fundamental es su variabilidad estacional es importante al examinar esta cualidad. Cerca de los límites climáticos para los cultivos anuales, los rendimientos satisfactorios obtenidos algunos años pueden ser seguidos por una pérdida de la cosecha. La probabilidad de pérdida de la cosecha que puede tolerarse varía con el tipo de utilización de la tierra; es mayor en el caso de las explotaciones agrícolas comerciales que tienen grandes reservas de capital, e inferior para los pequeños propietarios que practican una agricultura de subsistencia.

Aplicación a las evaluaciones

Esta es una de las cualidades de la tierra más importantes y es probable que desempeñe un papel principal en las evaluaciones dentro de una gama climática muy amplia, que va desde la zona de sabanas hasta una zona semiárida, es decir, desde una precipitación anual media de aproximadamente 1 200 mm hasta el límite climático de la posibilidad de cultivo. Puede ser también importante para la producción de cultivos perennes en zonas con una marcada estación seca. Por otra parte, puede no tener gran importancia para la producción de cultivos anuales en la zona de sabanas húmedas (precipitación superior a 1 200 mm) o para los cultivos perennes en climas permanentemente húmedos (bosques hidrofíticos siempre verdes).

Evaluación: humedad total

Se han hecho muchos intentos de evaluar la humedad disponible y sus efectos en los cultivos; desde métodos simples y muy aproximativos, tales como el uso de la precipitación anual media, hasta estudios experimentales que controlan los niveles de humedad del suelo durante todo el año. Los distintos métodos de evaluación son, entre otros, los siguientes:

1. precipitación anual media, o precipitación durante la temporada de crecimiento;
2. establecimiento de márgenes específicos de seguridad para cualquiera de estos dos elementos, por ejemplo 75 ó 90% de probabilidades de superar determinadas cantidades de precipitación;
3. excedente de humedad, estimado de manera indirecta y aproximada a partir de valores de la temperatura y precipitación mensuales, relacionados por una fórmula;
4. excedente de humedad calculado como un exceso de la precipitación en comparación con la posible evapotranspiración; para todo el año, para la temporada de crecimiento, o márgenes de seguridad para estos dos elementos;
5. la duración del período de crecimiento agroclimático (Sección 7.3.3);
6. preparación de modelos de equilibrio de humedad lluvia-suelo-cultivo a lo largo de la temporada de crecimiento .

Cuando se dispone de tiempo y recursos suficientes, un método recomendado es el aplicado inicialmente por la FAO y organizaciones asociadas con el propósito de evaluar las necesidades en materia de riego. Es aplicable a la agricultura en secano con una modificación, es decir, tener más concretamente en cuenta la variabilidad temporal.

Este método está íntegramente explicado en Doorenbos y Kassam (1979), que dan detalles de todos los cálculos, junto con datos para 26 cultivos. Para conocer detalles de este método puede referirse a esta publicación; aquí sólo se darán los principios.

El método se basa en el cálculo del déficit relativo de evapotranspiración ($1 - ET_a/ET_m$), en que:

ET_a = evapotranspiración real, la cantidad de agua efectivamente transpirada por el cultivo, más la cantidad evaporada de la superficie del suelo, cuando se le cultiva en determinadas condiciones.

ET_m = evapotranspiración máxima, la cantidad de agua que sería transpirada por el cultivo, más la cantidad evaporada de la superficie del suelo, si la cantidad de agua no fuera limitativa.

ET_a y ET_m se expresan en milímetros. Cuando la humedad no es limitativa, ET_a = ET_m, y por consiguiente ET_a/ET_m = 1,0 y el déficit relativo de evapotranspiración es cero. En un caso limitativo hipotético en el que el déficit de humedad es tan grave que causa la pérdida de la cosecha, puede suponerse que ET_a es cero y, por consiguiente, el déficit de transpiración es 1,0.

Por consiguiente, el déficit relativo de evapotranspiración ($1 - ET_a/ET_m$), ofrece una escala de deficiencia de humedad que va de 0,0, sin deficiencia, a 1,0, pérdida total de la cosecha.

El cálculo de ET_a y ET_m necesita datos sobre precipitación pluvial, evapotranspiración potencial, temperatura, más coeficientes para cada cultivo.

El problema de la variabilidad de un año a otro de la cantidad de humedad es importante en el caso de los cultivos en secano. Teóricamente, el modelo puede aplicarse para cierto número de años y los márgenes de confianza establecidos en las relaciones con niveles específicos de rendimiento disminuyen (véase Radcliffe, 1981). Otra manera, aunque algo menos precisa, es que el modelo se aplique una sola vez utilizando un margen de confianza de la precipitación más bien que la precipitación para cada año.

Evaluación: períodos críticos

En muchas evaluaciones no será necesario calcular separadamente la deficiencia de humedad durante períodos críticos, y bastará con suponer que es proporcional a la deficiencia de humedad total. Si el modelo de equilibrio de humedad se aplica año a año, la deficiencia durante los períodos críticos será tomada automáticamente en cuenta. Cuando se sabe qué el cultivo estudiado es particularmente sensible a la deficiencia en una etapa de desarrollo y quererse testarla se produce en una parte de la zona estudiada, el método basado en el déficit relativo de evapotranspiración puede aplicarse a esa etapa, en la siguiente forma:

1. definir la etapa crítica de desarrollo del cultivo y la época del año en que se produce;
2. aplicar el método descrito antes para determinar el déficit relativo de evapotranspiración ($1 - ET_a/ET_m$) para ese período, utilizando datos sobre precipitación pluvial media o datos sobre un margen hipotético de confianza más bajo.

Evaluación: riesgo de sequía

El riesgo de sequía es el porcentaje de años en que se pierde el cultivo como consecuencia de la falta de humedad. Puede predecirse gracias a un análisis del equilibrio de humedad año por año realizado mediante la preparación de modelos. Otros métodos de evaluación de la humedad total, que incluyen estimaciones de la variabilidad, están. Cuando se sabe que el cultivo estudiado es particularmente sensible a la deficiencia en una etapa de desarrollo y quererse testarla se produce en una parte de la zona estudiada, el método basado en el déficit relativo de evapotranspiración puede

reflejan también parcialmente el peligro de sequía (por ejemplo, un año con una precipitación anual baja es más probable que tenga períodos de sequía). Si se necesita una confirmación a este respecto puede seguirse el procedimiento siguiente. La base para la evaluación es calcular la probabilidad de que la humedad del suelo disminuya hasta el punto de marchitez en toda la rizósfera durante la temporada de crecimiento o, en el caso de los cultivos perennes, durante todo el año. Es necesario hacer un cálculo preciso y separado para cada cultivo, y tener en cuenta las diferencias en las profundidades de enraizamiento de los distintos cultivos, las profundidades menores de enraizamiento en las primeras etapas del crecimiento y las distintas tolerancias de los cultivos a los períodos sin humedad. Sin embargo, por regla general se adoptará una serie de hipótesis simplificadoras. La secuencia de las operaciones es como sigue:

1. para cada cultivo en estudio se ha de estimar: (a) la profundidad de enraizamiento; (b) el número de días que el cultivo puede sobrevivir sin humedad disponible;
2. por cada tipo de suelo presente, ha de estimarse el almacenamiento de humedad en el suelo, calculado como humedad disponible multiplicada por el espesor de los horizontes, dentro de la rizósfera;
3. estimar la tasa de evapotranspiración potencial, que es la tasa de agotamiento de la humedad del suelo en ausencia de precipitación;
4. combinando las operaciones 2 y 3, seguidas de la operación 1, obtener el número de días sin precipitación que dañaría al cultivo por sequía;
5. a partir de datos diarios, semanales o de cada diez días de precipitación, construir curvas de duración de frecuencias, estableciendo la probabilidad de que se produzcan períodos secos de determinadas duraciones; puede considerarse un período seco, un período que cumula menos de una cantidad hipotética de lluvia, por ejemplo, 10 mm;
6. combinando las operaciones 5 y 4, estimar la probabilidad de que se produzcan daños como consecuencia de la sequía.

CT4. OXIGENO DISPONIBLE EN LAS RAICES (DRENAJE)

Naturaleza y efectos

Con pocas excepciones, de las cuales el arroz, la planta necesita absorber oxígeno a través de su sistema radicular y el crecimiento de la planta sufre y, en última instancia, la planta muere si carece de este oxígeno. Como el oxígeno se difunde 10 000 veces más rápidamente en el aire del suelo que en el agua del suelo, se dispone de él por encima de la capa freática, y por debajo de esta capa su disponibilidad es limitada o nula. Las plantas varían en su tolerancia a los períodos cortos de saturación hídrica del suelo.

Un caso especial es que el oxígeno puede obtenerse también del agua bien oxigenada, y por consiguiente de agua renovada regularmente, como en arcas de infiltración. De manera más general, los períodos de anegamiento por la capa freática causados por una lluvia excesiva son menos dañinos en su inicio, pero se hacen cada vez más dañinos a medida que se prolonga el tiempo de estancamiento del agua.

La tensión causada por la deficiencia de oxígeno depende de:

- la precipitación superior a los requisitos del cultivo;
- la capacidad del lugar para absorber el exceso de agua, ya sea en forma de escorrentía o por infiltración y percolación;
- la porosidad de aeración, o capacidad del suelo para absorber el agua entre la capacidad de campo y la saturación;

- la existencia de una capa freática.

Por lo tanto, el relieve, las condiciones hidrológicas y los suelos afectan a esta cualidad, teniendo siempre en cuenta la cantidad de precipitación.

La existencia de esta limitación puede considerarse como la necesidad de realizar obras de drenaje, lo cual implica insumos de capital e insumos para el mantenimiento.

Aplicación a las evaluaciones

En las evaluaciones se toma casi siempre en cuenta esta cualidad, ya que es una de las formas primarias de diferenciar los suelos de los valles con un drenaje deficiente o los suelos impermeables de los lugares con escurrimiento libre.

Evaluación

Hay cinco posibles métodos para evaluar esta cualidad:

1. medición de períodos continuos con un potencial de reducción-oxidación (Eh) inferior a 200 mV;
2. medición de períodos continuos de saturación hídrica;
3. color y moteado del suelo;
4. clase de drenaje del suelo;
5. inferencia de la cobertura vegetal natural.

En las evaluaciones se toma casi siempre en cuenta esta cualidad, ya que es una de El método 1 es el que ofrece mayor garantía, pero es imposible aplicarlo en los estudios de rutina. El método 5, si se usa solo corresponde a estudios que se basan principal o enteramente en la teledetección. El método recomendado es emplear la clase de drenaje del suelo (método 4), que incluye el color y el moteado del suelo, preferiblemente con el apoyo de una estimación de los períodos de saturación mediante el control periódico de los niveles del agua subterránea a lo largo de la temporada de crecimiento. El uso exclusivo del método de la clase de drenaje del suelo puede llevar a conclusiones erróneas ya que el color y el moteado no siempre son indicativos de la situación estacional presente del suelo. La presencia de especies vegetales indicadoras, especialmente cuando se les puede reconocer en fotografías aéreas, es particularmente útil para definir zonas en una determinada situación de drenaje.

Al igual que en el caso de la humedad disponible, la disponibilidad del oxígeno varía en sus efectos sobre los cultivos en diferentes momentos del ciclo de crecimiento. Por ejemplo, el maíz es especialmente sensible a la escasez de oxígeno en el comienzo de la etapa vegetativa. Por consiguiente, debería ser posible determinar la disponibilidad del oxígeno sobre la base de modelos. Sin embargo, todavía no se han estudiado detenidamente los factores específicos del rendimiento, ya que es una de

CT5. NUTRIENTES DISPONIBLES

Naturaleza y efectos

Puede decirse que el suministro de nutrientes es, junto con la disponibilidad de oxígeno y de humedad, una de las tres cualidades de la tierra más importantes para la producción de cultivos en secano. Teniendo un control de la erosión, un suministro adecuado de humedad, un buen drenaje y la ausencia de riesgos, muchos de los aspectos del manejo de suelos se dedican esencialmente a asegurar un suministro adecuado y equilibrado de nutrientes al cultivo. Esta afirmación se aplica tanto a la agricultura con bajos niveles de insumos, en la que el método principal para aumentar el suministro de nutrientes es generalmente dejar las tierras en barbecho, como a la agricultura con altos niveles de insumos y uso adecuado de fertilizantes.

Al igual que en el caso de la disponibilidad de humedad, la disponibilidad de nutrientes es una de las principales limitaciones en secano, sin embargo, todavía no se han estudiado detenidamente los factores específicos del rendimiento, ya que es una de

El problema general del suministro de nutrientes se divide aquí en dos cualidades de la tierra: nutrientes disponibles, o la capacidad del suelo para suministrar nutrientes a los cultivos; y retención de nutrientes, la capacidad del suelo para retener los nutrientes aportados. La primera es más importante en la agricultura con bajos insumos, mientras que la última adquiere importancia en los sistemas agrícolas que incluyen la adición de fertilizantes. Estas dos cualidades no son enteramente distintas, pero implican una diferencia en cuanto a la importancia que se les concede y pueden ser evaluadas separada o conjuntamente.

Sería posible considerar a cada uno de los nutrientes principales y secundarios como constituyentes de una cualidad de la tierra separada (disponibilidad de N, disponibilidad de P, etc.), junto con la disponibilidad de micronutrientes. Esta posibilidad se descarta, debido en primer lugar a la aplicación de los principios por los cuales se trata a cada una de las cualidades, y en segundo lugar porque, por aplicación de la ley de los mínimos, con frecuencia sólo uno o dos nutrientes representan limitaciones al cultivo.

La disponibilidad de nutrientes abarca los aspectos siguientes:

- las cantidades de nutrientes que hay en el suelo;
- la forma en que se encuentran presentes y la tendencia del suelo a fijarlos en formas que las plantas no pueden aprovechar;
- la capacidad del sistema suelo-vegetación para restablecer el suministro de nutrientes durante los períodos de descanso del cultivo.

En la agricultura de bajos insumos todos estos aspectos son importantes, en particular el tercero que influye en la duración de los barbechos necesarios. Los sistemas de explotación que utilizan fertilizantes pero no períodos de descanso, las bajas cantidades de nutrientes son una limitación menos grave, la capacidad para restablecer los suministros no tiene mayor importancia, pero en cambio sigue siendo importante la tendencia hacia la fijación. En la agricultura con altos insumos, la disponibilidad de nutrientes sigue teniendo un efecto importante debido a los aspectos económicos, ya que el costo de una fertilización intensiva puede representar una parte considerable del precio del cultivo.

Aplicación a las evaluaciones

En todas las evaluaciones es necesario tener en cuenta los nutrientes disponibles.

Evaluación

La disponibilidad de nutrientes puede evaluarse mediante uno o más de los métodos siguientes:

- 1) cantidades de nutrientes principales presentes en la capa superficial del suelo. También puede incluirse a los oligoelementos;
- 2) indicadores de la disponibilidad/fijación de nutrientes: reacción, óxidos de hierro libres, alófana en la fracción de arcilla;
- 3) indicadores de la capacidad de renovación de nutrientes: contenido de minerales meteorizables en el suelo; total P, K; material madre del suelo;
- 4) modificadores de la condición de clasificación de capacidad de fertilidad (CCF);
- 5) indicadores de vegetación.

El contenido de nutrientes del suelo es el método más simple y más común para evaluar la disponibilidad de nutrientes. En los países que realizan análisis de rutina con propósitos de asesoramiento en materia de fertilización, se dispone de muchos datos de este tipo y es posible contar con directivas sobre necesidades óptimas de

fertilizantes en conformidad con la situación de los nutrientes del suelo. Este método es el más apropiado y satisfactorio en dos circunstancias: que los tipos de utilización de la tierra que se examinan impliquen bajos niveles de insumos y, por consiguiente, dependan de la fertilidad inherente, y que los suelos analizados se encuentren bajo cobertura vegetal natural; este método es adecuado para evaluar la agricultura tradicional en zonas desiertas o escasamente pobladas.

En los sistemas de explotación que utilizan fertilizantes, o en tierras más intensivamente cultivadas, este método es menos satisfactorio por dos razones. Primero, la mera falta de cantidades de nutrientes puede compensarse mediante el uso de fertilizantes. Segundo, el contenido de nutriente de los suelos que son objeto del muestreo puede haber sido influído considerablemente por el uso y el manejo anteriores.

Las propiedades del suelo que influyen en la disponibilidad de nutrientes, o al contrario en la tendencia hacia la fijación, son:

- i) reacción del suelo: la disponibilidad de nutrientes es más alta en la escala pH 6,0-7,5 y es reducida tanto en los valores altos como en los bajos;
- ii) presencia de óxidos de hierro libres: un elevado contenido de Fe₂O₃ libre da lugar a una fuerte fijación de P; los niveles bajos de insumos y, por consiguiente, la disponibilidad de P es alta y los suelos analizados se
- iii) presencia de alófana en la fracción arcilla, como ocurre en los andosoles.

Otra propiedad importante es la presencia de minerales meteorizables en el perfil, lo que influye en la fertilidad a largo plazo gracias a la capacidad del suelo para renovar los nutrientes. Esta propiedad puede evaluarse a partir de una descripción del perfil, datos mineralógicos mediante análisis de elementos totales de fertilizantes. Segundo, el contenido de nutriente de los suelos que son objeto del muestreo. Algunos de los factores básicos del suministro y disponibilidad de nutrientes han sido sistematizados en la clasificación de capacidad de fertilidad (Buol y colaboradores, 1975; Sánchez y colaboradores, 1982). Esta clasificación incluye una serie de modificadores de las condiciones, limitaciones que, cuando están presentes, afectan adversamente a la fertilidad del suelo. En el apéndice E se dan definiciones de estos modificadores.

Los indicadores de vegetación ofrecen un método indirecto pero rápido de diagnóstico, utilizado preferiblemente en combinación con otros métodos. Cuando es posible establecer una estrecha correlación entre la composición de las especies y los sistemas de vegetación con fotos aéreas o imágenes Landsat, los tipos de vegetación pueden ser sumamente valiosos para el levantamiento de mapas de zonas relativamente homogéneas de disponibilidad de nutrientes.

Con exclusión de los estudios exploratorios, ninguno de los métodos antes indicados es apropiado para todas las circunstancias. Los métodos pueden ser empleados individualmente o en combinaciones. La adición de análisis de nutrientes totales de fertilizantes. Segundo, el contenido de nutriente de los suelos que son objeto del muestreo.

Método 1: Niveles de nutrientes

N%

P "disponible", ppm

K intercambiable, meq/100 g

Otros nutrientes cuando se sospecha qué son limitativos

Capa superficial del suelo. Número de Dar método utilizado para P.

Explicar si los valores se refieren a suelos con vegetación natural o cultivados.

La determinación puede hacerse sobre la base del nutriente más limitativo, ya sea por comparación directa con los requisitos de los cultivos o utilizando clases basadas en grados de limitación. Los valores limitativos apropiados varían considerablemente entre diferentes zonas climáticas y geográficas (por ejemplo, en la zona templada del Norte de Europa, la zona de sabanas del África occidental, la zona tropical húmeda de Indonesia).

Método 2: Comparación de disponibilidad y contenido

disponibilidad de nutrientes han

Por otra parte, puede obtenerse un índice de la disponibilidad de nutrientes colocando índices de factores en una escala 1,0-0,0 a valores N, P y K medidos y multiplicándolos para obtener un índice que se compara con los requisitos de los cultivos. Los índices de factores varían de una región a otra; por ejemplo, se comprobó que un índice basado en los límites de N, P, K medidos y también pH, que figuran en el cuadro 7.2 daba una buena correlación con rendimientos de maíz medidos en Angonia, Mozambique.

Método 2 - Indicadores de disponibilidad, fijación de nutrientes

Reacción, pH		Media de horizontes inferiores
Razón, Fe_2O_3 : arcilla		
Alófana, presencia/ausencia		

Método 3 - Indicadores de la capacidad de renovación de nutrientes

Minerales meteorizables, %		Horizontes más profundos
Elemento total P, K		
Material madre del suelo		

Cuadro 7.2 DETERMINACION DE LOS NUTRIENTES DISPONIBLES: UN EJEMPLO DE ANGONIA, MOZAMBIQUE

Factor	Unidad	Valores	Índice
N total	%	> 0.15 0.08 - 0.15 0.08 - 0.04 < 0.04	1.0 0.8 0.5 0.2
P disponible (Bray No. 1)	ppm	> 50 25-50 10-25 < 10	1.0 0.9 0.7 0.5
K intercambiable	meq/100g	0.5 0.2 - 0.5 0.1 - 0.2 < 0.1	1.0 0.9 0.8 0.6
pH		6.0 - 7.5 5.5 - 6.0 5.0 - 5.5 4.5 - 5.0 < 4.5	1.0 0.8 0.6 0.4 0.2

El IDN se expresa en una escala 0,0-1,0. Los nutrientes secundarios y los oligoelementos pueden añadirse como suscriptos al IDN si los valores analizados son inferiores al nivel considerado como deficiente (por ejemplo IDN = 0,26 Zn, lo que indica un índice N-P-K-pH de 0,26 y una deficiencia de zinc).

Fuente: Radcliffe y Rochette (1982).

Método 4 - Clasificación de la capacidad de fertilidad, modificadores de condiciones

Presencia o ausencia de modificadores de condiciones a, h, i, k y e, que se refieren respectivamente a la toxicidad por aluminio, acidez, fijación del fósforo por hierro, reservas de potasio, capacidad de intercambio de cationes. Para las definiciones de los modificadores véase el apéndice E. Los modificadores de condiciones representan puntos fijos en escalas continuas, estableciéndose los valores donde la limitación tiene un efecto importante que exige medidas concretas de manejo de suelos.

Ejemplos

En el Cuadro 7.3 se da un ejemplo de una clasificación combinada de fertilidad química del suelo procedente de un estudio de Kenya. Se incluye este ejemplo para mostrar el nivel de complejidad a que han llegado algunos levantamientos en la evaluación de la calidad de la tierra. Incluye algunos diagnósticos característicos de la capacidad de retención de nutrientes (CT6), y trata la disponibilidad y retención de nutrientes como una "calidad combinada de la tierra, o "fertilidad química del suelo".

Buscando o estableciendo modificadores de condiciones a, h, i, k y e, que se refiere
Cuadro 7.3 - EJEMPLO DE CLASES DESCRIPTIVAS DE FERTILIDAD QUÍMICA DEL SUELO CON
(DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES MAS RETENCIÓN DE NUTRIENTES), KENYA

Clase de fertilidad química del suelo: muestras compuestas de la capa superficial (0-30 cm) y con las siguientes concentraciones de nutrientes:

I. Suma de cationes - Subclase R1

Ejemplos meq %

1	> 16	Alta actividad de los cationes y baja disponibilidad de nutrientes.
2	12-16	Media actividad de los cationes y moderada disponibilidad en los nutrientes.
3	6-12	Baja actividad de los cationes y moderada disponibilidad y retención de nutrientes.
4	2-6	Baja actividad de los cationes y alta disponibilidad y retención de nutrientes.
5	0-2	Baja actividad de los cationes y alta disponibilidad y retención de nutrientes.

II. Nutrientes disponibles - Subclase R2

Subclase	K intercambiable	P disponible ppm	absorción P. %	CZ
1	>0.6	>60	<25	<2
2	0.2-0.6	20-60	25-50	1.5-2.5
3	0-0.2	<20	>50	0-1.5

Las subclases para K intercambiable, P disponible, absorción P y CZ se suman:

Si la suma se encuentra en el rango 0-5 la subclase (R2) es 1.

Si la suma se encuentra en el rango 6-10 la subclase (R2) es 2.

Si la suma se encuentra en el rango 11-15 la subclase (R2) es 3.

III. 25% HCl nutrientes extraíbles - Subclase R3

Subclase	Ca meq %	Mg meq %	K meq %	P
1	>75	>40	> 25	>500
2	25-75	10-40	5-25	250-500
3	0-25	0-10	0-5	0-250

Las subclases para Ca, Mg, K y P se suman:

Si la suma es 0-4 la subclase (R3) es 1

Si la suma es 5-8 la subclase (R3) es 2

Si la suma es 9-12 la subclase (R3) es 3.

Cuadro 7.3 (continuación)

Para las clases finales de fertilidad química del suelo, las subclases R1, R2 y R3 se combinan, subentendido de que R1 tiene cinco subclases y R2 y R3 tienen tres subclases. En el cuadro que sigue figuran las clases finales.

Cuadro para las clases finales de fertilidad química del suelo

Clase final	Combinaciones de subclases R1, R2 y R3					
1	111	211				fertilidad química del suelo muy alta
	112	212				
2	113	213				fertilidad química del suelo alta
	121	221				
	122	"				
3	123	222	311	321		fertilidad química del suelo moderada
	131	223	312			
			313			
4	132		322	411	421	fertilidad química del suelo baja
	133	231	323	412	422	
			331	413	431	
			332			
5	232		333	423	511	fertilidad química del suelo muy baja
	233			432	512	
					522	
					532	
					513	
					523	
					533	

Fuente: adaptado de Nyandat y Muchena (1980).

Naturaleza y efectos

Esta calidad se refiere a la capacidad del suelo para retener los nutrientes añadidos, en comparación con las pérdidas causadas por lixiviación. Por consiguiente es particularmente importante para la evaluación de los insumos de fertilizantes necesarios.

Los nutrientes de las plantas son mantenidos en el suelo en lugares de cambio (cationes y aniones), que en su mayor parte son proporcionados por partículas de arcilla, materia orgánica o el complejo arcilla-humus. Las pérdidas varían según la intensidad de la lixiviación, de acuerdo al volumen de los excedentes de humedad junto con la tasa de movimiento de la humedad a través del suelo. La intensidad de la lixiviación puede reducirse en las capas inferiores. Indirectamente, la textura del suelo afecta la retención de los nutrientes de dos maneras, mediante sus efectos en los lugares de cambio y la permeabilidad.

Hay un número importante de características, principalmente del suelo mismo pero también del clima y del relieve del terreno correspondiente, que directa o indirectamente influyen en la retención de nutrientes. Estas características son:

Influencia sobre -o índice de lugares de cambio: (apéndice)	Capacidad de cambio de cationes Materia orgánica %
---	---

Indirectamente, textura

Influencia en -o índice de la intensidad de la lixiviación:	Saturación de base Permeabilidad del suelo + cambio (cationes y aniones), que en su mayor parte son proporcionados por partículas de arcilla, materia orgánica o el complejo arcilla-humus. Forma y posición de las pendientes considerando el efecto de acuerdo al volumen de agua
---	--

Indirectamente, textura

Aplicación a las evaluaciones

La mayoría de las evaluaciones para la agricultura en secano, aparte de las que se limitan a los sistemas de bajos insumos, tienen que tener en cuenta esta calidad.

Puede utilizarse cualquiera de las características siguientes para evaluar la retención de nutrientes:

- capacidad de cambio de cationes (CCC), meq/100 g suelo, media para horizontes inferiores;
- total de bases intercambiables (TBI), meq/100 g suelo, media para horizontes inferiores;
- modificador de condiciones "e" de la clasificación de la capacidad de fertilidad (CCF), presencia/ausencia (apéndice E); Forma y posición de las pendientes;
- clase de textura, horizontes inferiores.

La materia orgánica, que también contribuye de manera importante a la CCC de la capa superficial del suelo, es muy influida por el manejo. Por esta razón se prefiera utilizar como índice la CCC de los horizontes inferiores. La propia saturación de bases es afectada por la permeabilidad, el excedente de humedad y la posición de la pendiente, por lo cual es también un índice de la intensidad de la lixiviación. El producto de CCC y de la saturación de bases (expresado como una fracción), es el total de bases intercambiables (TBI). El uso de TBI tiene además la ventaja de que no es afectado por el método utilizado para determinar la CCC. Por consiguiente, TBI es un índice que combina las dos influencias principales sobre la retención de nutrientes.

- modificador de condiciones "e" de la clasificación de la capacidad de fertilidad (CCF), presencia/ausencia (apéndice E); Forma y posición de las pendientes;

En la clasificación de la capacidad de fertilidad (Buol y colaboradores, 1975), la cualidad de la retención de nutrientes se representa por el modificador de condiciones "e", baja capacidad de cambio de cationes:

$$e = (\text{baja CCC}): \begin{array}{ll} < 4 \text{ meq/100 g suelo por base} & + \text{Al} \\ < 7 \text{ meq/100 g suelo por cationes} & \text{a pH 7} \\ < 10 \text{ meq/100 g suelo por cationes} & + \text{Al} + \text{H a pH 8.2} \end{array}$$

La textura, gracias a su influencia sobre los lugares de cambio y la permeabilidad, constituye un índice satisfactorio de retención de nutrientes, siempre que no haya grandes diferencias en los tipos del mineral arcilloso.

Ejemplo

En el Cuadro 7.4 se da un ejemplo de niveles para las clases de situación de nutrientes, basado en tres características de la tierra, de un levantamiento realizado en Sierra Leona.

Cuadro 7.4

EJEMPLO DE CLASES DE SITUACION DE NUTRIENTES, SIERRA LEONA

Criterio diagnóstico	Clase de situación de nutrientes				
	0 Alta	1 Moderada	2 Baja	3 Muy baja	4 Extremadamente baja
CCC (meq %)	>20	12-20	6-12	3-6	< 3
Saturación de bases (%)	>50	< 50	< 50	< 50	< 25
Carbón orgánico de la capa superficial (%)	> 3	> 3	2-3	1-2	< 1

Fuente: Birchall y colaboradores (19/9)

CT7. CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

Naturaleza y efectos

Esa cualidad se expresa en forma más completa como "condiciones para el desarrollo de un sistema radicular efectivo". Es más amplio que el término empleado en el Esquema, "espacio para las raíces", que se refería fundamentalmente a la función que cumplen las raíces al mantener la planta en su lugar, y de esta manera se refería indirectamente a la profundidad del suelo. Sin embargo, las raíces no tienen solamente las funciones adicionales de extraer la humedad y los nutrientes, sino que, por otro lado, si el sistema radicular se ve limitado por lo general sufrirá el desarrollo de las partes de la planta por encima de la superficie del suelo.

Las condiciones de enraizamiento dependen de la profundidad efectiva del suelo y de la facilidad de la penetración de las raíces. La profundidad efectiva es la profundidad hasta un horizonte limitativo, por ejemplo, roca, gravas, capa dura o capa tóxica. La facilidad de penetración se ve favorecida por la textura arenosa, o en los suelos más pesados, por una estructura fina o media bien desarrollada. En cambio se ve desfavorecida por una estructura maciza o gruesa, junto con una consistencia muy firme, y por grandes cantidades de piedras o grava.

Aplicación a las evaluaciones

Esta cualidad se usa con bastante frecuencia, debido tanto a sus efectos universales como al hecho de que puede evaluarse utilizando datos estándar procedentes de descripciones de campo del suelo.

Evaluación

La profundidad del suelo disponible para el desarrollo de las raíces se representa por la característica única de profundidad efectiva del suelo (cm). En algunas evaluaciones esta característica puede ser suficiente.

La facilidad de penetración de las raíces depende de una combinación de características físicas del suelo. La densidad aparente proporciona una escala numérica continua, y permite vigilar los cambios, pero es poco probable que se disponga de un número suficiente de datos excepto en el caso de estudios intensivos. En el Cuadro 7.5 figura una escala de clases que combina características de textura, estructura y consistencia. También puede usarse el porcentaje de piedras y grava como un valor medio para el suelo por encima de un horizonte limitativo.

También puede incluirse la penetrabilidad (medida por un penetrómetro cónico) como un medio de controlar las interpretaciones de los factores. Las mediciones con estos penetrómetros deben hacerse cuando el suelo está húmedo.

La facilidad de penetración de las raíces se representa por la característica única de profundidad efectiva del suelo (cm). En algunas evaluaciones esta característica puede ser suficiente.

También puede incluirse la penetrabilidad (medida por un penetrómetro cónico) como un medio de controlar las interpretaciones de los factores. Las mediciones con estos penetrómetros deben hacerse cuando el suelo está húmedo.

La facilidad de penetración de las raíces se representa por la característica única de profundidad efectiva del suelo (cm). En algunas evaluaciones esta característica puede ser suficiente.

Cuadro 7.5

CLASES PARA EVALUAR LA PENETRACIÓN DE LAS RAÍCES (PERFIL COMPLETO) O LA CAPACIDAD DE LABOREO (CAPA SUPERFICIAL DEL SUELO)

	Clase para (penetración radicular (perfil entero) (capacidad de laboreo (capa superficial del suelo))					
	1 Fácil	2 Moderada	3 Difícil		4 Muy difícil	
Consistencia en húmedo 1/	Friable, muy friable, suelto	Firme	Muy firme	Muy firme	Extremadamente firme	Extremadamente firme
Estructura	Cualquiera	Cualquiera	En bloque, moderada o fuertemente media o fina; cualquier clase de estructura granular o gruesa	En bloque: gruesa o muy gruesa; cualquier clase de estructura prismática, columnar o laminar; clase débil de cualquier tipo; masiva	Cualquier otra distinta de las enumeradas para grave	En bloque: grueso o muy grueso, prismática o columnar; masiva
Otras características de consistencia				El perfil en su conjunto difícil de excavar cuando el suelo está seco		Plástico, muy rígido y muy pegajoso en húmedo; muy duro en seco
Texturas más habituales	Todos los arenosos y los arenosos frances; algunas arcillas arenosas y arcillas con predominancia de caolinita y sesquioxidos	Escala de franco arenoso a arcilla	Sobre todo arcillas y arcillas arenosas, algunos francesos arcillosos arenosos		Arcillas, por lo general arcillas pesadas	

1/ Pueden emplearse las clases equivalentes de consistencia cuando se trata de suelo seco (duro, etc.).

La evaluación puede por lo tanto basarse en:

- el grado de limitación de la penetración de la raíz;
- el porcentaje de piedras y grava;
- la densidad aparente;
- la penetrabilidad

CT8. CONDICIONES QUE AFECTAN LA GERMINACION O EL ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA

Naturaleza y efectos

La germinación y el establecimiento de la planta son períodos críticos en el ciclo de desarrollo de un cultivo. Pueden haber ciertas condiciones de la tierra que afectan particularmente a esta etapa y que no están debidamente expresadas por las cualidades que se toman en cuenta referente al ciclo del crecimiento en su conjunto. Estas condiciones pueden incluir el tipo de semillero que es posible producir, la presencia de toxicidades a las que son sensibles sólo los plántones. La garantía de lluvias inmediatamente después de la primera caída que inicia la germinación, o los efectos perjudiciales de la escorrentía y la erosión del suelo.

El tipo de semillero depende sobre todo de la susceptibilidad a la mayor o menor facilidad con que se cierra la superficie del suelo y al contenido de grava o piedras. Los suelos que se cierran fácilmente después del cultivo de la tierra tienen dos efectos perjudiciales importantes sobre el establecimiento de los plántones, es decir, el obstáculo mecánico a su emergencia debido a la formación de una costra y la menor disponibilidad de humedad como consecuencia de una disminución en la infiltración del agua y un aumento de la escorrentía de superficie.

Naturaleza y efectos

En Angonia, Mozambique, se observó que la erosión del suelo tenía los siguientes efectos perjudiciales sobre los plántones del maíz (Radcliffe y Rochette, 1982):

- eliminación física de las semillas y de las plantas jóvenes; causada por las corrientes de agua que arrancan la capa superficial del suelo en su conjunto.
- eliminación física de la capa superficial del suelo; al producir, la presencia de toxicidades a las que son sensibles sólo los plántones. La garantía de lluvia reducción de fertilidad, al eliminarse la capa superficial y los granulosos de fertilización en la escorrentía y la erosión del suelo.
- reducción en la profundidad efectiva del suelo; calidad que impide el desarrollo de las raíces de las plantas.
- degradación de la estructura de la superficie y una mayor frecuencia del cierre del suelo, lo que se traduce en una resistencia a la emergencia del plánton y, a una menor infiltración y almacenamiento de la humedad del suelo.

En los tipos de utilización de la tierra que exigen el empleo de plántones de viveros, las condiciones relacionadas directamente con viveros adecuados se incluyen en esta actualidad.

En el caso de los cultivos perennes, esta calidad puede hacerse extensiva a la duración del período durante el cual la planta joven es bastante más sensible que la planta madura.

Aplicación a las evaluaciones que son sensibles sólo los plántones. La garantía de la reducción de la fertilidad, al eliminarse la capa superficial y los granulosos. En algunos casos, es probable que se omita esta calidad, en parte porque las condiciones de laboreo de la tierra abarcan parcialmente las condiciones relativas a la capa de siembra. Sin embargo, es importante en las zonas donde el cierre de la superficie constituye un problema, como sucede a menudo en la sabana semiárida cerca del límite climático del cultivo en secano (véase ejemplo más adelante).

Evaluación

Los métodos sugeridos son:

- 1) evaluación basada en el cierre de la superficie y el contenido de grava;
- 2) evaluación basada en la erosión observada.

El cierre de la superficie es difícil de evaluar. Es necesario hacer observaciones directas del desarrollo efectivo de los plántones en el campo y relacionarlas con las clases cualitativas.

La reducción de la fertilidad, al eliminar la capa superficial y los granulosos. En el caso de los cultivos perennes, que se evalúa esta calidad, en parte porque las condiciones de laboreo de la tierra abarcan parcialmente las condiciones relativas a la capa de siembra. Sin embargo, es importante en las zonas donde el cierre de la superficie constituye un problema, como sucede a menudo en la sabana semiárida cerca del límite climático del cultivo en secano (véase ejemplo más adelante).

La erosión se evalúa directamente mediante observación sobre el terreno.

Ejemplo

En el Cuadro 7.6 se indican las clases utilizadas como una base para determinar las condiciones para el establecimiento de los plantones (= germinación y establecimiento) en el Sudán.

Cuadro 7.6

EJEMPLO DE CLASES PARA LA EVALUACION DE LAS CONDICIONES
PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTONES, SUDAN

Factor diagnóstico	Clases de condiciones para el establecimiento de plantones			
	1 Buena	2 Moderada	3 Deficiente	4 Muy deficiente
Estructura y consistencia del suelo 0-15 cm	En bloques subangulares moderadamente finos de grano simple, grumoso fino (o granular fino), suelto o muy friable húmedo	En bloques subangulares moderadamente media nos migajosa gruesa (granular); de friable a ligeramente firme húmedo	Bloques subangulares gruesos, en bloques subángulares finos y medianos, laminar o masivo prismático débil; ligeramente duro, seco, firme a muy firme húmedo	En bloques angulares muy gruesos, masivos, laminares o fuertemente prismáticos; muy duros a extremadamente duros secos, extremadamente firmes húmedos
Susceptibilidad al cierre de la superficie 1/	Ninguna	Ligera	Moderada	Fuerte
Grava gruesa, % de superficie cubierta	3	3-15	15-40	40

- 1/ La susceptibilidad al cierre de la superficie está relacionada con la distribución del tamaño de las partículas, la densidad aparente y el volumen poroso, contenido de materia orgánica y tasa de infiltración.

Fuente: adaptado de van der Kevie (1976).

CT9. HUMEDAD DEL AIRE EN CUANTO AFECTA AL CRECIMIENTO

Naturaleza y efectos

El crecimiento o el desarrollo de ciertos cultivos se ve perjudicado por una baja humedad del aire. Los efectos de la humedad elevada sobre las enfermedades de las plantas se evalúan en el rubro CT16, plagas y enfermedades.

Aplicación a las evaluaciones

Por lo general se omitirá esta cualidad ya que los efectos no siempre se conocen con precisión y las zonas que tienen un grado de humedad muy bajo se utilizan normalmente para cultivos que toleran esta condición. Puede ser un factor importante en las evaluaciones especiales de determinados cultivos.

Evaluación

Esta cualidad se evalúa adecuadamente mediante una sola característica de la tierra, la humedad relativa media mensual (porcentaje) del mes menos húmedo durante la temporada de crecimiento.

Naturaleza y efectos

Tanto los cultivos anuales como los perennes de fructificación estacional (por ejemplo, el café) necesitan un período, a veces después de que el crecimiento ha terminado, para la maduración de la semilla, la fruta o cualquier otra parte de la planta que se utiliza. Este período tiene que ser seco, cálido y soleado. En cambio, algunos cultivos tales como la caña de azúcar responden favorablemente a un período más frío durante la maduración al acumular mayores porcentajes de sucrosa. La aptitud de la tierra para los cultivos frutales sufre una considerable influencia de las condiciones de maduración; un caso especial es la necesidad de la luz solar para elevar el contenido de azúcar de las uvas cultivadas para la fabricación de vino. En las latitudes subtropicales y templadas, la inclinación del terreno puede afectar considerablemente al calor y la luz del sol y de esta manera a las condiciones de maduración.

- 25 -

Aplicación a las evaluacionesCONDICIONES PARA LA MADURACION

En los climas tropicales con una temporada seca puede darse por adquirida la existencia de condiciones adecuadas una vez terminado el período de crecimiento, y en la evaluación puede, por consiguiente, omitirse esta cualidad. En los climas tropicales muy húmedos, la ausencia de un período seco para la maduración puede ser un obstáculo. En la zona templada, especialmente en los climas nubosos o marítimos, la falta de una insolación suficiente para la maduración es a menudo un factor limitativo. Por ejemplo, en el Reino Unido puede cultivarse el maíz para cortarlo verde y utilizarlo como forraje, pero sólo madurará y llegará a dar granos en algunas regiones y ciertos años. Mismo durante la maduración al acumular mayores porcentajes de sucrosa. La pendiente es una característica de las tierras que en las latitudes extratropicales, tiene efectos múltiples en la radiación, en la temperatura de la tierra y del suelo, en la humedad del suelo y en las condiciones para la maduración. Sus efectos sobre la maduración, debido a la radiación y a la temperatura, pueden ser considerables; fíjese: necesario tomarlos en cuenta en las evaluaciones detalladas realizadas en latitudes subtropicales y templadas, con zonas montañosas, especialmente en lo que respecta a las necesidades de maduración de los cultivos frutales.

Evaluación

En los climas tropicales con una temporada seca puede darse por adquirida la existencia de condiciones adecuadas para la maduración. Las condiciones para la maduración difieren de un cultivo a otro. Puede ser necesario tomar en cuenta tanto la duración del período y la aptitud de las condiciones durante ese período. Se sugiere la siguiente base para la evaluación, pero los pormenores se dejan abiertos con la posibilidad de tratar con mayor detalle cultivos y regiones específicos.

Las condiciones para la maduración se evalúan sobre la base de la existencia de un período de duración adecuado, específico para el cultivo deseado, tal que sea apropiado, produzca una época conveniente del año, y durante la cual se satisfagan algunas, o en todas las condiciones siguientes:

- 1) sequedad (sin precipitación pluvial o prácticamente sin precipitación);
- 2) horas de insolación superiores a un valor especificado;
- 3) temperaturas superiores o inferiores a un valor especificado.

Por ejemplo, con una temporada seca puede darse por adquirida la existencia de condiciones adecuadas como la existencia de un período mínimo de 20 días con menos de 25 mm de lluvia, un promedio de por lo menos 6 horas de sol junto con una temperatura superior a 20°C.

La influencia de la pendiente sobre las condiciones de la maduración es un buen ejemplo de la forma en que es posible evaluar la calidad de una tierra mediante un método indirecto pero rápido o mediante un método más directo pero que exige mucho más tiempo. El método rápido consiste en adoptar un valor límite del pendiente, y por lo tanto definir una pendiente específica para el cultivo deseado, tal que sea apropiado, produzca una época conveniente del año, y durante la cual se satisfagan algunas, o en todas las condiciones siguientes:

ejemplo 12°, y para todas las pendientes superiores a este ángulo aumentar el grado de aptitud para la maduración de las tierras expuestas, por ejemplo, al sudoeste a sur, y disminuir el grado de aptitud de las expuestas al noroeste a este (ejemplo del hemisferio norte). Como una forma intermedia, los efectos de la exposición y de la forma de la pendiente sobre la radiación solar directa pueden calcularse mediante datos astronómicos (trayectoria del sol). La forma directa, que puede justificarse en el caso de evaluaciones detalladas para cultivos especializados, consiste en hacer mediciones de la radiación y la temperatura en algunas pendientes con exposición y forma diferentes; obtener correlaciones; extrapolar la zona estudiada en mapas de curvas de nivel, y evaluar la importancia de esas variaciones en las condiciones para la maduración tomando en cuenta la experiencia agrícola local.

CT11. RIESGO DE INUNDACION

Naturaleza y efectos

El riesgo de inundación se refiere al daño causado por las aguas de superficie, a diferencia del anegamiento dentro del suelo considerado en el rubro referente al oxígeno disponible. El daño por inundación puede ser causado de dos maneras: por agua estancada y por agua en movimiento.

Los períodos con agua estancada (inundación) causan daños a los cultivos al privarlos de oxígeno, en la misma forma que los fuertes impedimentos de drenaje. El agua en movimiento puede tumbar o arrancar un cultivo, o cubrirlo de limo. La inundación por agua de mar causa otros daños debido a la acción de la sal.

Los daños afectan no solamente al cultivo, sino que pueden referirse también al daño causado al suelo y a la infraestructura relacionada con el uso de la tierra, por ejemplo, surcos de los arrozales, senderos, viviendas temporales. La probabilidad de daño por inundación es mayor en las llanuras fluviales bajas, las planicies aluviales y costeras, regiones con grandes variaciones estacionales de precipitación y susceptibles a la caída de fuertes lluvias durante unas pocas horas o días, y en las áreas donde los ríos desembocan de las cuencas montañosas para entrar en llanuras. Esto significa que las modalidades particulares de la incidencia de este riesgo dependen de la fisiografía frente a las características hidrológicas y también, indirectamente, al clima.

Aplicación a las evaluaciones

En algunos casos no se toma en cuenta el riesgo de inundación considerando que las zonas afectadas coinciden más o menos con áreas que tienen un drenaje deficiente a muy deficiente. Existe también el problema de que a menudo no es posible obtener datos cuantitativos. Sin embargo, el drenaje deficiente y la inundación no son necesariamente coincidentes, lo que hace necesario por lo menos considerar el riesgo de inundación.

Evaluación

Pueden usarse uno o ambos de dos criterios: período de inundación y frecuencia de la inundación.

El período de inundación es el número promedio de días al año en que el suelo está cubierto de agua. La información puede obtenerse por registros o mediante cálculos estimados.

La frecuencia de las inundaciones es el grado de probabilidad de que durante el año se produzcan inundaciones que causen daños. Una inundación perjudicial es la que destruye o causa graves pérdidas al cultivo, a la tierra o la infraestructura. Siempre que sea necesario, una inundación perjudicial puede definirse cuantitativamente en términos del período de inundaciones y/o de la velocidad de la corriente o el caudal de las avenidas. La siguiente escala puede aplicarse cuantitativamente cuando se dispone de datos, pero por lo general constituirá la base para una estimación subjetiva:

Frecuencia de las inundaciones perjudiciales:

Muy rara vez o nunca	Menos de un año en 20 años o nunca
Rara vez	Menos de un año cada cinco años
Poco frecuente	Entre un año en cinco y una vez por año
Frecuente	Más de una y cinco veces por año
Muy frecuente	Más de cinco veces por año

Más particularmente en áreas donde se cultiva arroz, puede ser necesario hacer una distinción entre inundaciones con corriente débil, que pueden ser beneficiosas, e inundaciones con corriente fuerte, que pueden dañar las estructuras del campo. En el Cuadro 7.7 figura un ejemplo del grado de limitación para la clasificación de inundaciones de estos tipos en el Sudán.

Cuadro 7.7 EJEMPLO DE CLASES PARA LA EVALUACION DE RIESGOS DE INUNDACION, SUDAN

Clase	Frecuencia de las inundaciones	
	Menos de un año en 20 años o nunca	Menos de un año cada cinco años
	Inundación con corriente fuerte durante la temporada de crecimiento	Inundación con corriente débil
1 Muy frecuente	Una vez cada 10 años o más de cinco veces por año	Ninguna - 2 días
2 frecuente	Una vez cada 6-10 años	2 días - 3 semanas
3	Una vez cada 3-5 años	3-20 semanas
4	Cada 1-2 años	20 semanas

CT12. RIESGOS CLIMATICOS

Subdivisiones:	Probabilidad de las inundaciones
HELADA	

TORMENTA

Naturaleza y efectos

El riesgo de helada se refiere a la posibilidad de que el cultivo sufra daños como consecuencia de una helada. Algunos cultivos son dañados por períodos incluso de unas pocas horas en que la temperatura es inferior a 0°C , mientras que otros no sufren daños a menos que los períodos sean más largos y/o la temperatura sea más baja, por ejemplo, -3°C . El daño puede afectar a las flores o frutos, o en el caso de los cultivos fisiológicamente incapaces de resistir a la helada, a muchos cultivos tropicales; puede afectar las partes vegetativas y causar la muerte de la planta. Debido a los movimientos cataclíticos del aire, el fondo de los valles es frecuentemente más afectado que las laderas que los rodean ("bolsas de heladas").

El riesgo de tormenta es la probabilidad de que un cultivo sufra daños por acción de vientos fuertes, lluvias de gran intensidad, granizo, o una combinación de estos factores. La exposición, según esté determinada por el relieve, puede ser un elemento importante en las variaciones locales de la intensidad del riesgo de tormenta. Entre los daños a los cultivos arbóreos pueden citarse el desenraizamiento del árbol, la rotura del tronco, la pérdida de flores o frutos o el daño a las hojas (por ejemplo, los bananos). Los cultivos de cereales pueden ser tumbados ("encamados").

El riesgo de helada es similar a las inundaciones en que el cultivo sufre daños como consecuencia de una helada. Algunos cultivos son dañados por períodos incluso de unas pocas horas en que la temperatura es inferior a 0°C , mientras que otros no sufren daños a menos que la temperatura sea más baja. En el caso de los

Aplicación a las evaluaciones

En muchas evaluaciones no se tendrán en cuenta estos dos factores; en el caso de la helada porque los valores críticos no llegan a producirse, como sucede en las tierras tropicales bajas, y en el caso de las tormentas porque las variaciones espaciales de intensidad dentro de la zona estudiada son pequeñas, o porque no se dispone de datos. El riesgo de helada será con frecuencia importante para los cultivos frutales de la zona templada, incluida la vid. El tomate y las fresas son muy sensibles a la helada. La helada también puede tomarse en cuenta en las grandes alturas de las zonas tropicales: por ejemplo, la helada es un importante factor limitativo en Etiopía. El riesgo de tormenta es aplicable en especial a las zonas susceptibles a la acción de huracanes, las plantaciones de bananos sufren de manera muy especial. La acción del viento en las plantaciones arbóreas es también importante en algunas regiones.

Evaluación

Las condiciones necesarias para causar daños importantes varían mucho de un cultivo a otro, por lo cual no es posible ofrecer criterios detallados. La evaluación puede basarse en el siguiente procedimiento general.

Riesgo de helada

1. Definir la helada perjudicial, en términos de temperatura, duración y período del año en que se produce el daño; por ejemplo, "temperaturas del aire de menos de -3°C durante más de seis horas durante el período de fructificación (8 de septiembre - 15 de octubre)" o "helada del suelo en cualquier momento durante la temporada de crecimiento (mayo - septiembre)".
2. Mediante los registros climáticos, obtener el porcentaje de frecuencia de heladas perjudiciales durante el período crítico.
3. A partir de la experiencia local, o gracias a registros microclimáticos, si se dispone de ellos, modificar esta frecuencia para tener en cuenta los efectos de la conformación del terreno: (a) asignando una mayor frecuencia al fondo de los valles, o (b) presuponiendo un aumento progresivo de la frecuencia con los cambios importantes de altura. Cuando se dispone de datos suficientes, el riesgo de helada puede ser expresado cuantitativamente, como una probabilidad porcentual de la presencia de una helada perjudicial en un año; en otros casos, se le puede expresar cualitativamente, como nulo, ligero, moderado, grave o muy grave.

Riesgo de tormenta

En principio deben darse los mismos tres pasos que en el caso de la helada: definir una "tormenta destructiva" en función de la velocidad del viento, intensidad de la lluvia u otros medios, obtener la frecuencia de las tormentas destructivas a partir de registros, y hacer las modificaciones necesarias para tener en cuenta la exposición. En la práctica, la evaluación será a menudo cualitativa y probablemente estará relacionada sobre todo con la exposición, por ejemplo, lugares considerados como protegidos, normales o expuestos.

CT13 EXCESO DE SALES.

Subdivisiones: SALINIDAD

SODICIDAD

Naturaleza y efectos

Este rubro se refiere a los dos riesgos que pueden presentarse debido a la acumulación de sales: salinidad o exceso de sales libres, y sodicidad, o saturación del complejo de cambio con iones de sodio (también llamada alcalinidad sódica). La salinidad afecta a los cultivos al inhibir la absorción de agua por ósmosis. Los niveles moderados de salinidad retardan el crecimiento y reducen los rendimientos, pero los niveles altos matan a los cultivos y pueden volver áridas ciertas áreas.

La sodicidad tiene dos efectos distintos en los cultivos: primero, por la toxicidad directa del ion de sodio, y segundo, por la formación de una estructura masiva o columnar gruesa del suelo, lo que disminuye su permeabilidad. Este segundo efecto es mucho más grave si un elevado porcentaje de sodio intercambiable se combina con un bajo nivel de sales solubles. La salinidad y la sodicidad son comunes en las zonas semiáridas, en especial en las depresiones donde el agua que penetra y que contiene sal disuelta se elimina por evaporización. El material madre es a veces muy importante para determinar los niveles de sodio intercambiable, y los depósitos marinos son particularmente predispuestos a valores altos (por ejemplo, la "llanura marina" del sur de Somalia). También son vulnerables los lugares sujetos a las inundaciones de aguas de estuarios o salobres en cualquier medio climático.

Aplicación a las evaluaciones

Aunque por lo general menos importante para la agricultura en secano que para la agricultura de regadío, en algunos casos es preciso evaluar el exceso de sales para los cultivos en secano en las situaciones antes citadas. Los niveles elevados de sal o sodio pueden tener efectos perjudiciales importantes sobre el rendimiento de los cultivos en los bajíos donde la precipitación anual llega hasta 500 mm, y en las zonas que son objetos de inundaciones de aguas salobres, cualquiera que sea la precipitación anual del suelo, lo que disminuye su permeabilidad. Este segundo efecto es mucho más grave si un elevado porcentaje de sodio intercambiable se combina con Evaluación de sales solubles. La salinidad y la sodicidad son comunes en las zonas semiáridas, en especial en las depresiones con el agua que penetra y que Gracias a los trabajos realizados por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos y otras organizaciones, los efectos del exceso de sal en los cultivos se conocen cuantitativamente, en función de la disminución del rendimiento, en grado más preciso que en el caso de cualquier otra calidad de la tierra. Se apéndice D se reproducen estos datos para una variedad de cultivos. La salinidad y la sodicidad pueden evaluarse utilizando uno o más de los parámetros siguientes, mediados a partir de muestras de las correspondientes profundidades del enraizamiento de los cultivos:

Salinidad: Conductividad eléctrica del extracto de saturación (antes mmho/cm, para en unidades SI, mS/cm) y en el suelo seco, en suelos elevados de Total de sales solubles (ppm). Presencia del modificador de condición "s" de la CCF (apéndice E). Se apéndice D se reproducen estos datos para una variedad de cultivos. La salinidad y la sodicidad pueden evaluarse utilizando uno o más de los parámetros siguientes, mediados a partir de muestras de las correspondientes profundidades del enraizamiento de los cultivos:

Especial atención debe darse a toda tierra con un elevado contenido de sodio y una baja salinidad, ya que esta condición es particularmente desfavorable para el enraizamiento y la capacidad de laboreo del suelo. Se apéndice D se reproducen estos datos para una variedad de cultivos. Se apéndice A aunque se dispone de más información sobre los efectos específicos de la salinidad que para cualquier otra calidad de la tierra, no se trata aquí con mucha detenimiento ya que es importante sobre todo en las zonas de agricultura de regadío. Cuando se la encuentre en la agricultura en secano, es posible referirse a FAO (1979c), y a las proyectadas Directivas para la evaluación de tierras para la agricultura en regadío.

En las zonas con una alta proporción de sales solubles, como las zonas de regadío, se dispone de más información sobre los efectos específicos de la salinidad que para cualquier otra calidad de la tierra. No se tratará aquí con mucha detenimiento ya que de diferentes factores influyen en la conductividad de los suelos, incluyendo la salinidad, la humedad, la temperatura y la actividad microbiana. Se apéndice E se reproducen estos datos para una variedad de cultivos. La salinidad y la sodicidad pueden evaluarse utilizando uno o más de los parámetros siguientes, mediados a partir de muestras de las correspondientes profundidades del enraizamiento de los cultivos:

CT14. TOXICIDADES DEL SUELO

Subdivisiones: ALUMINIO

CARBONATO DE CALCIO Y YESO

MANGANESO

SULFATO ACIDO

OTROS

Naturaleza y efectos

En el rubro de las toxicidades se agrupan condiciones sumamente diferentes, sólo una de las cuales probablemente afectará a los cultivos en una determinada región.

La toxicidad por aluminio se refiere a los efectos perjudiciales de una concentración de iones de Al^{3+} en el complejo de intercambio. El aluminio entra primero en el complejo de intercambio por debajo de un pH de aproximadamente 5,5, que se eleva a una saturación aproximada del 20 por ciento Al alrededor de pH 5,0 y de 50 por ciento o más por debajo de pH 4,0. Lo que en términos muy generales suele considerarse como efectos perjudiciales de una fuerte acidez, son en parte los que se derivan de una toxicidad de Al.

Siendo el carbonato de calcio y el yeso (sulfato de calcio) solubles sólo en forma lenta, no afectan a las plantas en los mismos niveles porcentuales en que las sales solubles llegan a ser perjudiciales, sino que pueden tener efectos adversos cuando están presentes en concentraciones elevadas, incluso en forma de horizontes calcáreos o de yeso. Esto se producirá con más frecuencia en regiones semiáridas. También sufren los cultivos calcífugos. Las calizas en calidad de roca madre que sirven de base al suelo, incluso a poca profundidad, como en el caso de las rendinas, normalmente no tienen efectos dañinos.

El manganeso es soluble en condiciones de reducción y en valores pH inferiores a 5,5. Aunque se trata de un nutriente de la planta, puede llegar a ser tóxico en concentraciones en la solución del suelo superiores a 4 ppm. La toxicidad es más probable en los suelos ácidos con drenaje impedido.

Pueden presentarse otras toxicidades por oligoelementos, en especial el hierro en los arrozales, y el cobre, el plomo, etc., en los lugares afectados por desechos industriales.

Pueden existir condiciones de sulfato ácido cuando se modifican y drenan zonas de estuarios y tierras aluviales marinas, tales como los manglares. Por una serie de reacciones, los iones de hidrógeno son liberados y el pH cae a un nivel inferior a 3,5. Esta condición es difícil de eliminar. Existen criterios prácticos y ensayos analíticos para diagnosticar los posibles horizontes con sulfato ácido antes de la bonificación.

Aplicación a las evaluaciones

La toxicidad por aluminio se produce con frecuencia en los acrisoles y ferralsoles de los trópicos húmedos; sin embargo, se le confunde con los efectos adversos de un pH bajo sobre la disponibilidad de nutrientes. Otros tipos de toxicidad podrían presentarse en circunstancias limitadas. En todas las evaluaciones debe estudiarse la posibilidad de que existan toxicidades de cualquier clase.

Evaluación

Cualquier clase de toxicidad existente se evalúa primero por separado, y luego en forma combinada partiendo del principio que es la peor que es limitativa.

Aluminio - Se le mide más directamente por el porcentaje de saturación Al³⁺, pero a menudo no se dispone de datos al respecto. La reacción puede utilizarse como un diagnóstico para la saturación de Al. El modificador "a" de la clasificación de capacidad de fertilidad (Al tóxico), es definido en función del aumento de la saturación de Al o en términos de pH inferior a 5,0 (apéndice E).

Carbonato de calcio y yeso - Según los datos de que se disponga, puede utilizarse alguno de los siguientes criterios:

- profundidad del horizonte de calcreta ($> 40\% \text{CaCO}_3$);
- profundidad del horizonte de yeso ($> 40\% \text{CaSO}_4$);
- porcentaje máximo de CaCO_3 en la profundidad de enraizamiento;
- porcentaje máximo de CaSO_4 en la profundidad de enraizamiento.

Sulfato ácido - En caso de encontrar condiciones de este tipo, se les puede evaluar por la existencia de valores pH inferiores a 3,5 y la presencia de manchas amarillentas pálidas (horizonte arcilloso cataclástico). Esta condición es representada por el modificador "c" de condición de la CCF, arcilla cataclástica.

La evaluación del riesgo del desarrollo de condiciones de sulfato ácido en suelos que todavía no han sido drenados es un tema especializado; entre los criterios pueden citarse el contenido de materia orgánica del sedimento, las características de color y olor, y el contenido de azufre (Dent, 1980). Los suelos con un contenido total de azufre de más de 0,4 pueden con frecuencia desarrollar condiciones de sulfato ácido. Entre los indicadores útiles cabe indicar la presencia de sulfuro de hidrógeno (detectable por el olor) o el pH de la pasta de suelo después de la oxidación por peróxido de hidrógeno; un valor del pH menor de 3,5 indica que existen posibilidades de crearse condiciones de sulfato ácido ($> 40\% \text{CaSO}_4$);

- profundidad del horizonte de yeso ($> 40\% \text{CaSO}_4$);
- porcentaje máximo de CaCO_3 en la profundidad de enraizamiento;

CT15. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Naturaleza y efectos - Esta cualidad se describe en forma más completa como "plagas y enfermedades relacionadas con la tierra". La incidencia general de plagas y enfermedades, como la que puede estar relacionada con un determinado cultivo cualquiera que sea el lugar en que se produzca, forma parte del aspecto físico de la evaluación. Esto afecta a las estimaciones de los rendimientos insumos. Sin embargo, algunas plagas y enfermedades muestran distintos efectos según las condiciones de la tierra, por consiguiente, constituyen un factor en la diferenciación física de la aptitud de las tierras. Los principales aspectos que deben considerarse son:

- plagas de insectos ($> 10\% \text{CaCO}_3$);
- enfermedades virales y de hongos ($> 10\% \text{CaCO}_3$);
- gusanos y predadores
- insectos vectores de enfermedades virales ($> 10\% \text{CaCO}_3$);

CT15. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Muchos factores relacionados con la tierra pueden influir en la frecuencia relativa de las plagas y enfermedades; los más comunes son el clima y el suelo. Entre los factores climáticos, la humedad elevada es la que probablemente dará como resultado una mayor incidencia o efectos de las enfermedades de las plantas. Las plagas del suelo pueden verse influidas por la textura; por ejemplo, el daño causado por nemátodos a la caña de azúcar es más grave en los suelos arenosos. La propia distribución biológica constituye una característica de la tierra, incluso si no está relacionada con el clima, el suelo y otros factores. Por ejemplo, puede considerarse que una determinada zona no es adecuada para el cultivo de la papa debido a la presencia endémica del escarabajo de la papa, mientras que otra zona con las mismas condiciones ambientales podría ser adecuada.

Aplicación a las evaluaciones

Esta cualidad no se emplea mucho como un medio para diferenciar las zonas, debido en parte a la dificultad para obtener datos medibles. Sin duda alguna es necesario tomarla en cuenta en la evaluación del rendimiento de los cultivos. El algodón suele

CT15. PLAGAS Y ENFERMEDADES

mostrar variaciones en la frecuencia relativa de las enfermedades en función de la textura del suelo. Sin embargo, el efecto de la textura del suelo como resultado de la evaluación del rendimiento de los cultivos es difícil de establecer.

estar expuesto a este riesgo, y la evaluación del rendimiento exige que se especifiquen los insumos de productos químicos u otras medidas de control, como parte del tipo de utilización de la tierra. Es quizás necesario considerar esta cualidad cuando algunos sectores de la zona estudiada están sujetos a humedades elevadas.

Evaluación

Será difícil obtener datos, salvo los de carácter muy general, sobre la frecuencia relativa de las plagas y enfermedades. La evaluación puede basarse en la experiencia local, clasificando la incidencia de determinadas plagas o enfermedades como elevada, media o baja. En cambio, cuando existe un factor identificable de la tierra cuya vinculación con la incidencia se conoce, por ejemplo la humedad relativa, la textura del suelo, la proximidad a zonas de cría, la evaluación puede basarse en esos factores.

CT16. CAPACIDAD DE MANIOBRA DEL SUELO

Naturaleza y efectos

La capacidad de laboreo del suelo es la facilidad con que el suelo puede ser cultivado o trabajado. Puede referirse al laboreo mediante métodos mecanizados, implementos de tracción animal o instrumentos manuales. Las limitaciones relacionadas concretamente con la mecanización se estudian en CT17.

La capacidad de laboreo de un suelo depende de cierto número de características interrelacionadas con el suelo, tales como la textura, contenido de materia orgánica, estructura, consistencia (en especial los límites de plasticidad), y la presencia de grava o piedras en la capa superficial.

Por lo general los suelos arenosos son más fáciles de trabajar que los suelos arcillosos, y los suelos bien estructurados son más fáciles que los suelos de estructura masiva. El contenido de humedad desempeña también una función importante. Algunos suelos son fáciles de trabajar prácticamente con cualquier contenido de humedad, mientras que otros tienen una gama muy limitada de humedad dentro de la cual es posible trabajarlos.

Aplicación a las evaluaciones

La capacidad de laboreo puede aplicarse en forma muy extensa a las evaluaciones, en especial a aquellas en que se toma en cuenta el cultivo mecanizado, la tracción animal o el cultivo manual. En este último caso, puede ser el factor más importante que afecte el uso de la tierra para ciertas zonas.

Evaluación

La capacidad de laboreo se evalúa de conformidad con las relaciones textura/estructura/consistencia del suelo superficial. Puede aplicarse la misma escala de clases que las relativas a la penetración de la raíz (cuadro 7.5), con la excepción de que sólo se considera la capa superficial del suelo. Las clases pueden bajarse de categoría si la capa de piedras, etc., es excesiva (más del 10 por ciento de la superficie de la tierra).

CT17. POSIBILIDADES DE MECANIZACION

Naturaleza y efectos

Esta cualidad se refiere a las condiciones de la tierra que afectan concretamente las actividades agrícolas mecanizadas. Se diferencia de la capacidad de laboreo, en que se refiere a la facilidad del cultivo con cualquier tipo de instrumentos. Las condiciones de la tierra que constituyen limitaciones a la mecanización son la pendiente, los obstáculos rocosos, la pedregosidad o la poca profundidad del suelo, y la presencia de arcillas pesadas.

Si bien cada cultivo tiene necesidades concretas en materia de mecanización, la mayor parte de los cultivos anuales tienen en común la necesidad de laboreo, y pueden ser evaluadas sobre una base similar.

Aplicación a las evaluaciones

Por ser aplicable a una variedad de cultivos y basarse en características fáciles de observar, esta cualidad se suele emplear con mucha frecuencia. Por lo general se aplicará a la aptitud de las tierras para la agricultura mecanizada en general, más que a determinados cultivos. En el *Esquema* (págs. 45-47) se estudia un ejemplo a este respecto.

Evaluación

La limitación de la mecanización puede ser resultado de cierto número de diferentes características de la tierra, que no están necesariamente relacionadas entre sí. A continuación figura un cuadro (cuadro 7.8) indicando las características de mayor limitación.

En este cuadro las limitaciones incluidas son las del grado de la pendiente, los obstáculos rocosos (afloramientos rocosos y piedras), la pedregosidad y la presencia de arcilla pesada. Se ha excluido la poca profundidad del suelo por el hecho de que lo importante no es la profundidad media sino la presencia de rocas a una profundidad menor que la del arado; no es fácil obtener información de este tipo; y en todo caso es posible que esta limitación sea proporcional al porcentaje de los obstáculos rocosos. Los suelos de muy poca profundidad habrán sido clasificados como inaptos para la labranza sobre la base de las condiciones del enraizamiento en general, más que a través de su inclinación. En el *Esquema* (págs. 45-47) se estudia un ejemplo

Cuadro 7.8 CLASES PARA LA EVALUACION DE LAS POSIBILIDADES DE MECANIZACION Y LAS CONDICIONES PARA LA PREPARACION DE LA TIERRA

Subdivisiones

La limitación de la mecanización puede ser resultado de cierto número de diferentes características de la tierra, que no están necesariamente relacionadas entre sí. A continuación figura un cuadro (cuadro 7.8) indicando las 4 características de mayor limitación.					
Valor de la pendiente (grados)	5	10	18	35	cualquiera
(porcentaje)	9	18	32	70	cualquiera, los
Obstáculos rocosos (afloramientos rocosos y piedras) %	1	4	10	25	cualquiera, profundi-
Piedras, suelo superficial %	15	35	40	55	cualquiera, obstrucción
Suelo de arcilla pesada a la base de las condiciones del enraizamiento, no seco, plástica	ausente	ausente	ausente	ausente	presente

Los valores dados son los máximos permitidos en la clase.

CT18. CONDICIONES PARA LA PREPARACION Y LIMPIEZA DE LA TIERRA

Subdivisiones: PREPARACION DE LA TIERRA

LIMPIEZA DE LA VEGETACION

Naturaleza y efectos

La preparación de la tierra se refiere a la necesidad de nivelar, aplanar, formar terrazas o eliminar los impedimentos rocosos (piedras y afloramientos rocosos). La distinción entre esta calidad y las que se refieren a la capacidad de laboreo y a las posibilidades de mecanización es que la preparación de la tierra se refiere a las condiciones que exigen un mejoramiento previo de la tierra. El drenaje se trata bajo el rubro CT4. Las circunstancias aplicables a la agricultura en secano son en general la necesidad de la eliminación previa de las piedras, la nivelación de los hormigueros o la construcción de obras de conservación. El aplanamiento es una necesidad particular del cultivo del arroz de pantano en un terreno inclinado.

CT19. CONDICIONES PARA LA PREPARACION Y LIMPIEZA DE LA TIERRA

La limpieza de la vegetación es también un mejoramiento preliminar de la tierra, cuyo costo tendrá quizás que ser considerado al evaluar la aptitud de la tierra. También deberá tomarse en cuenta la posibilidad de vender la madera resultante de esta actividad.

Aplicación a las evaluaciones

Normalmente sólo se considera esta cualidad cuando se cultivan nuevas tierras o cuando se incorporan parcelas aisladas en un plan de carácter integrado. Incluso en estos casos se le puede omitir a menos que existan obstáculos especiales a la preparación de la tierra (por ejemplo pendiente, afloramientos rocosos, muchos montículos, etc.), o cuando exista gran variedad en la cubierta vegetal.

Evaluación

La evaluación de cada uno de estos dos componentes de la calidad de la tierra es especialmente adecuada para un trato de carácter económico en el que los costos de la preparación de la tierra o de la limpieza del monte bajo se comparan con los beneficios resultantes.

Si no se dispone de un cálculo de costos, la limitación a la preparación de la tierra puede evaluarse cualitativamente utilizando las mismas clases que las aplicadas a las "posibilidades de mecanización" (CT17, Cuadro 7.8). La dificultad de la tala de la vegetación puede evaluarse sobre la base de las clases fisionómicas de la vegetación.

CT19. CONDICIONES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO Y EL PROCESAMIENTO

Naturaleza y efectos

Las operaciones posteriores a la cosecha, de almacenamiento y procesamiento pueden verse afectadas por las condiciones de la tierra. El almacenamiento puede ser perjudicado por un elevado grado de humedad, que en algunos casos puede deteriorar la calidad del producto. Las pérdidas causadas por gusanos se examinan en CT15, plagas y enfermedades. Las actividades de elaboración pueden verse perjudicadas, por ejemplo, cuando hay suelos pegajosos que se adhieren a las raíces (zanahoria, nabos, etc.) o a la cáscara del maní.

Aplicación a las evaluaciones

Esta cualidad será omitida en la mayoría de las evaluaciones y sólo se le incluye para los cultivos o sistemas de producción especialmente afectados.

Evaluación

Los efectos perjudiciales de la humedad sobre el almacenamiento pueden evaluarse mediante la humedad relativa media mensual (por ciento) del mes que sigue la cosecha. Los efectos perjudiciales de los suelos sobre la elaboración pueden evaluarse sobre la base de la clase de textura del suelo superficial.

CT20. CONDICIONES QUE AFECTAN EL CALENDARIO DE LA PRODUCCIÓN

Naturaleza y efectos

Esta cualidad, que se podría llamar "oportunismo", se refiere a la ventaja económica que obtienen algunas zonas al producir cultivos fuera de temporada, es decir, en un momento del año en que los principales proveedores del mercado no pueden hacerlo. Puede tratarse de una producción fuera de temporada, por ejemplo los tomates de "invierno" cultivados en el Mediterráneo o en las zonas subtropicales para los mercados europeos, o a comienzos de la temporada, antes de que el cultivo haya madurado en la mayoría de las zonas productoras, como por ejemplo, las papas "tempranas". Las ventajas económicas para las zonas climáticamente aptas para lograr esta producción en el momento oportuno pueden ser muy considerables.

Aplicación a las evaluaciones

Esta cualidad se aplica sólo a la producción comercial y sobre todo a las frutas y legumbres que son difíciles de almacenar (por ejemplo, el aguacate). Aunque no es importante en muchas evaluaciones que se hacen en los países en desarrollo, una producción oportuna para la exportación puede ofrecer buenas oportunidades de ingresos en efectivo para los agricultores en muchos casos un valor elevado obtenido de una pequeña superficie de tierra. Los evaluadores deben discutir las posibilidades con los horticultores, expertos en comercialización, etc.

Evaluación

Los métodos de evaluación varían según las circunstancias. En el caso de los cultivos que siguen la temporada fría (por ejemplo, las papas "tempranas"), la suma de los grados-día de temperatura es una medida útil. Los datos sobre la floración o la maduración constituyen una medida más directa cuando se dispone de esa información. El aspecto relativo a la pendiente del terreno puede ser importante. En el caso de los cultivos de fuera de temporada, una estimación de las fechas entre las cuales pueden obtenerse cosechas es una medida aproximada pero útil, por ejemplo, es muy adecuada para los tomates de "invierno" (para los mercados de las zonas templadas del Hemisferio Norte); si dão cosecharse puede recoger entre diciembre y febrero y legumbres que son difíciles de almacenar (por ejemplo, el aguacate). Aunque no es importante en muchas evaluaciones que se hacen en los países en desarrollo, una CT21. ACCESO DENTRO DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN por sus oportunidades de obtención de ingresos en efectivo en muchos casos un valor elevado obtenido

Naturaleza y efectos

Esta cualidad se refiere a los factores del terreno que afectan la construcción y el mantenimiento de los caminos de acceso rurales, tales como los que se necesitan para la cosecha, transporte de fertilizantes, paso de maquinaria agrícola, etc. La unidad de producción a que se hace referencia es una sola explotación agrícola en el caso de grandes explotaciones y plantaciones, pero se refiere a la tierra cultivable de las aldeas en su conjunto cuando éstas están formadas por pequeñas propiedades. Por esta razón, es muy distinta de CT23, ubicación, que toma en cuenta la población, distancia de los mercados, etc. Para la producción del pequeño agricultor el factor principal es el tiempo que se necesita para llegar a la explotación desde una aldea ya existente o por establecer. El acceso dentro de la unidad de producción es afectado en primer lugar por factores relativos a la forma del terreno, incluyendo la pendiente y la frecuencia de lechos de ríos y pantanos, y en segundo lugar por las propiedades de base del regolito. En el caso de pequeños agricultores, depende también de la distancia en que se encuentra la explotación de la aldea o del hogar del agricultor.

Aplicación a las evaluaciones

Esta cualidad debería emplearse en el caso de sistemas de cultivos y de producción que tienen necesidades específicas en materia de transporte de la cosecha; buenos ejemplos a este respecto son la palma de aceite y la caña de azúcar. Es aplicable al cultivo por pequeños agricultores si la distancia de la explotación al hogar del agricultor constituye un problema. En algunos casos, la tierra con graves limitaciones en lo que se refiere a los caminos de acceso habrán sido clasificadas de manera similar en lo que respecta a la mecanización.

Evaluación

Para la evaluación relativa a las necesidades de transporte en las grandes explotaciones o en las plantaciones, el método recomendado es utilizar un índice compuesto de clases de terrenos como se indica en el Cuadro 7.9, que combina el efecto de la forma del terreno con otros obstáculos a los caminos de acceso. Las clases se asignan sobre la base del factor más limitativo. Se les puede utilizar para evaluar: i) el acceso dentro de la unidad de producción, y ii) la ubicación: accesibilidad potencial.

Un método más simple es clasificar sólo de conformidad con la pendiente, que puede utilizarse cuando ninguno de los demás obstáculos enumerados en el Cuadro 7.9 son importantes. Estos factores son el espacio de la tierra para el aceite y la caña de azúcar. Es aplicable al cultivo por pequeños agricultores si la distancia de la explotación al hogar del agricultor constituye un problema. Los factores mencionados en el cuadro 7.9 son: pendiente, superficie irregular, rocas y piedras, agua estancada, agua corriente, agua de mar,

Característica de la tierra	Clase de terreno				
	1	2	3	4	5
Relieve relativo ^{1/}	50	100	200	500	cualquiera
Pendiente ^{2/} grados porcentaje	5 9	10 18	18 32	35 70	cualquiera
Movimiento de tierra activo	inexistente	inexistente	poco frecuente	común	muy común
Pantanos % de la superficie	2	10	20	50	cualquiera
Cursos de agua ^{3/} n°/Km	1	2	5	10	cualquiera
Suelos arcillosos agrietados	inexistentes	inexistentes	-	-	-

Los valores dados son el máximo permitido en cada clase.

1/ Diferencia de altura entre las costas interfluviales y los fondos de valles adyacentes.

2/ Valor dependiente superado por 33 por ciento de laderas en una zona.

3/ Número de valles con cursos de agua. (incluidos los cursos de agua esporádicos que se encuentran en secciones orientadas al azar en un kilómetro de longitud).

En el caso del cultivo por pequeños agricultores, la evaluación debería basarse en la distancia entre la explotación y el lugar efectivo o potencial de una aldea. El tiempo necesario para llegar a la explotación utilizando los medios disponibles (por lo general a pie o en bicicleta) debería determinarse en comparación con el tiempo que el agricultor está dispuesto a dedicar al viaje hasta la explotación.

CT22 TAMAÑO DE LAS POSIBLES UNIDADES DE MANEJO

Naturaleza y efectos

En muchos tipos de utilización de la tierra hay un tamaño efectivo mínimo por debajo del cual la explotación o cualquier otra unidad no resulta viable. Este tamaño puede deberse a razones tales como la necesidad de producir una cantidad suficiente para abastecer la fábrica procesadora, como en el caso de la palma de aceite, o para utilizar eficazmente la maquinaria. Con frecuencia el límite del tamaño será determinado por la rentabilidad económica.

Por esta razón, los terrenos pequeños y aislados, que en otros aspectos son adecuados para un determinado uso, pueden no ser utilizables debido a su tamaño. Por ejemplo, puede haber pequeñas parcelas aisladas de tierra excelente situadas en el fondo de valles aislados. Esta limitación se debe a la estructura de distribución de las formas del terreno y de los suelos.

Aplicación a evaluaciones

Con frecuencia esta calidad no será aplicable especialmente en la evaluación de pequeñas propiedades. Muy probablemente se le utilizará en las evaluaciones de unidades de varios centenares o millares de hectáreas, por ejemplo, una explotación agrícola mecanizada o una plantación de cultivos perennes.

Evaluación

Por su carácter propio, esta cualidad debe evaluarse después de todas las demás, con excepción de la ubicación. La característica empleada es el tamaño mínimo, en hectáreas, tal como se da en la descripción del tipo de utilización de la tierra. A partir de la distribución de tierra que por los demás conceptos es adecuada, las superficies inferiores a un tamaño mínimo y que no pueden ser incorporadas en explotaciones más grandes, se clasifican como no adecuadas sobre la base del tamaño de las unidades de manejo.

CT23 UBICACION

Subdivisiones: ACCESIBILIDAD EXISTENTE

ACCESIBILIDAD POTENCIAL

- 107 -

Naturaleza y efectos

Esta cualidad se refiere a la ubicación en relación con los mercados y los suministros. Guarda relación con el costo del transporte de fertilizantes, maquinaria y otros insumos a la explotación, y del producto al mercado más cercano. Las limitaciones relativas a la ubicación pueden ser resultado de la distancia, de la dificultad del terreno, de la ausencia de caminos o de otras clases de infraestructura de transporte. La ubicación en relación con los demás conceptos es adecuada, las subdivisiones que resulten de la situación en que no pueden ser incorporadas en explotaciones más grandes, se clasifican como no adecuadas sobre la base del tamaño de las unidades de manejo. La ubicación es uno de los factores clásicos que afectan adicio de la tierra a la explotación. Un ejemplo bien conocido es la tendencia de las hortalizas en concentrarse en círculos cercanos a las grandes ciudades. Un cultivo voluminoso como el de la caña de azúcar se cultiva solamente en zonas situadas cerca de una planta procesadora. Regiones enteras de los países en desarrollo resultan difíciles o costosas de explotar debido a la distancia de centros desarrollados y/o a la falta de caminos. En los países en desarrollo cuya red de transportes sólo está parcialmente desarrollada la ubicación puede influir considerablemente en la aptitud de la tierra. Es menos probable que esto suceda en los países desarrollados y densamente poblados, pero sin embargo se aplica a zonas con población muy escasa o muy lejana, por ejemplo el norte del Canadá, la parte septentrional y central de Australia.

La accesibilidad existente se refiere a las limitaciones creadas por la ubicación basada en la red de transportes existente. El hecho de que no exista un camino a varios kilómetros de distancia de una determinada zona impedirá frecuentemente la explotación hasta que se haya construido ese camino. La consideración del acceso existente se determina no sólo por la distancia sino también por el tipo y la calidad de los caminos y por su pendiente, que influye en los costos del transporte. La distinción entre los caminos de asfalto y de tierra es a menudo importante, especialmente durante la temporada de lluvias. En los caminos de cualquier clase, los pendientes muy escarpadas aumentan los costos de transporte.

La accesibilidad potencial se refiere a las limitaciones de la ubicación causadas sólo por las dificultades del terreno, sin tener en cuenta la infraestructura de transporte existente. Guarda relación con la dificultad y el costo del transporte hasta al punto de comercialización y de abastecimiento más cercano, y desde éste a la explotación, en la hipótesis de que pudiera construirse un camino. Por consiguiente, las limitaciones dependen de la distancia y de la dificultad del terreno, y ésta última está determinada sobre todo por las formas del terreno.

Debe observarse que, en este contexto, la cualidad de la ubicación se aplica a la evaluación de la aptitud de la tierra y no de la aptitud para la construcción de carreteras. Las cuestiones relativas a si se debe construir un camino, y dónde se le debe construir, son también materias que deben tratarse mediante análisis de aptitud, pero exigen técnicas especializadas, incluyendo los datos sobre mecánica del suelo y economía del transporte. De por sí la aptitud de la tierra formará parte de los datos utilizados para evaluar los caminos.

La accesibilidad existente se refiere a las limitaciones causadas por la ubicación basada en la red de transportes existente. La accesibilidad potencial se refiere a las limitaciones causadas sólo por las dificultades del terreno, sin tener en cuenta la infraestructura de transporte existente. La accesibilidad potencial se refiere a las limitaciones causadas sólo por las dificultades del terreno, sin tener en cuenta la infraestructura de transporte existente. La accesibilidad potencial se refiere a las limitaciones causadas sólo por las dificultades del terreno, sin tener en cuenta la infraestructura de transporte existente.

Aplicación a las evaluaciones

La decisión relativa a si se debe incluir en una evaluación el acceso existente, el acceso potencial, o si no se les debe incluir, debe tomarse en la etapa de las consultas preliminares.

El acceso existente se incluirá en una evaluación cuando no existe la intención de construir nuevos caminos u otros medios de transporte. Esto podría suceder porque la red de transporte existente forma parte de los planes de desarrollo proyectados o previstos. Los costos de la construcción de caminos formarán parte del total de los costos de desarrollo. El hecho de que una parte de los costos (capital y mantenimiento, o sólo mantenimiento), se atribuya a la tierra a la que deberán servir los nuevos caminos proyectados es una cuestión de política. En estas circunstancias, la tierra situada en terrenos difíciles es menos adecuada para su explotación que otras tierras similares de acceso más fácil.

El factor relativo a la ubicación considerado en su conjunto, ya sea como acceso existente o potencial, puede ser excluido de una evaluación cuando ésta se emprende como un inventario básico de los recursos de tierras, destinado a servir durante un número considerable de años y, por consiguiente, a seguir siendo aplicable cualesquiera que sean los cambios que se produzcan en las circunstancias relativas al transporte. También se le puede excluir por razones de política, sobre la base, por ejemplo, de que por razones sociales o políticas, ciertas zonas no deben ser excluidas del desarrollo por motivos de distancia o de costos de transporte.

Es posible incluir estas tres formas de acción en una sola evaluación, lo que puede hacerse en tres etapas:

- 1) hacer la evaluación sin tener en cuenta la ubicación. El resultado es independiente de la red de transporte, y por lo tanto se le puede tomar en consideración en la planificación de los cambios que se introduzcan en esa red;
- 2) modificar las clasificaciones de aptitud sobre la base del acceso existente. Esta información muestra dónde es posible llevar adelante el fomento de tierras sin necesidad de hacer gastos en la infraestructura de transporte;
- 3) hacer una segunda modificación de la aptitud sobre la base del acceso potencial. Junto con la etapa anterior, esta etapa proporciona información que puede utilizarse para calcular el valor de la modificación propuesta en el sistema de transporte, sobre una base que prevea o no la mejora del transporte.

Evaluación: accesibilidad existente

La evaluación se basa en los costos de transporte. En las evaluaciones cuantitativas, éstos pueden emplearse en términos relativos, como un índice; en las evaluaciones económicas se trata de los costos efectivos. Una unidad conveniente es el costo del transporte a un centro, o desde un centro, por tonelada, por ejemplo, dólares/tonelada. Un *centro* es una población en la que pueden obtenerse insumos agrícolas y comercializarse los productos. La base del cálculo consiste en estimar los costos para cada tipo de camino (etc.), por kilómetro-tonelada, y multiplicarlo por las referidas distancias. Aunque por sí la velocidad del transporte puede ser importante, por lo general se tendrá debidamente en cuenta en términos de costos.

Existen métodos perfeccionados y especializados para evaluar los costos de transporte, y probablemente se utilizarán si en el personal encargado de la evaluación se incluye a un especialista en economía del transporte. A continuación se indica un procedimiento simplificado. Otro ejemplo aparece en el Esquema (páginas 59 y 60). Para simplificar, este procedimiento se explica sólo en función del transporte por carretera, pero el método es aplicable a otros medios de transporte.

- 1) Clasificar y levantar mapas de los caminos existentes. Se sugiere la forma siguiente:

2 o 4 carriles, asfaltado	Cada uno dividido:
un solo carril, asfaltado	- terreno nivelado a terreno con pendiente suave, pendientes medias 1 en 10
grava o tierra mejorada, ancho > 5,5 m.	- pendiente moderada a escarpada, pendiente media 1 en 10
tierra no mejorada y/o ancho < 5,5 m	
2) Estimar el costo de transporte para cada clase de camino por tonelada-kilómetro.	
3) Identificar centros. Mediante la medición a partir del mapa de clases de caminos, multiplicadas por el costo de unidad para cada clase, determinar el costo de transporte a los centros y desde éstos, por tonelada, para determinados intervalos en los sistemas de caminos. Se sugiere la forma	
4) Estimar la distancia a un camino por el cual sea razonable suponer que se transportarán los insumos y los productos. Trazar límites alrededor de la red de carreteras a esta distancia. Las zonas situadas más allá de estos límites se consideran inaccesibles.	- terreno nivelado a terreno con pendiente suave, pendientes medias
5) Para las zonas con acceso a los caminos, trazar isolíneas de costos.	

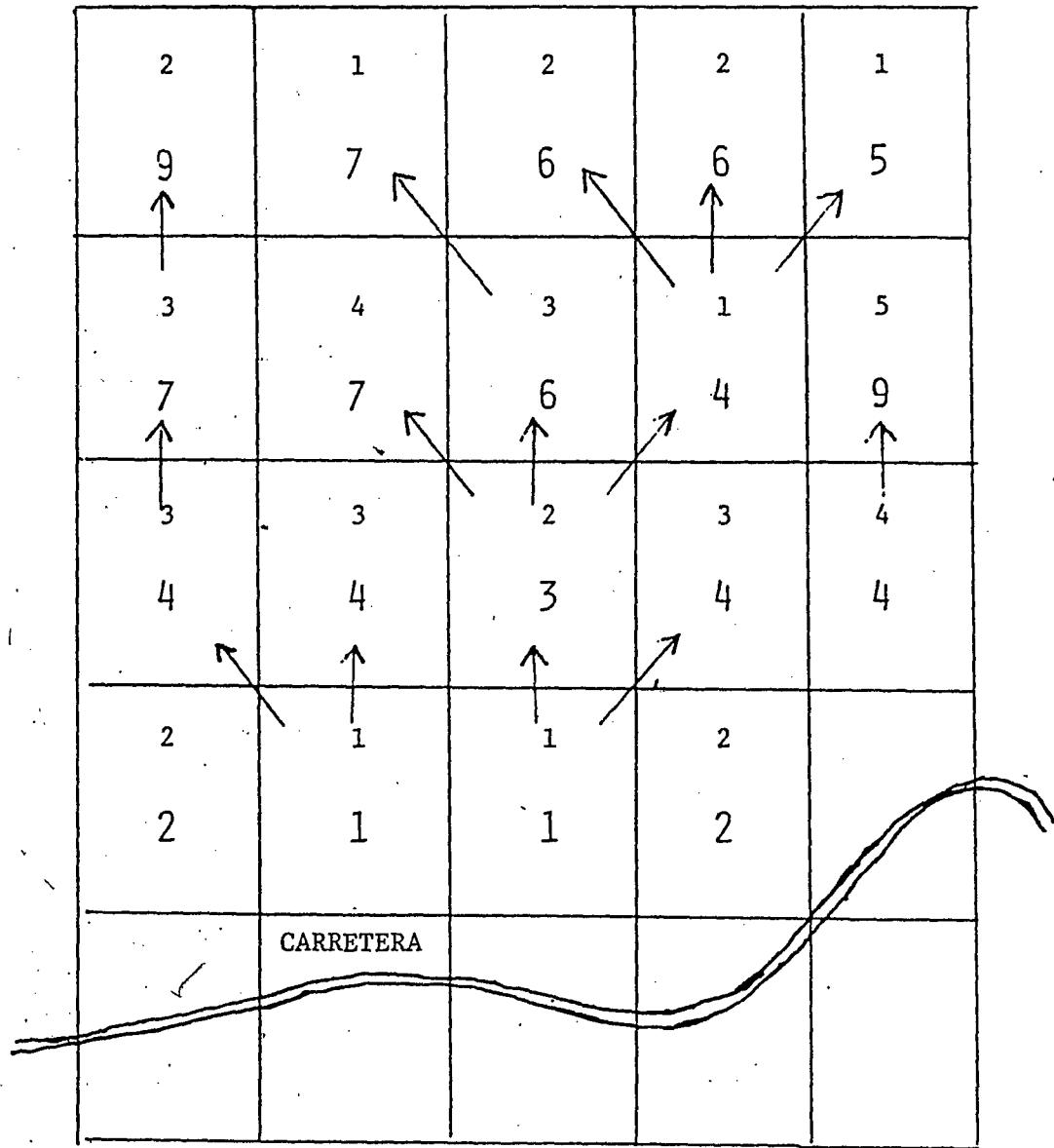
Evaluación: accesibilidad potencial
tierra no mejorada y/o

- pendiente moderada a escarpada,
pendiente media 1 en 10

La evaluación del acceso potencial toma como punto de partida el acceso existente y añade la dificultad para llegar a ciertos puntos situados más allá de la red de transporte existente. Por consiguiente, la primera etapa consiste en efectuar la evaluación del acceso existente como se ha indicado antes.

A continuación la evaluación se basa en el índice compuesto, clase de terreno costo (Cuadro 7.9). En primer lugar esto se aplica a rectángulos individuales, por ejemplo, de un kilómetro en el mapa. A continuación se procede a su adición para obtener "rutas" a partir de un camino o carretera existente, utilizando los valores más bajos (que pueden ser concebidos como el camino más barato) de cualquier rectángulo. Los valores sumados pueden ser considerados como un índice de inaccesibilidad. la red Este procedimiento se muestra en la figura 7.1. Es posible entonces trazar líneas a través de los valores para obtener el índice de accesibilidad. De conformidad con las hipótesis normativas básicas, éste puede basarse sólo en los costos de transporte suponiendo que se construya un camino, en los costos de transporte más los costos de mantenimiento del camino, o en el transporte, mantenimiento y amortización de los costos de capital de la construcción del camino. Esto se añade a los costos de transporte a lo largo de la red de transporte existente.

La evaluación del acceso potencial temía como punto de partida el acceso existente y añade la dificultad para llegar a ciertos puntos situados más allá de la red de carreteras y caminos. Tal situación es una forma económica de control social.



3 - Grado de limitación del terreno (Cuadro 7.9)

7 - Indice de accesibilidad

↑ - "Rutas" de limitación mínima del terreno

Nota: Como se trata de un procedimiento sólo aproximado, no es necesario tener en cuenta la distancia adicional que exigen las "rutas" diagonales.

Figura 7.1 Procedimiento de adición para determinar el acceso potencial.

Subdivisiones: RIESGO DE EROSION HIDRICA

RIESGO DE EROSION EOLICA

Naturaleza y efectos

No es necesario detenerse demasiado en los detalles y los efectos potencialmente graves de la erosión del suelo por acción del agua y del viento. Cabe referirse a las obras clásicas (por ejemplo, Hudson, 1975; Greenland y Lal, 1977; Kirby y Morgan, 1981).

Aplicación a las evaluaciones

En todas las evaluaciones hay que tomar en cuenta el riesgo de erosión. En las zonas más húmedas, alrededor de una precipitación anual de más de 700 mm en los trópicos, puede ser innecesario considerar la erosión eólica. En cambio lo contrario no es verdad: el riesgo de erosión hídrica puede ser grave en la zona semiárida.

Evaluaciones: RIESGO DE EROSION HIDRICA

La evaluación del riesgo de erosión tiene dos aspectos:

- la susceptibilidad de la tierra a la erosión;
- la pérdida resultante en la productividad de la tierra afectada alzionalmente por la erosión del suelo por acción del agua y del viento. Cabe referirse a los métodos más satisfactorios para evaluar el riesgo de erosión y se basan en las pérdidas previstas del suelo mediante la elaboración de modelos de los factores determinantes del clima, la capacidad de erosión del suelo, la pendiente y la vegetación.

1. Evaluación del riesgo de erosión por el agua En las zonas más húmedas, alrededor de una precipitación anual de más de 700 mm en los trópicos. Los distintos métodos de evaluación del riesgo de erosión clámico y portugués son más apropiados en la zona semiárida.

- i) Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE);
- ii) la Metodología de la FAO sobre Evaluación de la Degradación del Suelo (FAOSDA);
- iii) el modelo de Estimación de Pérdida de Suelo para África del Sur (SLEMZA);
- iv) métodos locales basados principalmente en la pendiente;
- v) erosión actual observada.

La selección de uno de estos métodos depende de la circunstancia de la evaluación. A continuación sólo se proporciona información básica y para aplicarlos métodos se necesita consultar las publicaciones citadas. Todos estos métodos tienen que ser adaptados para tener en cuenta cualquier riesgo adicional de erosión focalizada. Pérdidas previstas del suelo mediante la elaboración de modelos de los factores determinantes (USLE) (Wischmeier y Smith, 1978) es como sigue:

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

donde A = pérdida del suelo (t/ha/año)

R = factor de pluviosidad

K = factor de capacidad de erosión del suelo (factor de manejo semiárido).

L = factor de la longitud de la pendiente

S = factor del valor de la pendiente de la erosión del suelo (FAOSDA);

C = factor de manejo del cultivo (factor de manejo semiárido);

P = factor de prácticas de control de la erosión.

En términos de la evaluación de la tierra, los factores C y P se derivan de la especificación del tipo de utilización de la tierra, mientras que los factores R, K, L y S son características de la tierra derivadas de unidades de tierras. En la evaluación cuantitativa de tierras, la metodología puede incluir el cálculo de las pérdidas de suelo para algunas combinaciones de tipo de utilización de la tierra.

tierra/unidad de tierras y la selección de las mejores. Por otra parte, los requisitos de conservación pueden ser determinadas y sus costos calculados a partir del factor P si "A" se establece a un nivel predeterminado que indique la tasa máxima aceptable de pérdida de suelo.

La USLE está destinada a predecir la pérdida de suelo de una determinada área, como una base para seleccionar prácticas de conservación para lugares específicos, pero su finalidad no es predecir la pérdida de suelo de cuencas hidrográficas u otras zonas extensas. Sin embargo, se le puede utilizar con este último propósito subdividiendo la zona que se estudia en áreas de características diferentes, calculando la pérdida de suelo de cada uno de estos lugares y multiplicándola por su extensión relativa.

La principal limitación de la USLE es la dificultad que existe para calcular o medir los valores de diversos factores. Aunque se han elaborado valores estándar para la zona oriental y occidental de los Estados Unidos sobre la base de un gran número de pruebas experimentales, estos valores no son necesariamente aplicables sin modificación a los trópicos y se carece de los datos básicos necesarios para la aplicación de la USLE. Además, la utilización de nomogramas de la USLE para predecir la capacidad de erosión del suelo suele dar subestimaciones muy graves cuando se les aplica a los suelos tropicales desarrollados sobre antiguas superficies en las que el contenido de arena fina en vez de la proporción limo/arcilla es el determinante más importante de la capacidad de erosión del suelo.

ii. FAOSDA (FAO, 1979b) - Este método fue desarrollado para hacer una evaluación mundial de la degradación del suelo y, por consiguiente, para su aplicación a zonas muy grandes, utilizando información obtenida de mapas a escalas pequeñas. El principio fundamental es el mismo que en la USLE: la tasa predecida de pérdida de suelo se calcula sobre la base de una serie de factores, combinados en su mayor parte mediante multiplicación. Los factores considerados son la agresividad de las lluvias, la capacidad de erosión del suelo, la topografía, el uso de la tierra y el manejo. A diferencia de la USLE, este método no ha sido sometido a ensayos intensivos y los valores de pérdida de suelo predecidos deben considerarse más como un índice relativo que como tasas absolutas. Se dispone de clasificaciones del índice para las unidades del Mapa Mundial de Suelos.

iii. SLEMZA (Elwell, 1980 y 1982) - Los principios del modelo SLEMZA se muestran en la Figura 7.2. Los valores estándar de los factores del modelo determinados a partir de parámetros ambientales tales como la precipitación anual, la clase de suelo, la textura de la capa superficial del suelo y el material madre, la pendiente y las características del cultivo y de su manejo se conocen para su aplicación a Zimbabwe. Sin embargo, los valores estándar de los factores para Zimbabwe pueden resultar aplicables para una serie de zonas tropicales (especialmente en la zona de sabanas). A continuación se da un ejemplo de la aplicación del SLEMZA para estimar el riesgo de erosión en Mozambique.

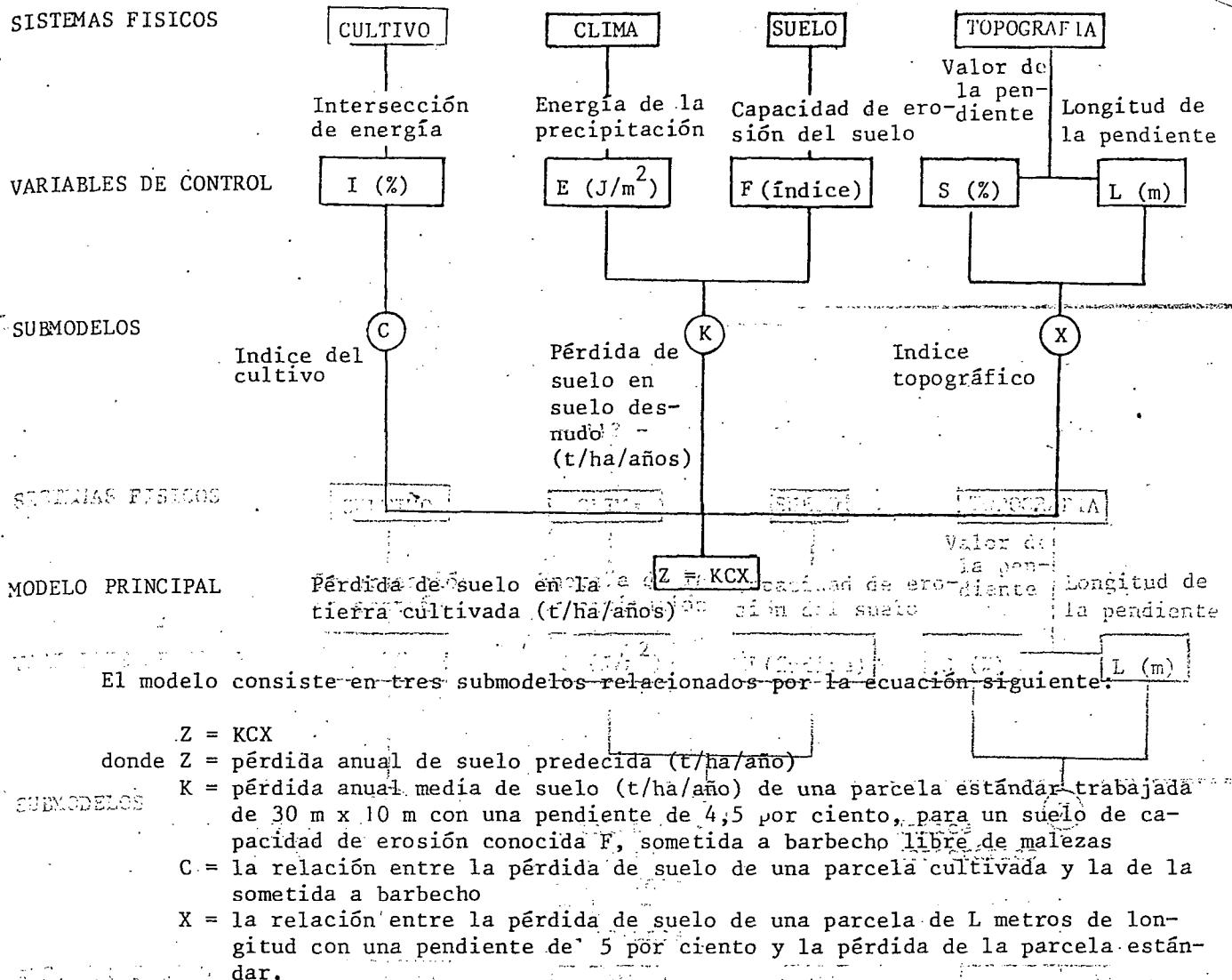


Figura 7.2 Componentes del modelo SLEMSA para predecir la pérdida de suelo por erosión.
 Fuente: Elwell (1980)

iv) Sistemas locales — Para mayores detalles deben consultarse los manuales nacionales de conservación de suelos o publicaciones similares. Si existe un sistema bien establecido y con bases sólidas, se le debe utilizar, con las modificaciones necesarias, para hacer evaluaciones dentro del país. Un buen número de estos sistemas se basan fundamentalmente en la pendiente y, por lo tanto, se les puede tomar como base para la determinación de ángulos como se describe en la sección siguiente.

El ángulo de la pendiente y el tipo de suelo, dentro de una zona local, pueden utilizarse para evaluar el riesgo de la erosión hidrálica que depende en lo esencial del valor de la pendiente. A menudo la agresividad de la lluvia no varía mucho dentro de una zona de este tipo, y se presupone que la longitud de la pendiente y otras variables tienen valores medios. Es necesario relacionar estos valores de la pendiente con el tipo de suelo. En la zona estudiada los suelos se dividen en grupos A, B, C, etc., sobre la base de la capacidad de erosión, y se asignan valores de ángulos separadamente a cada grupo. Normalmente habrá un grupo importante de suelos "normales", es decir, los que no son ni excepcionalmente resistentes a la erosión ni excepcionalmente erosionables y que constituyen el grupo A. Los suelos que son más resistentes a la erosión, por ejemplo, por la posesión de una estructura estable junto con una alta permeabilidad, pueden formar el grupo B; los suelos que se erosionan fácilmente, por ejemplo los vertisoles, pueden formar el grupo C. Pueden definirse otros grupos si el conocimiento que se tenga acerca de la variación de la capacidad de erosión del suelo lo justifica. Un buen número de estos sistemas se basan fundamentalmente en la pendiente y, por lo tanto, se les puede tomar como base para hacer evaluaciones dentro del país. Un buen número de estos sistemas se basan fundamentalmente en la pendiente y, por lo tanto, se les puede tomar como base para hacer evaluaciones dentro del país.

v. Erosión observada: Cuando una erosión actual se observa en ciertas partes de determinados suelos de unidades de tierras puede suponerse que, en su conjunto, esos suelos o unidades de tierras tienen un elevado riesgo de erosión. La existencia de una erosión que oscile de moderada a grave exigirá sin duda alguna combinación de un uso de la tierra modificado, prácticas especiales de manejo o mejoramientos importantes de la tierra. Es posible establecer clases para describir la gravedad de la erosión observada.

En el caso de la erosión en cárcavas, la existencia y la etapa de desarrollo de las cárcavas es por lo general el parámetro más fácil para evaluar otros riesgos. Si no hay cárcavas, la evaluación puede basarse en las características de las formas del terreno que afectan la concentración de la escorrentía. Las zonas sujetas a escorrentías de máxima velocidad son más susceptibles a la formación de cárcavas, por ejemplo, cuando se presentan pendientes con pedimentos al pie de inselbergs rocosos desnudos.

2. Evaluación del riesgo de erosión eólica

Los métodos para evaluar la erosión eólica son menos desarrollados que los utilizados en el caso de la erosión hídrica. No existe ningún método comparable con la USLE, y los sistemas locales están menos desarrollados. Por lo general es más difícil estimar cuantitativamente los índices de la erosión eólica.

Si no hay métodos locales bien establecidos, se recomienda el uso del método FAOSDA como un índice (FAO, 1979b). Este se basa inicialmente en el cálculo de dos factores: erosividad eólica (la agresividad climática del viento), un índice basado en la precipitación, la evapotranspiración potencial y las velocidades del viento; y la susceptibilidad del suelo a la erosión eólica, basada en la textura. Esto se combina luego con factores relativos al cultivo, a la cubierta vegetal y al manejo de la tierra.

3. Evaluación de la pérdida de productividad causada por la erosión

Se ha informado sobre una amplia serie de resultados de la disminución de la productividad causada por la eliminación del suelo. Las diferencias se relacionan con el tipo de suelo. Los ejemplos siguientes muestran la escala de valores que pueden encontrarse:

- a). Ibadán, Nigeria: una pérdida del 50 por ciento en la productividad del maíz y el caupí como resultado de una eliminación de 3 mm de suelo superficial de un suelo forestal cuya profundidad total es de 15 cm. Se calculó que esta pérdida se producía en un plazo de 10 años bajo las prácticas existentes.
- b) Angonia, Mozambique: se estimó que un pérdida de productividad del 50 por ciento correspondía a una pérdida de suelo de 10 cm; la pérdida calculada de la productividad a lo largo de un período de 10 años sería despreciable.
- c) Región central de los Estados Unidos: una pérdida del 50 por ciento en la productividad del maíz fue asociada con una pérdida de suelo de 25 cm.

La pérdida de productividad debida a la erosión del suelo será probablemente importante, en primer lugar en las zonas donde los nutrientes están concentrados cerca de la superficie y, en segundo lugar, en las zonas con tasas elevadas de pérdida de suelos. Es necesario realizar más investigaciones al respecto.

4. Determinación de la aptitud para el riesgo de erosión del suelo

Cualquiera que sea el método que se utilice para calcular la pérdida estimada de suelo, los resultados pueden aplicarse a la clasificación de la aptitud de manera similar, procediendo en la forma siguiente:

- i) Tomar una decisión en lo que respecta a los límites máximos aceptables de pérdida de suelo que correspondan a cada clasificación de aptitud, es decir:

a1	a2	a3	n
12	12-25	25-50	50/ha/año

Estos valores constituyen las clasificaciones de aptitud, en lo que al riesgo de erosión del suelo se refiere, para todos los cultivos o tipos de utilización de la tierra.

- ii) Para cada unidad de tierras, calcular la pérdida de suelo solamente sobre la base de los factores relativos al clima, el suelo y la topografía, omitiendo el factor relativo al uso de la tierra.
 - iii) A su vez, para cada cultivo o tipo de utilización de la tierra, tomar el factor de uso de la tierra y multiplicar por este factor la pérdida de suelo calculada en el párrafo ii).
 - iv) Repitiendo los párrafos ii) y iii), dar las estimaciones de la pérdida de suelo para cada combinación de unidad de tierra/tipo de utilización de la tierra. Estas estimaciones se comparan con los valores establecidos en el párrafo i) para obtener las clasificaciones de la aptitud de la tierra en lo que respecta al riesgo de erosión.

Por ejemplo, supongamos que las clasificaciones de aptitud sean, como se ha indicado antes (párrafo i)). En la unidad de tierras 32, la pérdida del suelo basada en los factores del clima, el suelo y la topografía se calcula como 45 t/ha/año (párrafo ii)). El factor de uso de la tierra para el tipo de utilización de tierra E es 0,4 (párrafo iii). Por consiguiente, la pérdida del suelo estimada para el tipo de la utilización de tierra E en la unidad de tierra 32 es de 18 t/ha/año, quedando una clasificación a2 de la aptitud de tierra respecto al riesgo de erosión del suelo.

Este sistema, utilizando el método FAOSDA de estimación de pérdida del suelo, se ha hecho uso en una evaluación, a la escala de reconocimiento, en Etiopía para 461 diferentes cultivos (Ridgway y cols., en preparación).

A continuación se ofrecen dos ejemplos, uno simple y otro complejo. El Cuadro 7.10 muestra las clases utilizadas para la descripción de la erosión observadas en lo Anonia, Mozambique.

Estas clases tenían que ser correlacionadas de manera significativa con los rendimientos de maíz en una variedad de explotaciones, estatales y parcelas cooperativas (Radcliffe y Rochette, 1982), y la topografía se calculó como 45 t/ha/año (párrafo 11). El factor de uso de la tierra para el tipo de utilización de tierra E es 0,4. Cuadro 7.10. EJEMPLO DE CLASES PARA LA EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN

Clase	Ninguna manifestación visible de erosión o una erosión laminar muy ligera (en preparación).
E1	Erosión laminar ligera - moderada: Surcos poco profundos que afectan menos del 10 por ciento de la parcela.
E2	Erosión laminar moderada a grave - surcos que afectan 10-25 por ciento de la parcela.
E3	Erosión laminar moderada a grave - cárcavas o surcos que afectan 25-50 por ciento de la parcela.

En los Cuadros 7.11 y 7.12 figura un ejemplo más complejo, basado en el modelo SLEMSA. Las unidades de tierras para esta evaluación detallada consistían en bloques de explotaciones agrícolas. Utilizando el modelo SLEMSA (Figura 7.2), la pérdida de suelo, Z, en cada bloque se calculó en cultivos de maíz y pastizales (Cuadro 7.11). Para mayores detalles, se debe consultar a Musti de Gennaro y Radcliffe (1982).

Cuadro 7.11

EJEMPLO DE PÉRDIDAS CALCULADAS DE SUELO SOBRE LA
BASE DEL MODELO SLEMSA, ANGONIA, MOZAMBIQUE

Bloque de explotaciones	Precipitación en temporada de crecimiento mm	Energía de la lluvia E J/m ²	Clase de suelo	Índice F de capacidad de erosión del suelo	Pérdida de suelo de la parcela estandar t/ha/año	Pendiente S %	Relación topográfica X	Pérdida de suelo Z t/ha/año	Pérdida de suelo hierba maíz	Pérdida de suelo hierba maíz
Domue	1 011	19 000	5GB	5,0	190	85	6	2,2	72	7
Mulanguene	936	17 000	6GF	5,5	95	35	5	1,8	29	3
Bifolo	714	13 500	5EF	6,0	25	10	3	1,2	5	1
Matiasse	712	13 500	5GX	4,0	130	45	8	2,8	62	5
Mongue	712	13 500	5GC	5,0	60	20	8	2,8	29	2
Dzenza	1 047	20 000	5GX	4,0	350	185	10	3,0	178	22
Chitambe	1 047	20 000	5GB	5,0	240	105	13	4,5	183	19
Namuyo	1 028	20 000	5GC	5,0	240	105	8	2,8	114	12

Fuente: Musti de Gennaro y Radcliffe, 1982

A continuación se utilizaron los datos sobre pérdida de suelo del cuadro 7.11 para confirmar el sistema de cultivo recomendado para cada bloque mediante una evaluación del número máximo de años de maíz permitido en una rotación a fin de no sobrepasar los niveles máximos de pérdida del suelo:

$$\sum_{i=1}^{i=12} Z = xM + yP \text{ y as } x + y = 12, x = \frac{\sum z - 12P}{M - P}$$

donde ΣZ = Tasa de pérdida del suelo durante 12 años

x = Número de años con cultivo de maíz.

M = Tasa de pérdida del suelo ($t/ha/años$) con cultivo de maíz

y = Número de años con pastos/barbecho

P = Tasa de pérdida del suelo ($t/ha/años$) con cultivo de hierba/barbecho

El número de años con cultivo de maíz se calculó para pérdidas de suelo fijadas en 10, 25 y 50 $t/ha/año$, establecidas para que correspondieran con los límites entre las clases de aceptabilidad $a1/a2$, $a2/a3$ y $a3/n$. A continuación se asignaron clasificaciones de aptitud de la tierra a los sistemas de cultivo sobre la base del riesgo de erosión. Los resultados aparecen en el Cuadro 7.12 donde data cada bloque mediante una evaluación del número máximo de años de maíz permitido en una rotación a fin de no sobrepasar los niveles

Cuadro 7.12 EJEMPLO DE LA APLICACION DE LOS RESULTADOS DE LA ESTIMACION DE PERDIDA DEL SUELO A LA CLASIFICACION DE ALTITUD DE LA TIERRA, ANGONIA, MOZAMBIQUE

(Cf. Cuadro 7.11)

Bloque de explotaciones agrícolas	Número máximo de años de cultivo de maíz en rotación de 12 años	M = Tasa de pérdida del suelo durante 12 años	Rotación de aptitud de la tierra para sistemas de cultivo
Domue	1	1	Sistema de cultivo 1/ MM Mg mg
Mulanguene	3	10	S3a S3a S3a
Bifolo	12	12	S1 S1 S1
Matiasse	1	4	N N S3 S2
Mongue	10	12	S3a S2 S1
Chitambe	0	0	N N S3
Namuyo	0	2	N N S3

Sistemas de cultivo: MM cultivo continuo de maíz para sistemas de cultivo

Ejercicios de rotación de maíz, 2 años de pasto o barbecho para sistemas de cultivo

Límite de mg: 2 años de maíz, cuatro años de pasto o barbecho para sistemas de cultivo 1/

CT25. RIESGO DE DEGRADACION DEL SUELO

Subdivisiones: DEGRADACION FISICA
DEGRADACION QUIMICA
DEGRADACION BIOLOGICA

Naturaleza y efectos

En su sentido más amplio la degradación del suelo se refiere tanto a la salinización como a la erosión del suelo, pero estos efectos se han estudiado en los rubros CT13 y 24. En esta sección el término se utiliza en el sentido de la degradación física, química y biológica de las propiedades del suelo.

En su sentido más amplio la degradación del suelo se refiere tanto a la salinización como a la erosión del suelo, pero estos efectos se han estudiado en los rubros CT13 y 24. En esta sección el término se utiliza en el sentido de la degradación física, química y biológica de las propiedades del suelo.

CT25. RIESGO DE DEGRADACION DEL SUELO

Subdivisiones: DEGRADACION FISICA
DEGRADACION QUIMICA
DEGRADACION BIOLOGICA

La degradación física abarca varios procesos, que en términos generales se dividen en los que afectan a la superficie del suelo, conocidos como cierre o encostramiento del suelo, y los que afectan al perfil en su conjunto, incluyendo el deterioro de la estructura, la compactación (aumento de la densidad aparente), y reducción de la porosidad y de la permeabilidad. Cuando esto sucede puede afectar a otras tres cualidades, oxígeno disponible (CT4), condiciones de enraizamiento (CT7) y condiciones para la germinación o el establecimiento de la planta (CT8). Aumentará también la probabilidad de que se produzca la erosión hídrica (CT24).

Una característica importante de la degradación física es que es menos fácil de combatir que la pérdida de nutrientes o la erosión hídrica. Suelos dotados de un buen control de la erosión y en los que las deficiencias de nutrientes se corrigen con el uso de fertilizantes, pueden, sin embargo, sufrir una importante disminución del rendimiento de los cultivos debido al deterioro de las propiedades físicas (Lal y Greenland, 1979). Al igual que los suelos tropicales, pueden verse afectados los suelos de la zona templada sometidos a un cultivo continuo de cereales (Servicio de Asesoramiento de Desarrollo Agrícola, 1970).

Una fuerte intensidad de la precipitación aumenta el riesgo de degradación física. Los suelos con un elevado contenido de limo o de arena fina son especialmente susceptibles a esta degradación. La presencia de materia orgánica o de CaCO_3 libre disminuye la tendencia hacia la degradación, y en cambio la aumenta la presencia de sodio intercambiable.

La degradación física puede medirse controlando los cambios que se producen en la densidad aparente, la porosidad, la permeabilidad y la capacidad de infiltración. El encostramiento de la superficie puede verse fácilmente en el campo, y se dispone de un método rápido para obtener muestras para la determinación de la densidad aparente (Dent. y colaboradores, 1976).

La degradación química se refiere a los cambios perjudiciales que se producen en las propiedades químicas del suelo, en especial la acidificación causada por una aplicación incorrecta de fertilizantes. Esta acidificación afecta la disponibilidad de nutrientes (CT5).

La degradación biológica se refiere a la disminución del contenido de materia orgánica del suelo. Aunque se le puede medir como una característica independiente, sus efectos adversos son causados indirectamente debido a la disminución de la disponibilidad de nutrientes (CT5), la retención de nutrientes (CT6) y el deterioro estructural que da lugar a efectos perjudiciales en cuanto al riesgo de erosión (CT24) y la degradación física.

Aplicación a las evaluaciones

La degradación del suelo es difícil de aplicar a las evaluaciones de las tierras de la misma manera que otras cualidades de la tierra, pero al mismo tiempo se trata de un riesgo muy extendido y potencialmente grave.

Evaluación

La evaluación del riesgo de degradación del suelo puede efectuarse de manera independiente para cada forma de degradación que se estime importante en la zona, o se le puede combinar, como una evaluación general de la necesidad relativa al período de descanso.

Evaluación: riesgo de degradación física

La degradación física depende fundamentalmente de la estabilidad de los agregados que constituyen la estructura del suelo. Por consiguiente, el método preferido de evaluación se basa en algún tipo de determinación de la estabilidad de los agregados.

Mansfield y colaboradores (1975) comprobaron que el índice de dispersión de los microagregados de tamaño 2000-50 μ cuando se les agita en el agua proporcionaban la mejor medición directa de la estabilidad estructural de los suelos del norte de Zambia. Estos métodos pueden emplearse en las evaluaciones locales y es posible establecer los grados de limitación de conformidad con las observaciones sobre el terreno y la escala de valores. Si es posible obtener correlaciones con características del suelo fácilmente medibles, tales como la textura y el color, los resultados de un número relativamente pequeño de ensayos de índice de dispersión pueden extrapolarse en una zona más amplia.

Pueden obtenerse índices empíricos para medir el riesgo de degradación física. Un ejemplo es el índice de encostramiento (FAO, 1979b) de la superficie del suelo:

Índice de encostramiento = $Zf = 0,75 \cdot Zc$ % de la estabilidad de los agregados
Donde: Zf = limo fino % (2,20 μ)
 Zc = limo grueso % (20-50 μ)

Mansfield y arcillares (1975) comprobaron que el índice de dispersión de los microagregados de tamaño 2000-50 μ cuando se les agita en el agua proporcionaban la mejor medición directa de la estabilidad estructural de los suelos del norte. Estos índices empíricos deben verificarse y calibrarse según la situación en que se realiza la evaluación. Quizá sea necesario modificarlos para adaptarlos a las condiciones locales.

Evaluación: riesgos de degradación química y biológica

En FAO (1979) se indican métodos para evaluar la gravedad del riesgo de la degradación química y biológica del suelo. Un ejemplo es el riesgo de susceptibilidad física. Un ejemplo es el índice de encostramiento (FAO, 1979b) de la superficie del suelo:

Requisitos del período de descanso

La estimación del requisito del período de descanso es un medio adecuado para evaluar el riesgo de degradación del suelo en una determinada unidad de tierras, así como los requisitos para evitar esa degradación de un determinado tipo de utilización de la tierra.

Mansfield y arcillares (1975) comprobaron que el índice de dispersión de los El período de descanso se refiere al número de años de barbecho o algún otro uso distinto de la labranza en un ciclo de cultivo para los cultivos anuales. Al fin de tener en cuenta la necesidad de lograr niveles de productividad sostenidos y aceptables y conservar los recursos del suelo, será indispensable que haya un largo período de descanso mínimo en cualquier combinación de clima, suelo y nivel de insumos.

El requisito del período de descanso es el período de descanso necesario para mantener al suelo en una condición como la que sigue:

- i. en una forma estable a lo largo de un período extenso (por ejemplo, no una disminución de la materia orgánica y de nutrientes en el comienzo de períodos sucesivos de explotación en un ciclo cultivo/no cultivo);
- ii. en un nivel razonable de productividad (según convenga al nivel de insumos utilizados);
- iii. En una condición física que no sea indebidamente susceptible a la erosión.

El período de descanso se refiere al número de años de barbecho o algún otro uso distinto de la labranza en un ciclo de cultivo para los cultivos anuales. Al fin de tener en cuenta la necesidad de lograr niveles de productividad sostenidos y aceptables y conservar los recursos del suelo, será indispensable que haya un largo período de descanso mínimo en cualquier combinación de clima, suelo y nivel de insumos.

El requisito del período de descanso se expresa en términos del factor de cultivo R, como un porcentaje (para la definición de R, véase sección 4.4.12).

Se ha hecho un estudio de estos requisitos para suelos tropicales y subtropicales, cuyos resultados se reproducen en el cuadro 7.13 (Young y Wright, 1980). Es necesario señalar las grandes diferencias en los valores R para distintos niveles de insumo, y cabe destacar la importancia de la especificación de niveles de insumos al determinarse la intensidad del cultivo. En estos cuadros los valores sirven sólo de orientación. Muchos factores locales, tanto de la tierra como de las prácticas agrícolas, pueden afectar este requisito. Por ejemplo, hay algunas zonas donde los sistemas agrícolas tradicionales incluyen el uso de abonos orgánicos y otros en que esta práctica no es posible. Por consiguiente, de ser posible debe efectuarse un estudio especial de los requisitos del período de descanso en la zona estudiada.

Los requisitos del período de descanso, en cuanto son necesarios para evitar la degradación del suelo, pueden aplicarse a una evaluación sobre aptitud de la tierra en forma similar a las estimaciones de las pérdidas por erosión del suelo. La intensidad máxima permitida de cultivo R se calcula para cada unidad de tierras (clima con tipo de suelo). Cualquier tipo de utilización de la tierra basado en una rotación de cultivos que tenga un factor de cultivo inferior a este límite máximo puede ser clasificado como al sobre la base del riesgo de degradación del suelo. Los que tienen rotaciones de cultivo que exceden considerablemente la intensidad máxima permitida se clasifican como n. Para establecer límites entre las distintas clases es necesario actuar con juicio teniendo en cuenta las circunstancias locales.

7.3 EVALUACION INICIAL DE LAS CUALIDADES CLIMATICAS A TRAVES DE ZONAS AGROCLIMATICAS

7.3.1 Introducción

Hay otro método para tratar las cualidades de las tierras relativas al régimen de temperatura y a los requisitos de humedad. Estas dos importantes cualidades están relacionadas fundamentalmente con el clima, y varían en una estructura espacial diferente de las relacionadas con las formas del terreno y los suelos. Mientras que la última varía al nivel local, o de faceta del terreno, las principales diferencias climáticas se producen con cambios en la latitud, la altura, y con las amplias oscilaciones generadoras de lluvias, en especial el movimiento estacional norte-sur de la zona de convergencia intertropical.

Por esta razón se recomienda que cuando la zona estudiada en una evaluación tenga diferencias climáticas considerables de importancia agrícola, éstas deben considerarse inicialmente en términos de grandes unidades cartográficas, es decir, climas principales, períodos de crecimiento y zonas agroclimáticas.

También pueden ser importantes ciertas variaciones climáticas localizadas, por ejemplo, la influencia del relieve en la radiación y la temperatura, o sectores de heladas en el fondo de los valles. Estas variaciones deben considerarse como otras cualidades de la tierra, respecto a las unidades cartográficas empleadas en el resto de la evaluación, con la diferencia de que sus efectos se sobreponen en la base proporcionada por las zonas agroclimáticas.

Hay cierto número de sistemas de clasificación climática o agroclimática. El que se recomienda aquí es la metodología desarrollada para la FAO, Proyecto de Zonas Agro-Ecológicas (FAO, 1978/80/81; FAO, 1980; págs. 353-361; Higgins y Kassam, 1982). Este sistema tiene la ventaja de que se ha desarrollado a este respecto una cantidad importante de información sobre requisitos de cultivo. En el sistema hay dos elementos: climas principales y períodos de crecimiento.

Cuadro 7.13A. FACTORES DE CULTIVO NECESARIOS PARA TENER ENCUENTRANLOS REQUISITOS DEL PÉRIODO DE DESCANSO - NIVEL DE INSUMOS I : BAJO

Nota: Todos los valores se refieren al factor de cultivo R_f , expresado como porcentaje. Para una definición de R_f véase la sección 4.4.12.

Fuente: Young y Wright, 1980.

Cuadro 7.13B FACTORES DE CULTIVO NECESARIOS PARA TENER EN CUENTA LOS REQUISITOS DEL PERÍODO DE DESCANSO – NIVEL DE INSUMOS 2: INTERMEDIO

Clima principal (Cuadro 7.14)	Trópicos cálidos	Trópicos frescos	Subtrópicos cálidos	Subtrópicos frescos	Mediterráneo	Templado
Período de crecimiento, días (sección 7.3.3)	Zonas de bosques higrofiticos 270-365	Zona de sabana 120-269	Zona de bosques higrofiticos 75-119	Zona de bosques higrofiticos 270-365	Zona de sabana 120-269	Todos
Clase de suelo FAO, Mapa mundial de suelos						Todos
R, Q regosoles y arenosoles	30	35	45	40	45	50
F Ferrales	35	35	40	40	60	45
	10				10	-
A Acrisoles	40	35	60	40	45	60
L Luvisoles	50	50	55	50	55	65
B Cambisoles	65	60	60	70	70	65
N Nitosoles	55	80	70	70	80	75
V Vertisoles	70	75	75	70	75	60
J, G Fluviosoles y Gleysoles	80	80	90	90	90	80

Cuadro 7.13C FACTORES DE CULTIVO NECESSARIOS PARA TENER EN CUENTA LOS REQUISITOS DEL PERÍODO DE DESCANSO -

Cuadro 7.14

CLIMAS PRINCIPALES
Comparar con Cuadro 7.15

CLIMA		Climas principales durante el período de crecimiento	Régimen de temperatura media en 24 horas ($^{\circ}\text{C}$) durante el período de crecimiento	Adecuado para su consideración. Para grupo de cultivos (cuadro 7.15)
	Nº	Nombre descriptivo		
Trópicos. Todos los meses con temperaturas medias mensuales, ponderadas para el nivel del mar, superiores a 18°C	1	Trópicos cálidos	más de 20	II y III
	2	Trópicos moderadamente frescos	15 - 20	I y IV
	3	Trópicos frescos	5/10 - 15	I
	4	Trópicos fríos	menos de 5	No adecuado
Subtrópicos. Uno o más meses con temperaturas medias mensuales, ponderadas para el nivel del mar, inferiores a 18°C pero todos los meses superiores a 5°C	5	Subtrópicos cálidos/moderadamente frescos (precipitación de verano)	más de 20	II y III
	6	Subtrópicos cálidos/moderadamente frescos (precipitación de verano)	15 - 20	I y IV
	7	Subtrópicos cálidos (precipitación de verano)	más de 20	II y III
	8	Subtrópicos moderadamente frescos (precipitación de verano)	15 - 20	I y IV
	9	Subtrópicos frescos (precipitación de verano)	5/10 - 15	I
	10	Subtrópicos fríos (precipitación de verano)	menos de 5	No adecuado
	11	Subtrópicos frescos (precipitación de invierno)	5/10 - 20	I
	12	Subtrópicos fríos (precipitación de invierno)	menos de 5	No adecuado
	13	Templado fresco	5/10-20	I
	14	Templado frío	menos de 5	No adecuado

Fuente: FAO, 1980, pág. 355; Higgins y Kassam, 1981

7.3.2 Climas principales

Los climas principales son grandes divisiones climáticas definidas en términos de temperaturas medias mensuales, con precipitaciones estacionales y régimen de temperatura durante el período de crecimiento. Se reconocen 14 climas principales (cuadro 7.14). En el caso de los países en desarrollo considerados; en su conjunto, los trópicos cálidos (clima principal 1) son con creces los de mayor extensión, pues abarcan bastante más de la mitad de toda la superficie. En segundo lugar se encuentran los subtrópicos cálidos con precipitación de verano (clima principal 7) y los subtrópicos frescos con precipitaciones de invierno (clima principal 11) llamado comúnmente clima "mediterráneo"). Con frecuencia se comprobará que una evaluación local se encuentra comprendida por completo dentro del ámbito de un sólo clima principal.

Cada uno de los climas principales puede ser considerado para determinados grupos de adaptabilidad de cultivos. Estos grupos se resumen en el Cuadro 7.15 (para una información más completa, véase FAO, 1980, Cuadros 3.1-3.5). Por consiguiente, ésto constituye una base inicial para seleccionar los cultivos que han de considerarse en una evaluación.

Cuadro 7.15. GRUPOS DE ADAPTABILIDAD DE CULTIVOS, BASADOS EN EL COEFICIENTE DE FOTOSINTESIS Y LA RESPUESTA A LA RADIACION Y LA TEMPERATURA

Los climas principales son comparados en el Cuadro 7-14, en términos de temperatura media mensual, las precipitaciones estacionales y variaciones de temperatura.

TE = cultivares de clima templado, TR = cultivares de clima tropical (tierras bajas), TH = cultivares de clima tropical (tierras altas)

Fuente: ---FAQ-1978.

7.3.3 Períodos de crecimiento

Determinación de los períodos de crecimiento

El período de crecimiento es el período del año en que tanto las temperaturas como la humedad disponible del suelo permiten el crecimiento del cultivo. Se trata de un determinante esencial de la aptitud de la tierra para cultivos y cultivares en una escala mundial y continental.

El período se mide en días. Pueden trazarse isolíneas de períodos iguales, que permiten el levantamiento de mapas de zonas de período de crecimiento, por ejemplo, 90-120 días, 120-150 días. En los países con una gran variedad de precipitación pluvial, las zonas de período de crecimiento constituyen una base muy importante para determinar la aptitud de los cultivos.

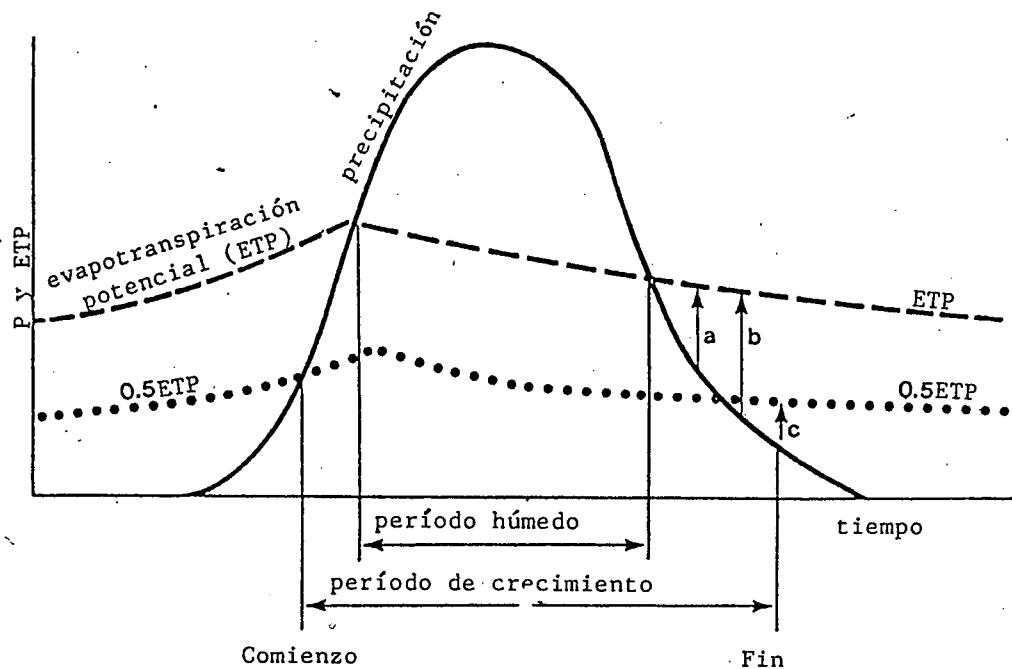


Figura 7.3 Determinación del período de crecimiento

Hay varios métodos para calcular los períodos de crecimiento. El que se recomienda aquí es el método desarrollado para el Proyecto de Zonas Agroecológicas de la FAO (FAO, 1979/80/81; Higgins y Kassam, 1981).

Los cálculos se basan en la temperatura diaria media (T), la precipitación (P) y la evapotranspiración potencial (ETP). Los datos a este respecto deben obtenerse para períodos de diez días. Si sólo se dispone de datos para meses completos, se les puede desglosar en períodos de diez días. El procedimiento es como sigue (figura 7.3):

- Limitación de temperatura: el período de crecimiento se limita a un período de diez días en el que la temperatura diaria media es igual o superior a 5°C ($T \geq 5^{\circ}$).
- Comienzo del período de crecimiento: el comienzo se fija en el momento en que la precipitación iguala o supera a la mitad de la evapotranspiración potencial ($P \geq 0,5 \text{ ETP}$).
- Período húmedo: un período de crecimiento normal debe incluir por lo menos un período húmedo de diez días, definido como un período en el que la precipitación supera a la evapotranspiración potencial ($P > ETP$).

- d) Final de las lluvias: la terminación de las lluvias se fija en el momento en que la precipitación disminuye a menos de la mitad de la evapotranspiración potencial ($P < 0,5 \text{ ETP}$).
- e) Fin del período de crecimiento: el período de crecimiento termina al final de las lluvias más el tiempo necesario para utilizar la humedad del suelo almacenada. como una primera aproximación puede suponerse que los cultivos disponen de 100 mm de humedad almacenada. Comenzando al final del período húmedo ($P < \text{ETP}$), los 100 mm se añaden a un déficit de humedad de diez días sucesivos ($\text{ETP} - P$) hasta que ya no queda suficiente humedad almacenada para elevar la precipitación a la mitad de la evapotranspiración potencial.
- f) Período normal de crecimiento: la duración de un período normal de crecimiento se obtiene sumando períodos de diez días entre su comienzo (p) y su fin (e) pero restando los períodos que no satisfacen el requisito de temperatura (a).

- 127 -
- g) Período intermedio de crecimiento: un período intermedio de crecimiento es aquel en que no hay período húmedo (c). Cuando esto ocurre no hay una reserva de humedad del suelo. Por consiguiente, se omite la etapa (e) y el período de crecimiento termina al final de las lluvias (d) y la evapotranspiración almacenada ($\text{ETP}_{\text{al}} - P$).

En los resultados del Proyecto de Zonas Agroecológicas (FAO, 1978/80/81) se publican isolíneas para un período de crecimiento a escala continental. Estos han sido generalizados para adaptarse a la pequeña escala de la publicación. Para estudios de países individuales o a mayor escala, los períodos de crecimiento deben ser calculados de nuevo y levantarse mapas con mayor detalle en el final del período.

Se recomienda que las isolíneas de períodos de crecimiento se tracen en 25 días, 90 días, y después a intervalos de 30 días, hasta 330 días, y no se devayan 75 a 90, 120, 180..., 300, 330, 365 días.

- ii) Período normal de crecimiento: la duración de un período normal de crecimiento Requisitos de los cultivos para los períodos de crecimiento (f) y su fin (e) pero

Los requisitos del período de crecimiento de cultivares fácilmente disponibles de algunos cultivos comunes figuran en FAO 1978/80/81 (véase vol. 1, 1978, Cuadros 9.3 y 9.4). En este estudio, el límite inferior de sumamente apta (A1) se consideró que era el 80 por ciento del rendimiento máximo que podía alcanzarse clímaticamente, y el límite superior de no apta (N) se estimó en el 20 por ciento del rendimiento máximo.

En los resultados del Proyecto de Zonas Agroecológicas (FAO, 1978/80/81) se publican estos cuadros deben usarse con cautela. Muchos de los cultivares han sido desarrollados con requisitos del período de crecimiento muy diferentes. Siempre que se disponga de ellos y que se hagan ensayos localmente, estos cultivares pueden ser incluidos en una evaluación.

Puede observarse que el requisito de cultivo para un ciclo de crecimiento se expresa en las mismas unidades (duración en días) que el período de crecimiento de la tierra en sí. Esta es la misma situación que se presenta con cada una de las cualidades de la tierra, ya que el período de crecimiento es una amalgama de dos cualidades: régimen de temperatura y requisitos de humedad.

7.3.4 Zonas agroclimáticas

Mediante la superposición de isolíneas de períodos de crecimiento y de intervalos de 30 días en los climas principales, se definen y se expresan cartográficamente las zonas agroclimáticas, por ejemplo:

- trópicos cálidos, período de crecimiento 120-150 días;
- subtrópicos cálidos (precipitación de verano) período de crecimiento 90-120 días;

Cada zona agroclimática será considerada apta para un rango limitado de cultivos o cultivares.

Las zonas agroclimáticas se definen en términos de disponibilidad de agua y se expresan en 100 mm. Se consideran períodos de crecimiento de la tierra en sí. Esta es la misma situación que se presenta con cada una de las cualidades de la tierra, ya que el período de crecimiento se basa en análisis de las cualidades: régimen de temperatura y requisitos de humedad.

7.3.5 Zonas agrícolas

7.3.5 Resumen de procedimientos, método de zonas agroclimáticas

- i) Mediante referencia a las temperaturas y al carácter estacional de la precipitación, identificar los principales climas existentes en la zona, y levantar los correspondientes mapas.
- ii) Seleccionar los cultivos que han de ser considerados a partir de grupos de adaptabilidad de cultivos adecuados a los climas principales.
- iii) Mediante cálculos basados en datos de diez días para la precipitación y la evapotranspiración potencial (derivada, si es necesario, de datos mensuales), determinar los períodos de crecimiento. Trazar isolíneas de períodos de crecimiento a intervalos de 30 días, sobrepuertos a los climas principales.
- iv) Determinar los requisitos de los cultivos y cultivares para los períodos de crecimiento.

Mediante estos procedimientos se habrán determinado las aptitudes agroclimáticas, abarcándose las cualidades de la tierra relativas al régimen de temperatura y todos los requisitos de humedad. La evaluación se prosigue entonces con el examen de otras cualidades de la tierra, sobre la base de unidades cartográficas más detalladas.

7.4 CASOS ESPECIALES

7.4.1 Arroz de pantano

El arroz de pantano puede cultivarse como un cultivo en secano en parcelas con diques. Debido a que una parte de su ciclo de vida se desarrolla en condiciones de inmersión, posee algunos requisitos precisos de uso de la tierra que habrá quizás que determinar de manera diferente que la utilizada en el caso de otros cultivos. Puede ser necesario modificar la calidad de la tierra relativa a la disponibilidad de nutrientes para tener en cuenta estas condiciones de crecimiento; en lo que respecta a la capacidad de laboreo de la tierra, ésta se referirá a la facilidad de manejo de la superficie del suelo. Quizás sea necesario también considerar otra calidad de la tierra, o sea las condiciones para el mantenimiento de una capa saturada en la parte superficial del suelo. La evaluación de la tierra para el cultivo del arroz de pantanos, es un tema muy específico y no será objeto de un examen detallado en estas *Directivas*.

7.4.2 Histosoles

Los histosoles o turbas necesitan un trato especial en la evaluación de tierras. Las clasificaciones de aptitud empleadas para los suelos minerales pueden ser inaplicables para los histosoles, debido a las interacciones y a condiciones especiales. La disponibilidad de nutrientes, las condiciones de enraizamiento y las posibilidades de mecanización son algunas de las cualidades que probablemente exigirán un trato especial. La evaluación de los histosoles no se trata detalladamente en estas *Directivas*.

7.5 CONCLUSION

Los métodos que se pueden utilizar para describir y evaluar las cualidades de la tierra se resumen en el Cuadro 7.16. La lista no es completa. En muchos casos se indican distintos métodos de evaluación, de los cuales sólo uno o algunos serán empleados en una evaluación particular. Deberán usarse las mismas cualidades de la tierra y factores diagnóstico para la descripción de las cualidades de la tierra correspondientes a las unidades de tierras (Capítulo 5) en lo que se refiere a la clasificación de la aptitud y a los requisitos de uso de la tierra (Capítulo 6). Estas dos series de valores se reúnen al comienzo del proceso de armonización (Capítulo 8).

Cuadro 7.16

METODOS DE DESCRIPCION Y EVALUACION DE LAS CUALIDADES
DE LA TIERRA

En el caso de la mayoría de las cualidades de la tierra, se ofrece más de un método posible, métodos que van desde los que son más exactos pero exigen más tiempo a los que son más rápidos pero menos precisos. Estos métodos pueden usarse individualmente o combinándolos.

Nº	Cualidad de la tierra	Criterio	Unidad de medición
1	Régimen de radiación: radiación total	Radiación neta de onda corta en el período de crecimiento Insolación diaria media en el período de crecimiento	mW/m ² h/día
	Longitud del día	Longitud del día en el período crítico	horas
2	Régimen de temperatura	Temperatura media en la temporada de crecimiento. Se ofrece más de un método posible, métodos que van desde los que son más exactos pero requieren más tiempo a los que son más rápidos pero menos precisos. Entre los más rápidos están los que miden la temperatura media en el mes más frío de la temporada de crecimiento	°C °C
	Humedad disponible: humedad	Media diaria máxima del mes más cálido de la temporada de crecimiento.	Unidad de medición
3	Régimen de radiación: radiación total	Duración del período de crecimiento Radiación neta de onda corta en el período de crecimiento	días mW/m ²
4	Riesgos de sequía	Precipitación total en el período de crecimiento Déficit relativo de evapotranspiración para el período de crecimiento. Es el déficit diario medio en el período de crecimiento dividido por el riego	mm razón horas
5	Disponibilidad de oxígeno para las raíces (drenaje)	Rendimiento relativo del cultivo calculado mediante modelos del equilibrio de humedad en la temporada de crecimiento Déficit relativo de evapotranspiración para el período crítico Probabilidad de una sequía importante Presencia de indicadores de vegetación	razón razón %
6	Disponibilidad de nutrientes	Duración del período de crecimiento Clase de drenaje del suelo Períodos de saturación de la rizósfera (duración y frecuencia) Presencia de indicadores de vegetación	días clase días razón -
7	Disponibilidad de nutrientes	Nivel de nutrientes en el suelo Nitrógeno: N soluble en agua Fósforo: P disponible Azufre: S soluble en agua Potasio: K intercambiable	razón %
8	Disponibilidad de nutrientes	Aluminio en el suelo Cobre en el suelo Manganoso en el suelo	-
9	Disponibilidad de nutrientes	Fertilidad del suelo Clase de sujeción de agua Drenaje	Unidad de medición -
10	Disponibilidad de nutrientes	Flujo de agua en el suelo Clase de sujeción de agua Drenaje	días clase días

Cuadro 7.16 (continuación)

Nº	Cualidad de la tierra	Criterio	Unidad de medición
5	Disponibilidad de nutrientes (cont.)	<p>Otros:</p> <p><u>Indicadores de disponibilidad</u></p> <p>Reacción</p> <p>Relación Fe_2O_3: arcilla</p> <p><u>Indicadores de renovación</u></p> <p>Minerales meteorizables</p> <p>Total P</p> <p>Total K</p> <p>Material madre del suelo</p> <p><u>Clasificación de la capacidad de fertilidad</u></p> <p>Presencia de modificadores de condición</p> <p>a, h, i, x, k (Apéndice E) X X X ✓</p> <p><u>Presencia de indicadores de vegetación</u></p>	<p>pH</p> <p>razón</p> <p>%</p> <p>meq/100 g</p> <p>meq/100 g</p> <p>clase</p> <p>presencia</p> <p>-</p>
6	Capacidad de retención de nutrientes	<p>Media para horizontes . CEC inferiores TBI</p> <p>Presencia de modificador e y de condiciones de CCF</p> <p>Clase de textura, horizontes inferiores</p>	<p>meq/100 g</p> <p>meq/100 g</p> <p>presencia</p> <p>clase</p>
7	Condiciones de enraizamiento	<p>Profundidad efectiva del suelo</p> <p>Clase de penetración de la raíz</p> <p>Piedras y grava</p> <p>Densidad aparente</p>	<p>cm</p> <p>clase</p> <p>%</p> <p>g/cm^3</p>
8	Condiciones que afectan la germinación o el establecimiento	<p>Clase de evaluación</p> <p>Erosión existente</p>	<p>clase</p> <p>clase</p>
9	Humedad del aire en cuanto afecta al crecimiento <i>< Humedad del aire < Cnel</i>	Humedad relativa media del mes menos húmedo en la temporada de crecimiento	%
10	Condiciones para la maduración <i>los cultivos necesitan un periodo seco, calido y soleado para la maduración de la semilla, fruta, etc</i>	<p>Días secos sucesivos y horas de sol y/o temperatura</p>	<p>días</p> <p>horas</p> <p>$^{\circ}\text{C}$</p>

Cuadro 7.16 (continuación)

Nº	Cualidades de la tierra	Criterio	Unidad de medición
11	Riesgo de inundación (frecuencia)	Períodos de inundación durante la temporada de crecimiento Frecuencia de las inundaciones perjudiciales	días clase
12	Riesgos climáticos	Heladas perjudiciales en la temporada de crecimiento Tormentas destructivas en la temporada de crecimiento	- -
13	Exceso de sales: Salinidad	CE de extracto de saturación (capa superficial y zona de rizosfera)	mS/cm
		Total de sales solubles	Unippm de presencia
14	Exceso de sales: Salinidad	Presencia del modificador de la condición de CCF	presencia
		ESP (días de inundación durante la temporada de crecimiento) Frecuencia de las inundaciones perjudiciales	días razón clase
		Presencia del modificador n de la condición CCF	presencia
12	Toxicidades del suelo: Al	Humedad perjudiciales en la temporada de crecimiento	-
		Saturación de Al	meq/100 g
		Reacción de la humedad en la temporada de crecimiento	pH
		Modificador a de CCF	presencia
		Profundidad hasta capa de carbonato	cm
		Profundidad hasta la capa de yeso (capa superficial y zona de rizosfera)	mS/cm
		CaCO ₃ en la rizosfera	Unippm de presencia
		CaCO ₄ en la rizosfera o de la	% presencia
		Mn	-
		Sulfato ácido	razón
		Otras	clase
		Presencia del modificador n de la condición CCF	presencia
15	Plagas y enfermedades	Plagas (frecuencia conocida)	-
		Enfermedades (frecuencia conocida)	-
		Indicadores climáticos (HC)	meq/100 g
		Indicadores del suelo	razón
		Presencia del modificador n de la condición CCF	presencia
15	Plagas y enfermedades	Plagas (frecuencia conocida)	-
		Enfermedades (frecuencia conocida)	-
		Indicadores climáticos (HC)	meq/100 g
		Indicadores del suelo	razón
		Presencia del modificador n de la condición CCF	presencia
15	Plagas y enfermedades	Plagas (frecuencia conocida)	-
		Enfermedades (frecuencia conocida)	-
		Indicadores climáticos (HC)	meq/100 g
		Indicadores del suelo	razón
		Presencia del modificador n de la condición CCF	presencia

Cuadro 7.16 (continuación)

Nº	Cualidad de la tierra	Criterio	Unidad de medición
16	Capacidad de laboreo del suelo <i>(FACILIDAD con q' el suelo puede ser trabajado a profundidad)</i>	Clase de evaluación Textura de la capa superficial del suelo, espesura, consistencia, planteamiento Número de días/año de condiciones de laboreo del suelo	clase clase días
17	Posibilidades de mecanización <i>(con q' lo tiene q' operar los act. agricolas y mecanizados)</i>	Clase de evaluación Motocultor, tractor, regadío, etc. Pendiente	clase %
18	Preparación del suelo y limpieza de la tierra <i>(desbosque, desmalezado, desarrancado)</i>	Clase de evaluación Formas del terreno Clase de vegetación	clase
19	Condiciones de almacenamiento y elaboración <i>(almacena lo q' se apertura y suelo preparado q' se almacene al producto cosechado)</i>	Humedad relativa en los meses después de la cosecha Textura de la capa superficial del suelo	% clase
20	Condiciones que afectan la ordenación temporal de la producción <i>(calendario)</i>	Grados-día (para la planta de un producto) Fecha de floración, cosecha	°C x días fecha
21	Acceso dentro de la unidad de producción	Clase de terreno pendiente, lecho de río, etc. Ángulo de pendiente excedido por el 33 por ciento de las pendientes	clase %
22	Tamaño de las posibles unidades de manejo <i>(esta área es utilizada por el remolque o camión)</i>	Tamaño mínimo	ha
23	Ubicación: accesibilidad existente y potencial <i>(costo del transporte)</i>	Distancia a camino asfaltado/dé tierra Indice de accesibilidad	km -
24	Riesgo de erosión <i>(susceptibilidad de la tierra a la erosión disminuye de lo productividad de la tierra)</i>	Modelo para determinar la pérdida de suelo (USLE, FAOSDA, SLEMSA, o local) Pendiente/grupos de suelos Erosión observada	t/ha/año % clase
25	Riesgo de degradación del suelo <i>(físico, químico, ambiental)</i>	Indice de dispersión Indice de encostramiento Requisito de período de descanso del suelo	índice - R%