

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencia Forestales y Ambientales
Escuela de Ingeniería Forestal
Asignatura: Suelos

***Aplicaciones de los
Levantamientos de Suelos***

Clifford Peña Guillén

E-mail: clifford@ula.ve

Teléfono: (0274)2401606

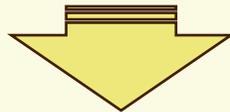


 El levantamiento de suelos (soil survey) o más propiamente, Inventario del recurso suelo, es el proceso de determinar el patrón de la cobertura del suelo, caracterizándolo y presentándolo de forma entendible e interpretable para los varios usuarios (Rossiter, xxxx).

 Dent & Young [24], señalaron que “El propósito práctico del levantamiento de suelos es hacer predicciones más numerosas, más precisas y más útiles para propósitos específicos que las realizadas anteriormente”

La predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, considerando aspectos físicos, económicos y sociales (FAO, 1976).

consiste en determinar el grado de éxito o fracaso, si se intenta desarrollar un uso de la tierra dado, en una unidad de tierra (Viloria,2000).



EVALUACIÓN DE TIERRAS

 **“selección, en cada una de las unidades cartográficas establecidas en el territorio, de la utilización más óptima de las tierras y menos agresivas con el entorno ambiental, de acuerdo con los rasgos específicos que caracterizan los recursos biofísicos de un espacio territorial determinado” (Añó, 1996).**

 **El proceso evaluador culmina con la definición de la aptitud de la tierra para acoger ciertos usos o sistemas de gestión específicos, o bien, con la evaluación de la capacidad de uso del suelo de una amplia gama de utilizaciones del medio de carácter general .**

Tierra

La tierra, se refiere a un área definible de la superficie terrestre, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por arriba y por debajo de esa superficie, incluyendo aquellos atributos climáticos cercanos a la superficie, el suelo y las formas del terreno, la superficie hidrológica -incluyendo lagos poco profundos, ríos, humedales y pantanos-, las capas sedimentarias cercanas a la superficie y el agua subterránea asociada y las reservas geohidrológicas, las poblaciones animales y vegetales, los modelos de asentamientos humanos y los resultados físicos de la actividad humana pasada y presente -terrazas, estructuras para drenaje o almacenamiento de agua, caminos, edificios y otros- (FAO/UNEP, 1997).

Una unidad de tierra se define como un área específica de la superficie terrestre, cuyas características abarcan todos los atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera, sobre y bajo esta área.

Esto incluye atributos de:

- la atmósfera
- el suelo,
- la geología subyacente,
- la hidrología,
- las poblaciones de plantas y animales,
- y los resultados de la actividad humana pasada y presente,

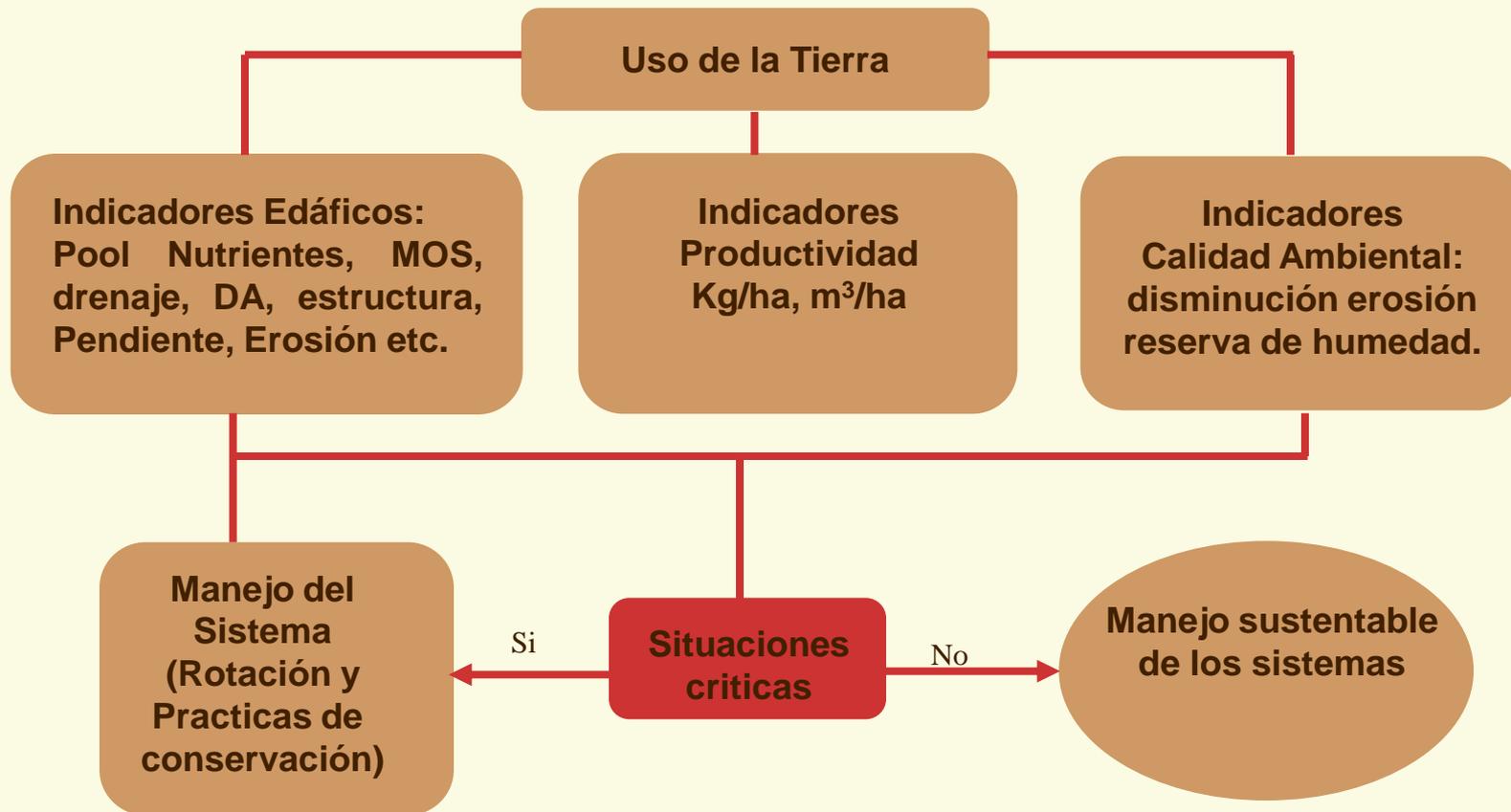
en la medida que estos atributos ejerzan una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por el hombre (McRae y Burnham, 1981).

EL USO DE LA TIERRA se caracteriza por los arreglos, las actividades y los insumos de la población para producir, cambiar o mantener un cierto tipo de cobertura de la tierra (Di Gregorio y Jansen, 1998).

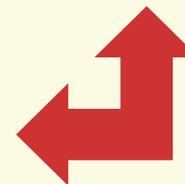
La cobertura de la tierra es la que se observa (bio)físicamente sobre la superficie terrestre (Di Gregorio y Jansen, 1998).

Clasificación mundial del uso de la Tierra. "Commission on World Land Use Surveys" de la Unión Geográfica Internacional (Kannegieter, A. 1977):

1. Colonizaciones y terrenos asociados no agrícolas
2. Horticultura
3. Frutales y otros cultivos perennes
4. Cultivos anuales
5. Pastos mejorados
6. Pastos naturales (potreros)
7. Bosques y montes
8. Aguas y pantanos
9. Terrenos sin productividad



Maximizan ecológica y económicamente el funcionamiento del agrosistema, ayudan a conservar el medio ambiente y mejoran la calidad de vida del productor” (E. Escalante, 2006).



Clima + Fisiografía + Geología + Vegetación + Tiempo +
Antropogénicos



Suelos (Atributos Edáficos)

Químicas: CIC, pH, CE, MO, N, P, K,
Sat AL⁺³, Na, Ca

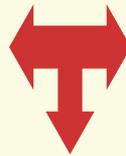
Físicos: Profundidad, Drenaje, Da,
Estructura, Pedregosidad.



Oferta Ambiental



Requerimientos de las Especies



Calidad del Suelo
Uso de la Tierra

Indicadores y Funciones

la valoración de la calidad de las diferentes unidades de tierra en función de su utilidad para determinados usos de la Tierra. Esta valoración es crucial para apoyar la toma de decisiones en la planificación del uso y manejo de la tierra (Viloria, 2000).

¿Que es la planificación agrícola?

El proceso de distribución de usos de la tierra, incluyendo sus recursos (tiempo, capital y trabajo), para lograr un beneficio máximo del grupo usuarios, en corto, mediano, y largo plazo, sin degradación de la tierra. Cada individuo hace planes para el futuro, pero dentro del contexto de la evaluación de tierras, se considera la planificación principalmente para grupos de la sociedad, donde habitualmente los recursos son limitados. Fuente:<http://www.rlc.fao.org/proyecto>

¿Porqué planificar el uso de la tierra?

En tierras privadas:

a) Para maximizar los beneficios económicos y/o disminuir los riesgos del propietario y/o

minimizar las necesidades de mano de obra, etc. (planificación individual de la finca),

b) Para prevenir o solucionar conflictos entre varios individuos o entre individuos y las necesidades de la sociedad. No es práctico permitir a todos los propietarios realizar cualquier actividad que ellos quieran, por muchas razones:

- efectos directos o indirectos de la actividad de un individuo sobre otros propietarios o la sociedad (división de aguas, agotamiento de agua, derrames, etc.).

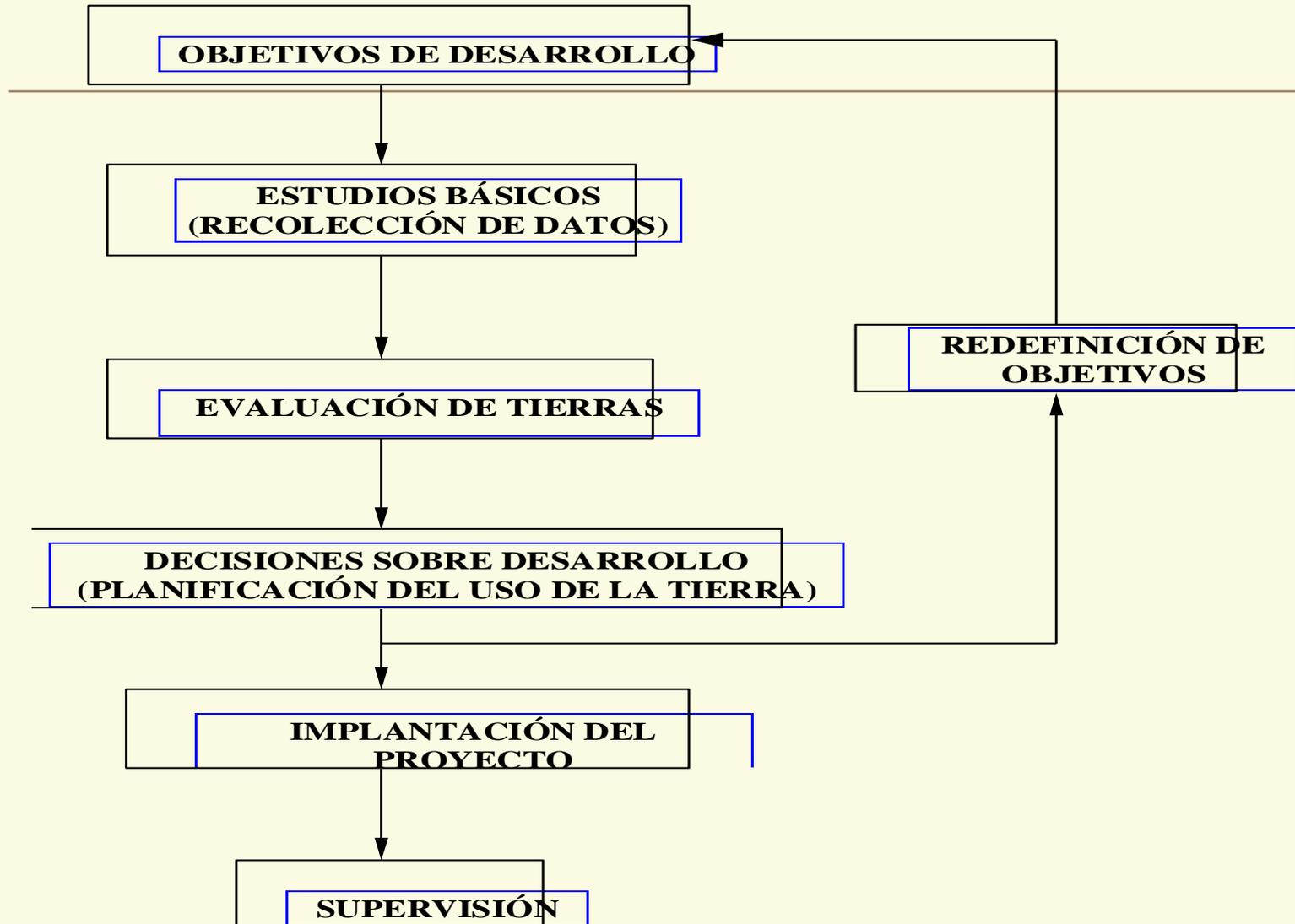
- efectos sobre los recursos naturales (contaminación, cambios de clima, deforestación, etc.).

¿Porqué planificar el uso de la tierra?

En tierras del estado

En este caso, el estado planifica como el dueño (por ejemplo los planes de manejo de los bosques nativos para resolver los diferentes intereses, desde la extracción hasta la protección), pero los conflictos se tienen que resolver entre varios actores, con opiniones, valores y juicios distintos. Entonces el estado debe representar el interés de toda la sociedad, para lo cual, se requieren planificaciones a largo plazo y formular leyes claras y transparentes, tomando en cuenta los distintos intereses.

FIGURA 1: PAPEL DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS EN LA PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO RURAL



I) Aplicaciones a campos de la Ingeniería.

a. INGENIERIA CIVIL:

i. Los suelos como fuente potencial de arena y grava (Soil Survey Staff, 1977; FAO,1973: Olson, 1981).

ii. Los suelos como fuente de materiales para relleno de caminos y vías (Soil Survey Staff, 1971).

iii. Los suelos y su evaluación en cuanto a ubicación y aptitud para calles, caminos y carreteras (Soil Survey Staff, 1971, Thornburn, 1966; Batelli, 1978, 1979).

iv. Los suelos y su relación con la edificación de casas y edificios pequeños (Soil Survey, 1971).



b. **INGENIERIA SANITARIA.**

- i. Localización de sitio para rellenos sanitarios.
- ii. Ubicación de tanques sépticos y campos de absorción relacionados con ellos.
- iii. Ubicación de lagunas de estabilización.

c.- Aplicación en las Ciencias Agronómicas.

- i.- Clasificación en Clase de Capacidad de Uso (USDA) (Klingebiel & Montgomery, 1961).
- ii.- Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela (Comerma y Arias, 1971).
- iii.- Clasificación de Tierra para usos con riego (USBR).
- iv.- Sistema de la Clasificación de Suelos para la capacidad de fertilidad (FCC) (Sánchez, Couto & Buol, 1982).
- v.- Adaptación de Especies Cultivadas.
- vi.- Necesidades de Drenaje.
- vii.- Clasificación del suelo por facilidad de aplicar abonos líquidos y grados de riesgo al utilizarlos (Lea, 1979).

d.- Aplicación en la Ciencias Forestales.

i.- Evaluación de la Calidad de Sitio para el crecimiento de especies forestales.

Clasificación de suelos para plantaciones de Teca, Melina, Pardillo, Saqui-Saqui en Planicies Aluviales

Clasificación de suelos para plantaciones de Pino Caribe en los Llanos Orientales

Diagnostico Físico e inventario de suelos con fines de evaluación de tierras de la Planicie Aluvial

e.- Aplicación en Ciencias Ambientales y de
Recreación.

i.- Aptitud para la vida silvestre.

ii.- Evaluación de las limitaciones de los suelos con relación a su uso como lugares para juego y recreación.

iii.- Evaluación de terrenos para la ubicación de parques.

Veamos algunos ejemplos

Para usos de Ingeniería.

Para Usos Agrícolas.

Para Usos Forestales.

Para Uso de
Recreación.

Aspectos generales que deben ser considerados en la localización de usos múltiples de la tierra

Aspectos físico-naturales

- 1. Condiciones del suelo y del subsuelo.**
- 2. Ubicación y disponibilidad de recursos hídricos.**
- 3. Factores climáticos (humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad de los vientos, radiación solar.)**
- 4. Orientación del sol; solana-umbría**
- 5. Topografía.**
- 6. Vegetación**
- 7. Riesgos naturales (deslizamientos, inundaciones, sísmica)**
- 8. Paisaje.**

Aspectos generales que deben ser considerados en la localización de usos múltiples de la tierra

Aspectos socio-económicos

- 1. Tenencia de las tierras**
- 2. Vialidad y acceso**
- 3. Distancia a centros poblados, sitios de interés turístico o histórico.**
- 4. Localización respecto a conos de aproximación de aeropuertos.**
- 5. Servicios.**
- 6. Vocación de uso de la tierra.**
- 7. Grado de aceptación pública.**

Simbología de los grupos del Sistema de Clasificación Unificada (Ingeniería)

SIMBOLOGIA	Significado y nombres típicos asociados
GW	Grava de buena gradación, mezclas de arena y grava, fracción fina inexistente o poca
GP	Grava de pobre gradación, mezclas de arena y grava, fracción fina inexistente o poca.
GM	Grava limosa, mezclas de arena, grava y limo
GC	Grava arcillosa, mezclas de grava, arena y arcilla
SW	Arenas de buena gradación, fracción fina inexistente o poca
SP	Arenas de pobre gradación, fracción fina inexistente o poca
SM	Arena limosa, mezclas de arena y limo
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla
ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas y limos arcillosos de baja plasticidad
CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad
MH	Limos inorgánicos de de alta plasticidad
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
OL	Limos y Arcillas orgánicas de de baja plasticidad
OH	Limos y Arcillas orgánicas de alta plasticidad
Pt	Suelos altamente orgánicos (turba, etc.)

G=grava; S=arena; W=bien; P=pobre; M=limo; C=arcilla; L=baja; H=alta; O=orgánico

Guía general para establecer correspondencias entre sistemas de clasificación granulométrica, cuando no se dispone de datos de laboratorio de mecánica de suelos

TEXTURA	Clasificación Unificada
A, AL	CH, MH
FAL, FA	CL, MH, ML-CL
F, FL	ML-CL, ML
L	ML
Aa	SC
FAa	SC, CL
Fa	SC-SM
aF	SM
a	SW, SP
arena gruesa	SP-GW, SP-SM
gravoso, graviloso	GW, GP, GM, GC, GW-GP, GM-GC

Aptitud de los suelos como fuente probable de materiales granulares (áridos: arena o grava)

Tipo de material predominante	Aptitud (fuente probable)
SW, SP, GW, GP	A1
SW-SM, SP-SM, GP-GM, GW-GM	A2
SM, SW-SC, SP-SC, GM, GP-GC, GW-GC	A3
Todos los demás grupos	N

Aptitud de las tierras para localizar vías y caminos

Atributo de la tierra	APTITUD			
	a1	a2	a3	n
Clase de drenaje	Bien drenado	Moderad. bien drenado	Imperfect. drenado	Pobrementemente drenado
Materiales del suelo (fundación)	GW, GP, GM, GC, SM, SC	SW, SP, CL con índice de plasticidad menor a 15%	CL con índice de plasticidad mayor a 15%	CH, MH, OH, OL
Potencial de expansión-contracción del suelo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Pendiente del terreno (%)	Menor de 8	8-15	15-25	Mayor de 25
Riesgos de inundación	Ninguno	Ninguno	Ocasional	Frecuente
Profundidad del suelo hasta la roca (m)	Mayor de 1,5	1,5 - 1,0	1,0 - 0,5	Menor de 0,5
Clase de pedregosidad	0, 1 o 2	3	4	5

Aptitud de las tierras para localizar viviendas

Atributo de la tierra	APTITUD			
	a1	a2	a3	n
Clase de drenaje	Bien drenado	Moderadam. bien drenado	Imperfectam. drenado	Pobremente drenado
Materiales del suelo (fundación)	GW, GP, SW, SP, GM, GC, SM, SC, CL con IP < 15%	CL con IP ≥ 15%	ML, MH	CH, OH, OL, Pt
Potencial de expansión del suelo	Bajo	Bajo	Moderado	Alto o Muy Alto
Pendiente del terreno (%)	Menor a 10	10 - 20	20 - 30	Mayor a 30
Riesgo de inundación	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ocasional o frecuente
Profundidad a la roca (m)	Mayor de 1,5	1,5 - 1,0	1,0 - 0,5	Menor de 0,5
Prof. al nivel freático (m)	Mayor de 2,0	2,0 - 1,5	1,5 - 1,0	Menor de 1,0
Clase de pedregosidad	0 o 1	2	3	4 o 5

Aptitud de la Tierra para localizar estructuras de hierro o acero sin revestimiento

Atributo de la tierra	APTITUD			
	a1	a2	a3	n
Textura dominante del perfil de suelo	a, aF, Fa	FA, FAa, FL	Aa	FAL, AL, A
Drenaje	Bien drenado	Moderadam. drenado	Imperfecta. drenado	Pobremente drenado
Conductividad hidráulica (cm/hora)	Mayor de 2,5	2,5 - 2,0	2,0 - 1,5	Menor de 1,5
Conductividad eléctrica (dS/m)	Menor de 0,2	0,2 - 0,8	0,8 - 1,2	Mayor de 1,2

Aptitud de la Tierra para localizar áreas deportivas y recreacionales

Atributo de la tierra	APTITUD			
	a1	a2	a3	n
Drenaje	Suelos bien drenados	Suelos moderadamen. bien drenados,	Suelos imperfectame. drenados,	Suelos pobremente drenados
Permeabilidad del suelo	Rápida	Moderadamente rápida	Moderadamen lenta	Lenta
Pendiente del terreno (%)	Menor de 2	2 - 4	4 - 6	Mayor de 6
Riesgos de inundación	Ninguno	Ocasional (no mas de 1 en 6 años)	Ocasional (no más de 1 en 3 años)	Frecuente durante la temporada de mayor uso
Profundidad a la roca (m)	Mayor de 0,8	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4	Menor de 0,4
Textura del suelo superficial	Fa, F, aF	FAa, FL	FAL, Aa	AL, A, a
Clases de pedregosidad	0	1	2	3, 4, 5

Adaptabilidad de algunas especies forestales a las condiciones texturales

Especie	pH			Textura					Condiciones de drenaje						Fertilidad		
	< 4,5	4,5-5,5	5,5-7,8	a- aF	Fa	F-FL	L-FA - FAa - FAL	Aa-AL-A	A	B	C1	C2	C3	C4	B	M	A
<i>Phachira quinata</i>	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
<i>Tabebuia rosea</i>	3	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
<i>Cedrela odorata</i>	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
<i>Swietenia macrophylla</i>	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
<i>Cordia thaisiana</i>	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
<i>Anacardium exelsum</i>	3	2	1	2	1	1	1	3	1	2	2	3	3	3	1	1	1
<i>Tectona grandis</i>	3	3	1	2	2	1	2	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
<i>Melina arborea</i>	3	2	1	2	2	1	1	3	1	2	3	3	3	3	3	2	1
<i>Samanea saman</i>	3	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	3	3	3	2	1
<i>Leucaena diversifolia</i>	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1

1: prosperan con poca dificultad

2: prosperan con mayores dificultades o presentan problemas para su manejo

3: difícilmente pueden prosperar o presentan muchos problemas para su manejo

Condiciones de drenaje

A-B (Bien Drenados)

C1-C2 (Imperfectamente Drenados)

C3-C4 (Pobrementemente Drenados)



Origen del Sistema

Land-Capability Classification

A. A. Klingebiel y P. H. Montgomery

Manual de Agricultura N° 210

USDA-SCS, 1961

Categorías del Sistema

1. CLASES DE CAPACIDAD

2. SUB-CLASES DE CAPACIDAD

3. UNIDADES DE CAPACIDAD

**NIVEL DE
INFORMACIÓN**

BAJO

ALTO



Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso

CLASE DE TIERRA	Limitaciones para usos agrícolas generales	Manejo bajo agricultura			
		Opción de cultivos	Prácticas de conservación		
I	Ligeras	Amplia	Sencillas	Arables (cultivos de ciclo corto)	
II		Reducida			
III	Moderadas	Restringida	Complejas		
IV		Muy limitada			
V	Severas	Amplia	Muy Complejas		No Arables (cultivos permanentes)
VI		Reducida			
VII	Muy severas	Restringida	Especiales		
VIII		Muy limitada			

OPCIONES DE USO DE LA TIERRA

CLASE de TIERRA	Cultivos permanentes				Cultivos anuales			
	Protección	Pastoreo limitado Cultivos especiales Forestería	Pastoreo moderado Cultivos especiales Forestería	Pastoreo intensivo Cultivos especiales Forestería	Agricultura limitada	Agricultura moderada	Agricultura intensiva	Agricultura muy intensiva
I	X	X	X	X	X	X	X	X
II	X	X	X	X	X	X	X	
III	X	X	X	X	X	X		
IV	X	X	X	X	X			
V	X	X	X	X				
VI	X	X	X					
VII	X	X						
VIII	X							

Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso

Comerma, J. y L. Arias. 1971. Un Sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Seminario de Clasificaciones Interpretativas con fines Agropecuarios. SVCS. Maracay, 57p.

Ing. Agr. MSc. Clifford Peña Guillén



Proposito:

- “Interpretar el medio físico natural, para agrupar porrciones de terrenos con base en su capacidad para producir plantas cultivadas (cultivos, pastos y plantaciones forestales), sin deterioro del suelo por largos períodos de tiempo.

Premisas

- 1) La clasificación por capacidad de uso es una interpretación basada en los efectos combinados del clima y de los caracteres permanentes de los suelos, en cuanto a las limitaciones en su uso, capacidad de producción, riesgo de dañar el suelo y requerimiento de manejo.

2) Los suelos agrupados dentro de una clase de capacidad son similares solamente en el grado de limitaciones en su uso o en el peligro de dañarse al ser usado. Dentro de una clase dada, habrá suelos que requieren diferentes prácticas de manejo.

4) Para la aplicación de este sistema se asume un nivel de manejo, moderadamente alto, que a la vez de ser práctico, esté al alcance de la mayoría de los agricultores de la comunidad...Sin embargo, este agrupamiento no establece el uso más provechoso del terreno.

6) El exceso de agua tanto en superficie como en el perfil; la falta de humedad apropiada para los cultivos; la presencia de piedras, sales solubles ó sodio intercambiable y el peligro de inundaciones no se consideran limitaciones permanentes para el uso, donde sea factible de realizar su remoción.

7) Los suelos a los que se refiere el punto anterior, son clasificados de acuerdo a las limitaciones contínuas para su uso ó riesgo de daño, luego que el mejoramiento ha sido efectuado

11) Para las agrupaciones por capacidad no se incluyen: distancia a los mercados, clase de vías de comunicación, ubicación de los campos, patrones de tenencia y habilidades ó recursos de los operadores.

📄 12) Aquellos suelos con limitaciones físicas tales, que determinen que los cultivos comunes deben ser cosechados a mano, no se incluye dentro de las clases I, II, III y IV. Factores tales como mal drenaje y/o pedregosidad impiden el uso de maquinaria. Esto no implica que ciertos suelos de las clases V, VI y VII se puedan mecanizar.

13) Los suelos adecuados para cultivos lo son también para usos menos intensivos

FIGURA N °2

RELACIÓN ENTRE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y LA INTENSIDAD CON LA CUAL CADA CLASE PUEDE SER UTILIZADA SIN RIESGO

CLASE DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA	VIDA SILVESTRE	BOSQUE	'PASTOREO			CULTIVOS		
			LIMITADO	MODERADO	INTENSIVO	LIMITADOS	MODERADOS	INTENSIVOS
I	■	■	■	■	■	■	■	■
II	■	■	■	■	■	■	■	■
III	■	■	■	■	■	■	■	■
IV	■	■	■	■	■	■	■	■
V	■	■	■	■	■	■	■	■
VI	■	■	■	■	■	■	■	■
VII	■	■	■	■	■	■	■	■
VIII	■	■	■	■	■	■	■	■

DISMINUYEN LA ADAPTABILIDAD Y LA LIBERACION DE SELECCÓN DE USOS

AUMENTAN LAS LIMITACIONES Y RIESGOS



Categorías del Sistema

- 📄 **CLASES:** Agrupan los suelos con similares grado y número de limitaciones para su uso ó por riesgos a dañar los suelos y los cultivos.
- 📄 **SUB-CLASE:** Agrupan los suelos dentro de una clase que poseen factores similares de limitaciones y riesgos en su uso.
- 📄 **UNIDADES:** Agrupa los suelos dentro de una sub-clase, que se adaptan a los mismos cultivos y pastos comunes, que aproximadamente poseen las mismas respuestas a sistemas de manejo y que requieren sistemas alternativos similares de manejo.

Clases de Capacidad de Uso

Tierras adecuadas para cultivos y otros usos

CLASE I: Son tierras con muy pocas limitaciones para su uso para un amplio margen de cultivos, pastos, bosques, vida silvestre y conservacionista. Los suelos, planos con muy pequeños problemas de erosión, profundos, bien drenados, fáciles de labrar, con buena capacidad de retención de humedad, provistos de nutrientes, no sujetos a inundaciones y con un clima favorable para muchos cultivos. Estos terrenos, pueden necesitar de un acondicionamiento inicial pequeño, tal como nivelación, cierto lavado de sales y prácticas conducentes a mejorar su drenaje.



 CLASE II: Las tierras de la clase II tienen algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren moderadas prácticas de conservación. Las limitaciones son pocas y las prácticas son fáciles de aplicar.

 **CLASE III:** Las tierras en la clase III, tienen severas limitaciones que reducen la selección de cultivos o requieren prácticas especiales de conservación, o ambas a la vez. Tienen mas restricciones de uso que aquellas en la clase II, y cuando son usados para cultivos agronómicos, las prácticas de conservación son generalmente más difíciles de aplicar y mantener.



 **CLASE IV:** Las tierras de clase IV tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren un manejo muy cuidadoso o ambos. Cuando estas tierras son cultivadas se requieren cuidadosas prácticas de manejo y también de conservación, que son más difíciles de aplicar y mantener, que las aplicadas a las tierras en la clase III. Las tierras en la clase IV pueden ser adecuadas solamente para dos o tres de los cultivos agronómicos comunes.

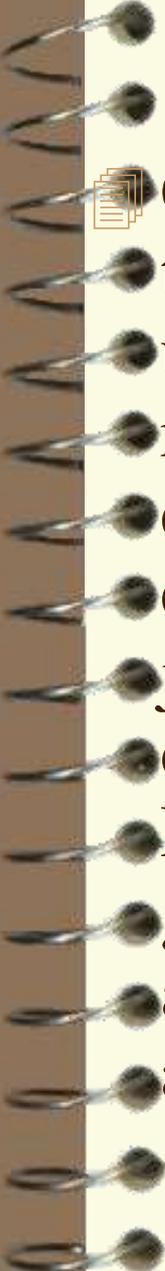
Tierras de uso limitado, generalmente no adecuadas para cultivos.

☞ **CLASE V:** Las tierras de la clase V no tienen problemas de erosión o, si lo tienen, es muy pequeño. Sin embargo, tienen otras limitaciones que no son prácticas de remover y que limitan su uso solamente para pastos, lotes de árboles o vida silvestre o cobertura. Son tierras casi planas pero algunas son húmedas inundadas fuertemente por cursos de agua, tienen piedras, tienen limitaciones climáticas o tienen alguna combinación de estas limitaciones.

📄 CLASE VI : Las tierras de la clase VI tienen limitaciones severas que las hacen generalmente inadecuadas para cultivos y limitan su uso, principalmente para pastos, lotes de árboles o vida silvestre y cobertura. Las condiciones físicas de las tierras en la clase VI son tales, que es práctico aplicar ciertas medidas de mejoramiento a los pastos y en los bosques si son necesarias, tales como sembrarlos, abonarlos, proceder a algunas medidas de control de agua mediante surcos en contornos, drenaje, etc.



 CLASE VII: Las tierras de la clase VII tienen limitaciones muy severas que las hacen inadecuadas para cultivos y restringen su uso fundamentalmente al pastoreo, a lotes de árboles o a la vida silvestre. Las condiciones físicas de las tierras en la clase VII son tales que no es práctico aplicar aquellas medidas que fueron mencionadas para las tierras de la clase VI.


 **CLASE VIII:** Las tierras de esta clase poseen tantas y tan graves limitaciones, que solo se recomienda su uso para propósitos conservacionistas, vida silvestre, recreación y preservación de cuencas. Se considera, que en general, estos terrenos no producirán retornos económicos a los invertidos, aunque se pueden justificar ciertas prácticas de manejo con fines de conservación, y así proteger terrenos más valiosos. Las limitaciones pueden incluir las de otras clases, en grado más severo. Se incluyen generalmente, áreas de afloramientos rocosos, playas de arena, pantanos, áreas muy inclinadas o escarpadas, etc.

Sub-clases de capacidad

La subclase de capacidad agrupa tierras de la misma clase que presentan el mismo tipo de limitación y riesgos para su uso. Los tipos de limitaciones reconocidos son los siguientes:

- 📄 **EROSIÓN (e):** incluye la susceptibilidad a la erosión y los efectos de la erosión pasada, que limitan la capacidad de uso o exigen prácticas de manejo especial.
- 📄 **DRENAJE (d):** incluye problemas de exceso de humedad o mal drenaje externo (encharcamiento), interno (nivel freático cercano a la superficie) o terrenos sujetos a inundaciones.

☰ SUELOS (s): incluye limitaciones que presenta el perfil del suelo especialmente dentro de la zona radical, entre otras, baja capacidad de retención de humedad, baja fertilidad, problemas de salinidad, pedregosidad.

☰ CLIMA (c): Se refiere a climas con temperaturas muy bajas o déficit de humedad, que limitan el desarrollo de plantas cultivadas.

📄 Por convención, la subclase se identifica colocando el sufijo correspondiente, después del número de la clase, por ejemplo IVs. El método de Comerma y Arias (1971), establece el uso de subclases generales, la cual indican la limitación global, ya sea por erosión (e), drenaje (d), suelos (s) o clima (c) y subclases específicas, que indican la clase de limitación particular, tal como fertilidad, permeabilidad, inundación, etc.

3.- Unidades de Capacidad

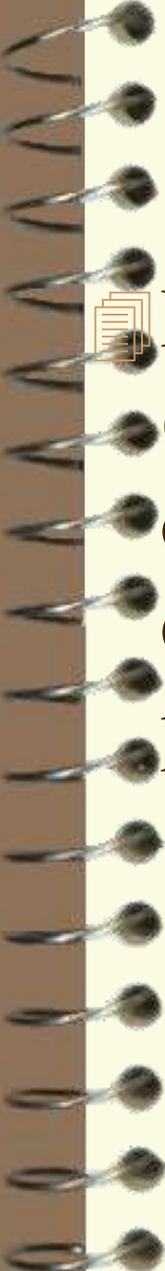
 Agrupa tierras de la misma subclase que son semejantes en relación a posibilidades de uso y requerimientos de manejo y conservación. De esta forma, las tierras en una unidad de capacidad se adaptan a los mismos cultivos o pastos, y aproximadamente poseen las mismas respuestas a sistemas similares de manejo de plantas cultivadas. Se considera que las tierras en una Unidad de Capacidad poseen una productividad potencial comparable. Así, los rendimientos estimados de sistemas de producción similares, en la misma unidad de capacidad, no deben diferir en más de 25% (Klingebiel y Montgomery, 1962).

📄 Dado que las clases de capacidad han sido enmarcadas dentro de zonas de vida, en las cuales las deficiencias o excesos de humedad serían los factores más limitantes y corregibles, proponen que los sistemas de manejo incluyan como principal forma de mejoramiento, la aplicación de riego y/o drenaje, cuando sean necesarias. Estos mejoramiento implican, además, la aplicación de otras prácticas, como conservación, fertilización, enmiendas, etc.

De esta manera, ellos proponen los siguientes dos grandes sistemas de aplicación de tecnología:

📄 Usual: Corresponde a una agricultura donde no se incluyen obras de riego y/o drenaje, pero puede incluir una amplia gama de condiciones acerca de aplicación o no de fertilizantes, plaguicidas, prácticas de conservación, mecanización, etc. Por lo tanto, en este nivel se incluyen desde la agricultura de conuco hasta una muy tecnificada; pero siempre con exclusión de tecnologías de riego y/o drenaje.

📄 Mejorado: Incluye uso de riego continuo o complementario y/o drenaje. Este nivel de tecnología contempla prácticas más intensivas de fertilización, control de plagas y enfermedades, malas hierbas, prácticas de conservación, mecanización. Bajo este sistema se espera un uso prácticamente continuo de la tierra, y un aumento de la capacidad productiva de los terrenos, en comparación con el nivel de tecnología anterior.



 Esto los ha conducido a proponer dos cuadros (uno para cada nivel de manejo) de clasificación de la capacidad de uso de la tierra en cada zona de vida donde existan posibilidades de lograr un mejoramiento.

Proponen el uso de tres niveles de mejoramiento posibles para ser aplicados en la corrección de las limitaciones:

a) Mejoramiento fácilmente factible (.).

b) Mejoramiento factible (..).

c) Mejoramiento poco factible (...).

La factibilidad está dada por los niveles de tecnología aplicables a Venezuela. Se utilizan desde uno a tres puntos para los mejoramiento a, b y c, respectivamente, colocándolos antes de la clase mejorada. Por ejemplo, IIIS...IIS, significa que con el nivel de manejo mejorado la tierra podría ser clase II, por alguna limitación de suelo; pero que es poco factible mejorarla.

Clases de Capacidad



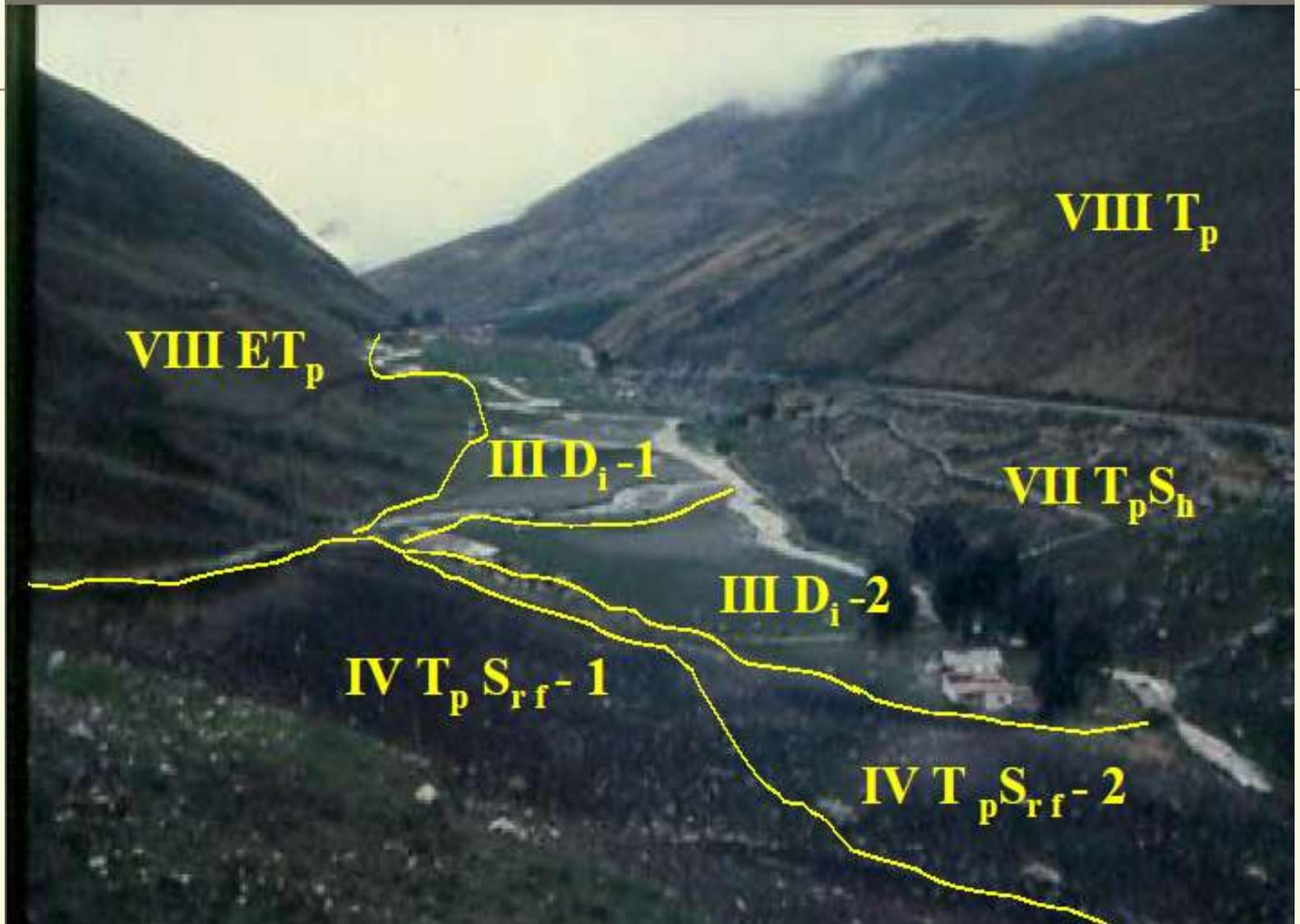
Sub-clases Generales de Capacidad



Sub-clases Específicas de Capacidad



Unidades de Capacidad



Finalmente, el método de Comerma y Arias (1971), puede ser utilizado para evaluar tierras que hayan sido cartografiadas, mediante estudios agrológicos u otros métodos de evaluación de terrenos. Sin embargo, es un instrumento de campo eficaz para evaluar sitios específicos, terrenos, parcelas, unidades de producción (fincas o asentamientos), y formular juicios interpretativos rápidos que apoyen la toma de decisiones sobre planificación, adquisición de tierras agrícolas, avalúo de predios, solicitudes de créditos agropecuarios, etc.

Pasos para la Evaluación de Tierras por su Capacidad de Uso

PRIMERA ACTIVIDAD: CALIFICACIÓN DE FACTORES ESPECÍFICOS DE UNIDADES DE TIERRA.

- Evaluar en primer lugar, las condiciones climáticas prevalentes en el área de ocurrencia de las unidades de tierra a ser clasificadas. Para poder ubicar a la Tierra estudiada en una zona de vida.

i)	Precipitación promedio	
	mm/año	
ii)	Altitud m.s.n.m.	
iii)	Temperatura promedio anual °C	

iv)	Zona de Vida	
-----	--------------	--

Triangulo de zonas de vidas.

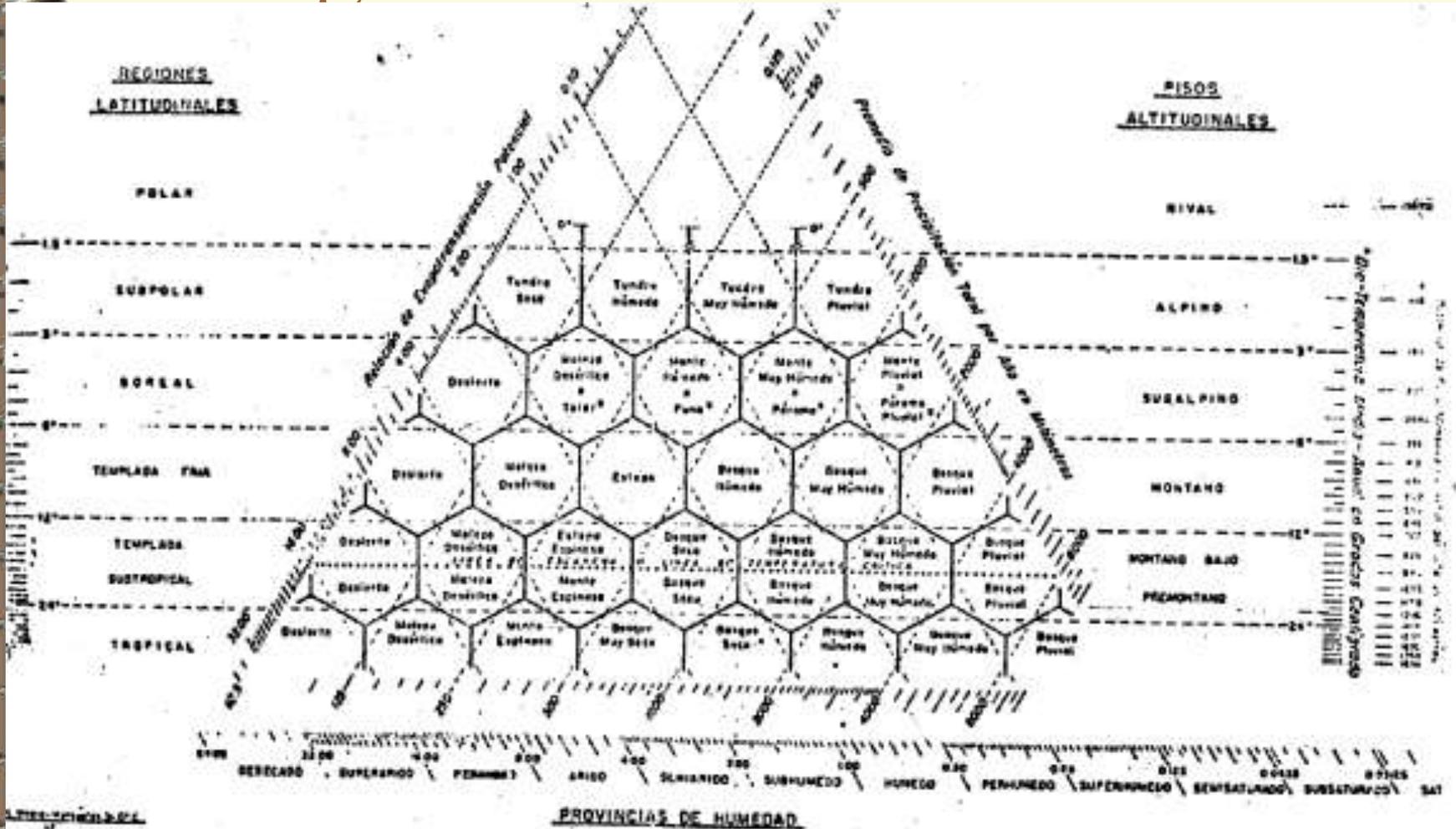


Figura 1
Diagrama para la clasificación de zonas de vida o biomas en función de la humedad y la temperatura, por W. E. Savigo.

Calificación de características y cualidades relevantes.

FACTORES	-----CLASES DE TIERRAS----- CALIFICACION					
	1	2	3	4	5	6
PEND. (p)	0-3	3-8	8-20	20-45	45-60	> 60
MICRORREL. (m)	PLANO	ONDULAC. MUY ESPAC.	OND.IGUAL ANCH/PROF.	ONDULAC. PROFUND.		
EROSIÓN (e)	LIGERA	MODERADA	FUERTE	SEVERA		
TEXTURA (g)	a-aF	Fa-F-FAa	FL-FAL-FA-L	AL-Aa-A		
PEDREG. (r)	LIGERA	MODERADA	FUERTE	M.FUERTE	SEVERA	
PROFUND. (h)	> 100	50 – 100	25 – 49	< 25		
SALES (s)	LIGERA	MODERADA	FUERTE	SEVERA		
FERTIL (f)	LIGERA	MODERADA	FUERTE	SEVERA		
PERMEAB. (c)	M. LENTA	LENTA	MODERADA	RÁPIDA		
DR. INT. (n)	M.LENTO	LENTO	MODERADO	RÁPIDO		
DR. EXTER. (a)	EMPOZADO	M.LENTO	LENTO	MODERADO	RÁPIDO	
INUNDC. (i)	SIN	OCASIONAL	FRECUENTE	M.FRECUENTE		

Características y Cualidades Relevantes	Información	Calificación de Factores Especificos	
		Nivel de Manejo Usual	Nivel de Manejo Mejorado
Pendiente (p)	+/- 0.2% Bajo	1	1
Microrelieve (m)	Liso	1	1
Erosión (e)	Ninguna	1	1
Textura (g)	Franco-Arcillosa	3	3
Pedregosidad (g)	Ninguna	1	1
Profundidad (r)	Profundo	1	1
Salinidad (h)	< 0,51 mmhos/ cm	1	1
Fertilidad (s)	Sin limitaciones	1	1
Permeabilidad (c)	Lenta a mod. Lenta	2	2
Drenaje Interno (n)	Lento	2	3
Drenaje Externo (a)	Lento	3	4
Inundación (i)	Muy ocasional	1	1

Textura

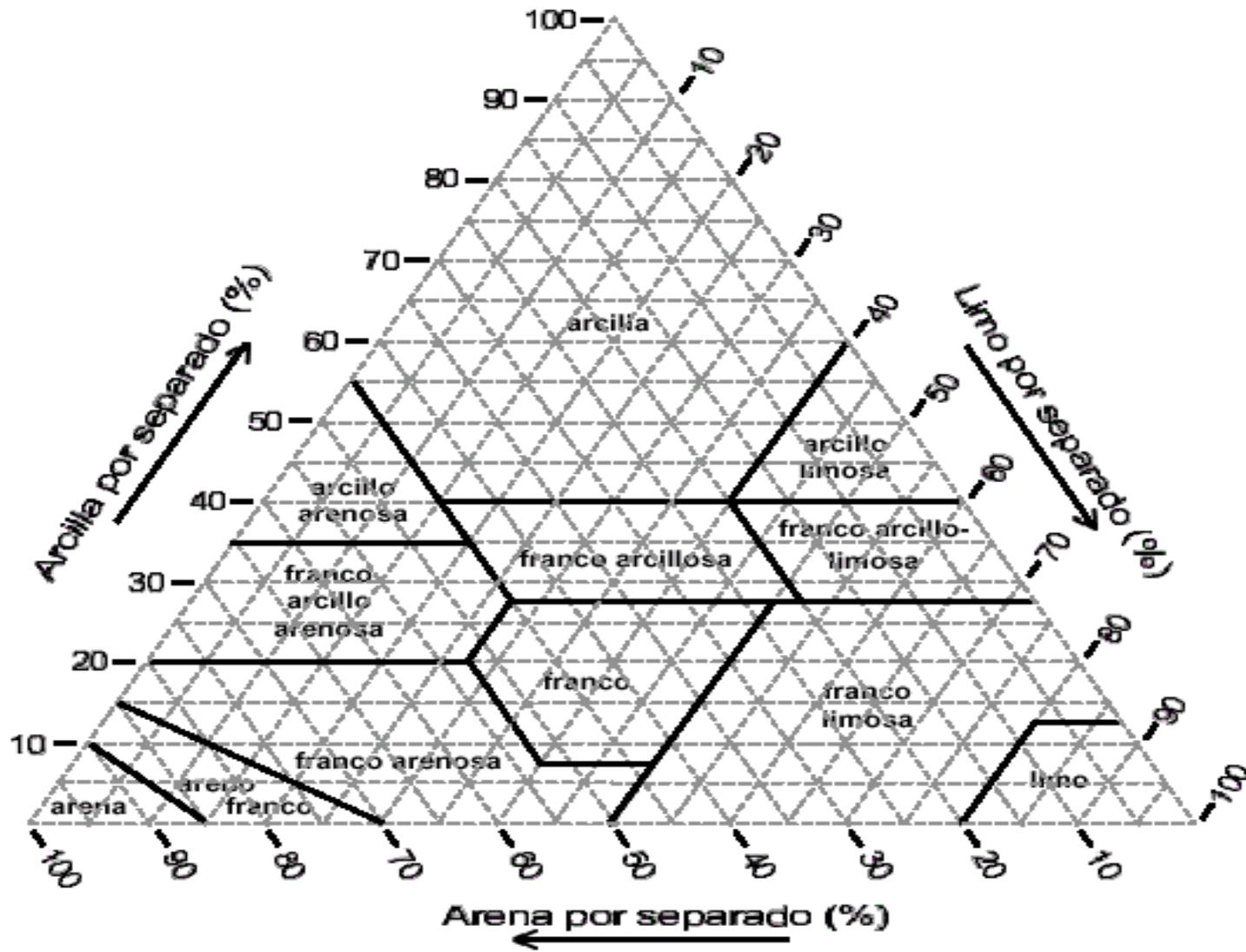
La textura (g) se reporta, por horizontes del suelo. La clase textural. Sin embargo, el método Comerma-Arias exige una sola calificación sintética de la Textura (g) para todo el perfil del suelo.

Prof. Cm	Espesor Cm	Arcilla %	Limo %	Espesor x Arcilla	Espesor x Limo
0 - 11	11	36,11	60,03	397,21	660,33
11 - 43	32	40,20	57,00	1286,40	1824,00
43 - 62	19	49,07	43,38	932,33	826,12
62 - 90	28	16,43	28,68	460,04	803,04
90 - 100	10	40,04	48,53	400,40	485,30
	100	Σ (Esp. x % Arc.) =		3476,38	
			Σ (Esp. x % Limo) =		4598,79

$$x \text{ Arcilla} = \frac{\Sigma (\text{Esp. x \% Arc.})}{100} = \frac{3476,38}{100} = 34,8\%$$

$$x \text{ Limo} = \frac{\Sigma (\text{Esp. x \% Limo})}{100} = \frac{4598,79}{100} = 46\%$$

Triángulo Textural



FERTILIDAD

Una de las mayores dificultades se presenta en la evaluación objetiva de la condición de Fertilidad (1). Para evaluar la Fertilidad se utilizan los valores de saturación de bases, pH y capacidad de intercambio cationico (CIC). Énfasis debe ser dado a los primeros horizontes, en donde se desarrolla el sistema radical de las plantas cultivadas.

categoria	CIC		pH	% SB
	me/100gA	me/100gsuelo		
Ligera	25 – 35	21 -35	5,5 - 6	51-75
Moderada	16 – 24	13 – 20	5,0-5,4 7,5-8,5	36-50
Fuerte	8 – 15	7 – 12	4,5-4,9 8,6-9,0	16– 35
Severa	< 8	< 6	< 4,5 ó >9,0	< 15

Características para evaluar la fertilidad del suelo

CIC (cmol/kg) (*)	Saturación con bases (%)	pH en agua 1:1			
		5,5 – 7,8	5,0 – 5,5 7,8 – 8,5	4,5 – 5,0	menor de 4,5
> 12	> 50	1	2	3	
	35 – 50	2	2	3	4
	15 – 35		3	3	4
	< 15		3	4	4
6 - 12	> 50	1	2	3	4
	35 – 50	2	2	3	4
	15 – 35		3	3	4
	< 15		3	4	4
3 - 6	> 50	2	3	3	4
	35 – 50	2	3	4	4
	15 – 35		4	4	4
	< 15		4	4	4
< 3	> 50	3	3	4	4
	35 – 50	3	3	4	4
	15 – 35		4	4	4
	< 15		4	4	4



Complete la extracción y calificación de la información correspondiente al resto de los factores específicos del perfil del suelo (erosión, profundidad, salinidad, drenaje, etc.). Siga los criterios del Cuadro sobre calificación de factores específicos. Vierta la información en el Cuadro respectivo.

SEGUNDA ACTIVIDAD

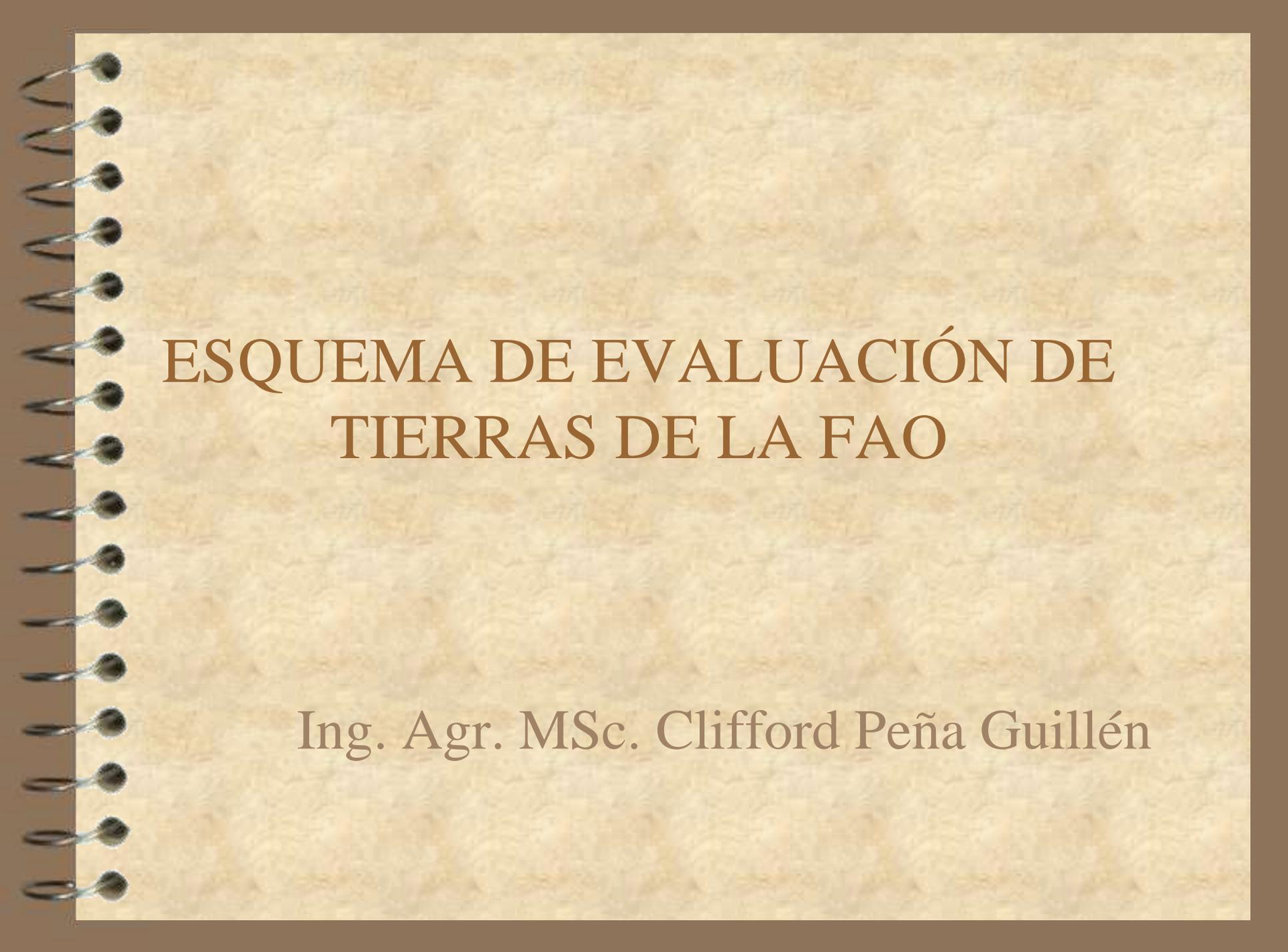
CLASIFICACION DE UNIDADES DE TIERRA POR SU CAPACIDAD DE USO.

☞ Para cada zona de vida, se ha diseñado una matriz de interpretación para cada nivel de manejo agrícola (usual y mejorado). Las matrices están organizadas de tal forma que los criterios se agrupan bajo los operadores: “ HASTA” y “ACEPTA”. El primero indica el valor hasta donde cada clase admite la calificación, y el segundo, señala el rango donde se acepta.

CUADRO 4. INTERPRETACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO PARA NIVEL DE MANEJO USUAL (BOSQUE SECO TROPICAL)

ZONA DE VIDA	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (°C)	ETP/P	ALTITUD (m.s.n.m.)
Bosque Seco Tropical	1.000 - 1.800	22 - 29	0,9 - 2,0	0 - 1.000

FACTOR	T TOPOGRAFIA		E EROSION	S SUELO						D DRENAJE		
	PENDIENTE	MICRORE-LIEVE	EROSIÓN	TEXTURA	PEDREGO-SIDAD Y RO-COSIDAD	PROFUN-DIDAD	SALINI-DAD	FERTILI-DAD	PERMEA-BILIDAD	DRENAJE INTERNO	DRENAJE EXTERNO	INUNDACIÓN
	p	m	e	g	r	h	s	f	c	n	a	I
CLASE	HASTA	HASTA	HASTA	ACEPTA	HASTA	HASTA	HASTA	HASTA	ACEPTA	ACEPTA	ACEPTA	HASTA
I	1	1	1	2,3	1	1	1	1	3	3	4	1
II	1	1	1	2-4	2	1	1	2	3	3	3-4	1
III	2	2	2	1-4	3	2	2	3	2-4	2-4	3-4	2
IV	3	2	2	1-4	3	3	2	3	1-4	2-4	2-5	2
V	3	2	2	1-4	4	3	2	3	1-4	2-4	2-5	2
VI	4	3	3	1-4	4	4	3	4	1-4	1-4	1-5	3
VII	5	3	4	1-4	5	4	3	4	1-4	1-4	1-5	3
VIII	6	4	4	1-4	5	4	4	4	1-4	1-4	1-5	4

The background of the slide is a spiral-bound notebook with a light beige, textured cover. The spiral binding is visible on the left side. The text is centered on the page.

ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS DE LA FAO

Ing. Agr. MSc. Clifford Peña Guillén



El esquema de evaluación de tierras de la FAO ha sido diseñado a partir de consultas a expertos sobre las experiencias acumuladas con relación a la aplicación de los sistemas de evaluación de tierras existentes y las necesidades de la planificación de proyectos. El esquema (FAO, 1976) ha sido complementado con las directrices de evaluación de tierras para agricultura de secano (FAO, 1985), agricultura de regadío (FAO, 1990), silvicultura (FAO, 1984), pastoreo extensivo (FAO, 1986) y relieve accidentado (Siderius, 1986).

ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS DE LA FAO

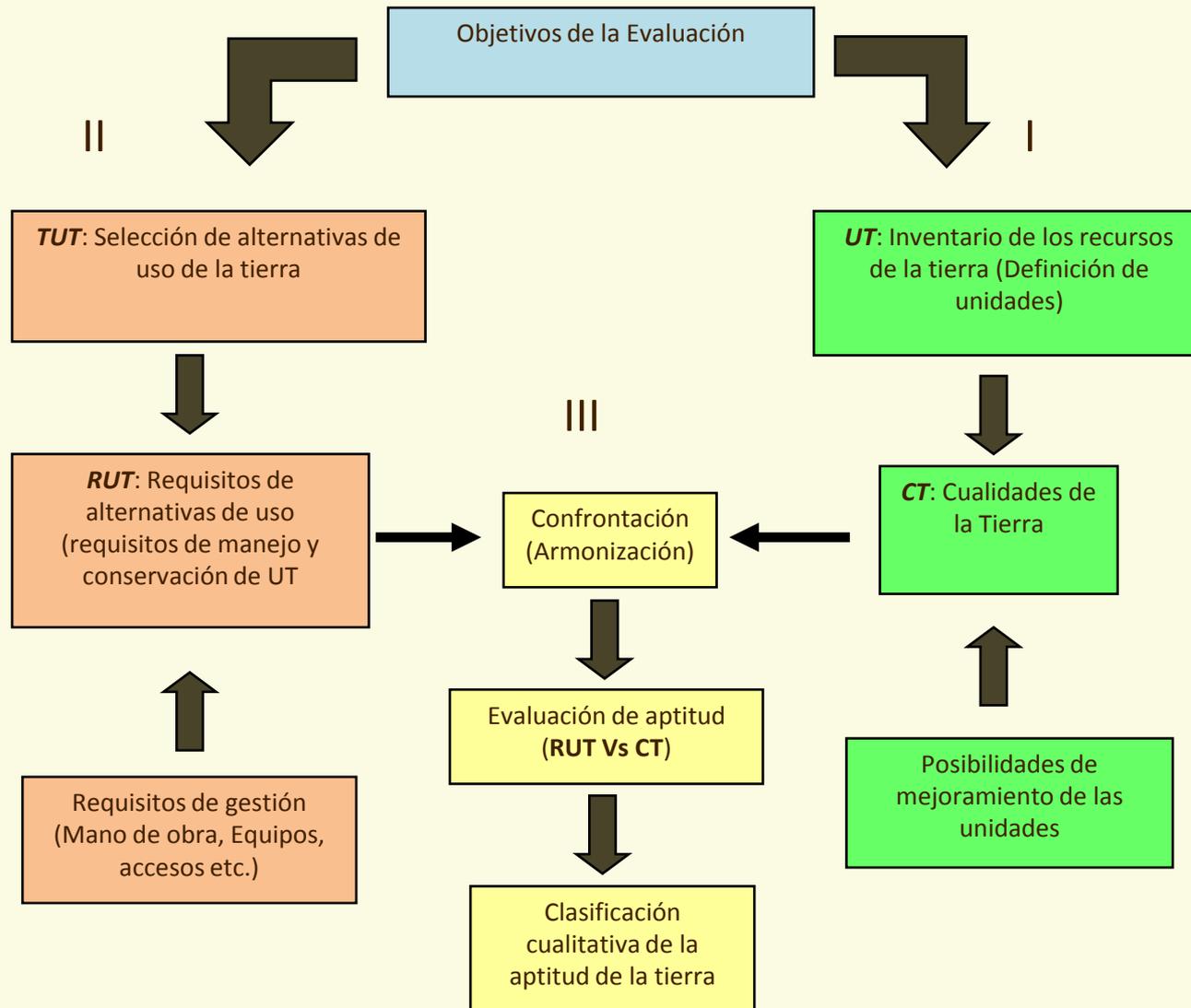
Es un sistema de EvT flexible y dinámico con un enfoque multidisciplinario y fundado en los siguientes principios (Van Diepen et al. 1991; Espinosa, 1996; Rossiter, Internet).

- a) Se evalúa y clasifica la aptitud de la tierra con respecto a tipos de uso específicos.
- b) Las recomendaciones en cuanto al uso y manejo de las diferentes unidades de tierra deben ser adoptados por los productores, por lo tanto, la evaluación debe corresponder al entorno social y económico del área de estudio.
- c) No se evalúa solamente el suelo, sino unidades de tierra, un concepto mucho más amplio.

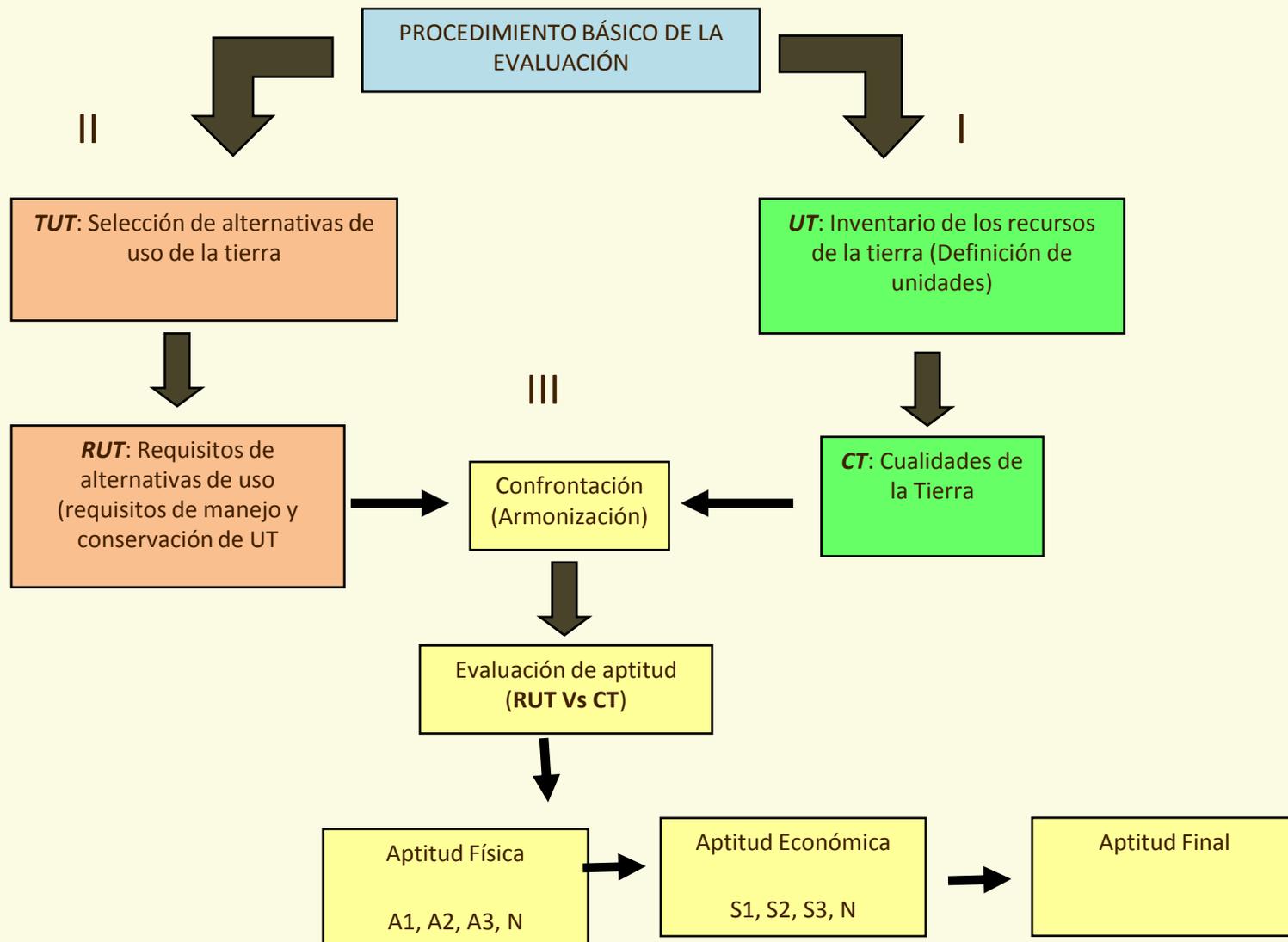
ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS DE LA FAO

- d) La evaluación requiere una comparación entre los beneficios que se pretende obtener y los insumos que se necesitan para los diferentes tipos de utilización de la tierra.
- e) La evaluación involucra un uso sostenido, debiéndose tomar en cuenta los efectos ambientales adversos de los usos y formas de manejo.
- f) Las evaluaciones deben referirse a dos o más alternativas de uso, para permitir comparaciones y dejar opciones de elegir. Al menos comparar los beneficios y efectos ambientales de un TUT con los del uso actual.

ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS DE LA FAO



ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS DE LA FAO



Principios Básicos

- 1) La aptitud de la tierra se evalúa con respecto a clases específicas de uso.
-  2) La evaluación implica la comparación d diferentes usos de la Tierra.
-  3) La evaluación de tierras requiere un método multidisciplinario, porque es necesario integrar conocimientos de edafología, agroclimatología, geomorfología, conservación de suelos, agronomía, uso de la tierra, sistemas de producción, economía y sociología, entre otros.
-  4) La evaluación se hace en términos relevantes al contexto físico, económico y social de la zona en consideración.
-  5) La aptitud de la tierra se refiere a un uso de carácter continuo, por consiguiente se deben tomar en cuenta los riesgos de erosión y otros tipos de degradación del suelo.
-  6) La evaluación implica la comparación de más de una clase de uso de la tierra.

Clasificación de la Aptitud de la Tierra.



Orden de aptitud: reflejan tipos de aptitud.

- **Clases de aptitud:** reflejan grados de aptitud dentro de los Ordenes.
 - **Subclases de aptitud:** reflejan tipos de limitación o tipos principales de medidas de mejoramiento requeridas, dentro de las Clases.
 - **Unidades de aptitud:** reflejan diferencias menores en el manejo requerido dentro de las Subclases.

 *Ordenes de aptitud de la tierra* indican si determinados tipos de tierra son aptos o no para el tipo de utilización asignado.

-
- Esta es la primera cosa que el usuario desea conocer, pues eliminando rápidamente la tierra inapta se puede ahorrar mucho esfuerzo y tiempo. Hay dos órdenes representados por los símbolos A y N:

 Orden A (apto): tierra sobre la cual el uso sostenido del tipo en consideración, se espera que rinda beneficios que justifiquen los insumos, sin riesgos de peligro inaceptable para los recursos de la tierra.

 Orden N (no apto): tierra que posee propiedades que parecen impedir el uso sostenido del tipo en cuestión.

 Las áreas que no se evalúan para un uso dado debido a que este uso se ha descartado por las presunciones de evaluación se muestran en los mapas y en las tablas con el símbolo NR, no relevante.

Clases de Aptitud

- ☞ Clase A1 (altamente apta) tierra que no presenta limitaciones significativas para la aplicación en forma sostenida del tipo de utilización dado, o solamente limitaciones menores que no reducirán significativamente la productividad o los beneficios y no aumentarán los insumos sobre un nivel aceptable.
- ☞ Clase A2 (moderadamente apta) tierra con limitaciones que sumadas, son severamente moderadas para la aplicación sostenida del tipo de utilización asignado; las limitaciones reducirán la productividad o los beneficios y aumentarán los insumos requeridos a tal punto, que la ventaja total derivada de su uso será apreciablemente inferior a la esperada en la clase A1.
- ☞ Clase A3 (marginalmente apta) tierra con limitaciones que en conjunto son severas, para la aplicación sostenida del tipo de utilización asignado, y reducirá la productividad o los beneficios, o aumentarán los insumos requeridos, al punto de que las inversiones serán solamente justificada marginalmente.

-
- ☞ Clase N1 (actualmente No apta) tierra con limitaciones que pueden ser superadas con el tiempo pero que no pueden ser corregidas con los conocimientos existentes a costos normalmente aceptables; las limitaciones son tan severas que impiden una aplicación exitosa y sostenida del tipo de utilización de tierra asignado.
 - ☞ Clase N2 tierra con limitaciones tan severas como para impedir cualquier (permanentemente no apta) posibilidad de aplicación exitosa y sostenida del tipo de utilización asignado.
 - ☞ Clase NR (no relevante) tierra que no ha sido evaluada para un tipo determinado de uso debido a que la aplicación de tal uso se ve impedida por las condiciones iniciales de evaluación.



Subclases de aptitud de la tierra. Estas reflejan tipos de limitaciones como por ejemplo deficiencia de humedad, susceptibilidad a la erosión. Estas limitaciones se indican por medio de letras subíndice, por ejemplo, subclases 2m, 2e. Solamente se mostrará la limitación mas importante, o en caso necesario, dos de igual importancia. No existen subclases dentro de la clase A1 ya que por definición esta no tiene limitaciones significativas.

Los símbolos para las subclases no son estándar y variarán de acuerdo con una u otra evaluación. Dentro de los símbolos de las subclases que son empleados, normalmente están los siguientes:

c: conservación

q: potencial de mecanización

e: susceptibilidad a la erosión

r: condiciones de enraizamiento

l: localización

t: régimen de temperatura

m: disponibilidad de humedad

w: drenaje (agua)

n: disponibilidad de nutrientes

z: salinidad/sodicidad

p: plagas y enfermedades

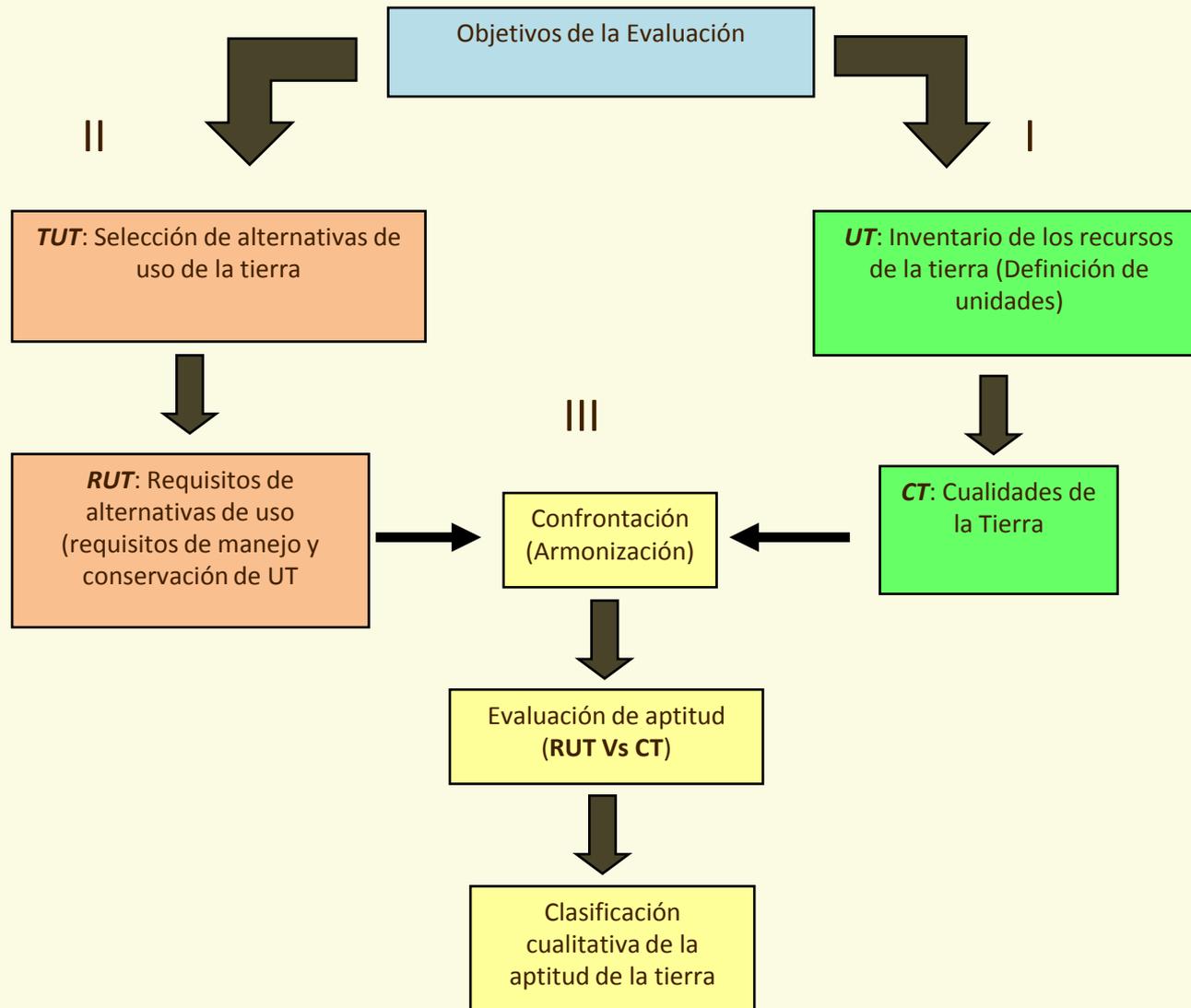
Las unidades de aptitud de la tierra son subdivisiones de una subclase.

Las unidades de aptitud difieren entre sí en las características de producción o en aspectos menores de sus requerimientos de manejo. La tierra dentro del orden N, no apropiado, no se subdivide. Las unidades se distinguen por medio de números precedidos de un guión: por ejemplo, $2m-1$, $2m-2$. No existe límite para el número de unidades reconocido dentro de una subclase.

Casi todas las evaluaciones se toman al menos al nivel de clases y subclases de aptitud y no subdividen en mayor detalle.

Las unidades de aptitud de tierra son principalmente empleadas en levantamientos detallados y en donde las especificaciones de manejo para diferentes tipos de uso lo requieren. Estas unidades permiten la interpretación a nivel de compartimento forestal.

ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS DE LA FAO



Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)

Un **TUT** es una forma de aprovechamiento de las tierras rurales, definida en base a sus productos y al marco socioeconómico y tecnológico de la producción.

Las directrices de evaluación de tierras para agricultura de secano (FAO, 1985) especifican los siguientes atributos a describir en la definición de un TUT.

- El número de atributos a describir y, en particular, su grado de precisión dependen de los objetivos y la escala del estudio.

1.- Productos, incluyendo bienes (cultivos, ganado, madera), servicios (p.ej. facilidades para recreación) u otros beneficios (p. ej. conservación de vida silvestre)

2.- Orientación del mercado (subsistencia o producción comercial).

3.- Intensidad de capital

4.- Densidad de mano de obra

5.- Fuentes de energía (p.ej. tracción animal, tractor)

6.- Conocimientos técnicos y actitudes de los usuarios de la tierra

7.- Tecnología empleada (p.ej. implementos y maquinaria, fertilizantes, alimentos concentrados, etc.)

8.- Infraestructura requerida (p.ej. plantas de secado, plantas de procesamiento, etc.)

9.- Tamaño y configuración de las explotaciones agrícolas

10.- Tenencia de la tierra

11.- Rendimientos y producción

12.- Niveles de ingreso

-
- 1.- Una plantación estatal de madera blanda para producción de pulpa, con alta inversión de capital, baja intensidad de trabajo y alta tecnología mecanizada.
 - 2.- Un bosque natural de propiedad del gobierno en una zona de embalse, con prioridad para producción de agua y conservación del suelo, y con funciones subsidiarias de conservación de vida silvestre.
 - 3.- Un bosque comunal mejorado para producción de leña y madera para uso doméstico operado con métodos manuales.

 El manejo forestal como un todo puede dividirse en un número de tipos principales de uso de la tierra, distinguidos sobre la base de propósitos primarios y el tipo de bosque.

Estos son los siguientes:

- Manejo forestal comercial
- Manejo forestal comunitario
- Manejo forestal ambiental
- Manejo forestal con fines recreativos



 El *manejo forestal de producción o comercial*, se dirige hacia el suministro de madera al mercado nacional o de exportación. Las plantaciones de bosques comerciales pueden subdividirse según el destino del producto; para madera o para pulpa.

 *El manejo forestal comunitario o social* está dirigido prioritariamente hacia las necesidades locales. La leña transportada manualmente para la venta en las ciudades cercanas constituye un caso intermedio entre las comerciales y sociales del bosque. La mayoría del manejo forestal con fines sociales se basó antiguamente en la colección de vegetación natural, con escasa o ninguna silvicultura planificada. Los rodales existentes en fincas y veredas establecidos por plantación, constituyen el equivalente social de la silvicultura de plantaciones.

 ..





El *manejo forestal de conservación o ambiental*, cubre casos en los que el objetivo primario es o la conservación de la naturaleza o la restauración de la tierra degradada.. Tal manejo puede subdividirse de acuerdo con los propósitos de recuperación. Estos propósitos pueden incluir manejo de cuencas hidrográficas, conservación del suelo, recuperación del suelo, conservación del germoplasma y de la vida silvestre, o usualmente varios de estos objetivos. El manejo forestal con fines recreativos frecuentemente combinado con objetivos ambientales, puede incluir actividades tanto comerciales derivadas del turismo como provisión de recreación.

Las directrices de evaluación de tierras para agricultura de regadío (FAO, 1990) proponen otros criterios adicionales, tales como sistema de cultivo (simple, múltiple o compuesto), método de riego, derechos de agua, infraestructura e insumos materiales.

Existen diversos medios para la identificación y selección de los TUT, incluyendo el análisis del uso actual de la tierra, la aptitud agroclimática aparente, opiniones de expertos, demanda del mercado y sugerencias o requisitos de los usuarios de la evaluación (FAO, 1985).

La selección y definición de los TUT debe ser realizada al inicio de la evaluación de tierras. sin embargo, en el transcurso de ella pueden sufrir modificaciones o pueden ser incluidos otros TUT que no habían sido considerados inicialmente. Por esto constituyen uno de los resultados de la evaluación. (Comerma y Machado, 1991).

Unidad de Tierra: una superficie de la tierra que posee características y cualidades específicas que pueden ser indicadas en un mapa.

TUT Simple: se especifica solo un tipo de uso que se realiza en una superficie de la tierra (ej. Maíz, Caña de azúcar bajo riego, etc.)

TUT Múltiple: expresa más de un tipo de uso simultáneamente efectuado en la misma superficie de la tierra, teniendo cada uno de ellos sus propios insumos, exigencias y productos (ej. Asociación maíz-fríjol-yuca).

TUT Compuesto: expresa más de un tipo de uso efectuado consecutivamente en la misma superficie de tierra (ej. Rotación maíz-Sorgo; Rotación Maíz fríjol).

Características y cualidades de la tierra

... son atributos de las unidades de tierra que determinan su comportamiento. Una característica de la tierra es un atributo de la tierra que puede ser medido en el campo o laboratorio. En cambio, las cualidades de la tierra son el resultado de las interacciones entre las características y las prácticas de manejo o el medio ambiente. Las cualidades no pueden ser medidas directamente; pero pueden ser estimadas a partir de las características.

Cualidades

Humedad disponible

Oxígeno disponible

Nutrientes disponibles

Condiciones de enraizamiento

Exceso de sales

Riesgos de erosión

Características

Precipitación, temperatura, textura

Profundidad al nivel freático

pH, CIC, PSB, % MO, P, K

Profundidad efectiva, textura, estructura,
densidad aparente

Conductividad eléctrica

Precipitación, pendiente, textura

La evaluación de la aptitud de la tierra usualmente se basa en el uso de cualidades estimadas a partir de características. Este enfoque presenta las siguientes ventajas:

- i- Las cualidades están directamente relacionadas con los requisitos de uso de la tierra. Esto permite preparar modelos de simulación para explicar las relaciones entre la tierra y el uso de la tierra.
 - ii- Las cualidades toman en cuenta las interacciones entre los factores ambientales.
 - iii- El número total de cualidades es bastante inferior al número de características de la tierra.
- La principal desventaja del uso de cualidades es la mayor complejidad del proceso de evaluación de tierras, porque se requieren etapas intermedias de conversión de las características a cualidades.

Cualidades y Características de la Tierra, para la agricultura de secano (FAO, 1985).

No.	CUALIDAD DE LA TIERRA	CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA CUALIDAD
1	Radiación Solar	<ul style="list-style-type: none">- Radiación solar (mw m^{-2})- Longitud del día (horas de sol).
2	Temperatura	<ul style="list-style-type: none">- Temperatura media mensual en la temporada de crecimiento ($^{\circ}\text{C}$).
3	Humedad disponible	<ul style="list-style-type: none">- Humedad total- Capacidad de retención de agua útil del suelo- Periodos críticos.- Riesgos de sequía.
4	Oxígeno disponible	<ul style="list-style-type: none">- Clase de drenaje del suelo.- Color y moteado del suelo.
5	Nutrimentos disponibles	<ul style="list-style-type: none">- Cantidad de nutrientes en el suelo superficial- pH- Óxidos de hierro libre

76	Retención de nutrimentos	<ul style="list-style-type: none"> - CIC - Suma de bases cambiables - Textura del suelo
77	Condiciones de enraizamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Profundidad efectiva del suelo (cm)
78	Condiciones para la germinación	<ul style="list-style-type: none"> - Índices de encostramiento.
79	Humedad del aire	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad relativa media mensual (%)
10	Condiciones para maduración	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad relativa media mensual (%) - Insolación durante la maduración (horas). - Temperatura (°C).
11	Riesgo de inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Período de inundación (días/año) - Frecuencia de inundaciones (probabilidad).
12	Riesgos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgos de heladas (probabilidad) - Riesgos de tormenta destructivas (probabilidad).

13	Salinidad	<ul style="list-style-type: none"> - Sales solubles (CE en dS/m). - Na Intercambiable (%)
14	Toxicidad del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Al intercambiable. - Carbonatos, Manganeso, Hierro.
15	Plagas y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad Relativa (%) - -Texturas del suelo.
16	Capacidad de laboreo	- Consistencia del suelo.
17	Posibilidades de mecanización	<ul style="list-style-type: none"> -Pendiente del terreno (%) -Rocosisdad. <p>Arcillas expansivas.</p>
18	Preparación y Limpieza del terreno	<ul style="list-style-type: none"> - Costos de preparación de la tierra. - Facilidad de limpieza de la vegetación natural.
19	Condiciones de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad Relativa en mes postcosecha (%). - Textura del suelo.
20	Condiciones que afectan el calendario de producción (producción fuera de temporada)	<ul style="list-style-type: none"> - Datos sobre floración o maduración. - Fechas para recoger cosecha.
21	Acceso dentro de la unidad de Manejo	<ul style="list-style-type: none"> - Formas del terreno. - Obstáculos a los caminos
22	Tamaño de la unidad de Manejo	Tamaño mínimo de la unidad (Ha)
23	Ubicación con relación a los mercados y/o suministros	<ul style="list-style-type: none"> - Distancia a centros (km) - - Costos del transporte hasta el centro.
24	Riesgos de erosións	USLE; IRE
25	Riesgos de degradación	<p>Degradación física: encostramiento; compactación (g/cm³).</p> <p>Degradación Química (acidificación).</p> <p>Degradación Biológica (pérdida de MO)</p>

Cualidades de la Tierras para la agricultura Bajo riego (FAO,1990).

No.	CUALIDAD DE LA TIERRA
CT1	Periodo vegetativo
CT2	Radiación Solar
CT3	Temperatura
CT4	Condiciones de enraizamiento
CT5	Oxigeno disponible
CT6	Humedad disponible
CT7	Nutrimientos disponibles
CT8	Calidad del agua de riego
CT9	Salinidad
CT10	Sodicidad
CT11	Toxicidad del Suelo
CT12	Ataque de plagas
CT13	Riesgos dimáticos
CT14	Ubicación con relación a los mercados y/o suministros
CT15	Manejo en la aplicación del agua
CT16	Condiciones que afectan el manejo agronomico
CT17	Condiciones que afectan la cosecha y postcosecha
CT18	Posibilidades de mecanización
CT19	Preparación y limpieza de la tierra
CT20	Protección contra inundaciones
CT21	Drenaje
CT22	Nivelación de la Tierra
CT23	Aplicación de enmiendas
CT24	Necesidades de lixiviación para recuperación de tierras
CT25	Duración del periodo de recuperación
CT26	Infraestructura de riego
CT27	Prevención de riesgos de salinidad y sodicidad
CT28	Control de aguas superficiales y subterráneas
CT29	Riesgos de erosión
CT30	Riesgos de deterioro ambiental
CT31	Actitudes de los agricultores al riego
CT32	Factores socioeconomico que influye en el riego.

Cualidades de la Tierra para la Producción Forestal (FAO, 1985).

No.	CUALIDAD DE LA TIERRA
CT1	Radiación Solar
CT2	Temperatura
CT3	Humedad disponible
CT4	Drenaje
CT5	Nutrientes disponibles
CT6	Retención de nutrientes Condiciones de enraizamiento
CT7	Condiciones que afectan el establecimiento
CT8	Salinidad y sodicidad
CT9	Toxicidad del Suelo
CT10	Riesgos a incendios
CT11	Riesgo de inundaciones
CT12	Ataque de plagas
CT13	Condiciones que afectan la explotación forestal
CT14	Volumen de madera presente
CT15	Rendimiento de madera
CT16	Posibilidades de mecanización
CT17	Disponibilidad de agua para la fauna silvestre
CT18	Preparación y Limpieza del terreno
CT19	Tamaño de la unidad de Manejo
CT20	Ubicación con relación a los mercados y/o suministros
CT21	Riesgos de erosión
CT22	Presencia de animales y plantas de alto valor
CT23	Presencia de escenarios y valores turísticos

Cualidades de la Tierra para la Ganadería extensiva (pastizales) (FAO, 1991).

No.	CUALIDAD DE LA TIERRA
CT1	Radiación Solar
CT2	Temperatura
CT3	Humedad disponible
CT4	Oxígeno disponible
CT5	Nutrientes disponibles
CT6	Condiciones de enraizamiento
CT7	Condiciones para la germinación y el establecimiento
CT8	Riesgo de inundaciones
CT9	Salinidad del suelo
CT10	Toxicidad del Suelo
CT11	Riesgos a incendios
CT12	Ataques de plagas
CT13	Condiciones de conservación de forraje
CT14	Riesgos biológicos
CT15	Disponibilidad de agua para los animales
CT16	Protección a efectos climáticos
CT17	Acceso dentro de la unidad de Producción
CT18	Ubicación con relación a los mercados y/o suministros
CT19	Posibilidades de mecanización
CT20	Tamaño de la unidad de Manejo
CT21	Preparación y acondicionamiento de la Tierra
CT22	Condiciones que afectan la rotación de potreros
CT23	Riesgos de erosión

Selección de las cualidades de la tierra relevantes para la evaluación

No todas las cualidades de la tierra son útiles para evaluar la adaptabilidad de un conjunto determinado de TUT en una región particular. Con frecuencia las variaciones de la producción dependen, en su mayor parte, de sólo tres o cuatro cualidades relevantes.

Una cualidad de la tierra es relevante para una evaluación sólo si se cumple con las tres condiciones siguientes (FAO, 1985):

1).- La cualidad tiene un efecto conocido sobre los cultivos o las clases de uso de la tierra considerados en la evaluación.

2).- En la zona estudiada existen valores críticos de la cualidad, que pueden perjudicar o favorecer ese cultivo o ese uso.

3).- La información necesaria para evaluar esa cualidad puede ser obtenida en forma práctica a partir de información publicada o mediante estudios.

Es importante destacar que la selección de las cualidades relevantes para la evaluación de tierras en una determinada región debe ser realizada para cada TUT por separado. Una cualidad puede ser importante para un TUT pero no para otros.

Requisitos de uso de la tierra

Son las condiciones de la tierra necesarias para garantizar el desarrollo exitoso de cada TUT. Así, para cada TUT es necesario establecer:

- 1).-Las mejores condiciones para su desarrollo.
- 2).-Las condiciones que no son las mejores pero que aún son aceptables.
- 3).-Las condiciones no satisfactorias.

Los requisitos se agrupan en tres clases:

- 1) Requisitos del cultivo: relacionados con las necesidades fisiológicas de los cultivos.
- 2) Requisitos de manejo: relacionados con la tecnología de cada TUT.
- 3) Requisitos de conservación: relacionados con la prevención de la degradación del suelo.

Clasificación por factores

☞ Cada requisito de uso de la tierra está relacionado con una cualidad de la tierra a través de una “clasificación por factores” (grado de limitación). Esta es un conjunto de valores que indica en qué grado cada requisito de uso de la tierra es satisfecho por las condiciones particulares de la cualidad de la tierra correspondiente.

Ejemplo de criterios para definir los límites entre las clases a1, a2, a3 y n en la clasificación por factores

Clase de la clasificación por factores	Definiciones en términos de rendimiento:	Definiciones en términos de insumos:
a1 (limitación ligera)	Más del 80%	Ninguna
a2 (limitación moderada)	40-80%	Se necesitan insumos, que probablemente serán realizables y económicos.
a3 (limitación fuerte)	20-40%	Se necesitan insumos que son practicables pero sólo son económicos en circunstancias favorables.
n (limitación severa)	20%	Rara vez o nunca las limitaciones pueden ser superadas mediante insumos o prácticas de manejo.

Ejemplo del Método para Identificar y Presentar los Requisitos de un TUT. Cultivo: Sorgo

REQUISITOS DEL CULTIVO			CLASIFICACIÓN POR FACTORES			
Cualidad de la tierra	Fáctor diagnóstico	Unidad	Limitación ligera a1	Limitación moderada a2	Limitación fuerte a3	Limitación severa n
Oxígeno disponible	Clase de drenaje del suelo	Clase	Buen drenaje a excesivo	Drenaje moderadamente bueno	Drenaje imperfecto	Drenaje pobre o Muy pobre
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	> 120	50 - 120	30 - 50	< 30
Nutrientes disponibles	Reacción del suelo	pH	5,5 - 7,5	4,8 - 5,5 y 7,5 - 8,0	4,5 - 5,5 y 8,0 - 8,5	< 4,5 y < 8,5

Armonización de los Requisitos de Uso de la Tierra con las Cualidades de la Tierra

Los requisitos de uso de cada TUT son comparados con las cualidades de cada unidad de tierra, para obtener una clase general de aptitud para cada TUT, en cada unidad de tierra. Este proceso recibe el nombre de armonización, porque en el mismo el paquete tecnológico de cada TUT es ajustado a las condiciones de cada unidad de tierra.

FAO (1985) reconoce las siguientes etapas en el proceso de armonización:

- 1- Armonización inicial de los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la tierra.
- 2- Examen provisorio e iteración (repetición).
- 3- Mejoramiento de la tierra.
- 4- Análisis del impacto ambiental.
- 5- Análisis económico y social.
- 6- Revisión y comprobación de campo.
- 7- Clasificación de aptitud de la tierra

Las etapas de la evaluación de la aptitud general de la tierra son las siguientes:

-  i- evaluación de la aptitud de los cultivos considerados;
-  ii- evaluación de la aptitud relacionada con el manejo;
-  iii- evaluación de la aptitud relacionada con los riesgos de erosión y degradación del suelo;
-  iv- combinación de las etapas anteriores en clases generales de aptitud para los TUT;

Evaluación de la aptitud de los cultivos (Cualidades 1-15)

☞ En general, se dispone de cuatro métodos diferentes para combinar las clasificaciones de aptitud de las cualidades individuales ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$) en una aptitud general ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$) de cada unidad de tierra para cada TUT:

- ☞ i- combinación subjetiva
- ☞ ii- condiciones limitativas
- ☞ iii- procedimientos aritméticos
- ☞ iv- preparación de modelos o una combinación de estos métodos.

Armonización de las cualidades relacionadas con el manejo (cualidades de la tierra 16-23)

Pueden ser evaluadas de dos maneras:

- ☞ i- En forma genérica. Por ejemplo, las posibilidades de mecanización se evalúan para el caso general de los cultivos mecanizados. Este procedimiento es más simple y es apropiado para las evaluaciones que abarcan grandes regiones o muchos cultivos diferentes
- ☞ ii- En relación a cada TUT particular . Este procedimiento es más apropiado para evaluaciones más especializadas e intensivas.

Armonización de las cualidades relacionadas con los requisitos de conservación (cualidades de la tierra 24 y 25).

Riesgo de erosión: el procedimiento de armonización consiste en determinar la pérdida estimada de suelo de cada TUT en cada unidad de tierra. Cualquier combinación de uso de la tierra que exceda la tasa máxima permitida de pérdida se considera como inadecuada.

Riesgo de degradación del suelo: se determina la intensidad apropiada del cultivo, basada en el requisito de los períodos de descanso adecuados al clima, al suelo y a los niveles de insumos. En el proceso de armonización se debe determinar si la intensidad del cultivo del TUT es mayor o menor que la intensidad necesaria para la unidad de tierra.

Evaluación económica de la tierra

 La EET predice el valor de establecer un TUT determinado en una UT particular. Rossiter (1995) considera que la EET proporciona al usuario una predicción más útil de la aptitud de la tierra que la simple evaluación física, por las siguientes razones:

 1- La EFT no provee una base objetiva para comparar diferentes TUT, porque las diferentes restricciones físicas de la tierra no poseen una escala común de medición.

 2- Las clases de aptitud física de la tierra no pueden ser utilizadas para determinar el valor relativo de áreas de tierra aun con respecto a un sólo TUT, porque utilizan una escala ordinal (A1, A2, A3, N) con unidades arbitrarias de medición, sin un origen inherente.

 3- Los usuarios de la tierra y los planificadores de proyectos frecuentemente toman sus decisiones basados en el valor económico predicho para el proyecto.

Clases de aptitud económica

	Clases de Aptitud	Margen bruto de la explotación por ha (unidades monetarias)
Tierras aptas (A)	A1: Sumamente apta	>200
	A2: Moderadamente apta	100 - 200
	A3: Marginalmente apta	25 -100
Tierras no aptas (N)	N1: Económicamente no apta	<25
	N2: Físicamente no apta	

Estructura de Clasificación de la FAO

A - Apta	La tierra puede soportar indefinidamente el aprovechamiento y los beneficios justifican los insumos
A1 Altamente Apta	Tierra sin limitaciones importantes para el uso propuestos
A2 Moderad. Apta	Tierra apropiada para el uso propuesto, pero con limitaciones que reducen la productividad o aumentan los insumos para mantener la productividad en comparación con los que se necesitan en la tierra A1
A3 Marginalmente Apta	Tierras con limitaciones tan graves que los beneficios se reducen y/o los insumos necesarios para mantener la producción aumentan de forma que este costo solo se justifica marginalmente.
N No Apta	Tierra que no puede soportar el aprovechamiento sobre una base sostenida, o tierra en la que los beneficios no justifican los insumos necesarios.
N1 Actualmente No apta	Tierra con limitaciones para el aprovechamiento sostenido que no pueden superarse al costo actualmente aceptable.
N2 Permanentemente No Apta	Tierras con limitaciones para el aprovechamiento sostenido, que son imposibles de superar.



Aptitud de la Tierra

La APTITUD define el *grado de idoneidad* de una determinada unidad de tierra para un determinado tipo de uso de la tierra:

- **Altamente apta (A1)**
- **Moderadamente apta (A2)**
- **Marginalmente apta (A3)**
- **No apta (N)**

Categorías de Aptitudes de las Tierras, según FAO

Orden de APTITUD	Clase de APTITUD	DESCRIPCION
A (Tierras APTAS)	A1 (altamente apta)	Tierras sin limitaciones importantes para el uso propuesto.
	A2 (moderadamente apta)	Tierra apropiada para el uso propuesto, pero con limitaciones que reducen la productividad o aumentan las necesidades de insumos.
	A3 (marginamente apta)	Tierra con limitaciones tan graves para el uso propuesto que los beneficios se reducen y/o los insumos para sostener la producción aumentan de forma que este costo solo se justifica marginalmente
N (Tierras NO APTAS)	N1 (actualmente no apta)	Tierra con limitaciones para el aprovechamiento sostenido del uso propuesto que no pueden superarse al costo actualmente aceptable.
	N2 (permanentemente no apta)	Tierra con limitaciones para el aprovechamiento sostenido, que son imposibles de superar.

Evaluación de Tierras



zonificación

📄 “Es el estudio, análisis y delimitación de zonas homogéneas en lo que se refiere a los recursos físicos y socioeconómico con el propósito de lograr su mejor aprovechamiento e incluye el concepto de instalación y reubicación de las actividades y servicios del sector agrícola”

– Armuelles (1969).

Capacidad de uso

El propósito de este método para evaluar la tierra es interpretar la relación entre el medio físico natural y las prácticas de manejo de suelos, para agrupar las unidades de tierra de acuerdo a su capacidad para producir planta cultivadas comunes, pastos y árboles, por un largo período de tiempo, sin riesgo de deteriorar el suelo.

Aptitud de la Tierra

- ☞ Capacidad de un tipo de tierra para una clase específica de utilización de tierra (FAO,1985).
- ☞ La aptitud es una predicción del comportamiento del cultivo, en cada unidad de tierra, bajo las condiciones específicas de manejo.

Qué es Suelo?

“Es un cuerpo natural tridimensional, compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que se encuentra en la superficie terrestre. Limita en la parte superior con la Atmósfera y la Biosfera, en la inferior con la Litosfera (sedimentos, rocas y regolitos) y lateralmente con otros suelos, o con cuerpos que no son suelo (rocas, cuerpos de agua, etc). Está compuesto por capas u horizontes, más o menos paralelas a la superficie resultantes de procesos de ganancias, pérdidas, transportes y transformaciones denominados procesos pedogenéticos (USDA, 1998; Elizalde *et al*, 2000).