

RO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
(CATIE)



**MEMORIA DEL
ALLER METODOLOGIAS DE CLASIFICACION DE
CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA**

**30 Agosto - 4 Setiembre
La Ceiba, Honduras**

**La publicación de este trabajo ha sido financiada por la
Agencia Internacional de Desarrollo AID/ROCAP**

Tegucigalpa, Noviembre, 1987

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
I PRESENTACION	i
II EVALUACION DE LAS TIERRAS Y SU USO. E. Richters	1
III MANEJO DEL USO DE LA TIERRA. UNA PROPUESTA. E. Richters	10
IV CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA EN LA SUBCUENCA DEL RIO GUAJIRE. Omar Oyuela	27
V EL SISTEMA MARIN. SU APLICACION EN HONDURAS. J. Salgado	36
VI EL SISTEMA DE CLASIFICACION DE TIERRAS SHENG MODIFI- CADO. J. R. Pérez	46
VII EL SISTEMA TOSSI Ch. Veiman	61
VIII METODOLOGIAS PARA LA DETERMINACION DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE COSTA RICA. L. Tórres	79
IX EVALUACION DE TIERRAS Y SU USO. EL SISTEMA FAO. E. Richters	102
X MONITOREO DE USO DE LA TIERRA. UNA ACTIVIDAD CLAVE. R. Richters	137
XI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	155
XII ANEXO 1 : Programa	156
XIII ANEXO 2 : Dirección de los participantes	158 -

I. PRESENTACION

Esta Memoria contiene la mayor parte de los trabajos presentados en el " Taller Metodologías de Clasificación de la Capacidad de Uso de la Tierra ", realizado en La Ceiba, Honduras, del 30 de agosto al 4 de setiembre de 1987, como un esfuerzo conjunto del PRMC del CATIE y el Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico CURLA de la UNAH.

El objetivo de este taller fue dar a conocer a los técnicos que trabajan en clasificación del uso de la tierra, las diferentes metodologías disponibles. Así también se buscaba establecer la conveniencia de usar cada una de estas metodologías de acuerdo a situaciones o necesidades particulares. El taller fue muy productivo por cuanto la mayoría de los participantes contaba con experiencia en la aplicación de una o varias de las metodologías presentadas, lo cual permitió un análisis más profundo.

Esperamos que esta publicación sea de utilidad para otros interesados en la clasificación y evaluación del uso de la tierra.

JOSE RICARDO PEREZ MUNGUIA
Coordinador Nacional PRMC del
CATIE en Honduras

II. EVALUACION DE LAS TIERRAS Y SU USO :
EL CONTEXTO HISTORICO

Eric J. Richters *

* Especialista en Uso de la Tierra del PRMC del CATIE. Turrialba,
Costa Rica

II. EVALUACION DE LAS TIERRAS Y DE SU USO : EL CONTEXTO HISTORICO

Introducción

La actividad clave para una planificación del uso de la tierra en una región es la evaluación de las tierras y de su uso. En este capítulo deseo dar una introducción a esta actividad en general, a la actividad de clasificación en particular y más específico todavía a la clasificación por capacidad de uso de las tierras de Klingebiel A. A. y Montgomery P. H. Este sistema, el " sistema USDA " (United States Department of Agriculture), ha sido el ejemplo principal para muchos sistemas similares que se desarrollaron paralelamente y después en muchas partes del mundo, como también en América Central.

Evaluación de tierras

Se puede definir la evaluación de tierras como la actividad que describe e interpreta aspectos básicos de clima, vegetación, suelos y de otros aspectos biofísicos, como también aspectos socio económicos, con el objeto de identificar usos probables de la tierra y compararlos en cuanto al rendimiento estimado de su aplicación sostenida. Esta es una definición nueva, y se nota el acercamiento positivo, o sea un uso deseado. (En vez de solamente tratar de evitar un sobre uso).

En nuestro tiempo también hay más distinción entre evaluación y clasificación. Esto porque se ha notado que las clasificaciones tienden a tener una vigencia más allá de la justificada por la precisión de sus diseños. La metodología para lograr una clasificación, la evaluación propia, con el tiempo ha ganado más importancia que la clasificación en sí.

- Antes de desarrollar más en detalle la idea moderna de evaluación hay que volver un poco en el tiempo.

Clasificación de Suelos

La clasificación más general de tierras es la clasificación geográfica. En esta clasificación se toman en cuenta todos los parámetros, estables y menos estables, que en conjunto describen las características básicas de la tierra en cuestión. Por ejemplo : Geología, Geomorfología y pendiente, clima, suelo, agua, vegetación, fauna y actividades humanas. Es una descripción de la actualidad.

También existen clasificaciones más específicas describiendo la ocurrencia espacial de un aspecto con más detalle. Un ejemplo muy famoso son las varias clasificaciones de suelos.

Como se puede definir el suelo ? Suelo es un cuerpo tridimensional ocupando la parte más afuera de la corteza de este planeta, con propiedades diferentes del material de piedra abajo, como resultado de las interacciones entre clima, organismos vivientes (incl. al hombre) material materno y pendiente, durante períodos de tiempo.

Un suelo se diferencia de otros suelos en cuanto a características internas o en cuanto a pendiente, micro topografía y pedregosidad de la superficie.

El objetivo general de una clasificación de suelos es aclarar la distribución de variaciones en el suelo, vista en el contexto de su desarrollo, como consecuencia de la interacción de los varios factores de formación del suelo.

Se clasifican los suelos según sistemas taxonómicos. Normalmente los suelos están agrupados en categorías taxonómicas, según las características de sus perfiles, como consecuencia de la etapa de su desarrollo (clasificación pedogenética). Un perfil de suelo es una sección verti-

cal, demostrando normalmente varios estratos y horizontes indicativos, como a veces también material materno, más abajo.

Mientras que Dokuchaiev de Rusia está acreditado con la primera clasificación natural de suelos (+ 1900) y mientras que se han desarrollado y se están usando varios sistemas en varios países, el sistema más famoso en gran parte del mundo es la del American Soil Survey Staff. Esta identidad produjo en 1960 un nuevo sistema, conocido como la Séptima Aproximación. En 1975 surgió la Octava Aproximación que es el sistema actualmente usado en los Estados Unidos.

Adjunto se encuentra un resumen de este sistema en relación a otros sistemas con importancia global. El sistema de American Soil Survey Staff es un sistema hierárquico con unas categorías muy generales desarrollándose hacia un gran número de categorías muy específicas hacia la realidad del campo.

Se distinguen :	Order	Orden
	Suborder	Sub-orden
	Great group	Gran grupo
	Family	Familia
	Series	Serie
	(phase)	fase

Las primeras dos categorías se distinguen por tipo y etapa de desarrollo pedogenético. La tercera categoría está definida por la presencia o ausencia de horizontes diagnósticamente significativos y las categorías más abajo son más y más semejantes con las diferenciaciones más y más en aspectos detallados (ILACO, 1981).

Como en la clasificación geográfica general estas clasificaciones de suelo son clasificaciones descriptivas.

Clasificación por capacidad de uso de las tierras, según Klingebiel y Montgomery (1961)

La información de los mapas de suelos, resultados de por ejemplo el sistema de clasificación descrito anteriormente, debe ser explicado de manera que tenga sentido para el usuario de la tierra. Así los mapas de suelos pueden ser intepretados por :

1. Las clases individuales de suelos en el mapa, y por
2. Grupos de suelos que se comportan de manera similar con respecto a un manejo o tratamiento particular:

De esta manera y en base a sistemas anteriores de clasificación, con fines de un mejor uso de la tierra, Klingebiel y Montgomery desarrollaron en 1961 su famoso sistema de clasificación por capacidad de uso de las tierras. Se puede ver este sistema como el resultado de un desarrollo de pensamiento que ocurrió en los EE. UU. y en otros países. En este contexto Hudson (1971) se refiere a Jacks quien aparentemente en 1946 publicó un estudio comparativo de varios sistemas de clasificación para " la planificación de uso de la tierra" en Inglaterra. Otro ejemplo es el sistema desarrollado por el United States Bureau of Reclamation en 1953, relacionado a la planificación de riego.

La clasificación por capacidad, dicen Klingebiel et al, es un agrupamiento de un número de interpretaciones, que se hacen principalmente para fines agrícolas.

La clasificación por capacidad comienza por las unidades de mapeo. Una unidad de mapeo es una porción del suelo que tiene características similares y cuyos límites son fijados por medio de definiciones precisas.

Por otro lado distingue dos grupos de suelos :

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

Esta clasificación por capacidad fue diseñada para :

1. Ayudar a los tenedores de tierras y otros en la interpretación y uso de los mapas de suelos.
2. Para hacer factible unas generalizaciones con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones en uso y problemas de manejo.

El agrupamiento de suelos según capacidad, se hace primeramente sobre la base de su capacidad para producir plantas cultivadas comunes y pastos, sin deteriorar el suelo por un período largo de tiempo. Evitar daños al suelo es el motivo principal para esta clasificación.

La clasificación por capacidad provee tres categorías de grupos de suelos:

1. Unidades
2. Subclases, y
3. Clases

Un miembro de la primera categoría, una unidad, constituye un agrupamiento de suelos que tienen aproximadamente las mismas respuestas a sistemas de manejo de plantas cultivadas y pastos comunes.

Los rendimientos agrícolas son significativos al nivel de la unidad y es uno de los criterios que se siguen para establecer la unidad de capacidad dentro de la clase. Las estimaciones de rendimiento que cubren largos períodos, para cultivos adaptados para suelos individuales dentro de la unidad, y bajo condiciones comparables de manejo, no varía más allá del 25%.

Hay que tener clara la distinción entre unidades de mapeo y unidades de capacidad. El uso se refiere primero al suelo, el otro, primero al cultivo.

La subclase es un agrupamiento de unidades de capacidad que tienen factores similares de limitaciones y riesgos. Se reconocen cuatro clases generales de limitaciones :

1. Erosión
2. Humedad
3. Limitaciones en la zona radicular, salinidad por ejemplo, y
4. Clima

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

Los suelos en las primeras cuatro clases, bajo buenas condiciones de manejo, son capaces de producir cultivos adaptados tales como árboles, pastos y cultivos comunes.

Los suelos en las clases 5, 6 y 7, son adecuados para el uso de plantas nativas adaptadas. Algunos suelos en las clases 5, 6 y 7, son también capaces de producir cultivos especializados, tales como frutales y ornamentales, y aún cultivos agronómicos y de hortalizas bajo prácticas intensivas de manejo, que comprende prácticas elaboradas para conservación del suelo y del agua.

Los suelos en la clase 8 no pagan los gastos de manejo para cultivos, pastos o árboles sin prácticas mayores de recuperación o protección.

Hemo seguido la presentación original de este sistema. En la práctica se han aplicado más que todo solamente las ocho clases mayores.

Según Hudson (1971), las subclases tienen aplicación en el contexto de las clases 2, 3 y 4. De los países que aplican o han aplicado este sistema, los EE. UU. fueron únicos en cuanto a la información disponible sobre los suelos. Solamente en base de esta información detallada, todavía no disponible en la mayoría de los países, se puede, en situaciones, distinguir las unidades.

Una unidad frecuentemente es lo mismo que una " serie " de suelos en el sentido pedológico, pero no es necesariamente así.

Mientral que el manual 210 da una descripción de las ocho clases, no da criterios fijos para su determinación. La clasificación por capacidad es una clasificación interpretativa basada en los efectos de un cierto uso sobre el suelo.

Entonces deja al usuario definir sus propios criterios. En los EE. UU. el " Soil Survey Manual " (Agricultural Handbook 18), publicado en 1951, ha sido una gufa principal al respecto. Mientras que este manual no tie

ne edición nueva, está en proceso, aparentemente largo, de revisión. (Capitulo por capítulo). (Yendo más en detalle salen más diferencias entre una situación y otra, visto en espacio y en tiempo).

Como se ha indicado el sistema USDA tenfa como objetivo principal, minimizar procesos de erosión; la protección de suelo del efecto negativo de su aplicación. Aparentemente hay una analogía con el desarrollo del acercamiento de la planificación en general.

Las ocho clases no dicen nada sobre fertilidad o rendimiento y puede ser que un suelo de clase 2 produce un rendimiento mejor en algunos casos, que un suelo de clase 1. Aquí se puede pensar en el caso del tabaco que tiene mejores rendimientos en suelos livianos en terrenos ondulados, los cuales normalmente se clasificacan en clase 2 ó 3 (Hudson, 1971). Más famoso tal vez es el caso de arroz regado que se cultiva con mucho éxito sobre suelos con " fuertes problemas " de drenaje. Sin embargo, el sistema indica que para mantener el suelo, hay que tener más cuidado con un suelo clase 2 que con un suelo clase 1, a largo plazo. Esta idea se desarrolló más en el trabajo de Sheng, quien en vez de concentrarse en ciertos usos mayores, da atención específica a técnicas de conservación del suelo.

Han surgido muchos sistemas parecidos en todo el mundo, cada uno con sus criterios específicos.

Desde un acercamiento puramente suelero los sistemas estaban en el desarrollo hacia una adaptación a situaciones específicas, incluyendo más y más factores socioeconómicos, por ejemplo, con respecto al tipo de agricultura que se practica en una situación dada. (Tradicional, avanzada, mecanizada, etc.).

Con la aplicación de estos sistemas de clasificación también surgieron caracterizaciones como : " sub-uso, capacidad de uso, uso potencial y sobre uso ".

El uso actual es lo que sucede en el campo en la actualidad. Con un sistema de clasificación por capacidad se puede determinar la capacidad de uso. La discrepancia entre el uso actual y la capacidad de uso indica si hay un sub uso, uso a capacidad (no discrepancia o un sobre uso).

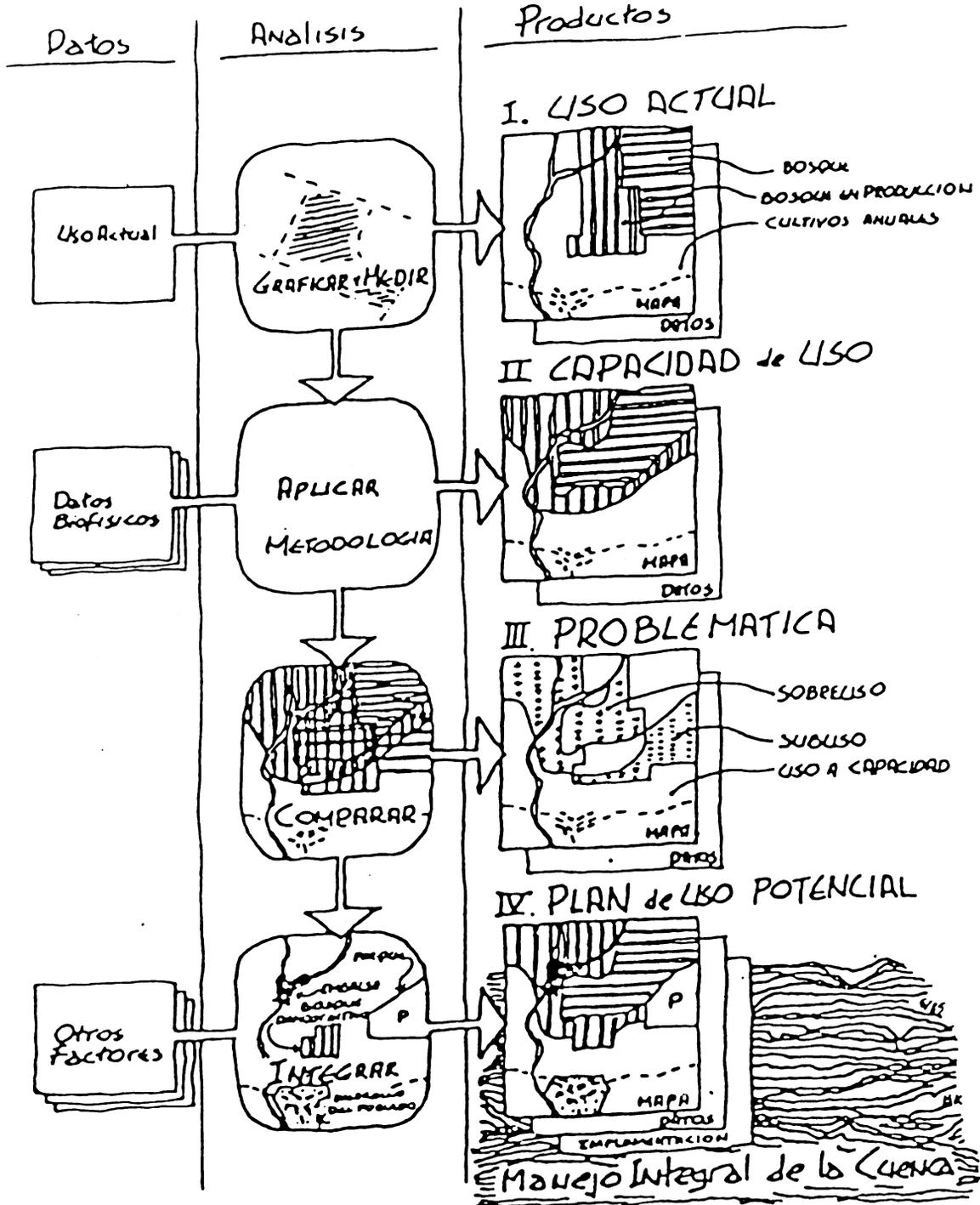
Uso potencial está definido como el uso potencialmente posible en base de capacidad de uso y las circunstancias socioeconómicas. En este contexto, uso potencial indica hasta que nivel se puede realizar un uso según la capacidad del suelo, con el nivel de tecnología actual. (Ojo : no se refiere a potencial de uso en un sentido absoluto). Se refiere al diagrama adjunto.

III. MANEJO DE USO DE LA TIERRA :
UNA PROPUESTA

Eric J. Richters *

* Especialista en Uso de la Tierra del PRMC del CATIE. Turrialba,
Costa Rica.

PLANIFICACION de Uso de La TIERRA: EL PROCESO TECNICO



III. MANEJO DE USO DE LA TIERRA : UNA PROPUESTA

Introducción

X Se ha hablado de evaluación y clasificación de la tierra. Ahora voy a argumentar que esta actividad de evaluación debe tener su contexto planificado, mientras que este contexto mismo todavía debe tener sus raíces en estrategias generales. ✱

Mientras que cada institución puede tener su objetivo específico en cuanto a la actividad de evaluación; en esta lectura voy a referirme a la situación actual en América Central en general, que es cierto no es tan diferente de otras partes del mundo.

Para justificar la prioridad de un manejo general (institucional) del uso de la tierra en América Central, primero hay que resaltar la relación actual en la región entre el uso por un lado y la tierra por otro.

La Tierra

La tierra en su totalidad se ve como un conjunto de factores biofísicos y socioeconómicos. Se define (FAO, 1975) la tierra como un área de la superficie del planeta cuyas características abarcan aquellos atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera, verticalmente por encima y por debajo de esta área, incluidos los de la atmósfera, el suelo y la geología subyacente, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la amplitud en que éstos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por parte del hombre.

Se puede resumir la situación de América Central en cuanto al uso de la tierra, así: una gran parte de la población (46.4%) está involu-

crada en la actividad agrícola, concentrado en una parte efectiva relativamente pequeña del territorio (13.6% está clasificado como tierra arable) y contribuyendo relativamente poco a la P.I.B. (22.4%). La distribución actual de las tierras todavía acentúa la situación. Tampoco es esta tierra un factor uniforme y existe una fuerte tendencia de que los campesinos menos afortunados, preparados y apoyados se concentren en las áreas peores, con suelos muchas veces más susceptibles a la erosión.

En cuanto a la erosión se hace mención de una calamidad nacional en el caso de El Salvador, donde al menos un 50% del territorio está seriamente afectado por la erosión o ya significativamente degradado. Esta degradación ocurre por las fuerzas combinadas, y comunes en la región en general, de tala de bosques, pastoreo intensivo del ganado, agricultura de tumba y quema y otras prácticas agrícolas dañinas (cultivación a favor de la pendiente, etc.). La calamidad nacional en El Salvador por esto no es tan diferente de la situación que predomina en las cuencas de la vertiente del pacífico en los otros países, como también en las tierras altas y montañosas de Guatemala y Honduras, sobre todo en las partes con distinta estación seca. Por sus características topográficas, climáticas y de desarrollo agrícola, la situación en el Norte de Guatemala, y el Este de Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, es mucho menos crítica. Sin embargo, también allá se encuentra un deterioro acelerado de los suelos en cuanto a compactación y a fertilidad.

Mientras que el uso del terreno rural en general, y ciertamente la agricultura marginal en particular tal vez no produce mucha riqueza en la región, es de suma importancia por el número de gente involucrada. En efecto, cuando observamos la producción per capita de alimentos en la región, notamos una disminución alarmente en los últimos años.

Esta afecta a la población en su totalidad. (Fig. 3).

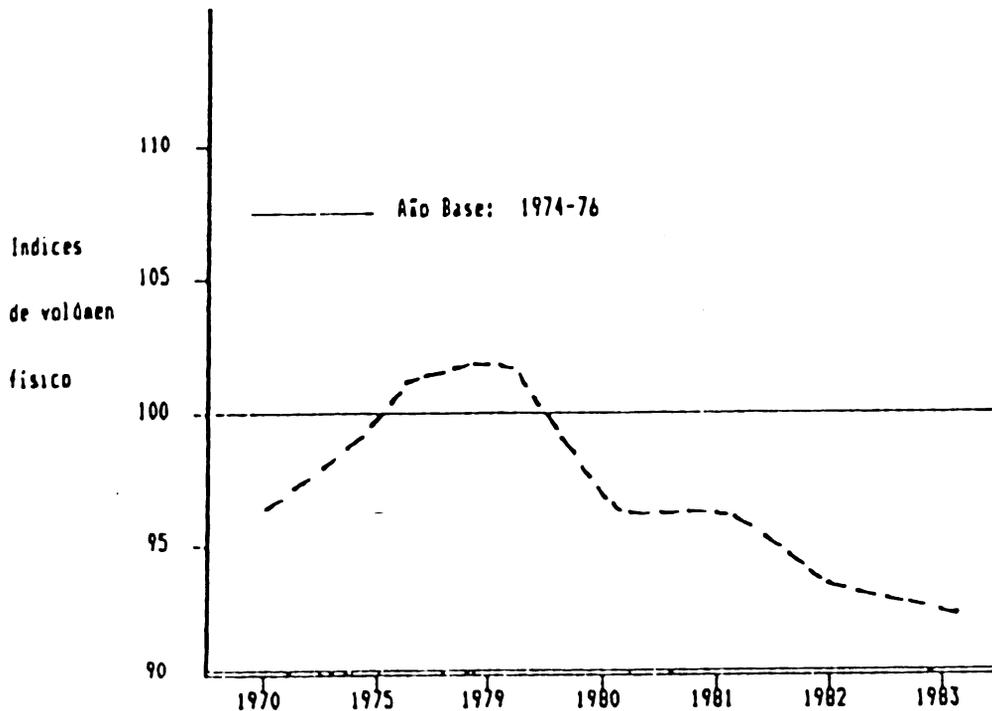


Fig. 1 Producción per cápita de alimentos en Centroamérica.

Tomado de Gallardo María Eugenia y J. R. López: "Centroamérica, la crisis en cifras". IICA, FLASCO. 1986.

La degradación de tierras tiene como consecuencia una degradación de los recursos naturales en general como también, en forma directa e indirecta, de infraestructura socioeconómica aguas abajo. ✓

Esto es en una palabra la realidad en el campo. Cuál ha sido el acercamiento estatal al respecto (al menos en el mundo occidental)? En resumen, se puede decir, que se ha tenido un acercamiento más o menos liberal hacia el desarrollo económico o socioeconómico (a corto plazo) de la tierra, dirigido desde las capitales o los principales centros urbanos. Teníamos un acercamiento urbano hacia la tierra el cual no tomó en mucha cuenta los límites biofísicos existentes y los efectos del desarrollo a largo plazo.

Hemos definido la tierra. Hemos descrito en términos muy generales, algunos aspectos socioeconómicos y biofísicos de la tierra en América Central. En base de datos bien conocidos hemos descrito la problemática del uso de la tierra en esta región y al final hemos indicado que falta algo en el acercamiento actual de la " empresa humana " hacia la solución de la problemática : la falta de un manejo integrado de uso de la tierra. Ahora necesito aclarar el componente técnico del manejo del uso de la tierra, en base de su objetivo bien definido.

Uso de la tierra

Primero hay que aclarar qué entendemos con uso de la tierra. Hay una escuela de pensamiento que dice que uso de la tierra ocurre cuando estamos físicamente manipulando la misma. El área no físicamente manipulada tiene su cobertura natural. En otras palabras, la tierra tiene su cobertura natural en la parte no usada, y tiene una cobertura artificial en la parte usada. Entre la parte usada y la parte no usada, existe entonces una frontera : la frontera agrícola.

Este es un acercamiento desde los centros urbanos hacia la naturaleza: un acercamiento urbano.

Se ha notado que los problemas más graves con respecto al uso de la tierra (que debe ser un uso sostenido de la tierra), ocurren alrededor de esta "frontera agrícola" en las áreas marginales. Pendientes fuertes, suelos no profundos, lluvias muy erosivas, una agricultura marginal con poca atención/apoyo técnico/financiero (y poca absorción de ésta, si hay). etc. Tal vez esta es el área que en efecto necesita más atención que otras áreas. He escrito alrededor de " la frontera agrícola " porque, vista en detalle, casi no se puede hablar de esta frontera. O tal vez hay que decir que la frontera informal avanza con muchas más rapidez que la frontera formal.

Desde el punto de vista de manejo hay que anticipar los eventos y no seguirlos. Y esto es ciertamente el caso cuando estos eventos son tan importantes para el uso sostenido del recurso tierra.

Sugiero entonces que con el uso de la tierra entendamos cualquier aplicación de este recurso, en el sentido de que cualquier área definida/mapeada tiene en efecto su uso. La gente de áreas silvestres (y no solamente ellos) deben estar de acuerdo que un bosque natural sí tiene su uso.

Entonces toda el área que podemos encontrar en un mapa, es de interés para el manejo de uso de la tierra.

Categorías de uso de la tierra

Mientras que toda el área definida tiene su uso, sirve distinguir categorías de uso. He distinguido cinco categorías de uso :

- a) La tierra en su totalidad. Esta representa nuestro ambiente natural y es un recurso de oportunidades tremendamente natural y es un recurso de oportunidades tremendamente variadas y crucial para la supervivencia del género humano en gran variedad de circunstancias cambiantes; se debe pensar no solamente en los recursos genéticos aquí. Para proteger este recurso es importante que parte de la tierra se desarrolle imperturbablemente y que mantenga la mayor variedad de cualidades naturales posibles. Existen varios tipos de manejo (más o menos 17) con más o menos interacción con la " empresa humana ".
- b) Por sus productos biológicos. Aquí se puede pensar en todo producto agro-silvo-pastoril, con o sin siembra o crianza anterior o res

tauración después de la cosecha. En algún sentido también incluye a la pesca terrestre. Esta categoría es la más importante desde el punto de vista de uso de la tierra en general.

- c) Por el agua que recibe, almacena y "produce". El uso o la aplicación de esta agua después de su producción, como agua potable, para riego, como agua industrial o para la generación de hidroelectricidad (o una combinación) por ejemplo, determina la importancia de esta categoría en una situación específica.
- d) Por su reserva mineral, de petróleo o de gas natural, importante en casos específicos.
- e) Por su espacio físico. Esta categoría incluye a las áreas pobladas, industriales, de infraestructura vial o de aeropuertos, por ejemplo. Puede ser de suma importancia (\$\$) en casos específicos por ejemplo, en y alrededor de las áreas metropolitanas.

Es claro que muchas veces existen conflictos entre estas categorías en relación con una cierta área, como también entre los muchos usos que se pueden distinguir en cada categoría. Relacionar bien los varios usos, como también los varios usos y el ambiente es la tarea de manejo de uso de la tierra.

Manejo de uso de la tierra, su necesidad

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

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

Manejo de uso de la tierra, su finalidad

Manejo de uso de la tierra es la actividad que tiene como meta, la determinación, el establecimiento y el mantenimiento de una combinación de usos de la tierra hasta un potencial sostenible, el cual está determinado una y otra vez en un proceso más o menos cíclico de (re) evaluación y (re) definición de factores y procesos contribuyentes, en un contexto físico, biológico, social (político) y económico.

Dentro del manejo de uso de la tierra se puede entonces distinguir 3 categorías de actividades relacionadas a:

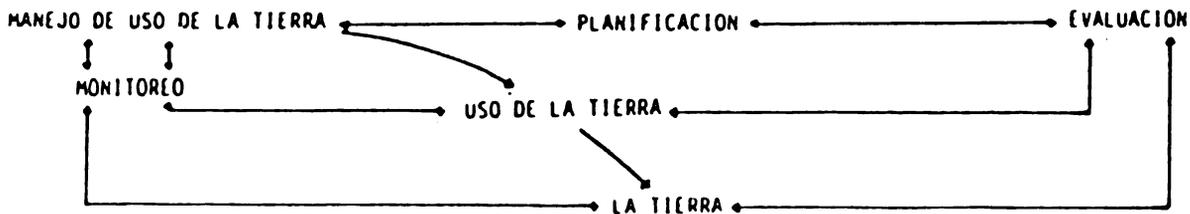
la determinación
el establecimiento y,
el mantenimiento (de una combinación de usos)

La planificación del uso de la tierra tiene relación con la primera categoría y muchas veces también con la segunda categoría. En efecto hablan mucho de " Planificación de uso de la tierra " como título genérico de todas las actividades relacionadas con el uso de la tierra. Mientras que la planificación es una actividad importante en el manejo de uso de la tierra, no cubre todo lo que es manejo de uso de la tierra. Indica un acercamiento diferente.

Un plan se hace con respecto a un problema en una región específica. Por consiguiente tiene una vigencia limitada, también en relación al tiempo.

El manejo, por otro lado, indica un acercamiento más dinámico hacia la solución y prevención de una problemática en general. Es una actividad permanente que coordina las varias actividades de planificación en el contexto político nacional y en base de los resultados de un monitoreo de actividades (y sus resultados) anteriores.

La figura 4 indica en resumen la posición de manejo de uso de la tierra en relación a uso de la tierra y la tierra misma por un lado y en relación a planificación y evaluación por otra.



Planificación de uso de la tierra

Como hemos visto, esto es un componente básico de manejo de uso de la tierra. Se puede definir que la función de la planificación del uso de las tierras es orientar las decisiones al respecto, de tal manera que los recursos ambientales permitan el uso más beneficioso para el hombre, conservando al mismo tiempo tales recursos para el futuro. (FAO, 1976). Muchas veces esta actividad, a veces como parte de planificación regional en general, está delegada a consultores externos.

Algunas ventajas de usar asistencia externa pueden ser :

- 1) Permite la formación de equipos para tareas específicas
- 2) Permite un mejor análisis de costos y beneficios
- 3) Permite mejor control de calidad
- 4) Previene la rotura de actividades en proceso en la institución matriz.

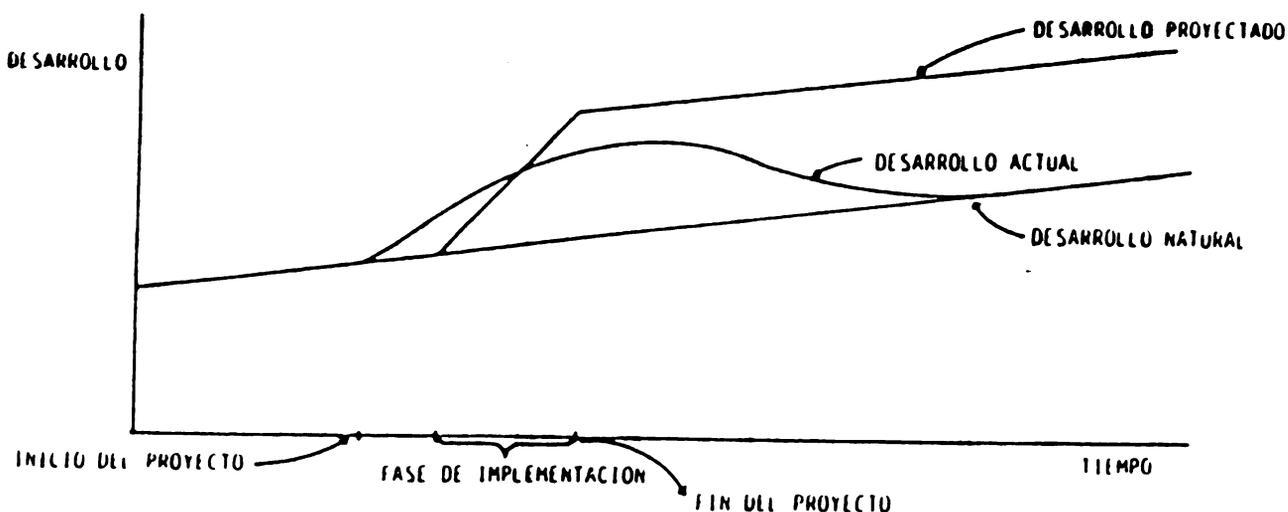
Un proyecto de planificación trata de lograr un cambio planeado, hacia un desarrollo acelerado, en este caso con respecto al uso de la tierra en una región. Se habla de "ciclos" de planificación y las consideraciones principales de un ciclo son:

1. Identificación de objetivos
2. Evaluación de parámetros relevantes
3. Diseño del plan de acción
4. Aceptación del plan
5. Implementación del plan
6. Evaluación de los resultados

Aunque las varias consideraciones parecen seguir a la otra en forma lógica, en la realidad ocurre un traslape, mientras que la evaluación 6) empieza a ser importante ya con el inicio del diseño del plan de acción. Existen procesos interactivos.

Hablan de un " ciclo " de planificación porque después de que termina un proyecto, la implementación de un plan se puede identificar y formular los objetivos para un siguiente proyecto, y todo empieza de nuevo.

Aunque si la interacción con los planeadores como también la implementación de un plan normalmente causa un desarrollo acelerado en una región, en general hay con el tiempo una regresión hacia niveles de desarrollo normales en regiones vecinas las cuales no han tenido esta atención . (Fig.5).



Para evitar esta regresión parece que hay que prolongar esta atención; hay que dar un apoyo continuo, que desarrollar un programa de extensión, por ejemplo. En otras palabras, hay que institucionalizar la atención. (: la interacción entre investigación/conocimiento por un lado y la implementación en el campo de sus resultados/conclusiones, por otro, al lado de un flujo general de dinero). En la actualidad muchos proyectos ya tienen componentes de institucionalización.

El objeto de un plan es una región, parte de un país y bajo la autoridad de un gobierno.

El gobierno juega un papel importante en un proyecto de planificación, primero con la identificación de objetivos, con la provisión de información básica, con la aceptación del plan (y entonces con el diseño del plan), pero también con la implementación y la evaluación de los resultados.

Aunque un grupo de consultores externos pueda apoyar a un gobierno con el desarrollo de un plan de acción o un proyecto de desarrollo en general, el gobierno continúa siendo el responsable para el desarrollo en sí.

También por esta razón agencias financieras empujan hacia una contrapartida gubernamental en el desarrollo de los proyectos pagados por ellos.

Hemos dicho que el objeto de un plan es una región. Como " región" entendemos aquí una unidad geográfica sub-nacional. Hablamos de una región para delimitar los problemas y las alternativas para su solución a proporcionar manejables.

Cuáles criterios se pueden aplicar con respecto a la delineación de una unidad geográfica ?

1. Principio de homogeneidad

Cuál tipo de homogeneidad o uniformidad en que sentido, está de finido por los criterios usados. Por ejemplo, si estos criterios se refieren a características físicas, la región puede tener cierta homogeneidad, uniformidad en cuanto topografía, tasa de lluvia, etc. Si los criterios se refieren a características económicas, la región puede ser uniforme con respecto a sistemas de producción, por ejemplo, o a una cierta producción en sí. Si los criterios se refieren a aspectos sociales, la uniformidad puede referirse a lengua, religión, grupos étnicos, etc.

2. Principio de funcionalidad

Este principio involucra al concepto de inter-relación espacial y se refiere más que todo a funcionalidad socioeconómica en una

región. Función gubernamental, función de mercado, función educativa.

3. Cuencas hidrográficas

Aquí el criterio para la región es coherencia hidrológica. Incluye a los dos principios anteriores. La cuenca hidrográfica tiene homogeneidad por ser una entidad hidrológica y en el mismo tiempo, específicamente cuando las cuencas tienen características bien desarrolladas en áreas montañosas, tiene también homogeneidad por inter-relación funcional. Da un contexto ambiental al desarrollo socioeconómico y es entonces el área de planificación para el manejo de uso de la tierra por sí.

4. Consideraciones ad hoc

También se pueden crear regiones en base ad hoc, en relación a situaciones las cuales necesitan atención urgente. Áreas devastadas por inundaciones, terremotos, depresión económica, etc. (Van Staveren et al, 1980).

Para planificación regional y desarrollo regional planificado en general, y por consiguiente para proyectos de uso de la tierra, coincidencia con la infraestructura gubernamental/administrativa es crucial para tener éxito. En otras palabras, el principio de funcionalidad entra fuertemente en la determinación del área del proyecto. Aunque la cuenca hidrográfica, como región preferida desde el punto de vista de manejo de uso de la tierra, también tiene su aspecto de funcionalidad, hasta la fecha hay discrepancia con respecto a divisiones administrativas, base para las infraestructuras gubernamentales en los varios países de la región (como es el caso en general en el mundo).

Me parece que la disminución de esta discrepancia es una tarea interesante para manejo de cuencas. En la actualidad muchas veces crean una autoridad específica para hacer una buena conexión con el aparato estatal en esos casos. T.V.A., CAUCA (CVC), MEKONG, DADOMAR etc.

La relación entre planificación regional y otros tipos de planificación gubernamental. (Van Dusseldorp, 1980).

Se distingue "planificación horizontal" de "planificación vertical". Planificación horizontal analiza e integra los varios aspectos del objeto de planificación en un nivel de administración específico. Planificación horizontal puede ocurrir a nivel nacional, regional o local.

Planificación vertical también se llama planificación sectorial y toma en cuenta un sector específico como educativo, salud, agricultura, etc.

También se distinguen dos acercamientos : con el acercamiento "bottom-to-top", planes locales tienen su origen y su definición al nivel local. Estos planes pueden ser agregados en planes subregionales, regionales y sectoriales, los cuales a la vez, pueden formar parte de un plan nacional.

Con el acercamiento "top-to-bottom", el plan nacional da el marco para planes sectoriales, regionales, locales y, al final para proyectos específicos.

En general se necesita comunicación entre los dos lados, correlación entre los dos acercamientos (top to bottom-bottom-to-top) para lograr un desarrollo sostenido.

En el inicio del proceso de planificación regional, normalmente ya existen algunas ideas y objetivos en cuanto al desarrollo deseado al nivel nacional con respecto a uso de la tierra : al nivel del manejo (institucionalizado). Es la tarea del planeador regional integrar los factores socioeconómicos y biofísicos de una región específica en un plan hacia el uso potencial de éstos, tomando en cuenta el contexto (marco) nacional.

Hay que notar que en la mayoría de los países, prevalecen sistemas administrativos sectoriales con el acercamiento "top-to-bottom". Los planeadores regionales tienen en estos casos que considerar como tarea importante, proponer estructuras administrativas, las cuales pueden ofrecer posibilidades para iniciativas locales (bottom to top).

Acercamiento hacia la planificación

Cuando surgieron los problemas de manejo regional (como hemos visto relacionado al crecimiento de la población, la urbanización, y a sus demandas en cuanto a espacio y recursos), surgieron también los planes para su solución.

La planificación regional se ha desarrollado tanto que al final tenemos un acercamiento total, tratando de integrar a todos los factores y posibilidades de y para un desarrollo regional. (A la vez también causando la importancia excesiva del nombre genérico "Planificación").

En la práctica hemos visto sin embargo, que mientras que este acercamiento produce una gran cantidad de estudios ambiciosos e informes voluminosos, tiene la gran desventaja que son demasiado complejos pa

ra su ejecución en las circunstancias limitativas de la realidad. También son demasiado estáticas. (Dan demasiado desarrollo teórico en base de una situación específica).

Por otro lado tenemos un acercamiento por proyectos muy pragmático pero no muy integrado en un marco general. Duplicación de esfuerzos y una falta de institucionalización han sido el resultado en muchas ocasiones.

Ahora existe la tendencia a buscar la solución intermedia. El acercamiento T.S.P. (Themes-Strategy and Projects), por ejemplo, se ve en ese contexto. (Bendavid-Val 1975). En general traen la planificación en su sentido amplio más hacia lo que en efecto hay que planificar, mientras que al nivel general, nacional por ejemplo diseñan más las estrategias generales como contexto. (Por analogía : manejo de uso de la tierra : nivel nacional, planificación de uso de la tierra : nivel local).

Descentralización

También se puede institucionalizar la planificación horizontal a nivel regional, como han hecho en varios países en Africa y Asia. También es interesante ver el desarrollo de las Corporaciones Autónomas para el manejo de cuencas en Colombia en este contexto. En otras palabras, se puede considerar descentralizar el poder ejecutivo (el manejo) hacia niveles subnacionales, sin que estos nuevos estratos administrativos pierdan el contacto con el contexto nacional. (Conyers, 1981).

IV. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA EN LA SUBCUENCA
DEL RIO GUAJIRE, CUENCA DEL RIO GUACERIQUE.

Omar Oyuela *

* Graduado del Programa de Cuencas del CATIE. Actualmente funcion
nario de COHDEFOR.

IV. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA EN LA SUBCUENCA DEL RIO GUAJIRE, CUENCA DEL RIO GUACERIQUE.

1. Introducción

En Honduras, el método más empleado para determinar la capacidad de uso de los suelos, es el utilizado en los Estados Unidos, el cual clasifica en ocho categorías. En general, los organismos técnicos al usar las metodologías lo hacen con la intención de obtener un resultado como una acción mecánica de aplicar un sistema. Los principios, supuestos y otras referencias que enmarcan tales metodologías son ignorados.

La metodología escogida para determinar la capacidad de uso de la tierra en la subcuenca del Río Guajire, fue la propuesta por Michael sen, en 1977. La relevancia de la metodología propuesta es que permite recomendar medidas de conservación de suelos para varias condiciones de pendientes y usos. Además, Michael sen es claro en los lineamientos de su metodología, remarca los principios de su sistema y propone normas que deben cumplirse antes de aplicarlo.

2. El sistema y su aplicación

El objetivo principal del sistema es determinar, sobre el terreno, cuál es el uso más intensivo que puede permitir una parcela, y cuál será el tratamiento de conservación de suelos que debe aplicarse para el grado de intensidad de uso. Los factores de mayor importancia son: la pendiente del terreno y la profundidad del suelo.

En el cuadro 1 se aprecia el esquema de clasificación propuesto por Michael sen.

Cuadro 1 Sistema de Clasificación de la tierra por capacidad de uso según Michaelsen (1977), modificado de Sheng y Stennet (1975).

Profundidad del suelo (cm)	Pendiente (%)				
	0-12	12-30	30-50	50-60	60 y +
90+	C ₁	C ₂	C ₃	A	F
50 - 90	C ₁	C ₂	C ₃	A/F	F
20 - 50	C ₁	C ₂ /P	P	F	F
- 20	C ₁ /P	P	P	F	F

Referencias:

C₁: Tierra cultivable en limpio sin necesidad de prácticas mecánicas de conservación de suelos.

C₂: Tierra cultivable con cultivos anuales con medidas intensivas de conservación de suelos.

C₃: Tierra cultivable a mano con medidas intensivas de conservación de suelos.

A : Arboles frutales con medidas intensivas de conservación de suelos.

P : Pastos

F : Forestal

El esquema anterior se aplicó a la subcuenca del Río Guajire a fin de determinar la capacidad de uso de la tierra y esta encontró que los cultivos anuales y los cultivos en limpio constituyen la capacidad de uso en la subcuenca (37% y 30%, respectivamente).

Las normas que rigen el sistema de clasificación son:

a) Sólo debe usarse como reglamento donde la política de uso de la tierra permita todos los usos considerados en ella.

b) No puede usarse como reglamento en lugares donde no exista la capa-

cidad técnica y financiera para ejecutar las obras de conservación de suelos.

Las consideraciones anteriores son válidas cuando una zona se declara como Reserva Forestal y no existen agricultores en dicha región, o también cuando la presión sobre el uso de la tierra no es muy fuerte y existen programas gubernamentales a nivel de la cuenca, los cuales proporcionan una asistencia técnica efectiva y adecuada a todos los pobladores.

3. Adaptación a la metodología

Mediante Decreto N°3 del 2 de enero de 1973, la cuenca hidrográfica del Río Guacerique, fue declarada " Zona Forestal Protegida del Patrimonio Forestal Inalienable ". Lo anterior motivó a pensar que el sistema Michaelson necesariamente debía sufrir ciertos cambios a fin de adaptarlo a la problemática encontrada en la subcuenca del Río Guajire.

Si las normas que regulan este sistema se aplicaran a la cuenca, se podría correr al riesgo de sobreestimar, y en ciertos casos, subestimar la problemática cuando en realidad mediante los estudios de campo, se comprobó que los suelos no presentan procesos erosivos extremos, a excepción de algunas áreas cultivadas en pendientes fuertes y sin ningún tipo de medidas de conservación de suelos.

El estudio socioeconómico realizado a una muestra representativa de la población de agricultores, mostró que los cultivos hortícolas son suficientemente rentables como para proponer un cambio en el uso de la tierra. Qué provocaría lo anterior? También los agricultores están conscientes de que viven y cultivan en una zona declarada como Zona Forestal, por lo que ~~están dispuestos (según resultados de la encuesta)~~

a incorporar algún tipo de práctica cultural en sus cultivos y de esa manera no sentirse presionados a cambiar de uso de la tierra por la demanda de una mejor calidad de agua en la ciudad de Tegucigalpa. Al mismo tiempo, el uso constante de agroquímicos podría influir a que el uso potencial de dichos suelos cambie con regularidad.

Básicamente la adaptación consistió en lo siguiente:

- a) disminución de los ámbitos de pendientes que separan a las diferentes clases entre sí, para corregir la subestimación de las pendientes;
- b) división del uso forestal en productivo y forestal de protección. Esto se hizo con el fin de conocer el potencial de los bosques para la producción de leña y madera, lo cual puede ser de gran ayuda para un futuro plan de manejo de la zona;
- c) la pendiente máxima permitida para los cultivos es de 24% y no 50% como propone Michaelson. Esto se debe a la fragilidad de los suelos de la zona y también a que el 99% de los agricultores son horticultores y no les interesa cultivar en pendientes mayores por problemas del riego en sus cultivos;
- d) se excluye pastos como categoría de capacidad de uso, por considerarse inconveniente hacerlo, dado que la subcuenca es una Reserva Forestal y de alguna manera habría que normar el uso de sus suelos.

Con base en los aspectos apuntados, se procedió a elaborar un esquema de clasificación de la tierra por capacidad de uso para la subcuenca del Río Guajire, la cual se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2 Sistema de Clasificación de la tierra por capacidad de uso para la subcuenca del Rfo Guajire

Profundidad del suelo (cm)	Pendiente %					
	0-8	8-16	16-24	24-32	32-45	45 y +
+ 90	C ₁	C ₂	C ₃	A	F	Pr
50-90	C ₁	C ₂	C ₃	A	F	Pr
20-50	C ₁	C _{2/A}	C _{3/A}	A	F	Pr
+ 20	C _{1/A}	C _{3/A}	A	F/Pr	Pr	Pr

Referencias :

- C₁ : Tierra cultivable con medidas agronómico-culturales de conservación de suelos; p.e. hortalizas a curvas de nivel o maíz en surcos en contorno.
- C₂ : Tierra cultivable con prácticas mecánico-estructurales de conservación de suelos; p.e. hortalizas en terrazas de banco o maíz en acequias de ladera.
- C₃ : Tierra cultivable a mano con prácticas mecánicas de conservación de suelos.
- A : Arboles frutales o cualquier otro tipo de cultivo permanente en obras de conservación de suelos.
- F : Uso forestal productivo.
- Pr : Uso forestal de protección absoluta.

Con dicho esquema y con base en los mapas de pendientes y de suelos, se procedió a delimitar las diferentes unidades de capacidad de uso de la tierra. Con la adaptación de la metodología de Michaelsen a las condiciones reales de la zona, se determinó que el 63% de la sub-

cuenca posee capacidad para uso forestal, mientras que aplicándola sin ninguna adaptación sólo alcanza el 14%. También con el sistema sin adaptación, el 30% de las tierras de la subcuenca tiene capacidad para uso C_1 , mientras que con la adaptación sólo el 8,38% de la superficie posee capacidad para dichos cultivos.

Se aclara que la adaptación al sistema Michaelsen es útil solamente para aplicarla a la subcuenca del Río Guajire; sin embargo, se podría aplicar otro tipo de adaptaciones al sistema o a otras regiones del país.

4. Problemática del uso de la tierra en la subcuenca

Los estudios de capacidad de uso de la tierra carecen de interés si no se llevan a cabo estudios sobre la problemática de uso.

La importancia de realizarlos, permite identificar áreas con probabilidad de tener problemas de uso por el uso inadecuado de los suelos.

La evaluación espacial de la problemática de uso de la tierra para la subcuenca del Río Guajire se efectuó superponiendo, en gabinete, los mapas de capacidad de uso y el de uso actual. Para diferenciar con claridad las áreas con mayores problemas en cuanto a su uso, la problemática de uso de la tierra se clasificó en dos categorías principales : uso correcto y sobreuso. No se tomó en cuenta el subuso por que la subcuenca es parte de la Reserva Forestal del Río Guacerique.

Para emplear estas categorías se emplearon los criterios siguientes:

- a) cuando el uso actual no concuerda con la capacidad de uso, entonces el suelo está en uso correcto;
- b) cuando el uso actual no concuerda con la capacidad de uso, pero es menor que ésta, entonces el suelo está en uso correcto;

c) cuando el uso actual no corresponde con la capacidad de uso, pero es más fuerte que ésta, entonces el suelo está en sobreuso. ✓

Se determinó en el estudio, que el 54,5% de la subcuenca está en uso correcto y el 45,46% está en sobreuso.

Una comprobación de campo mostró que los criterios empleados coinciden con la realidad de campo, con excepción, en ciertos casos, de la situación de uso correcto. Lo anterior se dio, porque bajo la situación de uso correcto es de esperar que el cultivo existente no exija al suelo más allá de su capacidad de soporte; pero en ciertas áreas clasificadas en esta categoría se observaron procesos erosivos de pequeña magnitud, lo que es un indicativo de que el suelo no está siendo usado de acuerdo a su capacidad. ✓

El problema anterior radica en que el sistema de clasificación de capacidad de uso de Michaelson, empleado como base para el presente estudio, contempla como supuesto la realización de obras de conservación de suelos en sus distintas categorías, y solamente el 34% de los agricultores aplican algún tipo de práctica cultural.

A fin de someter el estudio de la problemática de uso a una comprobación más, se efectuó un corte esquemático del uso actual y se determinó que la clasificación se llevó a cabo de acuerdo a las condiciones existentes en la zona.

5. Identificación de áreas críticas

Con base en la metodología de clasificación de tierras de Michaelson y aceptando como válidos los criterios que aplicó para proponer medidas de conservación de suelos para diferentes cultivos, se identificaron áreas críticas de manejo cultivadas con maíz-frijol y hortalizas en un mapa a escala 1:50000, desde el punto de vista de la existencia o no de obras de conservación de suelos, como se propone en

el cuadro 3.

Cuadro 3 Medidas de conservación de suelos, recomendadas para los sistemas maíz-frijol y hortalizas, según pendiente y profundidad de suelo.

Cultivos	Pendiente %	Profundidad de suelo(cm) y medida de C.de S.			
		+90	90-50	50-20	-20
MF ₁₂ -H ₁₂	0-12	PAC	PAC	PAC	PAC
MF ₃₀ -H ₃₀	12-30	TB	TB	TB	NC
MF ₅₀ -H ₅₀	30-50	TB	TB	NC	NC

Fuente : Adaptado de Michaelsen, 1980

PAC : Prácticas agronómico-culturales

TB : Terrazas de banco

NC : No cultivar

El reconocimiento de campo, las encuestas a los agricultores y la comparación de esta información con el cuadro anterior, permitió la elaboración de los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4 Prácticas culturales en el sistema maíz-frijol en la subcuenca del Río Guajire

Cultivo	Medidas conservacionistas		Superficie		IDE
	Recomendadas	Existentes	Ha	%	
MF ₁₂	PAC	Pocas	31,25	13	Mediano
MF ₃₀	TB	Nada	143,75	59	Alto
MF ₅₀	TB	Nada	69,00	28	Muy alto

IDE : Índice de deterioro edafológico

PAC : Prácticas agronómico-culturales

TB : Terrazas de banco

Cuadro 5 Prácticas culturales en terrenos hortícolas en la sub-cuenca del Rfo Guajire.

Cultivo	Medidas conservacionistas		Superficie		IDE
	Recomendadas	Existentes	Ha	%	
H ₁₂	PAC	Frecuentes	81,25	48,07	Bajo
H ₃₀	TB	Raras	56,25	33,29	Mediano
H ₅₀	TB	Nada	31,50	18,64	Alto

Se puede resumir que empleando la metodología de Michaelson para determinar áreas críticas de manejo en la subcuenca del Rfo Guajire, el 87% del área cultivada con maíz-frijol se clasificó como de áreas críticas a bastante críticas. Asimismo, el 51,93% de la superficie cultivada con hortalizas se clasificó como áreas poco críticas a críticas.

Lo anterior se considera de vital importancia a tomar en cuenta cuando se elabore un plan de manejo para el sistema subcuenca Rfo Guajire.

V. EL SISTEMA MARIN Y SU APLICACION EN HONDURAS
POR LA DIRECCION EJECUTIVA DE CATASTRO

Javier Salgado *

* Funcionario del Departamento de Recursos Naturales de la Dirección Ejecutiva de Catastro. Tegucigalpa, Honduras.

V. EL SISTEMA MARIN. SU APLICACION EN HONDURAS.

Metodología para establecer analogías en base de la capacidad del uso de las tierras.

Es evidente el marcado interés que tienen los países para obtener un mejor rendimiento de la tierra por medio de programas de investigación y transferencia de tecnología.

Para lograr estos propósitos se requiere de una adecuada información de las determinantes naturales de la producción como lo son el suelo y el clima, de tal forma que se puedan establecer mecanismos que permitan el intercambio científico-tecnológico.

Para lograr este objetivo es necesario unificar criterios de clasificación de tierras en función de establecer parámetros permisibles para cada clase de capacidad y definir sub-clases específicas, estableciendo así unidades de uso y manejo mediante la agrupación de tierras con cualidades o limitaciones similares en cuanto a parámetros edáficos. Los trabajos de la Dirección Ejecutiva del Catastro en lo concerniente a levantamiento edafológicos están orientados a establecer agrupaciones de tierras que permitan establecer clases, sub-clases y unidades de capacidad de uso de la tierra que permitan formular alternativas de desarrollo contando con una base parcial o total dependiendo del nivel del estudio para buscar una producción sostenida tomando en cuenta las ventajas y limitaciones del recurso tierra.

El sistema más generalizado que trata de relacionar estas variables es el sistema de clasificar las tierras por su capacidad de uso.

Los criterios empleados en esta metodología involucran en primer lugar las propiedades físicas del suelo, las cuales con modificaciones locales, es tal vez el sistema técnico más extensamente usado en los

trópicos y en algunos casos la fertilidad del suelo se incluye como un parámetro adicional.

Capacidad de Uso de la Tierra

Generalidades

Consiste en la identificación y delimitación de fases de suelos para determinar clases, sub-clases y tipos específicos de limitaciones de los suelos, de tal manera que se puedan hacer agrupaciones para establecer unidades de uso y manejo de tierras.

Criterios de clasificación

La clasificación de la tierra se basa en los conceptos de LAND CAPABILITY CLASIFICATION, MANUAL # 210 del U.S.D.A., con las adaptaciones propuestas por Educaro Marin.

El sistema contempla 3 categorías que dentro del orden jerárquico corresponden a :

- Clase de capacidad
- Sub-clase de capacidad
- Unidad de capacidad

Clase de Capacidad

Es la categoría más amplia del sistema y está designada por números romanos del I al VIII. Los números indican progresivamente mayores limitaciones y relación más estrecha para uso práctico. Se definen como siguen :

- CLASE I Los suelos que presentan pocas o ninguna limitación que restrinjan su uso.
- CLASE II Son suelos que tienen limitaciones moderadas que reducen la elección de plantas o que requieran prácticas sencillas de conservación.

- CLASE III Son suelos que presentan fuertes limitaciones que reducen la elección de plantas o que requieren prácticas sencillas y especiales de conservación.
- CLASE IV Son suelos que presentan severas limitaciones que reducen la elección de plantas o que requieren de prácticas especiales de conservación.
- CLASE V Son suelos que están sujetos a poca o ninguna erosión, pero que tienen otras limitaciones imprácticas de remover que limitan su uso principalmente a pastos, bosques o vida silvestre.
- CLASE VI Son suelos que presentan limitaciones tan severas que los hacen inapropiados para cultivos anuales, y que limitan su uso principalmente para pastos, bosques o vida silvestre.
- CLASE VII Son suelos que tienen limitaciones a tal grado que aún los pastos presentan dificultades de manejo y son apropiados más bien para bosques o recreación de la vida silvestre.
- CLASE VIII Son suelos o formas de terreno que la cantidad de limitaciones los hacen inapropiados para ningún tipo de explotación agropecuaria, siendo adecuados para bosques, protección de cuencas hidrográficas, recreación de la vida silvestre, parques nacionales, etc.

Sub-Clase de Capacidad

Son grupos de limitaciones que se presentan dentro de una clase tales como:

- Erosión y escurrimiento: esta sub-clase incluye todos los suelos que presentan problemas de erosión actual o potencial para efectos de declives que facilitan el escurrimiento.
- Deficiencias del suelo: incluye diferentes tipo de limitaciones que se producen en el suelo y afectan el desarrollo de las plantas, tales como profundidad efectiva, textura, reacción (pH), fertilidad baja, presencia de sales y/o alcalis, pedregosidad, etc.

- Exceso de humedad : agrupa las limitaciones que producen exceso de humedad, bien sea por movimiento lento del agua en la superficie del suelo (encharcamiento) y/o en el perfil (mal drenaje); por fluctuaciones del nivel freático o por inundaciones de tal forma que limiten el crecimiento de las plantas.

- Unidad de Capacidad (Grupos de uso y manejo)

Son agrupaciones de fases de suelos con limitaciones comunes dentro de una misma sub-clase que presentan aptitudes similares de producción y requieren tratamientos parecidos de manejo.

2.4 Variables y parámetros edáficos

Topografía y pendiente

<u>Símbolo</u>	<u>Características</u>	<u>Rango (%)</u>
A	Plana o casi plana	0 - 2
B	Suavemente inclinada y/o ondulada	2 - 5
C	Moderadamente inclinada y/o ondulada	5- 10
D	Fuertemente inclinada y/o ondulada	10-15
E	Moderadamente escarpada	15-25
F	Escarpada	25-35
G	Fuertemente escarpada	35-50
H	Montañosa	50-75
I	Precipicio	75

<u>Profundidad efectiva</u>		<u>(cms)</u>
0	Muy profundo	150
1	Profundo	100-150
2	Moderadamente profundo	75-100
3	Poco profundo	50-75
4	Superficial	20-50
5	Muy superficial	< 20

Limitante del Desarrollo Radicular

(No se anota a profundidades mayores de 100 a 150 cms)

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

Textura Superficial (hasta 30 cms)

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

Textura de Sub-suelo

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

- 5 Fina
- 6 Muy fina

(Abreviaciones: F - Franco, A - Arcilloso; L - Limoso; a - arenoso;
mf - muy fino; f - fino; m - medio)

Drenaje Natural

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

Erosión Hídrica

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

Erosión Eólica

- No identificada
- e1 Leve
- e2 Moderada
- e3 Fuerte

Tabla de Agua fluctuante

- | | |
|----------------|-----------|
| | (cms) |
| - Muy profunda | > 150 |
| W1 Profunda | 100 - 150 |

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

Inundaciones

-	No hay peligros
i1	Leve
i2	Moderada
i3	Severa
i4	Fuerte o extrema

Salinidad

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

Alcalinidad

-	Libres o normales	< 5
a1	Leve	5 - 15
a2	Moderada	15 - 35
a3	Fuerte	35 - 50
a4	Severa	> 50

Gravas o guijarros en la superficie

-	Ausentes	< 5%
g1	Escasos	5 - 10
g2	Moderadamente abundantes	15 - 40

g3	abundantes	40 - 60
g4	Muy abundantes	60 - 80
g5	Extremadamente abundantes	> 80

Gravas o guijarros en el perfil

-	Ausentes	< 5%
G1	Escasos	5 - 10
G2	Moderadamente abundantes	10 - 15
G3	Abundante	15 - 40
G4	Muy abundantes	40 - 60
G5	Extremadamente abundantes	> 60

Piedras en la Superficie

-	Sin piedras	
p1	Escasas o leves	< 1%
p2	Moderadas o pocas	1 - 3
p3	Fuertes o abundantes	3 - 15
p4	Muy fuerte o muy abundante	15 - 40
p5	Severo o pedregoso	50 - 80
p6	Excesiva o muy pedregoso	> 80

Piedras en el perfil

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

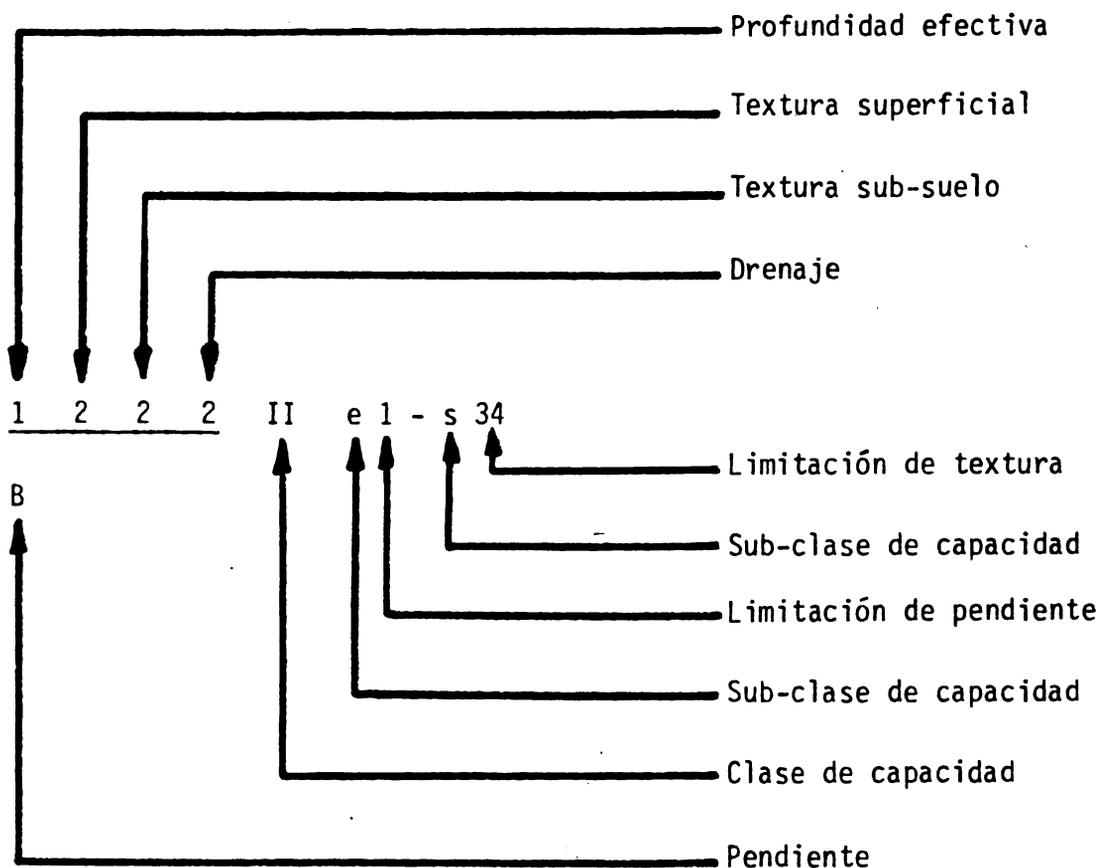
Afloramientos rocosos

- Sin afloramiento
- R1 leve
- R2 Moderada
- R3 Fuerte
- R4 Muy fuerte
- R5 Excesivo

Nomenclatura Edáfica

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

EJEMPLO:



VI. EL SISTEMA DE CLASIFICACION DE TIERRAS POR
CAPACIDAD DE USO PARA TIERRAS MARGINALES
(Sistema Sheng Modificado)

Presentado por José Ricardo Pérez *

* Actualmente Coordinador Nacional del PRMC del CATIE en Honduras.
Anteriormente Especialista en Conservación de Suelos del Proyecto
Manejo de Recursos Naturales. SRN-USAID. Honduras.

ANTECEDENTES

El Sistema " Clasificación de tierras por capacidad de uso para tierras marginales ", mejor conocido como Sistema Sheng, fue presentado originalmente por Ted C. Sheng, en Jamaica, como parte de los resultados de un proyecto de FAO a comienzos de la década de los 70's. El sistema fue adaptado para El Salvador por el mismo Sheng, en los años subsiguientes. En 1977, Tage Michaelsen, experto de FAO, colaborador de Sheng en Jamaica y El Salvador, introdujo la metodología modificada a Honduras en el contexto del primer proyecto de cuencas del país. Desde entonces ha sufrido varias modificaciones para adaptarlo a las necesidades del país. Una de las últimas es la clave para seleccionar obras de conservación de Tracy y Pérez, en 1984.

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

El objetivo principal de este sistema es determinar en el campo el uso más intensivo que puede permitir un terreno sin deteriorarse, indicando al mismo tiempo el tratamiento de conservación de suelos que se debe aplicar para tal intensidad de uso.

Michaelsen recomienda se tomen en cuenta los siguientes aspectos antes de utilizar este sistema:

- El sistema sólo puede utilizarse como reglamento donde la política de uso de la tierra permita todos los usos considerados en ello. Por ejemplo, en una zona declarada para reserva forestal, no se permitirá el uso para pastoreo aunque el sistema indique que una parcela tuviera capacidad para tal uso.
- Cualquier uso menos intensivo que lo que indica el sistema es permitido. Por ejemplo, pastoreo en una parcela clasificada como apta para la agricultura. En cambio cualquier uso más intensivo que la capacidad de uso determinado por el sistema, debe prohibirse.

- El sistema sólo debe usarse como reglamento donde exista la capacidad técnica y financiera para ejecutar las obras de conservación del suelo. Sin obras intensivas de conservación de suelo, sólo puede considerarse como cultivables las tierras con pendientes menores de 12%.

Es importante señalar que esta clasificación por capacidad de uso sólo considera limitantes físicos permanentes y no debe confundirse con la determinación del uso más lucrativo o más económico, lo cual requeriría además de los parámetros mencionados, otros como ecológicos, de la fertilidad del suelo y mercadeo.

Los parámetros más importantes del sistema son :

- Pendiente del terreno
- Profundidad del suelo

También se consideran los siguientes factores que en casos extremos pueden ser limitantes :

- Pedregosidad
- Peligro de inundaciones

+ *Peligro de sequía*

Pendiente

Uno de los parámetros que más influyen en el Sistema Sheng, al igual que en la mayoría de los sistemas, para determinar la capacidad de uso agrícola es la pendiente. En el cuadro siguiente podemos observar diferentes clasificaciones según pendiente.

Cuadro N° 1 Pendientes máximas permisibles para uso agrícola en diferentes sistemas de clasificación de tierras por capacidad de uso. (Fuente: Michaelsen 1977 modificado por Pérez 1986)

SISTEMAS	Pendiente máxima para uso agrícola en %
Africa Central	12
Estados Unidos	12
Israel	35
Filipinas	60
Perú (laderas cortas)	100
Perú (laderas largas)	75
El Salvador (M. Tablas)	100
El Salvador (M. Rico)	60
Sheng (Jamaica)	58
Michaelsen (Honduras)	60

Considerando las clasificaciones que aparecen en el cuadro N°1 se nota que en Estados Unidos y Africa Central, el límite de la tierra arable es 12%. Este límite también es, desde el punto de vista de conservación de suelos, la separación entre el uso de medidas extensivas e intensivas. En los países centroamericanos, más de la mitad de sus territorios poseen pendientes mayores a los 12% y es en estas tierras donde los campesinos pobres cultivan. Por consiguiente, la necesidad obliga a utilizar tierras con fuerte pendiente para agricultura, condicionando este uso a la aplicación de obras mecánicas de conservación de suelos.

Tomando en cuenta estas consideraciones, el Sistema Sheng propone los siguientes rangos de pendiente :

0 - 12% : Plano o suavemente ondulante

Tierras cultivables en limpio sin prácticas mecánicas de conservación de suelos o aplicando medidas sencillas tales como barreras vegetativas, barreras de piedras, bordas de tierras y en unidades grandes, terrazas de base ancha, de camellón, etc.

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

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

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

> 60% : Empinado. Cobertura forestal

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

Profundidad del suelo

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

- | | |
|------------|---|
| 20 cm | Muy poco profundo. Sólo puede realizarse el cultivo en limpio en tierras casi a nivel. |
| 20 - 50 cm | Poco profundo. Este sólo puede cultivarse con tratamientos mecánicos de conservación en las pendientes con menos de 30% de pendiente. |
| 50 - 90 cm | Moderadamente profundo. Para hacer terrazas de 2m de ancho, en una pendiente de 50% se requiere un corte de aproximadamente 90 cm de profundidad. |
| 90 cm | La profundidad no presenta un factor limitante. |

En el caso de Honduras, especialmente la región montañosa Central, éste es un factor muy limitante.

NOTAS: Medidas extensivas : Cultivo al contorno, cultivo en fajas, barreras vivas o muertas, terrazas de base ancha, bordas de tierra, etc.

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

Peligro de inundaciones frecuentes

En áreas con esta limitante solamente se recomiendan pastos.

Pedregosidad

Cuando la pedregosidad impide la labranza con herramientas comunes, se recomienda :

- En pendientes menores al 50% : Pasto
- En pendientes mayores al 50% : Bosque

Basados en estos parámetros Sheng desarrolló el siguiente cuadro :

Cuadro N° 2. SISTEMA DE CLASIFICACION DE LA TIERRA POR CAPACIDAD DE USO
(Según T. C. Sheng, 1971, con modificaciones de Michaelsen, 1977)

Pendiente % grado Pro fundi dad del suelo cm	< 12 < 7°	12 - 30 > - 17°	30 - 50 17 - 27°	50 - 60 27 - 31°	> 60 > 31°
	> 90	C ₁	C ₂	C ₃	A
50 - 90	C ₁	C ₂	C ₃	A F	F
20 - 50	C ₁	C ₂ P	P	F	F
< 20	C ₁ P	P	P	F	F

C₁ = Tierra cultivable con medidas extensivas de conservación de suelos, mecanización posible.

C₂ = Tierra cultivable con medidas intensivas de conservación de suelos, mecanización posible.

C₃ = Tierra cultivable a mano con medidas intensivas de conservación de suelos.

A = Arboles frutales sobre terrazas de huerto.

P = Pasto

F = Forestal

Donde hay peligro de inundaciones frecuentes : Pasto

Donde la pedregosidad impida la labranza con herramientas normales

(< 50% pasto
(> 50% Forestal

NOTAS: Medidas extensivas : Cultivo al contorno, cultivo en fajas, barreras vivas o muertas, terrazas de base ancha, bordas de tierra, etc.

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

Modificaciones al Sistema por Tracy y Pérez

Cuando el Sistema Sheng con las modificaciones de Michaelson quiso aplicarse a la zona Central y Sur de Honduras, el Proyecto Manejo de Recursos Naturales se encontró con algunos problemas:

- ° La profundidad efectiva de los suelos en ladera de esas zonas generalmente es menor a los 50 cm, lo que limita el uso de terrazas.

MEDIDAS DE CONSERVACION DE SUELO SEGUN PENDIENTE, USO Y PROFUNDIDAD DE SUELO

CLASE Y PENDIENTE	USO PERMITIDO	PROFUNDIDAD DEL SUELO CM			
		> 90	90 - 50	50 - 20	< 20
C < 12%	Cultivos anuales	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas
	Cultivos semi-permanentes	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas	Medidas extensivas
	Cultivos permanentes	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C ₂ 12 - 30%	Cultivos anuales	Terrazas de banco	Terrazas de banco	Terrazas de banco	No cultivar
	Cultivos semi-permanentes	Acequias de ladera y terrazas individuales	Acequias de ladera y terrazas individuales	Acequias de ladera y terrazas individuales	No cultivar
	Cultivos permanentes	Acequias de ladera y terrazas individuales, hexágonos	Acequias de ladera y terrazas individuales, hexágonos	Acequias de ladera y terrazas individuales, hexágonos	No cultivar
	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C ₃ 30 - 50%	Cultivos anuales	Terrazas de banco	Terrazas de banco	No cultivar	No cultivar
	Cultivos semi-permanentes o permanentes	Acequias de ladera y terrazas individuales	Acequias de ladera y terrazas individuales	No cultivar	No cultivar
	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
A 50 - 60%	Cultivos permanentes	Terrazas de huerto	Terrazas de huerto	No cultivar	No cultivar
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
P 0 - 50%	Pasto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
F	Forestal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

- La existencia de un período seco de casi medio año y la poca disponibilidad de agua de riego hace que obras costosas como las terrazas de banco no sean rentables.
- Los terrenos con mucha pedregosidad son comunes, pero pueden ser trabajados utilizando las piedras para construir obras de conservación de suelos.
- El Sistema Sheng no consideraba toda la gama de obras de conservación disponibles pues se concentraba en variantes de terrazas.
- El personal que trabajaba en conservación de suelos generalmente no tenía experiencia y no podía decidir sobre qué tipo de obra usar cuando las condiciones permitían el uso de diferentes prácticas.

Considerando lo antes expuesto se propuso una clave dicotómica que analiza uno o más datos en cada etapa y lo dirige a una de dos alternativas. Esta clave toma en cuenta :

- 1- Pendiente
- 2- Pedregosidad superficial
- 3- Profundidad efectiva del suelo
- 4- Sistemas de cultivo
- 5- Disponibilidad de agua para riego

ESTUDIO DE CASO # 1

La finca está localizada a una elevación de 350 msnm, en una zona sujeta a fuertes veranos y una canícula generalmente severa. A pesar de un promedio anual de precipitación de 1800 mm, los cultivos frecuentemente sufren por la falta de humedad durante su desarrollo debido a la mala distribución de las lluvias. Como se presenta en la Figura 59, las condiciones en el terreno son :

- ° Rango de pendiente : 17-60%
- ° Profundidad efectiva del suelo ::: 35 cm
- ° Sistema de cultivo : Maíz de primera asociada con maicillo
- ° Pedregosidad : Abundante piedra sobre la parcela
- ° Disponibilidad de agua : No hay agua para riego

Análisis del Terreno : Debido a la incertidumbre del régimen de la lluvia y la predominancia de suelos poco profundos, será recomendable trazar las prácticas a nivel, a fin de conservar al máximo el agua de la lluvia. En cuanto a la topografía del terreno, las medidas de pendiente, indican si la ladera es uniforme (un sólo plano inclinado) o si no es uniforme (dos o más planos inclinados). Según el esquema de capacidad de uso las laderas se dividen en tres clases de manejo principal:

- ° Pendiente 12% : Cultivos con medidas agronómicas
- ° Pendiente 12-50%: Cultivos con obras físicas y medidas agronómicas
- ° Pendiente 50% : Arboles permanentes, sean frutales con obras físicas o reforestación con árboles para leña o madera de construcción

Por lo tanto, la mayoría del terreno es apto para cultivos anuales con la incorporación de prácticas de conservación. Sin embargo, existe en la parte superior de la parcela una extensión de ladera fuertemente inclinada (50%). Entonces, en este terreno existen dos distintas unidades de ladera.

Selección del Sistema de Prácticas :

- a) La unidad de ladera en la parte superior del terreno posee un promedio de pendiente de 66% ($61+65+72=198/3=66\%$). Una profundidad efectiva del suelo de 35 cm, existe escasa piedra y el cultivo es de maíz asociado con maicillo. Empleando la clave (Cuadro 4), resulta lo siguiente:

Paso 1 : Pendiente mayor de 60% : 1B - ver el Paso 2

Paso 2 : Pendiente mayor de 60% : 2B - REFORESTACION

En esta ladera no hay un sistema de prácticas de conservación adecuadas para el cultivo del agricultor, entonces, lo recomendado es dejar de sembrar cultivos anuales (maíz y maicillo), y reforestar con árboles para leña o madera.

- b) La unidad de ladera que consta del resto del terreno, tiene un promedio de pendiente de 30% ($17+22+23+31+41=181/5= 30\%$). Utilizando la clave, resulta en lo siguiente :

Paso 1 : Pendiente entre 12 y 60% : 1A - ver Paso 3

Paso 3 : Pendiente entre 12 y 50% : 3A - ver Paso 4

Paso 4 : Abundante piedra; 4B - BARRERAS de PIEDRA con MEDIDAS AGRONOMICAS.

En esta parte de la ladera se recomienda la construcción de barreras de piedra y la incorporación de medidas agronómicas.

ESTUDIO DE CASO # 2

La finca, ubicada a una elevación de 1500 msnm, goza de un régimen de lluvia completamente diferente al caso anterior. Aunque el promedio anual de precipitación es 1100 mm, debido a la altura, el microclima y los suelos arcillosos, frecuentemente existen problemas de exceso de agua en el suelo. Las condiciones en este terreno,

son :

- ° Rango de pendiente : 18-35%
- ° Profundidad efectiva del suelo : 1.0 m.
- ° Sistema de cultivo : Maíz de invierno, papa y hortalizas (repollo, zanahoria y remolacha) durante el resto del año.
- ° Pedregosidad : Casi no hay piedra
- ° Disponibilidad de agua : Riego por manguera todo el año.

Análisis del Terreno : Debido al problema de exceso de agua, se recomienda la construcción de las obras físicas con desnivel y un canal de drenaje para evacuar el agua captada. Analizando la topografía, todas las medidas de pendiente caen en el rango de 12 - 50%, indicando que el terreno es apto para cultivos anuales con la incorporación de prácticas de conservación. Debido a la poca variación en la pendiente se puede clasificar el terreno como una sola unidad de ladera.

Selección del Sistema de Prácticas : La pendiente promedio del terreno es 24% ($18+34+22+22+24+21=141/6=24$), la profundidad del suelo mayor de 1 m, existe escasa piedra y los cultivos son maíz, papa y hortalizas. Utilizando la clave, resulta así:

Paso 1 : Pendiente entre 12 y 60%; 1A - ver el Paso 3

Paso 3 : Pendientes entre 12 y 50%; 3A - Ver el Paso 4

Paso 4 : Casi no hay piedra; 4A - ver el Paso 5

Paso 5 : Cultivos limpios; 5A - ver Paso 6

Paso 6 : Suelo profundo (1 m); 6A - ver Paso 7

El Paso 7 analiza la disponibilidad de agua para el cultivo. En este caso, como hay distintos sistemas de cultivo, uno que sólo dispone de la lluvia y otro que dispone de riego, es necesario distinguir entre ellos.

- a) En la parte del terreno dedicada a la siembra del maíz y la papa, que depende directamente de la lluvia, la clave resulta en lo siguiente :

Paso 7 : Cultivos sólo con agua de lluvia; 7A - Ver Paso 8

Paso 8 : Pendiente entre 12 y 30% y profundidad de suelo 50 cm; 8A-
TERRAZAS ANGOSTAS con MEDIDAS AGRONOMICAS

La recomendación es de construir terrazas angostas a desnivel, un canal de desagüe y la incorporación de medidas agronómicas.

- b) En el caso del cultivo de las hortalizas, que disponen de agua para riego, la clave indica :

Paso 7 : Cultivos con riego suplementario; 7B - TERRAZAS de BANCO con
MEDIDAS AGRONOMICAS

La recomendación es la construcción de terrazas de banco, un canal de desagüe y la incorporación de medidas agronómicas.

BIBLIOGRAFIA

1. MICHAELSEN, T. Un sistema de clasificación de la tierra por capacidad de uso para tierras marginales. Documento de trabajo No. 1 Proyecto PNUD-FAO-HON/75/109. 1977.
2. TRACY, F., y J.R. PEREZ. Manual Práctico de Conservación de Suelos. Proyecto Manejo de Recursos Naturales. SRN-USAID 522-0168 Tegucigalpa. 1986.
3. PEREZ, J. R. Fundamentos sobre planificación del uso de la tierra en el manejo de cuencas hidrográficas. Memoria del Seminario Taller Fundamentos del Manejo de Cuencas. Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. CATIE. Guatemala. 1986.

jrp/gsl.

VII. EL SISTEMA TOSI

LA CLASIFICACION Y METODOLOGIA PARA LA
CLASIFICACION Y LEVANTAMIENTO DE MAPAS
DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA
DE TOSI.

Charles Veiman*

* Asistente Uso de la Tierra. PRMC. CATIE. Turrialba, Costa Rica

VII. EL SISTEMA TOSI

Información Básica de : " Una Clasificación y Metodología para la determinación y levantamiento de mapas de capacidad de uso mayor de la tierra. Joseph A. Tosi Olin. San José, 1981 ".

I. Introducción

Antecedentes

La clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de mapas de la capacidad de uso mayor de la tierra es un primer intento de definir un método completo y objetivo para la determinación y cartografía de la tierra rural, según su capacidad de mayor uso económico y ^{so}social, basándose en las condiciones ecológicas de Colombia.

El objetivo de establecer una clasificación es que ésta fuera adaptada a las condiciones ecológicas propias del país y además, uniformar criterios utilizados en otros organismos e instituciones públicas y privadas.

Esta clasificación se desarrolló en 1972 en Colombia, auspiciada por el proyecto UNDP/SF - FAOCOL. 16, Centro de Educación e Investigación Forestales, Universidad Nacional, Medellín.

Características generales de la clasificación

El sistema de clasificación de las tierras de Tosi es de primer nivel, que indica la capacidad de mayor uso basada en cinco categorías generales: 1. cultivo en limpio; 2. cultivo permanente; 3. pastoreo; 4. bosque de producción; 5. protección bajo vegetación natural.

La clasificación y la metodología están basadas en la interpretación de varias disciplinas como son la bioclimatología, pedología, edafología, geografía, agronomía, zootecnia y la dasonomía. Ellos recono

ciendo y aplicando los principios de la ecología logran una interpretación en lo posible integrada, balanceada, objetiva y comprensiva.

El propósito de esta clasificación es proveer una guía de la capacidad de uso de la tierra para los planificadores, economistas, administradores, etc., con el objetivo de que ellos planifiquen el desarrollo de acuerdo con el uso más racional posible, evitando perjuicios económicos y sociales a corto o largo plazo, en beneficio de la gente, tanto ahora como en el futuro.

Para reducir la posibilidad de interpretaciones diferentes, se incorporó en el sistema, valores limitantes para cada uno de los once factores ecológicos y cuatro categorías de manejo tecnológico. La simplicidad permitiría una aplicación aún para personal técnico de nivel medio.

Criterios básicos

Se establecieron una serie de criterios básicos para seleccionar los factores críticos, al igual que para la derivación de los valores aplicados. Eso con el propósito de determinar límites físicos máximos permitidos para cada categoría de uso. Los más importantes fueron los siguientes:

1. Riesgo de erosión del suelo comparado con la tolerancia aceptable de erosión del mismo.
2. Estado actual de la tierra o grado de erosión sufrido.
3. Límites físicos para la operación de maquinaria, uso de fuerza animal y labranza humana.
4. Requisitos especiales de cada sistema de manejo tecnológico en cuanto a clima, topografía, drenaje y condiciones edáficas.
5. Potencial de productividad para los diferentes usos, basado en el conjunto de factores ecológicos.

6. Factibilidad técnica para modificar un factor o factores con valores limitantes, mediante obras de ingeniería, como prácticas de conservación de suelos, remoción de piedras, avenamiento, riego, encalado y abonamiento.
7. Peligros de orden externo, económico o social, que inducirían a ciertos usos como : efectos de escorrentía acelerada, deslizamientos, sedimentación, etc.

II. Categorías de capacidad de uso mayor de la tierra

Categorías

La clasificación reconoce cinco categorías de uso mayor de la tierra las cuales se definen de la siguiente forma :

Símbolo (A); Cultivo en limpio. Tierras que reúnen condiciones ecológicas que permiten siembra, labranza y recolección de plantas de corto o largo período vegetativo, que requieren una remoción y labranza frecuente, que dejen el suelo desnudo y sin protección entre las plantas, con el empleo de prácticas usuales del sistema de manejo tecnológico especificado, sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra y sin causar efectos deletéreos o dañinos sobre el régimen hidrográfico de la cuenca o sobre otros valores externos de orden socio-económico general.

Símbolo (C); Cultivo permanente. Tierras cuyas condiciones ecológicas no permitan su uso para cultivo en limpio, como se ha definido anteriormente, pero que sí permiten la siembra, labranza y recolección de cultivos de largo período vegetativo, mayormente perennes, tales como herbáceas, enredaderas, arbustivas o arbóreas, que no causan la remoción frecuente y continuada del suelo ni lo dejan desprovisto de una cobertura vegetal protectora, excepto para períodos breves y poco frecuentes, con el empleo de las prácticas usuales del sistema de manejo tecnológico especificado, sin deterioro de su capacidad productiva, ni los efec-

tos secundarios deletéreos o dañinos sobre su régimen hidrológico de la cuenca o sobre otros valores externos de orden socio-económico general.

Símbolo (P); Pastoreo. Tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas para clasificarse como aptas para cultivo en limpio pero que sí permiten su uso continuado o estacional para el pastoreo de ganado sobre pastos naturales o sembrados, con el empleo de las prácticas usuales del sistema de manejo tecnológico especificado, sin deterioro de su capacidad productiva ni efectos secundarios deletéreos o dañinos sobre el régimen hidrológico de la cuenca o sobre otros valores externos de orden socioeconómico general.

Símbolo (B); Bosques de producción. Tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo o pastoreo, pero que sí permiten su uso para la producción permanente de maderas y otros productos forestales de bosques naturales, manejadas para asegurar la regeneración natural de especies deseadas, con el empleo de las prácticas usuales del sistema de manejo tecnológico especificado, sin que se produzcan efectos secundarios deletéreos o dañinos sobre el régimen hidrológico de la cuenca o sobre otros valores externos de orden socioeconómico general.

Símbolo (X); Protección. Tierras que no reúnen las condiciones mínimas requeridas para el cultivo, el pastoreo o la producción forestal. Se incluyen dentro de esta categoría las tierras desérticas, de climas excesivamente pluviales, los picos nevados, los pantanos, las playas, cauces pedregosos de ríos y todas las demás tierras cuyas condiciones ecológicas indican la necesidad de un manejo exclusivo con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos o aún su protección absoluta contra toda invasión, uso económico o social para el beneficio colectivo de la sociedad en general.

Prioridades

Se da por entendido que la categoría de uso mayor de la tierra es prioritaria pero no necesariamente exclusiva. O sea que un terreno con características similares aptas para el cultivo en limpio, no necesariamente tiene que usarse para cultivos, también puede servir para las cuatro otras categorías. Cuando se clasifica para uso como cultivos en limpio, se indica que éste es el uso máximo permitido. Si las prioridades cambian, el terreno puede dedicarse a usos menos exigentes, pero no se puede cambiar el uso del terreno a algo que requiere condiciones más exigentes que el terreno puede soportar.

Al final, es el economista, el planificador o el agricultor, que determina el uso dado a la tierra de acuerdo con la situación que se encuentra, siempre y cuando no exceda a los límites determinados en la clasificación.

Subclasificaciones

Cada categoría de capacidad de uso mayor puede ser subclasificado hasta llegar a niveles de detalle muy exactos en cuanto a los usos menores, cultivos y prácticas específicas. Aunque esta clasificación no incluye subclasificaciones se prevee que mediante la investigación por las diferentes disciplinas se pueden obtener los datos necesarios reunidos por factores ecológicos, los cuales no existen actualmente, que en un futuro permitirán hacer las subclases.

III. Sistemas de Manejo Tecnológico

Sistemas

En la presente clasificación se reconocen cuatro categorías principales de sistemas de manejo tecnológico o agro-tecnológico:

<u>Símbolo</u>	<u>Nombre de la Categoría de Sistema</u>
M	Avanzada, mecanizada
A	Avanzada, artesanal
T	Tradicional
N	Primitiva

Características principales del sistema

1. Avanzada, mecanizada (M)

En esta categoría se representan los sistemas intensivos a muy intensivos, tipo comercial, usando tecnologías modernas de tipo industrial y mecánico. Generalmente son áreas extensas, con fuerte inversión de capital, administración profesional y mano de obra especializada. Normalmente tienen recursos o aprovechan fuentes públicas y privadas de investigación y asesoramiento técnico y científico. En estos sistemas generalmente usan, en forma intensiva, tractores y otros equipos agrícolas para el laboreo y recolección de cosechas. También usan semillas seleccionadas, fertilizantes artificiales y productos químicos para obtener máximos rendimientos. Hay un alto grado de especialización tanto en productos como en las operaciones. A veces estos sistemas pueden aprovechar tierras físicamente deficientes adecuándolas a sus necesidades con costos de obras de ingeniería y acondicionamiento del suelo (con excepción de las pendientes fuertes). Debido a lo anterior, generalmente estos sistemas están limitados a terrenos planos u ondulados suaves adecuados para el uso de maquinaria, con buenos suelos y climas que permitan una elevada productividad.

Estos sistemas en la mayoría se dedican al cultivo de cultivos anuales (granos básicos, etc.) con mercados seguros y muy pocas veces al cultivo perenne (excepción la caña).

Estos sistemas no se pueden usar en climas muy húmedos ni para terrenos con alta pendiente.

2. Avanzada, artesanal (A)

Los sistemas artesanal avanzada son intensivos a muy intensivos, comerciales, que usan fuerza humana o una combinación de humana y animal en las actividades de producción agrícola, pecuaria o forestal. El café y la ganadería de la leche son ejemplos de este sistema, pero en realidad son pocos los ejemplos que se pueden describir totalmente como artesanal. Por el carácter artesanal de la producción, estos sistemas se prestan para áreas menos favorables en clima, suelo, y topografía. También permiten la diversificación de cultivos, animales y productos forestales. En algunos casos se usan maquinaria o equipo liviano y fuerza animal, pero el uso de maquinaria pesada es restringida a un uso estacionario como beneficios.

Otros cultivos que se pueden incluir en este sistema son hortalizas, frutas, flores, té, café, cacao, las musáceas, bosques o plantaciones para leña y madera, pastos de corte y forraje.

Las técnicas de manejo son muy variadas pero para que se clasifique como un sistema artesanal es imprescindible que se caracterice por un elevado grado de manejo técnico y la aplicación intensivas de mano de obra calificada, dirigida al máximo de producción sostenida.

3. Tradicional (T)

Los sistemas tradicionales normalmente son de baja intensidad y a veces hasta muy extensivas y pueden ser comerciales o mayormente de subsistencia familiar. Se usa la fuerza humana, con o sin ayuda de bestias en la mayor parte de los labores y sólo en algunos casos usan

tractores agrícolas, normalmente sub-utilizados. Las características de estos sistemas son a) baja o moderado grado de capitalización; b) el uso mínimo de mano de obra capacitado e insumos comprados; c) excepto para fincas pequeñas, pocos dueños viven allí; d) no reciben asistencia técnica y se maneja en forma empírica; e) empleo de mano de obra barata, ineficiente y poco productivo; f) ningún o limitado uso de tecnologías avanzadas; g) unidades de producción mal ubicadas de acuerdo a las condiciones ecológicas, e indiscriminado uso de la tierra y frecuentemente mal orientada; h) falta de obras de conservación; i) marcada tendencia de sobre pastoreo y falta de rotación de pastos; j) destrucción de bosques y vegetación natural en áreas de protección con problemas de erosión y deslizamiento de suelos; k) poco o ningún uso de insumos como fertilizantes, semilla seleccionada, etc.) l) baja productividad por unidad; m) bajos niveles de vida e ingresos de los campesinos.

Estos sistemas con los que más abundan y que ocupan los lugares ecológicamente más difíciles.

4. Primitivo (N)

Los sistemas primitivos son muy extensivos ya que se originan en las prácticas indígenas pre-colombinas, generalmente en las tierras húmedas y sub-húmedas. La producción es en buena parte para la subsistencia de la familia, grupo, o tribu pequeña. El sistema primitivo se caracteriza por a) baja o ninguna capitalización b) el uso de fuerza humana exclusivamente, c) ausencia de pastos y de ganado domesticado, con excepciones, d) el uso de métodos naturales para renovar el suelo (fertilidad), e) ningún uso de insumos artificiales, f) el uso de herramientas sencillas para las labores; g) el uso de fuego con excepción de climas muy húmedos; h) el uso de áreas pequeñas dentro de extensas áreas de bosque virgen o secundario; i) una mezcla de cultivos dentro de una sola área, j) ocupación del área por uno o dos años después de lo cual se abandona, k) baja densidad de población y aislamiento social, l) nivel de vida de adecuado hasta bueno, m) ausencia casi total de productos comerciales.

Normalmente en estos sistemas hay actividades de caza y pesca para suplir proteína a su dieta en lugar de la ganadería. Mientras que se mantiene un área en reposo lo suficiente para que el suelo pueda recuperar su fertilidad. Estos sistemas son estables.

IV. Factores Climáticos

Para el presente se ha adaptado el sistema de análisis y clasificación bio-climática de las zonas de vida del mundo, elaborado por el Dr. L. R. Holdridge, como base para definir las divisiones eco-geográficas. (Ver figura No.). El sistema de zonas de vida combina en forma integral los factores bio-climáticos; temperatura, precipitación, evapotranspiración y los factores geográficos; ubicación altitudinal y latitudinal que están directamente relacionados con la vida. Se considera que el clima como factor primordial y en gran parte independiente de todos los factores edáficos y bióticos.

Se ha establecido con referencia al diagrama triangular de los hexágonos los valores cuantitativos limitantes de la topografía, drenaje y suelos que se usan en la clasificación que es basada en el modelo matemático-teórico para dichos sistemas.

V. Factores Edáficos

Para cada zona de vida, los factores edáficos se consideran variables, interdependientes con el conjunto de condiciones bio-climáticas, y así, únicas en su manera de determinar, como elementos limitantes, la capacidad de uso mayor de la tierra para cada área homogénea de determinadas características físicas. La clasificación entonces, se presenta en forma de una serie de 21 claves individuales, una para cada zona de vida en Colombia.

En total hay 10 factores o parámetros edáficos que se considera de terminantes para la capacidad mayor de la tierra en cada zona de vida :

A. Topografía

1. Pendiente

- a. Laderas o campos cortos (menos de 50 metros)
- b. Laderas o campos largos (más de 50 metros)

2. Micro-relieve (4 clases)

Plana - ausencia de irregularidades en la superficie
 Ondulada suave - micro-ondulaciones bajas y espaciadas
 Ondulada -micro-ondulaciones de igual anchura y profundidad
 Microaccidentada -ondulaciones más profundas que anchas

B. Suelos

3. Profundidad mínima (cm)

4. Textura (4 clases)

Símbolo	Clase	Texturas	Factor "K"
L	- Livianos	Arenas (excepto muy fina) Arenas francas Arcillosas y franco arcillosas con predominancias de agregados estables 3mm diámetro	0.12
M	- Medianos	Franco arenosa Franco arcillo arenosas Arcilla arenosa	0.25
P	- Pesados	Arena muy fina Franco Franco arcillosa Arcillosa	0.43

MP - Muy Pesados	Franco limoso	0.57
	Limo	
	Franco arcillo-limoso	
	Arcillo limoso	

5. Pedregosidad y rocosidad (5 clases)

0. - Libre a ligeramente pedregoso: Fragmentos gruesos en proporción hasta 15%; piedras ocasionales siendo a más de 30 metros.
1. - Moderadamente pedregoso: Fragmentos gruesos sobre 15-50% del área, piedras y/o afloramientos rocosos que dificultan labranza de distancias entre 10 y 30 metros.
2. - Pedregoso: Fragmentos, piedras y/o afloramientos rocosos suficiente para impedir cultivo en limpio. Los fragmentos cubren el 50-90% del área y las piedras están entre 2 y 10 m.
3. - Muy pedregoso: Fragmentos, piedras o afloramientos en suficiente cantidad para impedir toda posibilidad de cultivo económico usual, pero aún permite el pastoreo tradicional y extracción de madera por cable o tractores. Las piedras y afloramientos están entre 1 y 2m.
4. - Extremadamente pedregosa: Fragmentos, piedras y/o afloramientos rocosos a menos de un metro entre sí, lo suficiente para impedir todo uso.

6. Drenaje interno total (5 clases)

- A. - Excesivo: el agua entra y se pasa rápidamente por el suelo. Suelo tipo arenoso de poca retención, son ejemplos de esta clase.
- B. - Bueno: el agua es eliminada fácilmente pero no rápido. Los suelos son de una textura mediana o tienen una elevada proporción de materia orgánica y la napa freática es fluctuante, pero normalmente en el subsuelo.
- C. - Imperfecto: el agua escurre con lentitud suficiente para man tener el suelo saturado durante períodos largos durante los meses lluviosos. La napa freática no llega a la superficie aún en la estación lluviosa.
- D. - Pobre: el agua es eliminada lentamente del suelo, lo que hace que se mantenga saturado por largos tiempos. La napa freá tica está en o cerca de la superficie durante varios meses.
- E. - Anegado: el agua se escurre muy lentamente lo que causa que la napa freática permanece en o sobre la superficie casi todo el año.

7. Fertilidad inherente

a. Fertilidad inhe. (prueba laboratorio-5 clases)

Símbolo	Clase de fertilidad	Puntaje de V.P.
1.	Muy alta	10+
2.	Alta	9
3.	Moderada	6-8
4.	Baja	3-5
5.	Muy baja	3

Las clases de fertilidad se basan en la escala de puntaje para el cálculo del valor potencial, publicada y aplicada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Cuando se no tienen datos de fertilidad inherente basados en pruebas de laboratorio, se usa como guía el pH e índices locales.

b. Fertilidad según pH (colormétrico) en campo

1. - Muy alta : suelos oscuros con mucho humus que no fijan fósforo; con un pH de 7.0 a 7.5
2. - Alta: suelos mayormente oscuros con humus en cantidades moderadas, poca fijación de fósforo y pH de 6.0 a 8.0
3. - Moderados: suelos de color mediano hasta oscuro en el horizonte superior y con buena cantidad de humus, pH de 5.5 a 6.0 y 8 a 8.5
4. - Baja: de color pardo-rojizo hasta pardo claro, bajo contenido de humus, frecuentemente sujeto a fuerte lixiviación durante varios meses; pH de 4.5 a 5.5 y 8.5 a 9.0
- 5.- Muy baja: reconocidos como improductivos de color claro a rojizo; pH de <4.5 y >9.0

8. Grado de erosión del suelo sudrido (5 clases)

Símbolo Grado de erosión

0. - Nula: Sin síntomas de erosión
1. - Ligera: se observa síntomas de arrastre por la presencia no frecuente de canchales en el campo de cultivos y pisoteo liviano en los pastos.
2. - Moderada: presencia generalizada en canchales y surcos poco profundos y trillos poco profundos en los pastos.
3. - Severa: canchales y surcos abundantes y profundos y trillos profundos sin vegetación. También hay pequeños deslizamientos en laderas y cárcavas pequeñas.

4. Extrema: los suelos son prácticamente destruidos o son fuertemente truncados, con exposición del horizonte 8 o aún el subsuelo. También existe la presencia de deslizamientos y de posiciones masivas de tierra.

9. Salinidad (4 clases)

Símbolo Grado de salinidad y sodización

0. - Libre de exceso de sales y sodio: prácticamente ningún cultivo, pasto o árbol se encuentra inhibido en su crecimiento o muestra daños provocados por sales o sodio en el suelo. Los suelos muestran una conductividad eléctrica inferior a $4 \text{ mmhos.} \times \text{cm}^2$. El porcentaje de sodio es menor de 4%.
1. - Ligeramente afectados por sales y sodio: la conductividad eléctrica varía de 4 a $8 \text{ mmhos.} \times \text{cm}^2$ y el porcentaje de sodio está entre 4 y 8%. Algunas especies sensibles se encuentra inhibido en su crecimiento.
2. - Moderadamente afectados por sales y sodio: el crecimiento de los cultivos está inhibido y pocas especies pueden desarrollar satisfactoriamente. La conductividad eléctrica varía entre 8 y $16 \text{ mmhos.} \times \text{cm}^2$ y el porcentaje está entre 8 y 15%.
3. - Fuertemente afectados por sales y sodio: la conductividad eléctrica es mayor de $16 \text{ mmhos} \times \text{cm}^2$ y el porcentaje de sodio sobrepasa el 15%. Ni cultivos o pastos pueden crecer en estas condiciones, solamente especies de manglar pueden soportar estos sitios.

10. Riesgo de anegamiento o inundación (5 clases)

Símbolo Grado de anegamiento o inundación

0. - Ninguno: la tierra nunca tiene agua estancada encima ni sufre de inundaciones por ríos o riachuelos.

1. - Inundación ligera: el agua se estanca o se inunda el terreno a poca profundidad y por períodos de unos pocos días. Se permiten cultivos normales.

2. - Inundación moderada: el agua se estanca o se inundan los terrenos a moderada profundidad y/o por períodos de varias semanas, todos los años, lo que hace difícil o imposible el cultivo permanente. A veces es posible cultivos anuales o pastoreo con excepción de búfalo de agua y algunas especies forestales.

4. - Anegada: el agua está durante todo el año o las inundaciones presentan un peligro mortal a la vida humana y animal.

VI. Metodología

A. Personal

Esta clasificación puede ser aplicada por técnicos profesionales o técnicos de grado medio debidamente adiestrados por profesionales con experiencia en su aplicación. Los profesionales indicados son geógrafos, ecólogos, agrónomos, pedólogos y dasónomos, con experiencia en la interpretación de vegetación, suelos y cultivos.

B. Materiales

Los siguientes materiales son esenciales para llevar a cabo la clasi-

ficación en el campo :

1. Copia del Mapa Ecológico de Colombia (según el sistema de clasificación de Zonas de Vida del Mundo).
2. Información sobre características de los suelos o un mapa geológico de la localidad a ser clasificado, si hay, y en caso que se carezca de lo anterior,
3. Fotografías aéreas a escala mediana o grande (1:50.000 o mayor) o ampliaciones provenientes de las de escala más pequeña, o en su defecto, mapas topográficos o planimétricos en escala grande.
4. Copia de esta clave con definiciones para la clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra.
5. Equipo portátil de campo: pH-colorímetro, puente eléctrico para medición de resistencia, muestreador de suelos, clinómetros, etc.

C. Procedimiento

Para llevar a cabo la clasificación se siguen los siguientes pasos:

1. Se determina la Zona de vida o bio clima del área donde se encuentra el terreno que se va a clasificar, usando el Mapa Ecológico.
2. Se encuentran en la clave 0, el número de la clave detallada de los factores edáficos correspondientes a la Zona de Vida así determinada.
3. Se establece sobre el terreno la ubicación, extensión y límites geográficos de la unidad de tierra de las características físicas homogéneas, que van a clasificarse y se demarcan estos límites,

por inspección, sobre la fotografía. Este trabajo puede realizarse previamente en el gabinete por fotointerpretación, pero siempre de realizarse la comprobación en el campo.

4. Para la unidad de tierra en cuestión, se procede a la determinación de sus valores reales para los diez factores edáficos enumerados en la clave, sea por examinación directa en el campo o referencia en los datos obtenidos en el estudio previo de suelos.
5. La clave se utiliza empezando con la primera línea de izquierda a derecha, determinando así, si los valores de dichos factores quedan todos dentro de los límites y clases permisibles señalados para la línea. Si un solo factor queda fuera de dichos límites, se pasa a la siguiente línea inferior, hasta que se llegue a la línea en donde se encuentre que el terreno cumple todos los requisitos de suelos que aparecen en la misma. La capacidad de uso mayor de la tierra se encuentra en esta línea en la primera columna a la izquierda y la categoría o categorías de sistemas de manejo tecnológico que se buscan no están incluidas en esta línea, será necesario seguir con el procedimiento hasta que se llegue encontrar todas más abajo.
6. Se entiende que la capacidad de uso mayor de un terreno es siempre el uso más intensivo posible. Es decir, una capacidad para cultivos (estacionales) en limpios, normalmente, más deseable y valiosa que una capacidad para cultivos permanentes, y así sucesivamente, bosques de producción y protección. Con unas excepciones, además, un terreno adecuado para cultivos en limpio, será aprovechable también para los usos de menor categoría que se indican sucesivamente de arriba hasta abajo, pero no lo será en sentido contrario, con excepción de ciertas tierras adecuadas para cul

tivos permanentes que no reúnen todos los requisitos para un uso en pastoreo. En esta forma la clave indica además de la capacidad de uso mayor de un terreno de características específicas, el rango total de variaciones en los factores edáficos para cada uso mayor dentro de cada Zona de Vida; lo que es útil cuando no es posible o económicamente deseable ocupar un terreno hasta su capacidad máxima.

Se puede cuando se desee establecer el rango de opciones en cuanto al uso de cualquier terreno en estudio con base en la misma clave.

7. El paso final es indicar la clasificación del terreno delimitado sobre la foto o mapa. Así, para una sola categoría de sistemas de manejo tecnológico se puede marcar, por ejemplo C/T indicando " Cultivos en limpio con sistemas de manejo tecnológico en las tres categorías : Avanzada-mecanizada, Avanzada-artesanal y Tradicional", etc. A veces sería deseable indicar también el rango de usos alternos posibles para el mismo trecho de tierra. Entonces, se verifica simplemente las otras categorías para determinarlo.
8. Se procede a la demarcación de la próxima área homogénea y se repite el proceso. Debe por supuesto, establecerse un tamaño mínimo de área que va a reconocerse separadamente, pero no para las áreas de tamaño mínimo; si se cambia aún un solo factor de manera significativa sobre su extensión, es deseable subdividirlo en la unidad a lo largo de donde este cambio se ejecuta.

VIII. NOTAS SOBRE LA METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION
DE LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE COSTA
RICA (CENTRO CIENTIFICO TROPICAL - Dr. J. Tossi O.
Y OTROS)

Luis Torres Pérez *

* Ingeniero Agrícola, M.S.C. Profesor Visitante. Carrera de
Ingeniería Forestal. CURLA. Universidad Nacional Autónoma
de Honduras.

VIII. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE COSTA RICA

INTRODUCCION

La planificación integrada de una cuenca (considerada como la unidad para la planificación del desarrollo), entre sus objetivos principales considera estimular la productividad agropecuaria y forestal sin detrimento de los recursos naturales; esto implica usar la tierra según su capacidad de uso.

Honduras es un país cuya economía está ligada estrechamente al uso del recurso tierra (actividades agrícolas, pecuarias y forestales); así, el conocimiento de la capacidad de uso de las mismas, en función de los objetivos pre-establecidos, permitirá planificar el uso de las tierras para una mejor producción y bajo un rendimiento sostenido. La metodología desarrollada para Costa Rica reúne características aparentes para servir de base para el desarrollo de una metodología adecuada las características propias de Honduras.

En este documento se presenta la metodología desarrollada por el Centro Científico Tropical, en el año 1985, para determinar la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica; por considerar que la aplicación de una metodología completa y de uso generalizado en el país, es particularmente importante para uniformar criterios y eliminar diferencias interpretativas.

El desarrollo de esta metodología fue en 1984, a través del Proyecto de Conservación de Recursos Naturales DFG/AID; pero luego se vio la necesidad de una metodología aplicable a cualquier parte del país. Su desarrollo se inició con visitas a instituciones del país involucradas en el uso de la tierra, para recabar información sobre los métodos utilizados para determinar el uso y obtener sus opiniones y ne

cesidades sobre los aspectos que debería cubrir un buen método para clasificar el uso de la tierra.

Realizaron una revisión de metodologías (35 sistemas), de los cuales seleccionaron 13 para su evaluación. Entre los principales criterios para seleccionar el sistema más apropiado, determinaron que los sistemas deberían de tener un enfoque dirigido a la productividad sostenida y conservación del recurso, aplicable al trópico o a nivel mundial, que comprenda un amplio rango de tierras, que se adapte a varios niveles de aplicación, incluyendo a nivel de finca, con adecuada cantidad de parámetros climáticos, edáficos y otros, con límites cuantitativos establecidos.

De esta evaluación, se redujeron a cinco los sistemas que mejor se ajustaban a los criterios dados y fueron los siguientes: Cetenal (México, 1983); SEPSA-modificado (Costa Rica, 1977); Alexis Vásquez (Costa Rica, 1981); Commerma y Arias (Venezuela, 1971); Sistema Integral Ecológico-Tosi (Colombia, 1972). Después de un análisis de aplicabilidad basado en una investigación de campo, los dos mejores resultaron ser Commerma y Tosi; sin embargo, ninguno se adaptaba completamente a las condiciones del país, por lo cual se desarrolló el método con base en una combinación de los aspectos de los diferentes sistemas.

OBJETIVOS GENERALES DE LA METODOLOGIA

- ° Determinar la capacidad de uso de las tierras acorde a sus propias condiciones y necesidades. Primera aproximación.
- ° Tener un instrumento base para la planificación de administración adecuada de todos los recursos de la tierra.

JUSTIFICACION

- ° La economía nacional depende principalmente del uso de las tierras.

- La capacidad de uso de las tierras, constituye una información básica sustancial para la planificación del uso de las tierras bajo un rendimiento sostenido.
- Se requiere unificar criterios mediante la aplicación de una metodología completa y de uso generalizado en el país. Diseñada para las condiciones propias del país, constituyéndose en un paso fundamental hacia la consecución de la ordenación del campo agropecuario y forestal.

DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

- Recopilación de información específica y visitas a instituciones nacionales relacionadas con el uso de la tierra.
- Análisis de los sistemas de clasificación de tierras empleados en el país.
- Selección de metodologías más convenientes y adaptables a nuestro medio.
- Estructurar un sistema preliminar de clasificación.
- Investigación de campo intensiva, tendiente a determinar la validez y funcionalidad del método.
- Estructuración final de la metodología.
- Análisis de los resultados de la investigación para definir la aplicabilidad e importancia real de los conceptos y factores en la clasificación de la capacidad de uso de la tierra de Costa Rica.

CARACTERISTICAS Y ENFOQUE DE LA METODOLOGIA

- Orientadas hacia la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica.
- Brindar al usuario (planificador, extensionista y agricultor) un instrumento que le sirva como base para el ordenamiento de la tierra en el campo agropecuario y forestal, basado en el rendimiento sostenido.
- Obtener recomendaciones en el uso de la tierra para condiciones socioeconómicas y culturales distintas, según las posibilidades de uso de tecnología por parte del usuario.
- Permite la calificación para "grupos de plantas" con características similares entre sí.
- No se pretende su aplicación a nivel de cultivos específicos ya que esto será tarea de especialistas.
- La metodología, divide la tierra en 10 clases y un total de 11 tablas (zonas de vida).
- El sistema tiene un orden jerárquico que permite que la unidad de tierra pueda usarse en la actividad de la clase resultante o para actividades de las clases inferiores a ésta.
- Ciertas características como muy baja fertilidad, poca profundidad del suelo, mal drenaje, pedregosidad excesiva, entre otras, son condiciones "anormales" y minoritarias para nuestro medio y no necesariamente obedecen ese orden jerárquico.

- Las recomendaciones o pautas en cuanto a la capacidad de uso de la tierra que aquí se proponen, están enmarcadas bajo condiciones socioeconómicas predominantes en el ámbito nacional.
- La metodología puede estar sujeta a algunos ajustes y afinamientos que serían realizados mediante la práctica de la aplicación de ésta en el campo.
- Debe ser manejada sólo por personal profesional o semi-profesional con conocimientos básicos en el tema: Agrónomos, Forestales, Agrícolas; y previo adiestramiento en el uso adecuado de este sistema.
- Ha sido diseñada especialmente para aplicarse a escalas grandes.

COMPONENTES DE LA METODOLOGIA DE CLASIFICACION

A. Clases de Capacidad de Uso de la Tierra

Clase : 10 CLASES

Tierras que presentan condiciones similares en el grado relativo de las limitaciones para su uso potencial, así como en la probabilidad de sufrir daño cuando son usadas.

Se reconocen diez clases de uso :

CLASE I. Cultivos Anuales (Muy alto rendimiento)

Las tierras no presentan ningún tipo de limitaciones y sus condiciones agro-ecológicas son tales que permiten la siembra, labranza y recolección de todos los cultivos anuales (en limpio), adaptados ecológicamente al lugar, sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra. Se localizan en zonas de vida húmeda con período seco definido, de corta o moderada duración.

CLASE II. Cultivos Anuales (Alto rendimiento)

Similar a Clase I, pero para la mayoría de los cultivos.

Pueden encontrarse en condiciones climáticas menos favorables que los de la clase anterior, tales como zonas de vida seca o muy húmeda; sin período seco o de muy larga duración.

Pueden tener limitaciones edáficas o topográficas.

CLASE III. Cultivos Anuales (Moderado rendimiento)

Producción de cultivos anuales seleccionados. Limitaciones más severas que Clase II; pendientes mayores, un rango de textura más amplio, contenidos mayores de piedra, sujetas a inundaciones frecuentes y con algunos problemas de viento y neblina.

CLASE IV. Cultivos Perennes o Semiperennes

Tierras con condiciones agro-ecológicas tales que no permiten su uso para cultivos anuales como en las clases anteriores; pero sí permiten la siembra, labranza y recolección de cultivos de moderado (más de dos años) o largo período vegetativo, herbáceos o arbustivos que no necesitan de la renovación frecuente y continuada del suelo, ni lo dejan desprovisto de una densa cobertura vegetal protectora, excepto por períodos breves y poco frecuentes, sin deteriorar la capacidad productiva de la tierra. En general se incluye en esta clase los terrenos que se encuentran en condiciones climáticas húmedas, muy húmedas y pluviales, susceptibles a la erosión para cultivos anuales y cuya fertilidad puede ser limitante.

CLASE V. Pastoreo Intensivo

Tierras que no reúnen las condiciones mínimas para las clases anteriores; pero son adecuadas para el uso continuado en pastoreo de alto ren

dimiento (más de 2 cabezas/ha en ganado de carne y alrededor de 1.8 cabezas/has o más cuando sea de leche, sin alimentación suplementaria, a excepción de los minerales), sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra.

Estas tierras se restringen a zonas con condiciones climáticas húmedas y muy húmedas, sin período seco prolongado; aceptan un mayor riesgo de erosión y en general con fertilidad ligeramente menor que la adecuada para cultivos.

CLASE VI. Pastoreo Extensivo

Tierras que no reúnen las condiciones mínimas para las clases anteriores, pero que permiten su uso continuado en pastoreo de moderado a bajo rendimiento (una capacidad de carga menor que en la clase anterior, con un límite inferior para ambos casos de 0.5 cabezas/ha), sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra.

Estas tierras presentan condiciones climáticas, así como zonas de vida variadas, desde seca o pluviales con períodos secos variables, afectados por vientos y/o neblinas. Además pueden tener limitaciones edáficas y topográficas.

CLASE VII. Cultivos Arbóreos

Tierras que no reúnen las condiciones mínimas para las clases anteriores, pero que sí presentan condiciones favorables para el establecimiento de especies de parte arbórea que mantengan una cobertura vegetal protectora sin remoción del suelo y sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra.

Estos terrenos presentan pendientes mayores que las clases anteriores; requieren de suelos moderadamente profundos y sin problemas de

fertilidad. Además esta clase se ubica en áreas sin problemas de viento y/o neblina.

CLASE VIII. Producción Forestal Intensiva

Tierras que no reúnen las condiciones mínimas requeridas para las clases anteriores, pero que sí permiten su uso para la producción intensiva y permanente de maderas y otros productos forestales de bosques naturales manejados técnicamente sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra.

Estos terrenos deben tener condiciones climáticas y edáficas favorables a un rápido crecimiento de biomasa.

CLASE IX. Producción Forestal Extensiva

Tierras que no permiten un uso sostenido de cultivos y pastos, pero que sí son aptas para la producción extensiva y permanente de maderas y otros productos forestales de bosques naturales manejados técnicamente, sin deterioro de la capacidad productiva de la tierra.

Incluye terrenos con pendientes mayores a las clases anteriores y de condiciones climáticas y edáficas variadas y generalmente menos favorable para un desarrollo de biomasa.

X. Protección

Tierras que no reúnen las condiciones mínimas requeridas para el cultivo, pastoreo o producción forestal. Poseen condiciones climáticas y físicas tan severas que no permiten un uso económico directo bajo ninguna actividad, sin deterioro del medio. Se inclu-

yen las tierras pantanosas, escarpadas y otras cuyas condiciones indicen la necesidad de un manejo exclusivo con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y aún su protección absoluta contra toda invasión, uso económico o social para beneficio colectivo de la sociedad.

Clases de Capacidad de Uso de las Tierras de
Costa Rica. Centro Científico Tropical
1985

CLASE I	CULTIVOS ANUALES (Muy alto rendimiento)
CLASE II	CULTIVOS ANUALES (Alto rendimiento)
CLASE III	CULTIVOS ANUALES (Moderado rendimiento)
CLASE IV	CULTIVOS PERMANENTE o SEMIPERMANENTES
CLASE V	PASTOREO INTENSIVO
CLASE VI	PASTOREO EXTENSIVO
CLASE VII	CULTIVOS ARBOREOS
CLASE VIII	PRODUCCION FORESTAL INTENSIVA
CLASE IX	PRODUCCION FORESTAL EXTENSIVA
CLASE X	PROTECCION

SISTEMAS DE MANEJO TECNOLÓGICO

Aplicación de un conjunto de prácticas y conocimientos que actúan integralmente con base en lo cual los usuarios de las tierras llevan a cabo su producción agropecuaria y forestal.

Para las condiciones de Costa Rica, se distinguen tres niveles o categorías de manejo:

Tradicional	(T)
Avanzado	(A)
Mecanizado	(M)

Siempre se debe garantizar el rendimiento sostenido de la tierra. Los límites permisibles de una actividad variarán de acuerdo a la protección de los recursos que brinde el sistema de manejo.

(T) Sistema de Manejo Tecnológico Tradicional

Es poco intensivo; puede ser exclusivamente comercial o mayormente de subsistencia familiar. Son los más comunes.

Características de las Unidades:

1. Bajo o solamente modesto grado de capitalización por unidad de la tierra usada.
2. Dominio de la "tierra" como factor de producción y baja productividad por unidad de tierra/tiempo.
3. Excepto para las fincas pequeñas, los dueños no son residentes en sus predios y la administración está en manos de capataces pocos adiestrados.
4. Empleo de mano de obra no especializada o no asalariada (miembros de la familia en el caso de fincas pequeñas).
5. Uso limitado, inapropiado o ineficiente de técnicas recomendadas de origen científico en la producción.
6. Unidades de producción mal situadas en cuanto a los factores ecológicos; uso de la tierra, indiscriminado, y frecuentemente mal orientado, con mayor extensión de cultivos y pastos en terrenos físicamente inapropiados.
7. Falta de medidas para la conservación de bosques y matorrales naturales en terrenos que requieren su protección, con un alto y visible grado de erosión y deslizamiento.

8. Poco o ningún uso de abonos orgánicos, mulches, control biológico de pestes, plagas y malas hierbas, así como de variedades de raza y semillas seleccionadas, ni rotación del hato en el pastoreo o diversificación de cultivos.

(A) Sistema de Manejo Tecnológico Avanzado

Sistema de producción intensivo o muy intensivo, utilizado con fines comerciales o para subsistencia.

Se debe caracterizar por un manejo altamente capacitado y responsable dirigido a obtener el máximo de producción sostenible.

Son importantes las prácticas de conservación de suelos. Las labores se realizan mayormente en forma manual o con la asistencia de animales, aunque se permite el empleo de maquinaria en las áreas favorables para su uso.

Características de las Unidades :

1. Moderado a fuerte grado de capitalización por unidad de tierra usada.
2. Dominio del elemento humano altamente capacitado y motivado como factor de producción y alta productividad relativa por unidad de tierra/tiempo.
3. Administración altamente capacitada, sea por dueños residentes en sus predios o por administradores profesionales o semi-profesionales bien remunerados y residentes.
4. Mano de obra capacitada y permanente, bien remunerada o con participación justa en los ingresos en caso de cooperativas o comunas.

5. Uso de técnicas de producción no lesivas a la productividad natural originaria de la tierra, ya sea suelos, aguas, vegetación nativa o vida silvestre o que puedan afectar negativamente el ambiente mayor fuera del radio de sus operaciones.
6. Alta sensibilidad a las variantes locales del medio físico y biótico que puedan influir en sus operaciones y buena situación de las unidades de producción individual en relación a los factores ecológicos.
7. Se practica la conservación de suelos, agua y biota natural del predio, donde quiera que sea necesario, considerando estas medidas como legítimos costos de producción.
8. Elevado grado de aplicaciones técnico-científicas que aumentan y sostienen la producción, tales como el uso de abonos orgánicos, uso adecuado de abonos químicos, uso de variedades, razas y semillas seleccionadas para su adaptación a condiciones ecológicas locales, control biológico de pestes, plagas y malas hierbas cuando sea posible, rotación de hatos en aparatos pequeños, forestación de tierras degradadas y manejo profesional de bosques naturales en tierras de vocación forestal.

(M) Sistema de Manejo Tecnológico Mecanizado

Sistema de producción intensivo o muy intensivo, de enfoque comercial y que opera basado en tecnologías modernas aplicadas correctamente. Generalmente emplea fuertes inversiones de capital con miras a obtener altos rendimientos. Normalmente emplea administración profesional, fuerte asistencia técnica y la mano de obra es poca pero especializada. Su principal característica es el uso intensivo agrícola en el laboreo y recolección de cosechas.

Su aplicación se restringe a terrenos planos o con poca pendiente y cuyas condiciones físicas no limiten el uso intensivo de la maquinaria agrícola.

No considera práctica de conservación de suelos o éstas son muy simples. Entre los tres sistemas, éste es el que menos protección ofrece al suelo.

Otras características de este nivel de manejo son el uso de agroquímicos, el uso de variedades y semillas mejoradas, el control de plagas y enfermedades y el uso de agroquímicos en la medida en que las condiciones del suelo y las necesidades de las plantas lo requieran. El mismo se aplica mayormente para la producción de cultivos en limpio, en especial granos. El abuso de estas actividades no deben formar parte de ningún sistema de manejo, por lo tanto dichas prácticas deberán corregirse si se quiere aplicar un sistema de manejo sostenible.

PARAMETROS DE EVALUACION

Esta metodología reconoce los siguientes grupos generales de parámetros:

- a) Climáticos : zonas de vida; meses secos; vientos, neblina.
- b) Edáficos : profundidad efectiva, textura, pH, pedregosidad.
- c) Topográficos: pendiente, micro relieve, erosión sufrida
- d) De Drenaje : drenaje, riesgo de inundación

ZONA DE VIDA

Sistema de Clasificación de las Zonas de Vida del Mundo de L. R. Holdridge.

Combina factores biológicos : temperatura, precipitación y evapotranspiración.

De acuerdo con el Mapa Ecológico de Costa Rica (Tosi, 1969), el país cuenta con doce zonas de vida diferentes, además de algunas transiciones; sin embargo, sólo una de éstas se ha considerado para esta metodología. Para las demás transiciones se les aplica la tabla a su respectiva zona de vida pura.

Para cada zona de vida le corresponde una clave que la ubica en su respectiva tabla de capacidad de uso.

MESES SECOS

Número de meses en el año en que el suelo pasa con un contenido de humedad menor que el punto de tensión de agua, a partir del cual la planta tiene un alto costo energético para sustraer ésta para su uso.

En circunstancias normales, el número de meses durante el cual los pastos permanecen secos, corresponde en términos generales con el número de meses efectivamente secos.

Se conocen tres categorías de meses secos:

- 1) De 0-1 mes seco
- 2) De 1-3 meses secos
- 3) Más de 3 meses secos

Se ha preparado un mapa para el territorio nacional según las categorías citadas. Para tal fin se hizo el cálculo de balances hídricos por el método empírico de Holdreidge y Tosi.

NEBLINA

La frecuencia de neblinas deja en las áreas de influencia, específicamente sobre la vegetación arbórea, características fácilmente interpretables respecto a su frecuencia y/o densidad (musgos).

Se reconocen tres categorías de neblina:

1. Poco frecuente:

No representan ningún obstáculo para el desarrollo normal de las actividades agrícolas.

2. Frecuente:

Corresponde a lugares afectados por neblina casi a diario, durante el invierno y en forma más aislada durante el verano.

3. Muy frecuente: (Bosque nuboso)

Áreas en las cuales la neblina es tan frecuente que ocurre durante casi todos los días del año.

VIENTO

El viento ejerce un efecto mecánico directo sobre las plantas y otro de desecamiento del ambiente; además, al igual que el agua produce erosión que al combinarse aumenta considerablemente la erosividad de los suelos.

Las categorías consideradas son:

1. Viento 1, es aquel que no provoca problemas en las actividades agrícolas o ganaderas. Vientos constantes o frecuentes menores de 15 km/hr y vientos con velocidades mayores pero con menor constancia. Los árboles crecen verticalmente y expanden sus ramas en todas direcciones.

2. Viento constante o muy frecuente entre 15 a 30 km/hr, causa problemas moderados a los agricultores que pueden ser solventados con la instalación de rompevientos. Los árboles tienden a tener sus capas inclinadas ligeramente hacia el lado donde sopla el viento.
3. El viento 3 alcanza velocidades superiores a los 30 km/hr con una frecuencia mayor del 50% del tiempo. El uso de la tierra se puede limitar a pastoreo o producción forestal de bajo rendimiento. Los árboles carecen de ramas del lado donde sopla el viento y por lo general tienen su tronco inclinado.

TEXTURA

Las propiedades de arcilla, limo y arena menor de 2 mm que conforman la masa del suelo.

Se considera la textura que domine en la profundidad efectiva del suelo.

Se reconocen las siguientes texturas:

<u>Código</u>	<u>Nombre Textural</u>
a	Arenosa
af	Arenosa-franca
Fa+	Franco arenosa gruesa o media
Fa ⁻	Franco arenosa fina
F	Franca
FL	Franco Limosa
L	Limosa
FA	Franco Arcillosa
FAa	Franco Arcilla arenosa
FAL	Franco Arcillo Limosa
Aa	Arcillo arenosa

<u>Código</u>	<u>Nombre Textural</u>
AL	Arcillo Limosa
A-	Arcillosa (menos de 60% arcilla)
A+	Arcilla (mas de 60% arcilla)

PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO

Capa o capas del suelo donde las raíces de las plantas pueden penetrar sin ningún impedimento en busca de agua y nutrimento.

Se mide perpendicularmente a la pendiente superficial y se da en centímetros.

pH

La fertilidad del suelo es un factor importante en la determinación de la capacidad de uso de la tierra, y en determinación real es muy difícil. Así, se da como un índice de la misma, el pH por su influencia en la solubilidad de elementos nutritivos y/o fitotóxicos que afectan el crecimiento vegetal.

PEDREGOSIDAD y/o ROCOSIDAD

Contenido, tanto dentro del perfil como sobre la superficie del suelo, de piedras y/o rocas que tienen influencia significativa en el movimiento del agua. Crecimiento de raíces e interferencia de las labores de la branza. También se clasifica qué, los fragmentos gruesos que interfieren con el laboreo agrícola.

Clases de pedregosidad :

Sin piedras : no interfiere con la labranza. Piedras, menos de 0.01%. Los fragmentos gruesos pueden ser hasta en 5% del área.

2. Ligeramente pedregoso :

Interfieren ligeramente con las labores de cultivo. Piedras de 0.01% a 3% o la grava de 5 a 15% del área.

3. Moderadamente pedregoso:

Dificultan la labranza. Piedras de 3 a 8% o la grava de 15 a 40% del área.

4. Pedregoso (abundantes):

Impiden cultivo en limpio, pero permite siembra de cultivo permanente. Piedras de 8 a 20% o gravilla de 40 a 80% del área.

5. Muy pedregoso :

Impiden toda posibilidad de cultivo económico, pero permiten el pastoreo o extracción de madera. Piedras de 20 a 50% o gravas ocupando más del 80% del área.

6. Extremadamente pedregoso :

Impiden todo uso económico. Las piedras cubren más del 50% del área.

PENDIENTE

Inclinación del terreno respecto a un plano horizontal. Se mide a nivel local con clinómetros y se expresa en porcentajes.

MICRO RELIEVE

Pequeñas diferencias de relieve que caracteriza la superficie general de la unidad de terreno.

Se reconocen las siguientes clases:

1. Liso
2. Ondulado suave

3. Ondulado
4. Micro accidentado

GRADO DE EROSION SUFRIDA

Es el producto de la que se conoce técnicamente como "erosión acelerada", es decir, la erosión provocada por el hombre a raíz de sus actividades agropecuarias y forestales y no a la lenta erosión natural o geológica a que está sujeta toda la tierra bajo la cubierta completa de la vegetación natural originaria. ✓

Se reconocen las siguientes Clases:

0. Nula : sin síntomas de erosión
1. Ligera : se observan síntomas de arrastre por la presencia no frecuente de canalículos en campo de cultivos en maduración y de marcas de pastoreo liviano en pastos. ✓
2. Moderada : presencia generalizada de canalículos y surcos poco profundos en campos de cultivos en maduración y de trillos poco profundos entre las macollas de gramíneas en pastos. Ausencia o escasez de cárcavas. ✓
3. Serena: presencia de abundantes surcos aún después del arado y de canalículos y surcos profundos en campos de cultivos en maduración y la presencia de trillo profundos, sin vegetación y pequeños deslizamientos en laderas, con macollas sobre "pedestales" de tierra en pastos. ✓
4. Extrema: los suelos son prácticamente destruidos o son fuertemente truncados, con exposición del horizonte B o aún del subsuelo. En esta clase se incluyen los deslizamientos y deposiciones masivas de tierra desplazadas hacia abajo por la gravedad.

DRENAJE

La facilidad y rapidez con que el agua pasa a través del suelo y es eliminada del mismo. Los rangos son los siguientes:

1. Drenaje excesivo : el agua es eliminada del suelo muy rápidamente.
2. Moderadamente excesivo : el agua se elimina del suelo rápidamente. Suelos de textura moderadamente liviana o de relieve ondulado.
3. Bueno : el agua se retira del suelo con facilidad, pero no con rapidez. Suelos de textura media, puede incluir arcillas con buena porosidad.
4. Moderadamente lento : el agua se elimina del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece mojado durante períodos cortos apreciables. Tienen una capa de permeabilidad o un nivel freático relativamente alto (60-90 cm).
5. Imperfecto (lento) : el agua es eliminada con lentitud suficiente para mantenerlo mojado durante períodos muy apreciables de tiempo, pero todo el tiempo. Se presenta un sub-suelo moteado que se desarrolla bajo condiciones anacróbicas y/o el nivel freático oscila entre 30 y 60 cm.
6. Pobre (muy lento): el agua eliminada tan lentamente que el suelo permanece mojado por largos períodos de tiempo.

El nivel freático está generalmente cerca de la superficie del suelo (-30 cm) durante una parte considerable del año y con moteos o vetas desde la superficie del suelo.

7. Nulo o negado (muy pobre): el agua es eliminada del suelo tan lentamente que la capa freática permanece en la superficie o sobre ésta la mayor parte del tiempo.

RIESGO DE ANEGAMIENTO O INUNDACION

0. Ninguno: nunca tiene agua estancada encima ni sufre de inundaciones por ríos o riachuelos.
1. Inundación Ligera : el agua se estanca o se inunda el terreno a poca profundidad y por períodos de unos pocos días.
2. Inundación Moderada : el agua se estanca o se inunda el terreno a poca profundidad y por períodos de varios días en la mayoría de los años. Difícil o imposible para cultivos permanentes.
3. Inundación Severa : el agua inunda el terreno a profundidades menores a 1 metro y por algunas semanas todos los años. Permite producción forestal extensiva.
4. Anegada : el agua está encima del suelo durante casi todo el año o las inundaciones presentan un peligro mortal para la vida humana y animal.

FACTORES LIMITANTES

Subdivisiones de las clases que hacen referencia a las condiciones generales que presenta la unidad de la tierra con respecto a la Clase I (óptima) de la zona de vida correspondiente. Estos factores son limitantes generales y limitantes específicos y su uso en la calificación de tierras dependerá de la escala de aplicación que se utilice.

Ellos son :

1. Clima : (Símbolo)

- C1 : Limitación por zona de vida
- C2 : Limitación por meses secos
- C3 : Limitación por viento
- C4 : Limitación por neblina

2. Erosión : (Símbolo e)

- e1 : Limitación por riesgo de erosión (pendiente)
- e2 : Limitación por erosión sufrida
- e3 : Limitación por micro relieve

3. Suelo (Símbolo s)

- S1 : Limitación por profundidad efectiva
- S2 : Limitación por textura
- S3 : Limitación por pH
- S4 : Limitación por pedregosidad y/o rocosidad
- S5 : Limitaciones especiales (toxicidad, salinidad, etc.)

4. Drenaje (Símbolo d)

- d1 : Limitación por condición de drenaje (excesivo, moderado, pobre, etc.)
- d2 : Limitación por riesgo de inundación

APLICACION DE LA METODOLOGIA

1. Identificar la zona de vida (mapa o campo)
2. Mediante la Clave 0, Diagrama de Zonas de Vida con las claves, ubicar qué clave le corresponde a esa Zona de Vida; cada clave tiene dos tablas, según los sistemas de manejo tecnológico.

3. Determinar el sistema de manejo tecnológico y seleccionar la tabla en la clave previamente determinada.
4. La unidad a clasificar debe ser homogénea (unidad de mapeo)
5. En unidades complejas clasificar con base en las condiciones más limitantes y no en las buenas.
6. Levantar información de cada variable (llenar formulario)
7. En la tabla se ubica la primera línea que incluya todos los valores de las variables.
8. Se lee la Capacidad de Uso
9. Poner la nomenclatura de la capacidad de uso; la categoría en números romanos y los factores limitantes a continuación; así:

III cs; si se trabaja a nivel semidetalle

III cl,

2, s2,3; si se trabaja a nivel de finca o detallado, usando como referencia la Clase I del bio-clima del mismo piso altitudinal.



IX. EVALUACION DE TIERRAS Y SU USO :
EL SISTEMA FAO

Eric J. Richters *

* Especialista en Uso de la tierra del PRMC del CATIE. Turrialba,
Costa Rica.

IX. EVALUACION DE TIERRAS Y SU USO: EL SISTEMA FAO

INTRODUCCION

El día lunes hemos dado una definición de evaluación de tierras en general, y hemos hablado de evaluación versus clasificación, de clasificación de suelos, y de la clasificación por capacidad de uso de las tierras del USDA. De este sistema, y paralelamente al sistema del USDA surgió una escuela con sistemas parecidos en casi todo el mundo. Se ha notado de que se trata de un acercamiento suelero con el objetivo principal, proteger el suelo. También se ha notado de que mientras que, con el tiempo, se han tomado más y más en cuenta aspectos socioeconómicos, todavía se trata de sistemas con clases fijas de clasificación, de generalización.

En general se ha notado de que, porque son sistemas fijos de generalización, surgen problemas con su aplicación en situaciones específicas. Desde fines de la década 60 se han tratado, en el contexto de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia), buscar una solución a este problema. En esta lectura analizaremos los resultados de esta búsqueda.

ANTECEDENTES

Para 1970, la mayoría de los países del mundo habían desarrollado su sistema o sistemas particulares para la evaluación de la tierra. Al lado del aspecto de aplicabilidad esto hizo difícil el intercambio de información la cual causó la necesidad de una discusión internacional para tratar alguna forma de estandarización. La idea de la implementación de dicha consulta fue concebida en 1970, con el objetivo de desarrollar un Sistema para Evaluación de las Tierras, como base amplia para actividades al respecto en gran varie-

dad de circunstancias biofísicas y socioeconómicas. } —

El trabajo de preparación para la consulta fue llevado a cabo, durante los 24 meses siguientes, por 2 comités multidisciplinarios, uno en los Países Bajos y otro dentro de la FAO. Estas actividades dieron como resultado la preparación conjunta de un documento de antecedentes (FAO, 1972), el cual sirvió como base para la reunión.

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

Un resumen de las discusiones y recomendaciones acordadas en la consulta fue publicado por IILRI (1973). Se logró un acuerdo general en la mayoría de las preguntas discutidas y un gran avance fue efectuado mediante la formulación del primer borrador de un Sistema para Evaluación de las Tierras, que fue publicado por la FAO (1973) y distribuido ampliamente, solicitando comentarios sobre el mismo.

Se recibieron comentarios de 14 países los cuales fueron considerados en una consulta ad hoc de expertos en Roma del 6-8 de enero de 1975. Hubo participación principalmente de representantes de los dos comités multidisciplinarios originales. El objetivo de esta consulta fue revisar los documentos y experiencias sobre el uso del borrador del borrador el sistema, identificar los vacíos en el documento y sugerir mejoras. Se identificaron diez áreas mayores para mejoramiento y FAO publicó en 1975 un informe de las actas. El Sistema revisado en el cual se incorporaron cambios acordados en la consultura fue producido por FAO en 1986.

Consideraciones para una evaluación de tierras

La evaluación de tierras puede estar referida al rendimiento actual de las mismas. Con frecuencia, sin embargo, supone cambios, así como los efectos de los mismos: cambios en el uso de las tierras y, en algunos casos, alteraciones de la tierra misma. En una evaluación de este tipo amplio, se tiene en consideración la economía de las empresas propuestas, las consecuencias sociales para la población de la zona del país en cuestión y las consecuencias beneficiosas o adversas para el medio ambiente.

La evaluación debe dar respuesta a interrogantes como las siguientes:

- Cómo se maneja al presente las tierras y qué sucederá si las prácticas actuales permanecen alteradas ? ✓
- Qué perfeccionamientos son posibles en las prácticas de manejo con arreglo al uso presente ?
- Qué otros usos de la tierra son físicamente posibles, económica-mente y socialmente oportunos ? ✓
- Cuáles de estos ofrecen posibilidades de una producción sostenida y tal vez, de otros beneficios ? ✓
- Qué efectos negativos, físicos, económicos o sociales están asociados con cada uso ? ✓
- Qué insumos recurrentes son necesarios para conseguir la producción deseada y reducir a un mínimo los efectos adversos ? ✓
- Cuáles son los beneficios de cada forma de uso ?

Si la adopción de un nuevo uso de la tierra supone un cambio significativo en la propia tierra, como por ejemplo en los planes de riego, deberá responderse entonces a las interrogantes adicionales siguientes :

- Qué cambios en el estado de las tierras son factibles y necesarios, y cómo pueden conseguirse ?
- Qué insumos no recurrentes son necesarios para llevar a la práctica tales cambios ?

El proceso de evaluación no determina por sí mismo los cambios en el uso de tierras que deben adoptarse, pero facilita datos sobre la base de los cuales puede llegarse a estas decisiones. El resultado de una evaluación normalmente da información sobre dos o más formas potenciales de uso para cada zona de tierras, incluidas las consecuencias beneficiosas o adversas de cada una.

Como hemos indicado, la actividad de evaluación es parte de la planificación de uso de la tierra que se ejecuta en el contexto de un buen manejo del mismo.

Análogo con la "secuencia" de consideraciones en una actividad de planificación que anteriormente presentamos, se presenta ahora una secuencia de actividades y decisiones con respecto a uso de la tierra.

- i Reconocimiento de la necesidad de un cambio
- ii Identificación de los objetivos
- iii Formulación de propuestas que suponen otros usos posibles de la tierra y reconocimiento de sus exigencias principales.
- iv Reconocimiento y demarcación de los diferentes tipos de tierras presentes en la zona.

- v Comparación y evaluación de cada tipo de tierra
- vi Selección de un uso preferido para cada tipo de tierra
- vii Diseño de proyecto u otros análisis detallados de una serie se leccionada de alternativas para distintas partes de la zona. (Esto en ciertos casos adopta la forma de un estudio de factibilidad).
- viii Decisión de puesta en práctica
- ix Puesta en práctica
- x Vigilancia de las operaciones
- xi Evaluación post-proyecto

La evaluación pura tiene fuerte relación con las fases iii, iv y v de la secuencia anterior.

Principios Básicos

En el acercamiento de la FAO se distinguen los siguientes principios:

- i. La evaluación es de la tierra, no del suelo. Refiriéndose a la de finición mencionada anteriormente acerca de la tierra, todos los aspectos bioffsicos y socioeconómicos deben ser considerados.
- ii. La aptitud de las tierras se evalúa y clasifica con respecto a cla ses específicas de utilización. En este principio se reconoce im-
plícitamente el hecho de que las diferentes clases de uso de la tie-
rra tienen exigencias también diversas. Por ejemplo, una llanura
aluvial sin drenaje puede ser altamente adecuada para el cultivo de
arroz pero no para muchas otras formas de agricultura o silvicultu-
ra.
- iii. La evaluación exige una comparación de los beneficios obtenidos y de los insumos necesarios en diferentes tipos de tierra. La tie-
rra por sí misma, sin insumos, rara o ninguna vez posee un poten-

- iv. Se necesita una solución multidisciplinaria. El proceso de evaluación exige aportaciones procedentes de los sectores de las ciencias naturales, tecnología y uso de la tierra, economía y sociología.
- v. La evaluación se hace en términos pertinentes al contexto físico, económico y social de la zona en cuestión. En otras palabras, la clase de utilización mencionada antes debe ser bien definida.
- vi. La aptitud se refiere al empleo sobre una base sostenida. El aspecto de la degradación ambiental se tiene en cuenta al evaluar la adaptabilidad.
- vii. La evaluación supone la comparación de más de una clase de uso. Esta comparación podría hacerse por ejemplo entre la agricultura y silvicultura, entre dos o más sistemas de labranza o entre distintos cultivos. Al menos se tiene que comparar las propuestas con la situación inalterada.

Escala de las actividades

Se puede distinguir varios niveles de intensidad, por ejemplo:

- reconocimiento : que produce un inventario amplio de los recursos y de las posibilidades a nivel regional y nacional. El análisis económico se hace en términos muy generales y la evaluación de tierras es más que todo cualitativo (1) Planes Nacionales. Como guía se puede pensar en una escala entre 1:500.000 y 1:100.000.

- ~~semi-detalle~~ : que distingue objetivos más específicos tales como los estudios de factibilidad. El análisis económico es más importante aquí y la evaluación es cuantitativa(2). Identificación y selección de proyectos. Escala entre 1:75.000 y

(1) En una evaluación cualitativa los resultados se presentan en términos cualitativos sin que den atención a "outputs", "inputs": ganancia y costo.

1:25.000.

- detalle : Frecuentemente este tipo de estudio sigue a un estudio de factibilidad. Se ve como la preparación de una implementación del proyecto. Escala entre 1:20.000 y 1:2500.

Solución bifásica y paralela

Se distinguen dos acercamientos hacia la evaluación:

- ✓ La solución bifásica en que la primera se interesa primordialmente por la evaluación cualitativa de la tierra seguida después (aunque no necesariamente) por una segunda fase consciente en un análisis económico y social.
- ✓ La solución paralela en que el análisis de las relaciones entre la tierra y el uso de las mismas procede frecuentemente con el análisis diferentes tipos de uso.

La solución biofásica con frecuencia se utiliza en los inventarios de recursos para fines de planificación amplia en estudios para la evaluación del potencial productivo biológico. Las clasificaciones de adaptabilidad de las tierras en la primera base se basan en su aptitud para tipos de utilización seleccionados al principio del reconocimiento, por ejemplo, cultivo labrantío, explotación de ganado lechero, cultivo de maíz o tomates. La contribución de los análisis económico y social a la primera fase se limita a una verificación de la oportunidad de las clases de uso de tierras. Una vez completada la primera fase y presentados sus resultados en forma de mapa y memoria, estos resultados pueden someterse a una segunda fase: el análisis económico y social, ya sea inmediatamente o después de un cierto intervalo de tiempo.

En la solución paralela, el análisis económico y social de las clases de uso de tierras procede simultáneamente con el reconocimiento y evaluación de los factores físicos. Las clases de usos a que se refiere la evaluación se modifican de ordinario en el transcurso del estudio. En el caso de la agricultura labrantía, por ejemplo, esta modificación puede incluir una selección de cultivos y rotaciones, estimaciones de los insumos de capital y mano de obra y determinación del tamaño óptimo de la explotación agrícola. En modo análogo, en la silvicultura puede incluir, por ejemplo, la selección de especies arbóreas, fechas de cortas de aclareo y de apeo y medidas de protección necesarias. Este procedimiento queda especialmente bien acogido para propuestas específicas en relación con proyectos de desarrollo y niveles semidetallado y detallado de intensidad.

La solución paralela se espera que dé resultados más precisos en un período de tiempo más breve. Ofrece mejores oportunidades de concentrar las actividades del reconocimiento y de recogida de datos, dando información necesaria para la evaluación.

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

Uso de la Tierra

El esquema de la FAO propone definir primero el uso de la tierra y después evaluar las unidades de tierras en ese respecto.

- i. Una clase primordial de uso de tierras es una subdivisión principal del uso de tierras, tales como agricultura de secano, agricultura de riego, pastizales, dasonomfa o recreo. (Ref.: Uso mayor de la tierra).
- ii. Un tipo de utilización de tierras es una clase de uso descrito o definido con un grado de detalle mayor que el de una clase primordial de uso. Está formado por una serie de especificaciones técnicas expuestas en una forma física, económica o social dada. Esto puede ser el medio ambiente corriente o una situación futura modificada por perfeccionamientos mayores de la tierra.

El detalle de las descripciones de los tipos de utilización de tierras depende mucho del nivel de intensidad del estudio. En un estudio de evaluación de tierras de naturaleza cualitativa o de reconocimiento tal vez se define solamente las clases primordiales. Por otro lado, en un estudio de detalle un solo tipo de utilización de tierra puede tener una descripción de unas hojas, o en otras palabras, hasta el nivel de " Farming Systems ".

En el anexo 1 se encuentra un ejemplo de diferentes descripciones de tipos de utilización de tierras. En efecto, cada estudio (también los estudios de detalle), empieza con una descripción simple que está elaborada hasta el nivel apropiado en relación con el nivel del estudio.

Requisitos del uso de la tierra

Después de la descripción de los tipos de utilización de tierras se tiene que definir los requisitos para que pueda manejarlos con éxito. Estos requisitos más tarde están comparados con las cualidades de la tierra dentro de las unidades de la tierra.

La unidad de la tierra

Con referencia a la definición de tierra, una unidad de la tierra es un área por lo general mapeada con características específicas, la cual es usada como base para la evaluación.

En forma ideal, estas unidades deben aproximarse a las unidades de manejo de tierras con capacidades uniformes para tipos particulares de manejo también similares.

En la práctica, más que todo falta definición para alcanzar esta forma ideal y se pueden recomendar las siguientes guías de referencia:

- i. Las unidades de tierra deben ser lo más homogéneas posibles
- ii. La agrupación debe de tener valor práctico con respecto al uso de la tierra propuesto hipotéticamente.
- iii. Debe ser posible mapear las unidades en forma consistente.
- iv. Las unidades deben ser definidas en la forma más simple posible y deberán basarse en las propiedades relativamente estables del suelo y de la superficie de la tierra las cuales no tendrán una respuesta rápida a las prácticas de manejo. Es deseable que sean fácilmente observables en el campo con la ayuda de técnicas de sensores remotos.

En una evaluación de la tierra, la definición de las unidades puede cambiar y frecuentemente se ajusta esta definición hasta una definición más detallada cuando, durante la evaluación, se adquiere más información.

ESBOZO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE LA ASIGNACION DE TIERRAS

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
		PLANIFICACION DE LA EVALUACION Planificación de levantamientos Personal y cronograma de trabajo	
FASE DE INVESTIGACION DE CAMPO ↑ ↓	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 Requisitos de uso de la tierra	COMPARACION DEL USO DE LA TIERRA CON LA TIERRA Concorancia Mejoramiento de la tierra Impacto ambiental Análisis económico y social Revisión de resultados provisionarios Verificación de campo	ESTUDIOS DE TIERRAS Reconocimientos básicos de recursos Unidades de tierra Unidades y características de la tierra
	(Modificaciones de los tipos de utilización de la tierra)	CLASIFICACION DE APTITUD DE LA TIERRAS	Recopilación de datos adicionales
	Tipos de utilización de la tierra: descripciones, insumos, productos, especificaciones en materia de ordenación	PREPARACION DE RESULTADOS Mapas de aptitud de tierras Informe Cartografía e impresión Presentación de resultados	Mapas y relación de recursos básicos
FASE POSTERIOR A LA EVALUACION ↓		Aplicación de los resultados Supervisión	

Dentro del contexto de las unidades de la tierra se pueden definir características de la tierra y cualidades de la tierra.

Una característica de la tierra es un atributo de la tierra que puede medirse o estimarse, por ejemplo: ángulo de inclinación, precipitación pluvial o textura del suelo.

Una cualidad de la tierra es un atributo complejo de ésta, que actúa de manera distintiva en su influencia sobre la adaptabilidad de la tierra para una clase concreta de empleo, por ejemplo: humedad o nutrientes disponible, condiciones para germinación, factores del terreno que afectan a la mecanización (traficabilidad), etc. Anexo 2 da una listada de cualidades y de características correspondientes.

Como está escrito en el capítulo de Uso de la Tierra, las cualidades de la tierra están comparadas con los requisitos del uso propuesto. Como casi nunca hay una coincidencia completa entre cualidades y requisitos es necesario desarrollar escala para medir y cuantificar por qué partes los requisitos del uso son satisfechos por las cualidades de la tierra. Para tener una idea sobre estas actividades se puede referir a FAO (1984).

Mejoramiento de las tierras

Si existe una relación más o menos buena entre el tipo de utilización y la tierra, se puede considerar algunos cambios beneficiosos en las cualidades de la propia tierra. Estos cambios se tienen que cuantificar para ver la reacción con el producto o el servicio adicional.

Efecto Ambiental

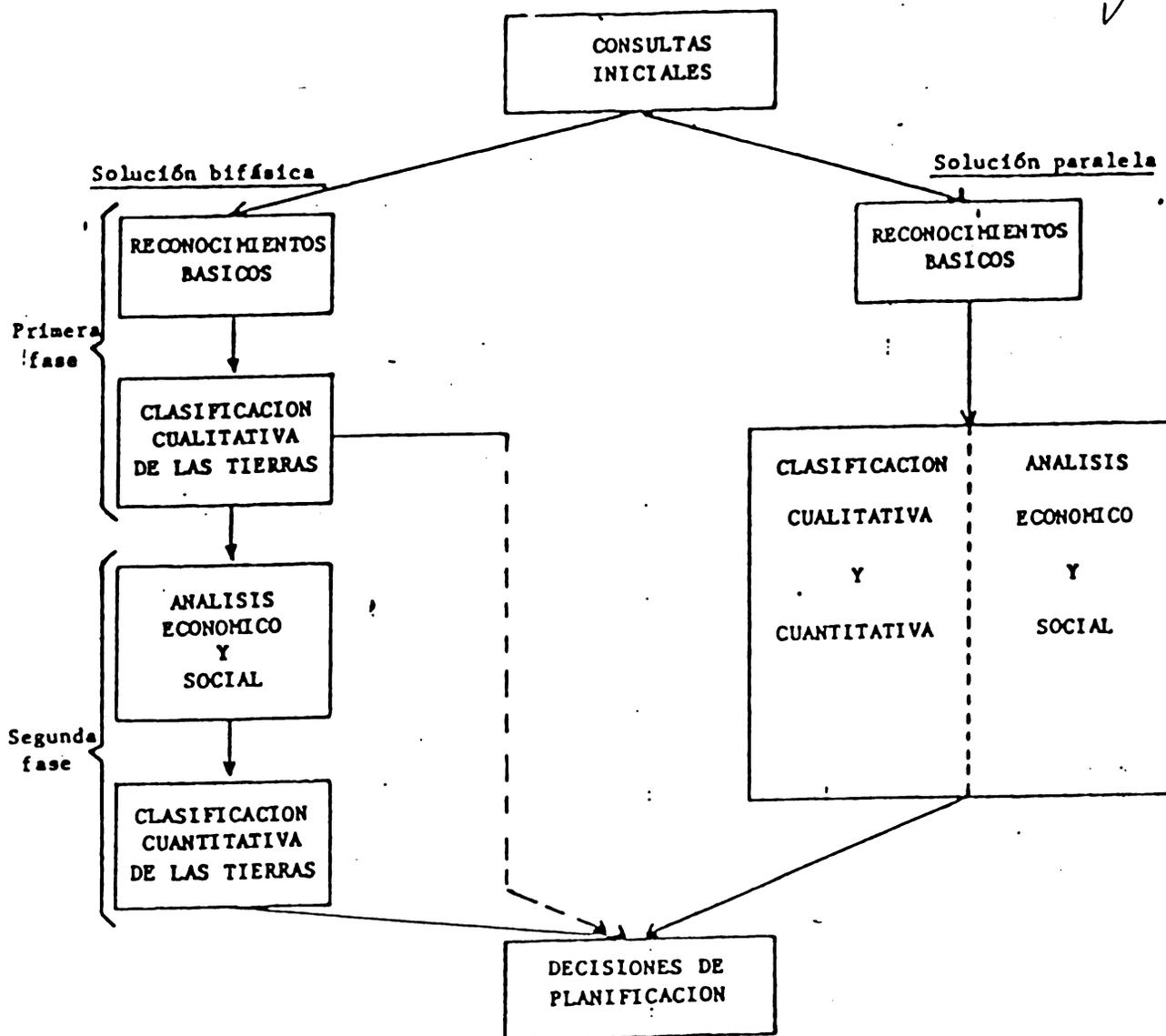
Es recomendable investigar y también cuantificar el efecto ambiental del uso propuesto (con mejoramiento de las tierras, si aplica).

Análisis económico y social

En la evaluación de tierras se distingue dos maneras o soluciones :

- La solución bifásica en que la primera fase se interesa primordialmente por la evaluación cuantitativa de la tierra seguida después por una segunda fase, consistente en un análisis económico y social y,
- la solución paralela, en que el análisis de las relaciones entre la tierra y el uso de la misma procede concurrentemente con el análisis económico y social.

SOLUCIONES BIFASICA Y PARALELA PARA LA EVALUACION DE TIERRAS



En la práctica se prefiere más la solución bifásica y aunque uno ponga observaciones anteriores en un contexto socioeconómico, el estudio socioeconómico a fondo seguiría al estudio sobre el efecto ambiental.

Clasificación de la aptitud de las tierras

Se entiende por aptitud la adaptabilidad de un tipo determinado de tierras para un uso definido. La tierra puede considerarse en su estado actual o después de aportar mejoras. El proceso de clasificación de aptitud de las tierras es la evaluación y agrupación de zonas específicas de tierra en función de su aptitud para usos definidos.

Estructura de la clasificación de aptitud de la FAO

Se reconocen cuatro categorías de generalización decreciente:

- 1) Ordenes de aptitud de las tierras: reflejan si (A) o no (N) la tierra puede soportar el uso propuesto sostenido.
- 2) Clases de aptitud de las tierras : reflejan grados de adaptabilidad.
En el orden A hay 3 clases :
Altamente apta A_1
Moderadamente apta A_2
Marginalmente apta A_3

En el orden N hay dos clases :
No apta actualmente N_1
No apta permanentemente N_2
- 3) Subclases de la aptitud de las tierras : reflejan tipos de limitaciones.

Por ejemplo : carencia de humedad : A_{2m}
Peligros de erosión : A_{3e}

En la clase A, que no tiene limitaciones, no se distinguen subclases.

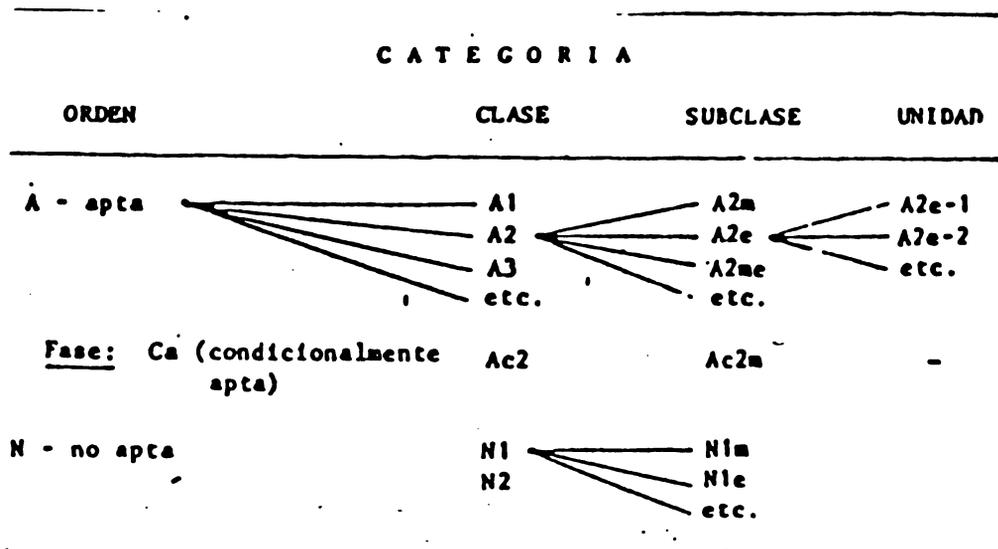
- 4) Unidades de aptitud de las tierras : reflejan diferencias de menor cuantía en la ordenación dentro de las subclases. Su reconocimiento permite una interpretación detallada a nivel de planificación de la explotación. Se distinguen mediante cifras arábigas que siguen a un guión. A₂e-1, A₂e-2.

Aptitud condicional

El concepto condicionalmente apta es una fase de orden Apta. Se indica mediante la letra minúscula "c".

El empleo de la fase condicionalmente apta debería evitarse siempre que fuera posible. Puede utilizarse únicamente si se cumplen las estipulaciones siguientes:

- i. Sin las condiciones satisfechas, la tierra no es apta o bien pertenece a la clase de aptitud más baja.
- ii. La aptitud con las condiciones satisfechas es significativamente más alta (al menos dos clases).
- iii. La amplitud de la tierra condicionalmente apta es muy pequeña con respecto a la zona total de estudio.



Tipos de clasificación

Clasificación cualitativa y cuantitativa

Una clasificación cualitativa es aquella en que la aptitud relativa se expresa en términos cualitativos únicamente, sin calcular con precisión los costos y beneficios. Las clasificaciones cualitativas se basan principalmente en el potencial de protección física de la tierra, usando la economía únicamente como referencia. Por lo común, se emplean en estudios de reconocimiento cuyo objetivo es una evaluación general de zonas dilatadas.

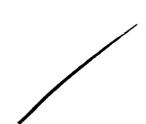
Una clasificación cuantitativa es aquella en que se definen las distinciones entre clases en términos números comunes, lo que permite una comparación objetiva entre las clases relativas a las diversas modalidades de uso de la tierra.

Las clasificaciones cuantitativas normalmente suponen un empleo considerable de criterios económicos, esto es, costos y precios aplicados tanto a los insumos como a la producción. Los proyectos de fomento específicos, incluidos los estudios de pre-inversión para los mismos suelen exigir una evaluación cuantitativa.

Las evaluaciones cuantitativas permiten la integración intuitiva de muchos aspectos de los beneficios sociales y ambientales, así como económicos. Esto queda en cierta medida perdido en las evaluaciones cuantitativas. Estas últimas, sin embargo, facilitan los datos sobre los que basar los cálculos de los beneficios netos u otros parámetros económicos procedentes de zonas diferentes y modalidades diversas de uso. Las clasificaciones cuantitativas pueden perder su actualidad más rápidamente que las cualitativas como resultado de los cambios en los costos y precios relativos.

Clasificación de la aptitud actual y potencial

Una clasificación de la aptitud actual se refiere a la adaptabilidad para un uso definido de la tierra en su estado presente sin me 
joramiento de mayor cuantía. Una clasificación de este tipo puede referirse al uso actual de la tierra, ya sea con las prácticas de ordenación existentes o perfeccionadas, a un uso diferente.

Una clasificación de la aptitud potencial se refiere a la adaptabilidad para un uso definido de unidades de tierras en el estado que 
alcanzarán en alguna fecha futura, después de haberse realizado cuando sea necesario, determinados perfeccionamientos de mayor cuan
tía.

Se encuentran ejemplos comunes de clasificaciones de adaptabilidad potencial en estudios para proyectos propuestos de riego. Para que una clasificación sea de aptitud potencial no es necesario que los mejoramientos se aporten a todas las partes de la tierra; la necesidad de mejoramientos de mayor cuantía variará de una unidad de tierra a otra, y en algunas unidades quizá no sea necesario ninguno.

En las clasificaciones de aptitud potencial es importante para el usuario saber si los costos de amortización del capital desembolsado en mejoramientos han quedado incluidos. Cuanto esto es así, en las hipótesis deberá hacerse constar la amplitud en que los insumos se han costado y los tipos de interés y período de restitución que se han supuesto.

La clasificación con amortización es únicamente posible si la restitución de los costos de capital pueden prorratearse entre zonas identificables de la tierra. Si los beneficios derivados de desembolsos de mayor cuantía no se prosiguen en el sector agrícola (como en los proyectos), la responsabilidad para la restitución del capital es difícil de determinar. En estas circunstancias, lõs costos de amortiza
ción de ordinario quedarán excluidos en la evaluación.

La distinción entre clasificaciones cuantitativa y cualitativa y entre aptitud actual y potencial no describe plenamente la naturaleza de la clasificación. Otras dos consideraciones de importancia son el tratamiento del factor emplazamiento y la amortización de los costos de capital, pero ésto no agota en modo alguno el margen de posibilidades. No se diferencian como tipos concretos adicionales de clasificación. Una clasificación de aptitud necesita ser estudiada junto con la exposición de los datos e hipótesis en que se basa.

3.17 Resultados de la evaluación de la aptitud de las tierras

Los resultados de una evaluación comprenderán ordinariamente los siguientes tipos de información:

- i. el contexto físico, social y económico
- ii. descripciones de los tipos de utilización de la tierra o de las clases principales.
- iii. descripción de las unidades de la tierra.
- iv. los requisitos del uso de la tierra y las cualidades de la tierra.
- v. la aptitud de las tierras, incluyendo mejoramiento de la tierra, efecto ambiental, ~~análisis primordial económico y social.~~
- vi. evaluación profunda, económica y social
- vii. recomendaciones
- viii. apéndices, etc.

En el informe final, también se incluye una descripción de los objetivos y métodos de la evaluación misma.

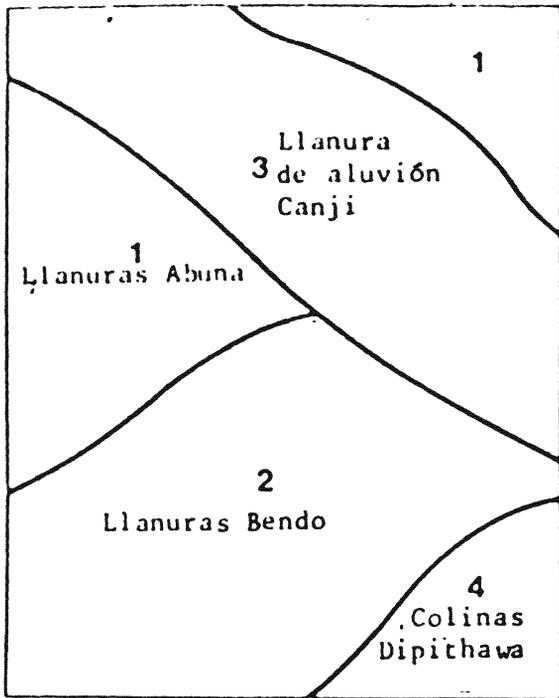
Se ha opinado a veces, que un mapa de clasificación es el resultado principal de una evaluación de tierras. Sin embargo, al menos en los

reconocimientos cuantitativos, la información sobre los tipos de utilización de tierras y las especificaciones sobre insumos y ordenación necesarias pueden ser igualmente importantes.

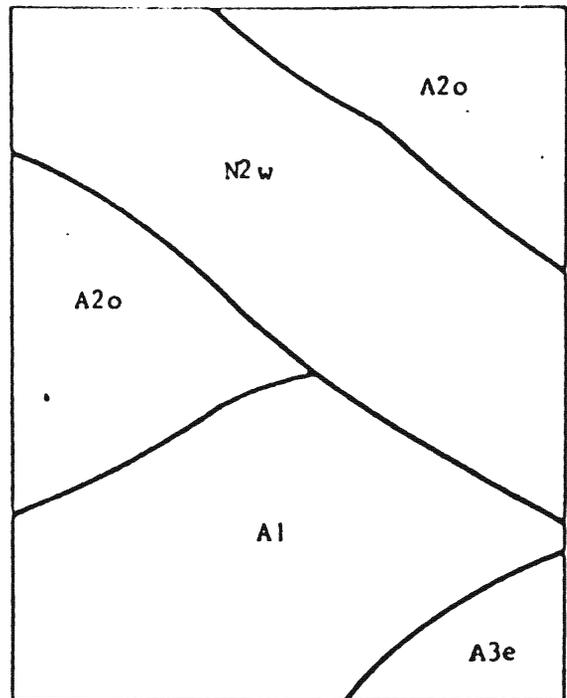
ANEXO 1

Tipos de utilización de tierra

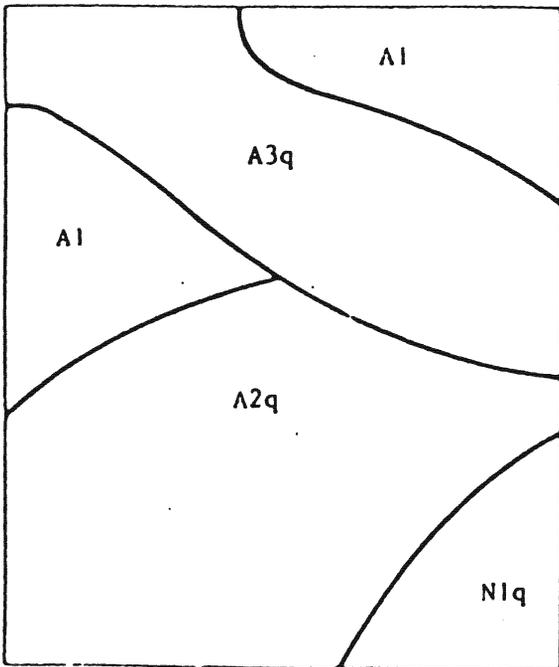
- i. Cultivos anuales de secano basados en el cacahuate, con maíz a nivel se utilizan instrumentos agrícolas de tracción por bovinos con alta intensidad de mano de obra en explotaciones agrícolas en propiedad de 5-10 hectáreas.
- ii. Labranza análoga a (i) respecto de la producción, capital, mano de obra, fuerza motriz y tecnología, pero en explotaciones de 200-500 hectáreas explotadas con carácter comunal.
- iii. Producción comercial de trigo en explotaciones agrícolas grandes en propiedad con alta intensidad de capital y baja intensidad de mano de obra y con un elevado nivel de mecanización e insumos.
- iv. Cría extensiva de bovinos con niveles medios de intensidad de capital y mano de obra en tierras retenidas por un organismo estatal que se encarga también de los servicios centrales.
- v. Plantaciones arbóreas de especies de coníferas explotadas por el Departamento Forestal oficial con elevada intensidad de capital, baja intensidad de mano de obra y tecnología adelantada.
- vi. Un parque nacional para el recreo y el turismo.



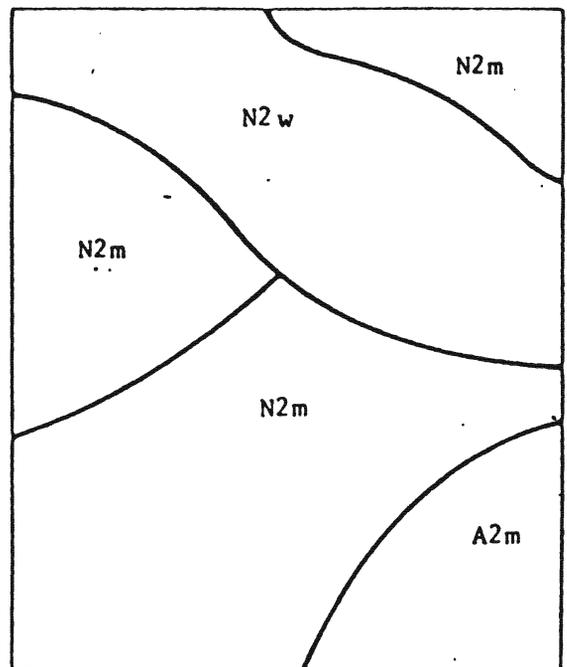
Unidades de tierras



Maíz



Cultivo mecanizado de cereales



Café

Ejemplo de mapas de aptitud individual de la tierra

En Brasil, al igual que en muchos países tropicales y subtropicales, existe tan enorme variedad de condiciones sociales, económicas y técnicas que casi se hallan representadas todas las combinaciones de prácticas de ordenación. Debe reconocerse que existen desde largo tiempo simultáneamente varios niveles de desarrollo tecnológico. Las prácticas agrícolas brasileñas de nuestros días se han agrupado en seis tipos de utilización de tierras sobre la base de sus relaciones específicas con las cualidades de la tierra. Estos seis usos son básicamente diferentes en sus dependencia de las cualidades de la tierra. Cada uno tiene exigencias diferentes derivadas de estas cualidades y, por consiguiente, pueden ser limitadas en cierto modo por ellas no llegando a una producción óptima. Cada una de ellas tiene también posibilidades de mejoramiento de las cualidades de la tierra para satisfacer sus requisitos.

De hecho, entre estos tipos de utilización de tierras existen importantes diferencias económicas y sociales; sin embargo, en el presente estudio solamente se considerarán los aspectos técnicos. Los seis tipos de utilización de tierras descritos más adelante tratan únicamente de la producción de cultivos, y no de la forestal o la pecuaria.

- i. Un tipo moderno de aprovechamiento de tierras que produce principalmente cultivos anuales. Se hace un uso intensivo de capital y existe un elevado grado de conocimientos técnicos. Las prácticas de ordenación se realizan con la ayuda de maquinaria accionada por fuerza motriz. Estas prácticas comprenden trabajos intensivos de avenamiento, medidas elaboradas contra la erosión y una fertilización intensiva cuando es necesaria. Asimismo, las otras prácticas se basan en maquinaria, ya sea autopropulsada o remolcada por tractor (aradura, siembra, plantación, escarda, recolección, transporte, trilla, parte de la elaboración, etc.).

ii. Un tipo de utilización de tierras con tecnología intermedia (en comparación con la agricultura primitiva) que produce principalmente cultivos anuales. Se hace un uso limitado de capital y el nivel de conocimientos técnicos es razonable. La fuerza de tracción la facilitan los animales; los instrumentos correspondientes son de poco peso y bastante sencillos, pero comprenden recientemente otros instrumentos eficientes construidos en fábricas. Entre éstos pueden figurar : cultivadores, arados de acero, rastras, distribuidores de abonos, máquinas sembradoras y plantadoras, máquina de cultivo entre líneas y trilladoras. Además de las prácticas anuales con ayuda de los mencionados instrumentos, las prácticas de ordenación comprenden simples trabajos de avenamiento y aplicación de fertilizantes, si bien en menor escala de lo que es posible en el tipo (i). La vegetación suele eliminarse por lo general mediante quemas, después de las cuales no se eliminan las raíces.

iii. Un tipo primitivo de aprovechamiento de tierras que produce principalmente cultivos anuales con fuerza de tracción facilitada por los animales. No se utiliza capital para la ordenación o el mejoramiento del suelo y el nivel de conocimientos técnicos es bajo. La serie de instrumentos agrícolas comprende únicamente los más simples de tracción animal : un arado de madera con cuchillo de hierro y, rara vez, instrumentos de acero o de hierro. Las prácticas de labranzas dependen de los conocimientos tradicionales. Únicamente se adoptan las medidas más simples de avenamiento cuando son necesarias y no se hace uso alguno de fertilizantes.

La vegetación se desbroza por quemas y las raíces no se eliminan. El uso de las tierras es raramente permanente, ya que éstas se abandonan por su recuperación cuando los rendimientos disminuyen señaladamente.

- iv. Un tipo muy primitivo de utilización de tierras que produce principalmente cultivos anuales basado en la mano de obra únicamente. No se utiliza capital para la ordenación de la explotación o del suelo. El nivel de conocimientos técnicos es bajo y las prácticas de ordenación dependen de los conocimientos tradicionales. La serie de instrumentos agrícolas comprenden únicamente algunos útiles manuales: layas, azadas de cavar, machetes, cuchillas y, a veces, hoces.

Debido a la limitada fuerza motriz (únicamente mano de obra), la zona que un agricultor puede cultivar es muy pequeña. En ocasiones se realizan obras de avenamiento muy primitivas.

La vegetación natural se desbroza mediante quemas, con frecuencia sólo parcialmente, sin eliminar los árboles mayores ni los tocones. El uso de la tierra rara vez es permanente (agricultura migratoria).

- v. Un tipo de utilización de tierras tecnológicamente avanzado que produce cultivos arbóreos. Se hace un uso intensivo de capital y existe un alto grado de conocimientos técnicos. La maquinaria es muy limitada, ya que solamente las cortas de aclareo, la pulverización de insecticidas, el transporte y quizá la elaboración necesitan de fuerza motriz mecanizada que puede ser de tipo ligero. En comparación con la explotación de cultivos anuales, la erosión puede combatirse más fácilmente. Por otra parte, la protección contra los reboses de agua es esencial. El uso de fertilizantes es común. A veces, parte de la vegetación original se mantiene para la protección del suelo y de los cultivos y se plantan árboles o plantas de cobertura del suelo para esta finalidad, junto con los cultivos arbóreos. Esta práctica puede ser parte de este tipo de utilización, siempre que el resto de las prácticas

se ajusten a la descripción.

- vi. Un tipo primitivo de utilización de tierras que produce cultivos arbóreos. No se invierte capital en la ordenación o mejoramiento del suelo. El nivel de conocimientos técnicos es bajo. Las prácticas de ordenación dependen de los conocimientos tradicionales. La serie de instrumentos agrícolas es muy limitada: layas, azadas de cavar, machetes y cuchillas.

No siempre se practican cortas de aclareo y cuando se hacen son sólo parciales. La plantación de cultivos arbóreos entre la vegetación forestal es una práctica común. La labranza depende de la fertilidad natural y la tierra se abandona cuando la productividad cesa o cuando los rendimientos son demasiado bajos.

TIPOS DE UTILIZACION DE TIERRA EN KENYA

A continuación se da la descripción detallada de un tipo de utilización de tierra. Este ejemplo puede utilizarse como lista de comprobación; para muchos objetivos pueden bastar menos detalles, o bien no deberán abarcarse todos los aspectos. El contexto social y económico ha quedado abarcado en la descripción del uso.

En el cuadro 10 se da una enumeración de todos los tipos de utilización de tierras en las zonas de potencial mediano en la provincia oriental de Kenya.

Labranza de secano por los pequeños propietarios: tecnología tradicional.

Este tipo de utilización de tierras se limita a aquellas zonas en que las cualidades primordiales de la tierra, relacionadas con el crecimiento y la producción de las plantas, son de carácter adverso. La disponi-

bilidad de insumos modernos para la labranza no desempeña un papel apreciable, ya que otros factores más importantes restringen su aplicación. Este tipo de utilización de tierras comprende la agricultura migratoria. La mayor limitación en la irregularidad de las lluvias, tanto en las temporadas de lluvias prolongadas como breves. Pueden existir suelos meros pedregosos que convierten la labranza mediante bueyes tanto técnica como económicamente imposible, así como pendientes que aumentan los peligros de erosión laminar y en cárcavas, particularmente teniendo en cuenta la intensidad de las precipitaciones. (De hecho, el uso de tractores queda completamente fuera de la cuestión). La agricultura de este tipo suele practicarse en hondonadas, junto con otros tipos de utilización de tierras (ordenación de pastizales, dasonomfa, etc.). Las plagas (incluidos los animales selváticos) proliferan, conduciendo a probables depresiones en el rendimiento.

- i. La producción puede especificarse mediante una descripción de los sistemas de labranza. La labranza es esencialmente de naturaleza mixta y en ella no hay lugar para el concepto de rotación de cultivos; la diversidad de cultivos varía de un año a otro y así puede conducir de hecho a prácticas de rotación. Las mezclas de cultivos pueden contener : maíz, sorgo, mijo perla (Pennisetum typhoides), guandú, garbanzo (Cicer arietum) y varios tipos de frijoles, caupis (Vigna spp.), mandioca (Manihot utilissima) y ricino perenne (Ricinus communis). Los frijoles constituyen el cultivo comercial más evidente en años de buenas lluvias, al igual que el ricino que crece en estado semi silvestre. Cuando se establecen bloques de ricino las plagas aumentan rápidamente. Además de los cultivos mixtos como dispositivo para reducir los riesgos, existen otras dos soluciones para hacer frente a la naturaleza adversa de las condiciones para los cultivos.

La primera consiste en dirigir más importancia a las plantas peren-

nes que a las anuales. Este serie deberá incluir el bien establecido y perenne ricino, el guandú, la mandiona y el mango (en particular en lugares al pie de las colinas en que los cultivos se benefician de la infiltración subterránea). Basándose en las observaciones de campo se recomienda prestar atención al anacardo. El algodón perenne probablemente no puede competir con el anacardo o el mando.

El segundo punto se refiere a dirigir mayor atención a los cultivos de granos resistentes a la sequía, esto es, al sorgo y al mijo perla. Las ventajas principales son las siguientes :

Debido a la presión demográfica deben practicarse tipos de cultivos más intensivos en la zona de baja precipitación. Los cultivos tradicionales (maíz, frijoles) pierden en su rendimiento después de algunos años de cultivo; los insumos de fertilizantes son demasiado arriesgados y con ello se hace necesario recurrir a la mandiona y al sorgo. Serán necesarios menos fondos para remediar los casos de hambre si se recurre en forma sensible a estos cultivos resistentes a la sequía. Las pruebas empíricas sobre rendimiento del maíz y del sorgo en regímenes pluviométricos variables señalan el hecho de que el vigor híbrido en el sorgo da los mayores incrementos proporcionales en el rendimiento a bajos niveles de rendimiento; que las variedades de rápida maduración sembradas al principio de las lluvias son capaces a veces de granar antes de que surjan las condiciones de sequía de últimos de temporada; y que la profundidad y profusión de la estructura de raíces de estos cultivos ofrecen tolerancia a la agresión hídrica tanto en las temporadas vegetativas muy secas como muy húmedas. Las pruebas aportadas por las investigaciones actuales apoyan vigorosamente la afirmación de que los mejores maíces disponibles dan mayores rendimientos en forma clara y esencial que los mejores maíces en malas condiciones pluviométricas.

Los inconvenientes del cultivo del sorgo se refieren a la apetecibilidad (las variedades mejoradas han sido del tipo más oscuro y amargo hasta la fecha), el problema de mucha mayor cuantía de las plagas de pájaros en comparación con el maíz y el mayor insumo de mano de obra para la preparación del sorgo en los hogares y para la comerciabilidad. Existen también claras indicaciones de restricciones en la mano de obra. Además, el bajo precio de sustentación del sorgo, que es el 70 por ciento del que recibe el maíz, puede estimular la asignación de recursos a nivel de la explotación a favor del segundo de estos cultivos.

Debido a los bajos beneficios y a las exigencias de mano de obra intermitentes, este tipo de utilización de tierras habrá de combinarse con otras actividades tal como obtención de carbón madero y la apicultura. La ordenación extensiva del apacentamiento, particularmente cabras en las zonas más secas y bovinos en las partes con precipitación más elevada y matorral menos denso, es una fuente importante de ingresos. La orientación del mercado es principalmente hacia la subsistencia, con ventas locales o excedentes limitados.

- ii. La intensidad de capital es necesariamente baja con arreglo a la tecnología tradicional. Las inversiones presentes y futuras se limitan al desbroce de matorrales antes del cultivo. Además, se utilizan algunos instrumentos manuales. Los fertilizantes brillan por su ausencia. Según el tipo y espera de la vegetación, las necesidades de desbroce pueden ser del orden de 100-200 días hombre por hectárea. En lo que se refiere a los insumos recurrentes, las semillas con el único elemento digno de nota. Solamente algunos agricultores practican la labranza ayudados por bueyes. Para los cultivos mixtos mencionados y los bajos niveles de producción, los costos de las semillas serán del orden de 1,20-1,80 dólares EE.UU. por hectárea.

Las posibilidades de mejoramientos y otras inversiones no son en general de esperar, basándose en la información disponible al presente en vista de las cualidades inherentes de la mayor parte de las tierras.

- iii. La intensidad de la mano de obra guarda relación con el régimen real de cultivos, el nivel de producción e insumos, el grado de estacionalidad de la agricultura y la escasez relativa de la tierra y de la mano de obra. Se cuenta con datos sobre insumos de mano de obra según el cultivo. Suponiendo que cada uno o dos cultivos den un rendimiento razonable en este tipo de utilización de tierra (basado en las probabilidades de lluvias) y que estemos tratando de la anteriormente mencionada mezcla de cultivos, el número estimado de meses-hombre por hectárea y por año será de alrededor de 5 distribuidos a lo largo de un período de ocho meses. De hecho, gran parte de los trabajos lo realizan mujeres y niños.
- iv. La fuerza motriz es casi enteramente manual. Se prevén escasas posibilidades para una gran ampliación de la tracción animal debido a una combinación de varios factores, esto es, la mosca tsetsé, la escasez de forrajes, los suelos pedregosos y las pendientes del terreno.
- v. El nivel de conocimientos técnicos en este tipo de utilización de tierras es bajo. Esto raramente actúa como limitación, sin embargo, dado que se han obtenido muy pocos mejoramientos en el sistema actual mediante la investigación agronómica. Las indicaciones apuntan hacia una mayor importancia de las plantas perennes y de los cultivos de granos resistentes a la sequía. Así pues, la tecnología empleada se limita al cultivo de la tierra, variedades locales de semillas, ningún fertilizante artificial y razas locales y no mejoradas de ganado.

- vi. La infraestructura necesaria para este tipo de utilización de tierras es muy baja, ya que los cultivos se elaboran mediante métodos caseros.

La extensión de las propiedades de tierra, varían grandemente, y si bien no se cuenta con información precisa, las estimaciones la sitúan en el intervalo de 4-20 hectáreas por explotación agrícola en la situación actual. Suponiendo un tres por ciento anual de incremento de la población el tamaño bruto disponible de las explotaciones quedará reducido a la mitad en unos 20 años. El número real de hectáreas cultivadas se limita solamente a 0,8-2,0 por propiedad, según la disponibilidad de mano de obra familiar, que constituye la limitación principal. Sin embargo, este tipo de utilización de tierras consiste en una agricultura migratoria que exige que la tierra descansa durante un período variable de tiempo después de 2-4 años de cultivo. Además, como se ha hecho notar más arriba, este tipo particular de agricultura migratoria no se presta a la intensificación debido a los caprichos del tiempo, las condiciones del suelo, etc.

El siguiente ejemplo ilustra la máxima capacidad de sustentación de la tierra para este tipo de utilización. Supóngase que el 30 por ciento de la tierra es apta para la agricultura labrantía, que la relación cultivo barbecho es de 1 : 2 y que las necesidades de alimentos se obtienen de 0,25 hectáreas/persona/año con una campaña satisfactoria de cada dos. Podrá así calcularse que la máxima capacidad de sustentación es de 40 personas/kilómetro cuadrado (siete-ocho familias). Otras fuentes de ingresos deberán entonces cubrir el resto de los desembolsos necesarios domésticos distintos de los alimentos fundamentales (ganado, carbón vegetal, etc.).

Aparentemente, los sistemas tradicionales de tenencia de tierras no actúan generalmente como un impedimento al desarrollo de este tipo de utilización de tierras, excepto cuando las reclamaciones de los miembros del clan pueden superar el tamaño mínimo de la explotación necesario para un funcionamiento no perturbado del sistema de agricultura migratoria. El presente sistema de adjudicación de tierras, sin embargo, actúa como una limitación grave en el funcionamiento de la agricultura migratoria. En el pasado, los miembros del clan podían desplazarse más o menos libremente dentro de los límites de las tierras del (sub) clan. Al presente la adjudicación de tierras los fijará dentro de una "propiedad" limitada. Son reales las probabilidades de que las prácticas de la agricultura migratoria se disgreguen más rápidamente. Debe tenerse presente sin embargo, que no existe alternativa a este uso al presente, dentro del contexto de la agricultura labrante.

vii. Niveles de ingresos

Todo intento de estimar los ingresos agrícolas netos potenciales de este tipo de utilización de tierras, solamente podrá ser provisional. Con una mezcla de cultivos de maíz/sorgo/mijo combinados con frijoles/guisantes a los precios vigentes puestos en la explotación y con la probabilidad de que una de cada dos campañas sea agrícolamente satisfactoria, el valor añadido es de unos 35-45 dólares EE.UU. por año y por hectárea realmente cultivada, además de los ingresos derivados de las pocas cabezas de ganado doméstico. Las demandas máximas de mano de obra limitan la zona que puede cultivarse a dos hectáreas al máximo para una familia. Por otra parte, la ampliación de la zona mediante la mecanización es demasiado peligrosa debido a los beneficios inciertos. Este análisis señala la conclusión de que este tipo de utilización de tierras de ordinario no puede producir los in-

gresos totales familiares que se suponen como un mínimo de 120-180 dólares EE.UU. por año, incluido el valor de los cultivos de subsistencia. Este tipo de utilización de tierras habrá así de combinarse con la ordenación de pastizales, migración estacional o semi permanente de mano de obra (masculina) e ingresos fuera de la explotación.

Número de referencia	Cualidad de la tierra	Subdivisión
1	Régimen de radiación	- Radiación total - Longitud del día
2	Régimen de temperatura ^{1/}	
3	Humedad disponible ^{1/}	- 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.

Característica de la tierra	Cualidades de la tierra relacionadas con las características (los números como en el Cuadro 5.1)
Características del clima	
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.	
CLASE CLIMÁTICA, Köppen, Thornthwaite, zona agroclimática, etc.	1, 2; preselección 1/ diagnóstico <u>2</u>
RADIACION DE ONDA CORTA	1
HORAS DE INCIOLACION	1, 20
LONGITUD DEL DIA	18
TEMPERATURA DEL AIRE	2, 8, 10, 16, 20
FRECUENCIA DE LAS HELADAS	13, 20
PRECIPITACION, cantidad, época, intensidad	3, 8, 10, 13, 15, 19, 24
AGRESIVIDAD DE LA PRECIPITACION, varios índices	24
FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS	12
EVAPOTRANSPIRACION, actual, potencial; medida o calculada	3
EXCEDENTE, DEFICIT DE HUMEDAD	3
TEMPORADA DE LA TEMPORADA HUMEDA, SECA, definida de varias maneras	3, 20
FRECUENCIA DE PERIODOS SECOS	3
HUMEDAD RELATIVA	10, 9, 15, 19
VELOCIDAD DEL VIENTO	12, 24
DEFICIT RELATIVO DE EVAPOTRANSPIRACION	3
Características del clima del suelo	
TEMPERATURA DEL SUELO	2, 8, 20
REGIMEN DE TEMPERATURA DEL SUELO	2; preselección
REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO	3; preselección
Características de los relieves	
Las características enumeradas pueden, según convenga, referirse a la vecindad inmediata de un lugar de observación o a una zona circunvecina más amplia.	
CLASE DE RELIEVE	24; preselección diagnóstico
PENDIENTE	17, 18, 21, 23, 24
FORMA DE LA LADERA, convexa, cóncava, etc.	4, 24
LONGITUD DE LA LADERA	17, 24
DENSIDAD DE ESCORRENTIA	21, 23
ESPACIAMIENTO DE CANALES	21, 23
RELIEVE RELATIVO	21, 23
OBJETIVOS ROCOSOS, AFLORAMIENTOS Y BLOQUES	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 ciertas características de la tierra más concretas.

MICRORELIEVO	17, 18
ALFACCIÓN	2
POSICIÓN EN EL PAISAJE	12
ALTIMETRIA	12
ASPECTO	1, 2, 3, 10
DISTRIBUCIÓN DEL PAISAJE	22
PARAMETROS GEOTECNICOS	17, 18, 21, 23

Características de la hidrografía

PROFUNDIDAD DE LA CAPA FREÁTICA	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 Diagnóstico
CLASE DE DRENAJE DEL SUELO	4
HORIZONTES DIAGNOSTICO	4, 5, 6, 7, 13, 14, 24, 25
DISTRIBUCION DEL SUELO	22
PRESENCIA DE TURBA (histosoles)	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

PERMEABILIDAD, TASA DE INFILTRACION	4, 24, 25
ESTABILIDAD ESTRUCTURADA	24, 25
INDICE DE FLOCULACION	25
REDUCCION-OXIGENACION POTENCIAL	4
CAPACIDAD DE EROSION DEL SUELO, varios índices	24
INDICES DE EROSION HIDRICA	24
INDICES DE EROSION FOLICA	24
 <u>Química de suelos</u>	
Debe observarse que en muchos casos distintos métodos de análisis dan resultados bastante diferentes, en especial para la determinación de pH, P "disponible", y capacidad de intercambio de bases.	
pH	5, 13, 14, 15
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES	6
TOTAL BASES INTERCAMBIABLES	5, 6
SATURACION DE BASES	5, 6
NITROGENO	5
FOSFORO "DISPONIBLE"	5
POTASIO INTERCAMBIABLE	5
OTROS NUTRIENTES: Ca, Mg, S, micronutrientes	5
TOTAL DE NUTRIENTES (RESERVA)	5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL EXTRACTO DE SATURACION	13
TOTAL DE SALES SOLUBLES	13
PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE	13
INDICE DE ABSORCION DEL SODIO	13
PRESENCIA DE SUSTANCIAS TOXICAS, varias	14
RIESGO DE PRESENCIA DE SULFATO ACIDO	14
MODIFICACIONES DE LA CONDICION DE CCF: a, h, i, x, k	5
e	6
s, n	13
 <u>Biología del suelo</u>	
CARBON ORGANICO, MATERIA ORGANICA	5, 6, 25
INDICE CARBONO/NITROGENO	5
ORGANISMOS DEL SUELO	15
 <u>Mineralogía del suelo</u>	
MINERALES QUE PUEDEN SER OBJETO DE METEORIZACION	5
MINERALOGIA DE LA ARCILLA	5, 6, 24, 25
 <u>Ubicación</u>	
POSIBILIDADES DE ACCESO	23

X. MONITOREO DE USO DE LA TIERRA :
UNA ACTIVIDAD CLAVE

Eric J. Richters *

* Especialista en Uso de la Tierra, del PRMC del CATIE. Turrialba,
Costa Rica.

X. MONITOREO DE USO DE LA TIERRA : UNA ACTIVIDAD CLAVE

INTRODUCCION

En esta última lectura, algunos apuntes sobre sistemas catastrales de los cuales en general se puede aprender mucho que es útil en cuanto a la registración y el monitoreo de propiedades y uso de la tierra en general, y tierra rural en particular. Mientras que los sistemas catastrales con el tiempo se han especializado en la situación urbana, los nuevos sistemas de información geográfica pueden llenar el vacío que existe en cuanto a la situación rural.

En general el monitoreo del uso de la tierra facilita mucho el manejo del mismo porque mantiene disponible la información relevante para tomar e implementar decisiones al respecto. Un buen monitoreo disminuye la necesidad para proyectos costosos de planeamiento que muchas veces no han satisfecho y no pueden satisfacer a las expectativas.

Sistemas Catastrales

La actividad catastral ha evolucionado a lo largo del tiempo, según el tipo de estructura sociopolítica predominante y los intereses económicos prevaletentes.

Dobner define un sistema catastral como un registro de los inmuebles, incluyendo tierras, mejoras y sus derechos establecidos metódicamente en toda una entidad, y dice que un catastro moderno representa el medio idóneo para "fiscalizar, evaluar, planificar y administrar" el uso de la tierra.

De acuerdo al objetivo del sistema catastral se puede distinguir 3 grandes categorías:

- el sistema catastral fiscal /
- el sistema catastral jurídico
- el sistema catastral multifinanciarío

El sistema catastral fiscal

La finalidad primaria de un sistema catastral fiscal es la imposición de una contribución sobre los bienes raíces. Esta contribución está relacionada con el valor del inmueble (ad valorem). El registro puede establecerse por personas (sistema in persona) o por un inmueble gravable (sistema in rem) con un número de cuenta o un identificador geográfico para cada propiedad.

El sistema catastral jurídico

La tierra, como el patrimonio principal, ha creado la preocupación de proteger y asegurar su tenencia, propiedad y traslado. Este control se lleva mediante contratos privados, o bien, el Estado lleva un control en forma de un registro de las actas jurídicas, otorgando en unos casos una seguridad parcial o imperfecta (sistema registral "negativo"), y en otros casos una completa seguridad (sistema registral "positivo").

En el sistema registral negativo (el sistema más común en América Latina) hay dos operaciones principales :

- Convenios, contratos o escrituras privadas que se realizan normalmente con la intervención de un Juez de Paz y que no se inscriben en el Registro Público de la Propiedad.
- Actos jurídicos que se inscriben y que pretenden afectar un derecho sobre un bien inmueble.

El sistema registral positivo establece el título de propiedad y los derechos derivados de este título están garantizados por el gobierno. La inscripción al Registro es prueba legal de los derechos de un inmueble; la administración pública asegura su validez y legalidad.

El sistema registral positivo "Torrens" fue establecido sin la identificación topográfica de la propiedad raíz y sus linderos. El sistema registral positivo "Germano" está basado en un levantamiento castral jurídico. Ambos sistemas operan paralelamente y utilizan una misma clave geográfica para identificar una propiedad raíz. Pero mientras que el sistema registral como "Torrens" garantiza el derecho de propiedad, el sistema catastral jurídico, como el sistema "germano" garantiza la validez del levantamiento, la localización y extensión de sus linderos.

El sistema catastral multifinalitario

Un sistema catastral es multifinalitario cuando la información reunida permita la solución de diferentes problemas, o sea, cuando el sistema maneja eficientemente diferentes encuestas fijas y periódicas para diferentes fines específicos (ej. impuestos); así como encuestas especiales para otros fines. Estas encuestas abarcan la determinación precisa de problemas urbanos, económicos, ambientales, sociales, legales y fiscales en áreas específicas para poder llegar a decisiones adecuadas de planeamiento, inversión, implementación, operación y administración (manejo).

Un sistema catastral multifinalitario, según Dobner, la meta óptima de cualquier catastro, opera como un centro de levantamiento y de censos. Es por ello que se ofrece como centro de recopilación de toda información relacionadas con la propiedad raíz, generada en cualquier dependencia o bien, levantada para ella. Una integración conceptual y téc-

nica de esta índole no podrá más que repercutir favorablemente sobre el servicio a la sociedad que representa, en última instancia, el castastro, dice Dobner.

Puedo imaginar alguna resistencia frente la recopilación de "toda información", etc. Por un lado no se puede siempre anticipar quién va a usar la información y cómo. Este sentimiento existe con alguna importancia en Holanda, por ejemplo. (Con referencia a la guerra anterior). Por otro lado existe el peligro de que la información, justificada por la técnica de estadística, gana más significancia que el hombre mismo.

Pero sí es cierto, no se solucionan problemas sin información sobre ellos. En una comunidad urbana de cierto tamaño un número considerable de organismos requiere de una gran cantidad de información al dedicarse a la operación y administración de servicios públicos o se puede pensar en obras públicas, obras hidráulicas, tránsito, correo, teléfonos, servicios médicos, administración de escuela, mercados, servicios de limpieza, transporte, vigilancia de contaminación ambiental, etc., etc. La situación actual de la tierra rural se caracteriza por diversos problemas que encuentran su expresión más marcada en dos aspectos centrales: la tenencia de la tierra y la productividad. (Dobner).

El organismo encargado de la planificación urbana requiere de información general acerca de:

- uso de la tierra, topografía, hidrografía, geología
- densidad, condición y evaluación de las edificaciones
- localización de las actividades de la población (centros comerciales, oficinas, industrias, escuelas, gobierno, hospitales, teatros, parques)

- crecimiento demográfico

Asimismo demanda de información detallada acerca de:

- el uso del terreno urbano (comercio, industrial, residencial, edificios públicos, superficies, depósitos de basura sólida, minas)
- la vivienda (con una descripción detallada de los elementos de calidad, valor, edad y conservación)
- la industria (localización, tamaño, producción, contaminación)
- la población (migración de población, origen, edades, demanda de vivienda, salud, educación, ingreso, empleos, actividades, ocupación)

Como dice Dobner, la información solicitada parece limitada. Con respecto a la tierra rural ("rústica") dice solamente : Para poder lograr seguridad jurídica, garantías para inversiones, la regularización de la tierra, así como para poder promover planes de desarrollo en los ámbitos social y económico, es preciso contar con la información gráfica y digital básica de la tierra rústica. Es obvia la falta de especificación aquí. Tampoco solamente tomamos en cuenta la tenencia y la productividad de la tierra rural, como dice Dobner. La productividad debe al menos significar una productividad sostenible a largo plazo y no puede solamente referirse a producción en su sentido estricto; debe incluir al ambiente natural como base de toda acción.

Los sistemas de información geográfica (Geographic Information Systems: G.I.S.) permiten un acercamiento holístico hacia el monitoreo del uso de la tierra, unificando aspectos socioeconómicos (urbanos) y aspectos ambientales.

Antes de entrar en más detalles en los sistemas de información geográfica, veremos primero algunos detalles del Sistema Torrens.

El Sistema Torrens

Una breve discusión de este sistema se justifica por ser un sistema que se desarrolló en base de una situación en muchos aspectos semejante a la que prevalece en América Latina.

Puede dar el camino hacia un sistema catastral más seguro e indicativo : un sistema positivo.

En 1817 se estableció en Australia un registro inmobiliario voluntario, en el cual se empezaron a inscribir los terrenos sin investigación previa. En el caso de una compra-venta se le daba la preferencia a un terreno registrado, sin embargo el sistema no otorgaba ninguna seguridad.

El vendedor tenía que comprobar su derecho de poder vender, mostrando una serie de escrituras con la antigüedad suficiente para que quedara eliminada cualquier duda. El comprador investigaba estas escrituras para comprobar su antigüedad, llegando hasta el asiento original. Aún así existían frecuentemente los siguientes riesgos:

- otra persona podía tener una escritura amparando el mismo terreno
- podía existir un gravamen que el vendedor ocultaba
- podía encontrarse entre las escrituras un documento ilegal

Cada comprador sucesivo tenía que efectuar la misma investigación larga y compleja, ya que no podía confiar en el trabajo del comprador anterior.

A mediados del siglo XVIII la propiedad inmueble en los diferentes Estados de Australia, se encontraba en muy malas condiciones. El 27 de enero de 1858, se implantó en Australia Meridional una reforma legal propuesta por Torrens y conocida como " Ley de Torrens " (Torrens Act").

Los objetivos principales del sistema registral de Torrens eran:

1. La creación de títulos de propiedad independientes
2. La eliminación de costosas y difíciles investigaciones retrospectivas sobre la historia y validez de las escrituras del vendedor.

La Ley de Torrens tenía 4 puntos esenciales en relación a:

- el terreno
- la naturaleza de los derechos e intereses legítimos sobre el terreno
- las personas con derechos o intereses legítimos sobre el terreno
- la inscripción al registro en un plazo fijado

Para inscribir un terreno bajo el nuevo sistema, el solicitante tenía que conseguir todas las escrituras (en el registro antiguo), para el Tenedor del Registro a investigar.

El Tenedor podía después expedir un certificado de título en duplicado con .

- el nombre del dueño (ahora llamado "propietario")
- una descripción del terreno
- un plano del terreno
- el asunto de cualquier hipoteca, arrendamiento u otros gravámenes

El original de este certificado se encuadernaba y se le asignaba un número de folio, constituyendo éste la fuente de la irrevocabilidad. El duplicado del título se le entregaba al propietario registrado. Mientras que Torrens había considerado que la garantía del título debería abarcar también los linderos y la superficie de un predio, el estado de los levantamientos fue tal que más tarde se optó por excluir a los linderos señalados en los planes de la garantía otorgada con el título.

Una vez efectuado un levantamiento confiable, se inscribían las medidas correctas y se cancelaba la limitación referida a la descripción del predio en cuanto a la garantía de los linderos y de la superficie. Se refiere al anexo de este documento para el funcionamiento actual del Sistema de Torrens.

Información requerida

Cualquier información que se requiera depende mucho del objetivo del catastro.

Se pueden distinguir las siguientes categorías de información en una forma catastral :

- identificación de la forma
- datos del lote (clave catastral, ubicación así como coordenadas, registro público de la propiedad, concesiones, etc.)
- datos del ocupante (nombre o razón social)
- datos del propietario (nombre, domicilio)

En todo caso, pero sobre todo con sistemas de catastro jurídico, la cartografía juega un papel importante.

Los " sistemas gráficos computaciones interactivos " permiten agilizar y uniformar las operaciones cartográficas, como por ejemplo :

- elaboración de planos directamente de las libretas de campo (con los datos de los levantamientos)
- registro automático de modelos estereofotográficos
- integración de datos cartográficos en bases de datos
- la exhibición gráfica de datos en una pantalla electrónica
- simplificación en el diseño y trazo de proyectos (contribuciones)
- el dibujo automático

Sistemas de Información Geográfica

La percepción remota en un sentido general se refiere a todas las actividades en las cuales la información es grabada a una distancia de la fuente de información. En un sentido más práctico se refiere generalmente a fotografía aérea o, a veces solamente a la generación de imágenes de satélite. En otras palabras, está relacionada con la observación de nuestro planeta, o partes del mismo, desde arriba. Esto es un punto de vista muy diferente de lo normal. En efecto nuestro diario conocimiento del uso del espacio está basado principalmente en la experiencia en vez de en la observación misma. Se sabe, por ejemplo, que la población de árboles no es muy densa porque se ha entrado en y se ha caminado por el bosque. En analogía, un campo puede verse verde desde el lado pero debido a una poca población de plantas (por ejemplo por erosión laminar), puede verse amarillo o rojo desde arriba. Desde un avión o un satélite se puede percibir mucha información acerca del uso de la superficie terrestre.

Aspectos de la Física de Percepción Remota

La física de la percepción remota describe la interacción de ondas electromagnéticas y materia. La radiación electromagnética está propagando energía a través del espacio abierto con la velocidad de la luz (3×10^8 m/s). Esta forma muy dinámica de energía es manifiesta de sólo mediante su interacción con materia. En efecto la energía colectada por el sensor es caracterizada por espectro de la fuente generadora (ej. el sol), la atmósfera a través de la cual es propagada (2x) y la superficie reflejadora. El término " foton " es usado para indicar el aspecto de cantidad de energía mientras que el término "onda" se refiere al efecto promedio de la radiación.

La naturaleza de la detección es la de contar fotones, o, con otras palabras: medir el impacto de pequeños paquetes de energía. Referente a película fotográfica, los materiales de la superficie ("coatings") almacenan el cargo de las moléculas cuales estaban expuestas a la radiación. En el desarrollo consecuente, se mantiene la diferencia con respecto a las cargas en la imagen latente y resulta la fotografía final. En efecto todo es un proceso análogo.

Las características de las fotos resultantes son:

- baja exactitud radiométrica (de color)
- muy alta resolución espacial
- muy alta densidad (sensibilidad para radiación)

Por estas características el material fotográfico es el mejor medio para interpretación visual o para reconocimiento de patrones en el campo, pero tiene limitaciones con respecto a clasificaciones espectrales, en comparación con las imágenes de satélite.

En los satélites se aplican sensores "solid state" con los cuales se puede medir en forma continua la llegada de fotones desde el ob-

jeto reflejador. Hay una transferencia de información análoga en información digital la cual está transmitida a estaciones terrestres. Con el desarrollo de la tecnología se han aplicado varios sensores. Una discusión en detalle va más allá del objetivo de esta clase. Importante es saber que cada satélite tiene un número de sensores, especializado en una parte "banda" o "canal" del espectro electromagnético. En general se puede decir que la información digitalizada transmitida de los satélites es de más gran de exactitud radiométrica comparada con las fotos mencionadas arriba. Pero la resolución espacial es mucho menor en el caso de las imágenes. Landsat MSS (multi espectral scanner) tiene una resolución de 57 x 79 m; quiere decir que integra la reflexión de una área de 57 x 79 m en un valor representante. Este valor se puede representar de nuevo en una imagen como un color o un gris específico. Hay que ver cada color de una parte de la imagen (Pixel: Picture Element) como representante del área de 57 x 79 m. El pixel en este caso representa el área de 57 x 79m. Es obvio que cada pixel repr^senta la reflexión de toda la superficie y entonces de una mezcla de reflexiones (de varios cultivos), por ejemplo, de un sendero, un lago pequeño, un techo, etc.) Landsat T.M. (Thematic Mapper) un pixel representa una área de 30 x 30 m. El satélite francés SPOT (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) logra una resolución de 20 x 20 m (multiespectral): bandas específicas y 10 x 10 m (pancromático): las bandas en combinación). Ya esta resolución aproxima la resolución de fotos tomadas desde las misma altura.

Los satélites militares tienen resoluciones de algunos centímetros. Como último, el ojo humano tiene una resolución espacial de más o menos 0,1 mm a distancia de 25 cm. Esto significa que con un tamaño de pixel de 10 x 10 m se observa una imagen total como una fotografía común cuando se reproduce la imagen a escala 1:100,000.

Por qué la diferenciación en bandas específicas ?

- En general porque la información generada así indica mucho sobre la naturaleza de las superficies reflejantes.

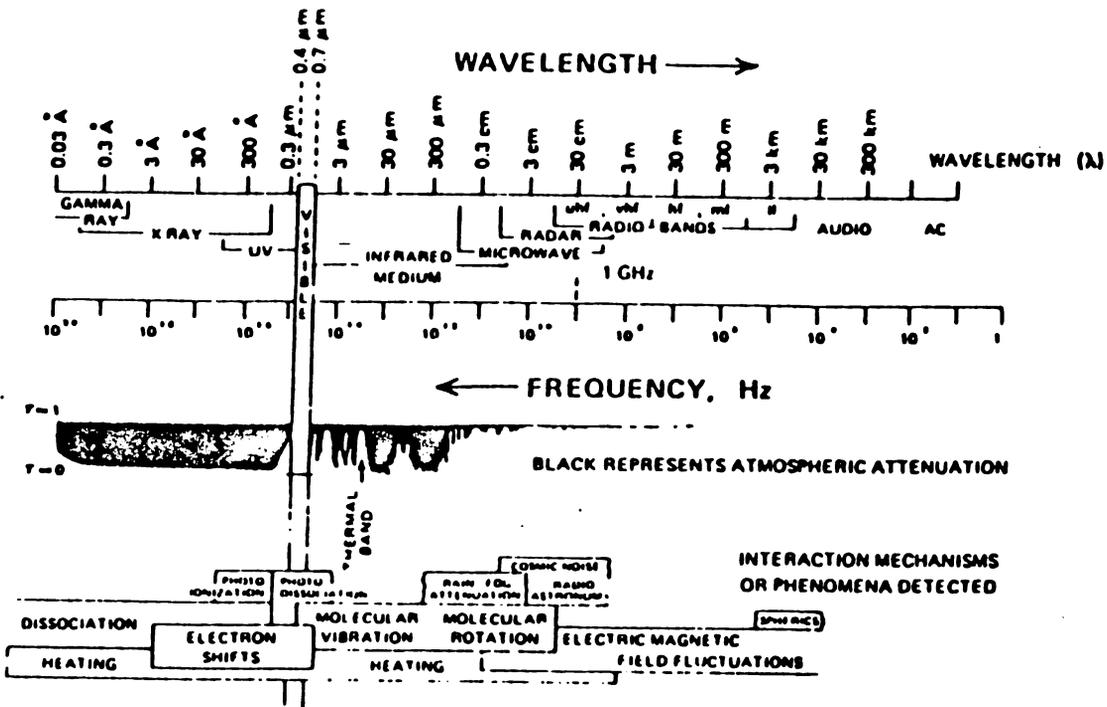
Por ejemplo la sanidad de plantas tiene expresiva en la reflexión electromagnética. En general en la banda I.R. (infra rojo) plantas sanas reflejan más que plantas no sanas. Aunque no se pueden ver las ondas infra rojas, en fotografías se representa esta reflexión con el color rojo. Así plantas sanas son rojo y plantas no sanas azul o verde. Tiene relación con el turgón (tensión) en las células vegetales. Plantas menos sanas tienden a tener un turgón más bajo.

En efecto, plantas tienen alta reflexión en I.R. que en luz visible. Por esta razón, por substracción de los valores de reflexión en la banda 0.6 - 0.7 μm de los valores de reflexión en la banda 0.8 - 1.1 μm , se puede tener una idea de la biomasa de una región. Se refiere al diagrama siguiente para información de reflexión típica de varias vegetaciones específicas. (Al menos se nota la tendencia).

- Porque la interferencia atmosférica es menor con radiación menos energética, radiación en la banda I.R. puede atravesar las brumas mientras que radiación que leen los sistemas radar pueden atravesar nubes.

Se ha indicado que una ventaja de la representación digital de la reflexión es que facilita la comparación. Por esta razón es fácil hacer clasificaciones de reflexión y se puede representar cada reflexión con un color distinto. En la práctica lo que pasa es que se seleccionan una combinación de pixels de que se sabe lo que representan y después, por medio de un orden específico, puede causar

Como referencia al diagrama el espectro electromagnético (página siguiente) las bandas electro espectrales más comunes son la de 0.5 - 0.6 μm , 0.6 - 0.7 μm y 0.8 - 1.1 μm en términos de Landsat MSS las bandas 4,5 y 7. (Estas bandas corresponden a las bandas Landsat TM 2,3 y 4, y SPOT 1,2 y 3). Las bandas 0.5 - 0.6 μm y 0.6 - 07 μm se encuentran en la parte visible del espectro; la banda de 0.8 - 1.1 μm en la parte infra rojo.



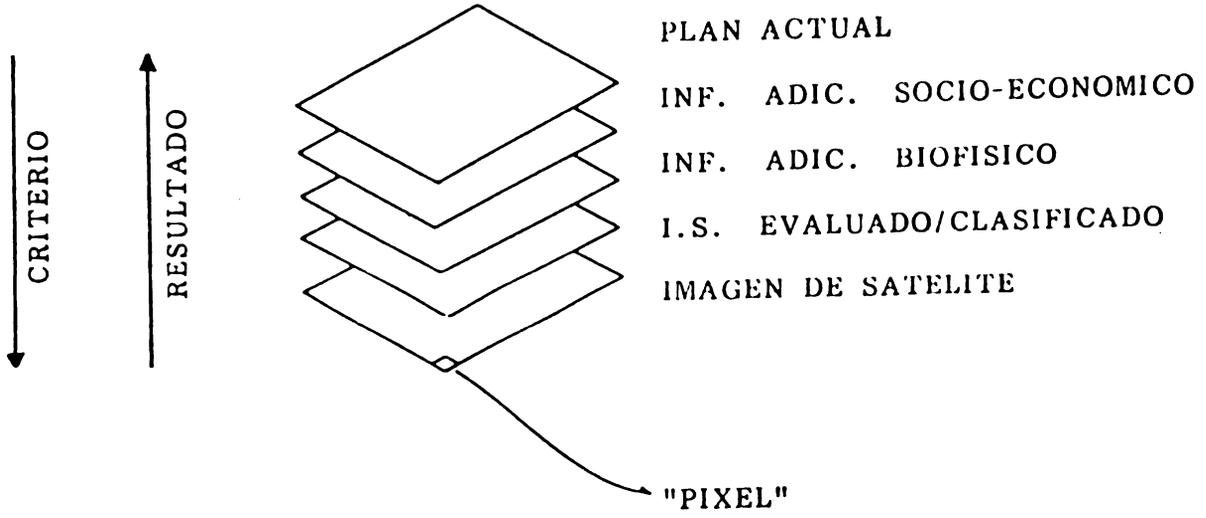
Radar como por ejemplo en los satélites Seasat, hace aplicación de ondas de 0.6 cm - 1 m. Porque con radar se mide la reflexión de micro ondas anteriormente emitido hay mucha interferencia ("noise"). El aplicar técnicas de percepción múltiple para reducir este aspecto de interferencia, 4 percepción información de Seasat tiene una resolución de 25 x 25 m.

que todas las combinaciones de pixels con el mismo valor tiene el mismo color. De esta manera se puede por ejemplo distinguir superficies de agua, áreas construidas, etc. Con más alta resolución básica se puede lograr clasificaciones más exactas. Puede disminuir la coincidencia de reflexión de diferentes objetos. Sin embargo, diferenciar entre un campo de arroz joven bajo riego y una superficie de agua, por ejemplo, va a continuar ser difícil en la práctica, como también sistemas agroforestales en un bosque de trópico húmedo, etc. Estos son problemas todavía a solucionar.

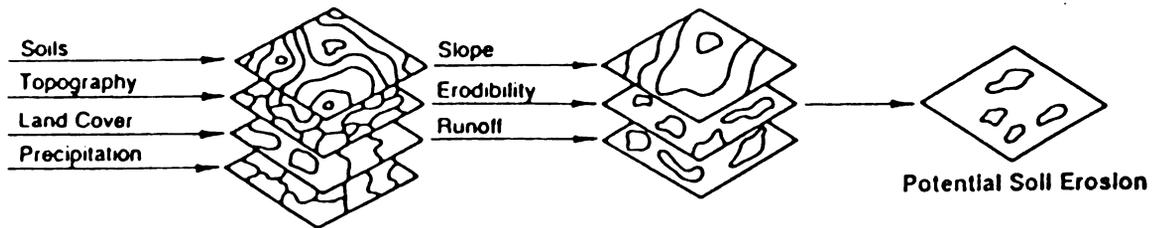
Aspecto interesante en general es la representación de factores normalmente fuera de la percepción visual. La codificación de colores es un sujeto de mucha discusión.

Una gran ventaja del uso de satélites, en comparación de aviones es su resolución temporal. Un levantamiento aerofotográfico solamente se ejecuta según demanda y es relativamente cara. Los satélites tienen una resolución temporal de 18 días en el caso de Landsat y 26 días con posibilidades de cobertura más frecuente por manipulación de un espejo (tal vez cada 9 días) en el caso de SPOT. (Por esta facilidad de SPOT también puede producir imágenes estereoscópicas). Esta frecuencia de observación da mucha posibilidad para un monitoreo de uso de la tierra. También en áreas nubladas hay más posibilidad de encontrar una situación sin nubes. Se puede hacer un mosaico multitemporal para una cobertura total de una área de estudio.

Al final unas palabras sobre sistemas de información geográfica. En base de las imágenes de satélite se puede integrar otra información relacionada al espacio terrestre. La idea básica es que con la actualización permanente de cada paquete de información, se puede mejor guiar el uso del espacio : manejar el uso de la tierra.



1. Forecasting Potential Soil Erosion Areas



BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, P.F. 1980. Regional Landscape Analysis. Environmental Design Press. Reston, Vi, United States of America.
- BEEK, K.J. 1978. Land Evaluation for Agricultural Development. IILRI PUBLICATION 23, Wageningen, The Netherlands.
- Bendavid-Val, A., Waller, P.P. 1975. Action Oriented Approaches to Regional Development Planning. Preager Special Studies in International Economics and Development. Preager. New York, U.S.A.
- BID. 1983. Progreso Económico y Social en América Latina, Recursos Naturales. Informe 1983. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C. United States of America.
- BID. 1985. Informe Anual 1985. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C. United States of America.
- Brussaard, W. 1979. De Spelregels van de Ruimtelijke Ordening. L.U. Wageningen 0627 1603, Holanda.
- Capra, F. 1982. The Turning Point, Science, society and the rising culture. Simon & Schuster. USA.
- Clout, H.D. 1976. Geografía Rural. Elementos de Geografía Oikos-tau. Barcelona, España.
- Conyers, D. 1981. Decentralization for Regional Development : a comparative study of Tanzania, Zambia and Papua New Guinea. Public Administration and Development. Vol. 1. 107-120. John Wiley & Sons. UK.
- Dobner, H.K. 1982. Sistemas Catastrales. Editorial Concepto, S.A. México, D.F., México
- Dusseldorp, D.B.W.M. ban. 1980. The Place of Regional Planning in the Process of Planned Development en Van Staveren, J.M., Van Dusseldorp, D.B.W.M. el al 1980.
- F.A.O. 1972. Memo Interno, no publicado.
- F.A.O. 1973. A Framework for Land Evaluation; Document AGL/MISC/73/14. FAO, Rome, Italy.

- F.A.O. 1974. Approaches to Land Classification; Soils Bulletin 22. FAO. Rome, Italy.
- F.A.O. 1976. A Framework for Land Evaluation; Soils Bulletin 32. FAO. Rome, Italy.
- F.A.O. 1977. Expert Consultation on Land Evaluation Standards for Rainfed Agriculture; World Soil Resources Reports 49. FAO, Rome, Italy.
- F.A.O. 1979. Expert Consultation on Land Evaluation Criteria for Irrigation; World Soil Resources Reports 50. FAO. Rome, Italy.
- F.A.O. 1984. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture; Soils Bulletin 52. FAO, Rome, Italy.
- F.A.O. 1985. Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture. Soils Bulletin 55. FAO, Rome, Italy.
- ✓ F.A.O. 1986. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO Montes 48. FAO, Rome, Italy.
- F.A.O. 1986. FAO Agricultural Yearbook. Vol.37 (185). Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.
- Hudson, N. 1971. Soil Conservation. BT Batsford. London, U.
- IILRI. 1973. Land Evaluation for Rural Purposes; Publication 17. IILRI. Wageningen, The Netherlands.
- IILRI. 1980. Proceedings of the Workshop on Land Evaluation for Forestry; Publication 28. IILRI, Wageningen, The Netherlands.
- IILRI. 1984. Proceedings of the Workshop on Land Evaluation for Extensive Grazing; Publication 36. IILRI, Wageningen, The Netherlands.
- ILACO. 1981. Agricultural Compendium, for rural development in the tropics and subtropics. International Land Development Consultants. Elsevier. Amsterdam, Holanda.
- Klingebiel, A.A., Montgomery, P.H. 1961. Land Capability Classification. Agricultural Handbook No.210. Soil Conservation Service. United States Department of Agriculture. Washington, USA (Traducción Española : Editorial Abeja, S.A. México, DF, México 1962).

- Leakey, R.E., Lewing, R. 1978. Origins. McDonald and Jane's. London, UK.
- Leonard, H.J. 1985. Recursos Naturales y Desarrollo Económico en América Central. Un perfil ambiental regional. (Traducción del inglés por G. Budowski y T. Maldonado, 1986). Instituto Internacional para el Ambiente y Desarrollo IIED. Washington, D.C., United States of America.
- Lyle, J.T. 1985. Design for Human Ecosystems. Landscape, Landuse and natural resources. Van Nostrand Reinhold Co., New York, United States of America.
- McHarg, I.L. 1969. Design with Nature. Doubleday/Natural History Press. New York, United States of America.
- Mora, I. 1987. Resultados preliminares de su estudio de tesis, todavía no publicado.
- National Geographic. 1985. The search for early man. Kenneth Waver ed. National Geographic Society. Washington, D.C. U.S.A.
- ✓ Sheng, T.C. 1986. Watershed Conservation. A collection of papers for developing countries. The Chinese Soil and Water Conservation Society. Taipei, Taiwan, R.O.C. Colorado State University. Fort Collins, Co, United States of America.
- Steiner, F. 1981. Ecological Planning for Farmlands Preservation. Washington State University. United States of America.
- Soil Conservation Service. 1985. Key to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 6 SCS. United States Department of Agriculture. Washington, USA.
- Soil Survey Staff. 1951. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. United States Department of Agriculture. Washington, USA.
- Staveren, J.M. van, Dusseldorp, D.B.W.M. van, et al, 1980. Framework for Regional Planning in Developing Countries. Methodology for an interdisciplinary approach to the planned development of predominantly rural areas. ILRI Publication 26. ILRI. Washington, D.C.
- Weller, J. 1967. Modern Agriculture and Rural Planning. Architectural Press. Lond, UK (in: Clout H.D. 1976)
- Zonneveld, I.S. 1979. Land Evaluation and Landscape Science. IT Textbook on Photo Interpretation, Volumen II, Chapter 4. ITC. Enschede, Holanda.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La evaluación de tierras está en función de los objetivos fijados para esta actividad.
2. Los principales objetivos identificados para la evaluación de tierras son:
 - Valuación de tierras
 - Determinación de áreas críticas en cuanto a degradación del recurso.
 - Implementación del uso biofísica y socioeconómicamente adecuado.
3. Para la valuación de tierras rurales, la metodología propuesta por Marin ha obtenido resultados satisfactorios.
4. Para la determinación de áreas críticas, se recomienda un ajuste al sistema Marin, tomando en cuenta los sistemas Sheng, Tosi y CCT con los cuales también se han encontrado resultados satisfactorios.
5. En cuanto a la implementación de usos adecuados se recomienda el sistema FAO.
6. Se recomienda realizar un trabajo de verificación de la validez de cada una de las metodologías de acuerdo a los objetivos que se persiguen:
 - La actividad de evaluación de tierras requiere de un contexto organizacional y debe ser en función de la implementación inmediata de sus resultados.
 - Se recomienda considerar la cuenca hidrográfica como la unidad de planificación.

XII. ANEXO 1

Programa

PROGRAMA

Curso Corto " Metodologías de Evaluación de Capacidad
de Uso de la Tierra "

La Ceiba, Agosto 31-Setiembre 4, 1987

PRIMER DIA

- 10:00-10:15 a.m. Inauguración por el Director del CURLA
- 10:15-11:00 a.m. Presentación general sobre las actividades del PRMC en Honduras, por J. R. Pérez.
- 11:00-11:30 a.m. Presentación Sonoviso de Cuencas - CATIE
- 11:30-1:30 p.m. ALMUERZO
- 1:30-3:00 p.m. Evaluación de las tierras y de su uso : El Contexto Histórico, por E. Richter.
- 3:00- 3:15 p.m. RECESO
- 3:15-4:30 p.m. Manejo del Uso de la Tierra. Propuesta E. Richter

SEGUNDO DIA

- 8:00-12:00 m. Presentación experiencias en uso de diferentes metodologías en el país.
- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1- Dirección Ejecutiva de Catastro | M. Mejía y F. Abarca |
| 2- CURLA, Sistema Sheng. | M. Montoya y J. Delgado |
| 3- CURLA, Sistema Tosi y CCT | L. Torres |
| 4- CATIE, Sistema Sheng | Omar Oyuela |
- 12:00-1:30 p.m. ALMUERZO
- 1:30-2:45 p.m. Metodología de Marin, por J. Salgado
- 2:45-3:00 p.m. RECESO
- 3:00-4:30 p.m. Metodología de Sheng J. R. Pérez

XIII. ANEXO 2

Dirección de los Participantes

TERCER DIA

8:00-12:00 m.	Metodología CCT (Tosi)	Ch. Veiman y L.Torres
12:00-1:30 p.m.	ALMUERZO	
1:30-3:00 p.m.	El Sistema FAO	E. Richter
3:00-3:15 p.m.	RECESO	
3:15-4:45 p.m.	Monitoreo del uso de la Tierra: Una facilidad clave	R. Richter

CUARTO DIA

8:00-4:00 p.m.	Gira de campo para comparar metodologías	
----------------	--	--

QUINTO DIA

8:00-10:00 a.m.	Discusión en plenaria	
10:00-11:30 a.m.	Presentación de Conclusiones y Recomendaciones	
11:30-12:00 m.	CLAUSURA	
12:00-1:00 p.m.	ALMUERZO	
1:00 p.m.	Regreso a Tegucigalpa	

XIII. ANEXO 2

Lista de Participantes

NOMBRE	DIRECCION OFICINA	DIRECCION PARTICULAR
1. Rodolfo Munguía	Depto. de Suelos CURLA, Apartado 89, La Ceiba, Atlántida	BºBuenos Aires N°165 frente Drive Inn Lomas, La Ceiba, Atlántida
2. Oscar O. Espinal	Depto. de Suelos CURLA, Apartado 89, La Ceiba, Atlántida	Col. Kennedy G-22, Bl.8, Casa 18 Tegucigalpa, D.C.
3. Marco Tulio Rejo T.	DEC Edif.Scheib, Col. El Prado, Tegucigalpa	BºGuacerique N°2005, 2a. Ave. "A" entre 8 y 19 calles, Comayaguela, D.C.
4. Freddy O. Sánchez	Dirección de Planificación Sectorial Secretaría de Recursos Naturales	Col. La Fuente B-0 N°60, Comayaguela
5. Javier A. Salgado	CATASTRO, Colonia El Prado	Colonia Las Colinas, B-W N°619, Tegucigalpa
6. Gilberto Aguilar A raya	Depto. Conservación de Suelos - 4º piso Ministerio de Agricultura y Ganadería La Salle, Costa Rica, Tel. 31-6050	Soda El Estudiante, calle Puntarenas, Turrialba, Costa Rica. Tel.56-1370
7. José Ramón Mendoza	CATASTRO, Col. El Prado N°2108, Tegucigalpa	Bº Buenos Aires, 5a.Ave. 14C N°2108 Tegucigalpa, D.C.
8. Henry Galeas	CATASTRO, Apdo. Postal 1655, Tegucigalpa	Bo. Guadalupe N°230, Choluteca
9. Gilberto Mendoza S.	CATASTRO, Col. El Prado N°2108	Col. Maya Centro N°803, Tegucigalpa
10. Fernando R.Alvarado	CATASTRO, Col. El Prado N° 2108	Bº San Francisco 11 y 12 calle 8a.Ave. El Progreso Yoro
11. Allan N.Aróstegui	CATASTRO, Colonia El Prado N°2108	Col. El Sitio 3a.Etapa Bl.21 C-42 Tegucigalpa, D.C.
12. Mario Morales	CATASTRO, Col.El Prado N°2108	Col. El Hogar, Casa R-15,Tegucigalpa

NOMBRE	DIRECCION OFICINA	DIRECCION PARTICULAR
13. Silvio A. Conedera	Departamento Manejo Forestal CURLA, Apartado Postal 89, La Ceiba, Atlántida	Boulevard 15 Set. B° Independencia #87 La Ceiba, Atlántida
14. Omar Oyuela	Independiente	Col. Satélite N°2, Comayaguela
15. Jorge O. Murillo	Depto. Silvicultura, CURLA, Apartado 89 La Ceiba, Atlántida	
16. Luis Torres Pérez	Departamento Manejo Forestal CURLA, Apartado 89 La Ceiba, Atlántida	Apartado 232, La Ceiba, Atlántida
17. José F. Abarca U.	CATASTRO, Apartado 1655, Tegucigalpa, D.C.	Altos de La Hoya N°1167, Tegucigalpa
18. Javier E. Gamero M.	Dirección Regional RR. NN. La Ceiba	B° Independencia Ave. Cabañas entre 12 y 13 calle N°59, La Ceiba
19. Charles S. Veiman	PRMC/CATIE, Turrialba, Costa Rica	B° Jorge Debrano Casa N°22, Turrialba, Costa Rica
20. José E. Delgado	Depto. de Suelos CURLA, Apartado 89, La Ceiba, Atlántida	B° El Centro Casa N°5, Calle 5, Atrás Hotel Ceiba, La Ceiba, Atlántida
21. Leonardo Mejía B.	Depto. Manejo Forestal - CURLA, Apartado Postal 89, La Ceiba, Atlántida	
22. José R. Alvarez	Depto. Manejo Forestal - CURLA, Apartado Postal 89, La Ceiba, Atlántida	Casa N°072, Calle 15, B° Solares Nuevos, La Ceiba, Atlántida
23. Oscar A. Inestroza	Dirección Ejecutiva del Catastro, Edif. Scheib Col. El Prado, Tegucigalpa, D.C.	Casa 2-B-4, Sector 1, Colonia Hato de Enmedio, Tegucigalpa, D.C.
24. Darinel Laínez	Dirección Ejecutiva del Catastro, Edif. Scheib Colonia El Prado, Tegucigalpa, D.C.	Col. Los Girasoles, Bloque 8, Casa N° 17, Tegucigalpa, D.C.
25. José P. Castellón B.	Dirección Ejecutiva Catastro, Edificio Scheib Colonia El Prado, Tegucigalpa	

NOMBRE	DIRECCION OFICINA	DIRECCION PARTICULAR
26. Gino Brizzio	Dirección Ejecutiva de Catastro, Edificio Scheib Apartado Postal 1655, Tegucigalpa, D.C.	Bº La Guadalupe, 4a.Calle Nº1422, Tegucigalpa, D.C.
27. Miguel A.Mejía L.	IDEM	
28. Noé Polanco Meza	Unidad de Manejo Forestal (COHDEFOR) La Ceiba, Atlántida	Col.15 de Set. 3a.calle La Ceiba, Atlántida
29. Jorge A. Flores A.	CURLA, Depto. Manejo Forestal Carrera Ingeniería Forestal, Apartado Postal 89, La Ceiba	Boulv. 15 Set. Casa Nº 414 Bº Independencia, La Ceiba
30. Samuel Rivera R.	CURLA, Carrera Ingeniería Forestal, La Ceiba	Col. Bolívar 2a.calle Nº17 Tegucigalpa, D.C.
31. Carlos E.Montoya	CURLA (Ing. Forestal) La Ceiba, Atlántida	
32. Rubén E.Castillo	Depto. Manejo Forestal (CURLA) Apartado Postal 89, La Ceiba, Atlántida	Apartado Postal 198, La Ceiba
33. Leonardo Contreras R.	DIRYA, 7a.Ave. 12-90, Zona 13, Guatemala	2a.Calle 8-71, Zona 3, Colonia Trinidad, Guatemala,D.C.
34. Oscar R.Ceballos	Analista de Proyectos INA La Ceiba, Atlántida	7a.Calle 4a.Ave. Norte Nº661 Bº San José, El Progreso, Yoro
35. Nohemi E.de Sabillón	Depto. de Suelos - CURLA, La Ceiba, Atlántida	Col. El Toronjal Nº 1-29 La Ceiba, Atlántida