

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGÍA
ASIGNATURA: MANEJO DE SUELOS Y EVALUACIÓN DE TIERRAS.



EVALUACION DE TIERRAS (Modulo II)

Guía de práctica
VERSIÓN ANTERIOR USADA EN LA CLASE PRÁCTICA.
(ETAPA II Y III)

Maracay, enero del 2017.

ETAPA II

PRÁCTICA 7: EVALUACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO AGROPECUARIO

OBJETIVOS

- i. Identificar en el campo información del suelo y el paisaje relevante para la evaluación de tierras por capacidad de uso.
- ii. Calificar los factores específicos que determinan la capacidad de uso agropecuario de la tierra.
- iii. Calificar unidades de tierra por su capacidad de uso agropecuario, de acuerdo al método de Comerma y Arias, para dos niveles de manejo agrícola.

La clasificación por capacidad de uso evalúa el potencial de la tierra para producir cultivos comunes, pastos y bosques en forma sostenible. La misma ordena las tierras en ocho clases de acuerdo al grado creciente de limitación para uso agrícola. Cada clase de tierras es dividida en diferentes subclases según el tipo de limitación y en unidades de capacidad con similares posibilidades de uso y requerimientos de manejo y conservación.

Comerma y Arias (1971) propusieron una modificación del procedimiento de clasificación de la capacidad de uso de la tierra, para su aplicación en Venezuela. La misma consiste en una semicuantificación, en forma de tablas, de los principales factores físicos que determinan la capacidad de uso de la tierra. La disponibilidad de una tabla diferente para cada zona bioclimática y cada nivel tecnológico permite tomar en consideración el efecto del clima y del manejo sobre la capacidad de uso de la tierra.

La aplicación del procedimiento de Comerma y Arias para clasificar las tierras por su capacidad de uso incluye la siguiente secuencia de pasos:

1. Caracterizar las condiciones climáticas del área a clasificar e identificar su correspondiente zona de vida, según la clasificación de Holdridge.
2. Describir el nivel o niveles tecnológicos de manejo (usual y mejorado) potencialmente aplicables por el productor.
3. Calificar los factores específicos que determinan la capacidad de uso agropecuario de la tierra para cada nivel de manejo previsto.
4. Identificar la clase, subclase general y específica y unidad de capacidad de uso de la tierra en función de la zona de vida del área a clasificar, el nivel tecnológico de manejo y la valoración obtenida de los factores físicos que determinan la capacidad de uso.

En esta actividad práctica se clasificarán en el campo diferentes unidades de tierra de acuerdo a su capacidad de uso agropecuario, por medio del procedimiento referido.

CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL ÁREA A CLASIFICAR

Describe las condiciones climáticas que prevalecen en el área de ocurrencia de las unidades de tierra a clasificar:

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

NIVELES TECNOLÓGICOS DE MANEJO

La clasificación por capacidad de uso depende de las condiciones de la tierra; pero estas condiciones pueden ser modificadas, dentro de ciertos límites, por las prácticas de manejo que aplica el agricultor. En Venezuela, el manejo aplicado por los agricultores tiene una gran amplitud de variación, desde una agricultura de subsistencia con bajos insumos, hasta una agricultura intensiva altamente tecnificada. Para adaptarse a esta realidad Comerma y Arias propusieron evaluar la capacidad de uso de la tierra para dos niveles de manejo diferentes: uno usual (agricultura de secano) y otro mejorado (con riego o drenaje externo). Aún así, las prácticas incluidas dentro de cada uno de estos niveles de manejo pueden ser variadas, lo cual puede afectar la clasificación por capacidad de uso de la tierra. Por eso, esta clasificación requiere como premisa una descripción detallada de las prácticas que el clasificador supone que serán aplicadas en cada nivel de manejo.

Descripción de los niveles de manejo:

<u>Nivel de Manejo</u>	<u>Prácticas Aplicadas</u>
Usual:	
Mejorado:	

CAPACIDAD DE USO DE LA PRIMERA UNIDAD DE TIERRA

Con la ayuda del docente, identifique en el campo las unidades de tierra correspondientes a valle (cubeta o depresión marginal de $Q_0 - Q_1$), piedemonte (glacis de explayamiento de $Q_0 - Q_1$) y montaña (ladera media de $Q_0 - Q_1$). Seleccione un sitio de muestreo representativo de la unidad de tierra y realice una observación del suelo con el barreno. Describa las propiedades del suelo y complete la información siguiente:

Identificación de la unidad de tierra:			
Pendiente general:			
Microrrelieve:			
Pedregosidad superficial:			
Erosión actual o pasada:			
Textura y color por horizonte:	Profundidad(cm)	Textura	Color
Profundidad efectiva (cm):			
Drenaje Externo:			
Profundidad al nivel freático (cm):			
Drenaje Interno:			
Inundación:			

En el Cuadro 7.0 califique cada factor específico de la unidad de tierra para el nivel de manejo usual, de acuerdo a los criterios presentados en el Cuadro 7.1. En la tercera columna del cuadro coloque la descripción del factor en palabras y en la cuarta columna su calificación en números. Por lo pronto deje en blanco la última columna.

En el anexo se han incluido descripciones de otros perfiles de suelo realizadas en las unidades de tierra clasificadas en esta práctica. Usted puede utilizar estas descripciones, particularmente los análisis de laboratorio, para complementar sus observaciones de campo.

Una de las mayores dificultades se presenta en la evaluación objetiva de la condición de Fertilidad (f). La fertilidad usualmente, no puede ser evaluada con un solo indicador sintético. Es necesario considerar en forma conjunta varias propiedades del suelo relacionadas con la disponibilidad y retención de nutrientes. Se debe dar énfasis a los primeros horizontes, en donde se desarrolla el sistema radical de las plantas cultivadas.

De acuerdo a la tabla anexa al final de esta guía “Algunos Criterios para la determinación del nivel de Fertilidad en los Suelos” y en base al cuadro de análisis del laboratorio de la unidad de tierra determine el nivel de fertilidad del suelo y califique este factor específico.

Cuadro 7.0. Calificación de Factores Específicos de la unidad de tierra
_____. Nivel de Manejo Usual

Identificación del sitio	Factores Específicos	Descripción	Calificación	Clase de Capacidad
Tipo de paisaje:	Pendiente (p)			
	Microrrelieve (m)			
	Erosión (e)			
	Textura (g)			
	Pedregosidad (r)	Ligera	1	
	Profundidad (h)			
	Sales (s)			
	Limitaciones de Fertilidad (f)			
	Permeabilidad (c)			
	Drenaje Interno (n)			
	Drenaje Externo (a)			
	Inundación (i)			

Califique los factores específicos para el nivel de manejo mejorado en el Cuadro 7.2. Al hacerlo tome en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Si el factor no puede ser modificado por las prácticas incluidas en la descripción del nivel de manejo mejorado, su calificación no debe variar con respecto al nivel de manejo usual. Por ejemplo la pendiente del terreno puede ser modificada sólo por medio de la construcción de terrazas. Pero esa práctica de mejoramiento no es común en Venezuela.
- Si el factor no es limitante no es necesario modificarlo. Así, si el drenaje externo ha sido calificado como moderado en el nivel de manejo usual, no tiene sentido calificarlo como rápido en el nivel mejorado.
- Al modificar un factor se debe ser más bien conservador y mejorarlo sólo en un grado. Por ejemplo, si el drenaje externo es muy lento en el nivel de manejo usual es preferible considerarlo como lento en lugar de moderado en el nivel mejorado.

**CUADRO 7.1. EVALUACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE
USO CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES ESPECÍFICOS**

FACTORES	C A L I F I C A C I O N					
	1	2	3	4	5	6
Pendiente (p)	0-3 %	3-8 %	8-20 %	20-45 %	45-60 %	> 60 %
Microrrelieve (m)	Plano	Ondulac. Muy Espaciadas	Ondulac. igual Anch/Profund.	Ondulaciones Profundidad		
Erosión (e)	Ligera	Moderada	Fuerte	Severa		
Textura (g)	a-aF	Fa-F-FAa	FL-FAL-FA-L	AL-Aa-A		
Pedregosidad (r)	Ligera	Moderada	Fuerte	Muy Fuerte	Severa	
Profundidad (h)	> 100 cm	50 – 100 cm	25 – 49 cm	< 25 cm		
Sales (s)	Ligera	Moderada	Fuerte	Severa		
Limitaciones de Fertilidad (f)	Ligera	Moderada	Fuerte	Severa		
Permeabilidad (c)	Muy Lenta	Lenta	Moderada	Rápida		
Drenaje Interno (n)	Muy Lento	Lento	Moderado	Rápido		
Drenaje Externo (a)	Empozado	Muy Lento	Lento	Moderado	Rápido	
Inundación (i)	Sin	Ocasional	Frecuente	Muy Frecuente		

Fuente: Sánchez *et al.* (1978)

Clasificación de unidades de tierra por su capacidad de uso

Para cada zona de vida y cada nivel de manejo agrícola, se ha diseñado una matriz de interpretación. Así, los Cuadros 7.3 y 7.4 muestran las matrices de clasificación por capacidad de uso para el Bosque Seco Tropical con los niveles de manejo usual y mejorado, respectivamente. Cada matriz está organizada de forma tal 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 intervalo de calificaciones que se acepta en una clase determinada.

Cuadro 7.2. Calificación de Factores Específicos de la unidad de tierra
_____. Nivel de Manejo Mejorado

Identificación del sitio	Factores Específicos	Descripción	Calificación	Clase de Capacidad
Tipo de paisaje:	Pendiente (p)			
	Microrrelieve (m)			
	Erosión (e)			
	Textura (g)			
	Pedregosidad (r)	Ligera	1	
	Profundidad (h)			
	Sales (s)			
	Limitaciones de Fertilidad (f)			
	Permeabilidad (c)			
	Drenaje Interno (n)			
	Drenaje Externo (a)			
	Inundación (i)			

CUADRO 7.3. INTERPRETACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO PARA NIVEL DE MANEJO USUAL (BOSQUE SECO TROPICAL)

ZONA DE VIDA	PRECIPTACION (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

	T TOPOGRAFIA		E EROSION	S SUELO						D DRENAJE		
FACTOR	PENDIENTE P	MICRORE-LIEVE m	EROSIÓN e	TEXTURA g	PEDREGOSI-DAD Y ROCOSIDAD r	PROFUN-DIDAD h	SALINI-DAD s	FERTILI-DAD f	PERMEA-BILIDAD c	DRENAJE INTERNO n	DRENAJE EXTERNO A	INUNDACIÓN 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

**CUADRO 7.4. INTERPRETACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO PARA NIVEL DE MANEJO MEJORADO
(BOSQUE SECO TROPICAL)**

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

Compare la matriz de manejo usual Cuadro 7.2 con la calificación de factores realizada en el Cuadro 7.0. Complete la última columna de este cuadro con la clase de capacidad correspondiente a la calificación de cada factor específico.

La capacidad de uso de una unidad de tierra está determinada por el factor específico más limitante. Supongamos, por ejemplo, que todos los factores específicos de una unidad de tierra dada son aceptados por la clase I; pero el suelo tiene limitaciones moderadas de fertilidad y 60 cm de profundidad efectiva. Al aplicar los criterios del Cuadro 7.1 ambos factores fertilidad y profundidad reciben calificación 2. De acuerdo a la matriz de manejo usual Cuadro 7.2 el factor fertilidad no es aceptado por la clase I pero si por la clase II. Por su parte, el factor profundidad limita la capacidad de uso de la tierra a la clase III. Como resultado, la clasificación por capacidad de uso de esta unidad de tierra, para el nivel de manejo usual, es clase III, subclase general IIIS (porque el atributo limitante que lo hizo descender a ese nivel de un atributo del suelo), subclase específica IIIh (porque la profundidad es el factor más limitante) y unidad de capacidad IIIh2 (porque la clasificación final es determinada por la calificación 2 del factor h).

Note que en el ejemplo citado se destacan las siguientes reglas de nomenclatura:

La clase de capacidad es un número romano que indica solamente el grado de limitación de la unidad de tierra.

- La subclase general incluye la identificación de la clase de capacidad y una letra mayúscula que indica el tipo de limitación general de la unidad de tierra. Las letras usadas para indicar la subclase general aparecen en el encabezamiento de la matriz de interpretación.
- En la subclase específica se a la clase las letras que identifican el los factores particulares que determinan la clase de capacidad de uso de la tierra (los más limitantes). Note que en el ejemplo la fertilidad (f) no aparece indicada en la subclase específica porque, a pesar de haber sido identificada también como un factor limitante, hizo descender la capacidad de uso de la tierra sólo hasta la clase II.
- En la unidad de capacidad se agrega la calificación de cada uno de los factores específicos que determinan la clase.

Identifique la clase, la subclase general, la subclase específica y la unidad de capacidad de la unidad de tierra evaluada, tanto para el nivel de manejo usual como el mejorado.

Unidad de Tierra:	Nivel de Manejo Usual	Nivel de Manejo Mejorado
Clase de Capacidad de uso		
Subclase General		
Subclase Específica		
Unidad de Capacidad		

Realice un procedimiento similar al anterior, y clasifique las otras unidades de tierras indicadas por el docente

Identificación de la Unidad de tierra:	Nivel de Manejo Usual		Nivel de Manejo Mejorado	
	Calificación de Factores Específicos	Clase de Capacidad de uso	Calificación de Factores Específicos	Clase de Capacidad de uso
Pendiente (p)				
Microrrelieve (m)				
Erosión (e)				
Textura (g)				
Pedregosidad (r)				
Profundidad (h)				
Sales (s)				
Limitaciones de Fertilidad (f)				
Permeabilidad (c)				
Drenaje Interno (n)				
Drenaje Externo (a)				
Inundación (i)				

Unidad de Tierra:	Nivel de Manejo Usual	Nivel de Manejo Mejorado
Clase de Capacidad de uso		
Subclase General		
Subclase Específica		
Unidad de Capacidad		

Identificación de la	Nivel de Manejo Usual		Nivel de Manejo Mejorado	
Unidad de tierra:	Calificación de Factores Específicos	Clase de Capacidad de uso	Calificación de Factores Específicos	Clase de Capacidad de uso
Pendiente (p)				
Microrrelieve (m)				
Erosión (e)				
Textura (g)				
Pedregosidad (r)				
Profundidad (h)				
Sales (s)				
Limitaciones de Fertilidad (f)				
Permeabilidad (c)				
Drenaje Interno (n)				
Drenaje Externo (a)				
Inundación (i)				

Unidad de Tierra:	Nivel de Manejo Usual	Nivel de Manejo Mejorado
Clase de Capacidad de uso		
Subclase General		
Subclase Específica		
Unidad de Capacidad		

Representación cartográfica

Dibuje un croquis a mano alzada del área clasificada en el cual represente la ubicación aproximada de algunos rasgos geográficos de referencia (caminos, edificaciones, cercas, ríos, etc.), los sitios de muestreo y los límites de las unidades de tierra clasificadas. Represente sobre el croquis los resultados de la clasificación y agregue la orientación del Norte, así como una escala gráfica aproximada. ¿Cuántos puntos de muestreo serían necesarios para transformar este croquis en un mapa confiable a escala 1:25 000, si se requiere una observación por cada 2 cm² del mapa?

ANEXOS DE LA PRÁCTICA 7

ALGUNOS CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE FERTILIDAD EN LOS SUELOS			
PROPIEDAD	NIVEL DE FERTILIDAD		
	ALTO	MEDIO	BAJO
% MO (epipedón)	> 1	1-0.6	< 0.6
CIC (cmol/kg suelo)	> 20	10-20	< 10
% SB	> 50	50-35	< 35
% Ca cambiabile	> 65%	55-65%	< 55%
% Mg cambiabile	>10%	5-10%	< 5%
% (Ca + Mg) cambiabile	> 75	60-75	< 60
Ca/Mg cambiabile	4 - 7	2 - 4 7 - 9	< 2 > 9
% Potasio intercambiable	> 10	5 - 10	< 5
% Sodio intercambiable (P S I)	< 5	5-15	> 15
Kint/Na int	> 2	1-2	< 1
% Al cambiabile	< 10%	10-45%	> 45%
CE (1:5) (dS/m)	< 0.5	0.5-2	> 2
pH (1:2.5)	6-7.5	5.5-6.0 o 7.5-8.0	< 5.5 o > 8.0

Los atributos a tomar en cuenta para la fertilidad será el promedio ponderado de los primeros 50 cm de profundidad, salvo para la MO, que será el contenido del epipedón.

CALIFICACIÓN DE LA FERTILIDAD

1. LIGERAS LIMITACIONES

- 1.1.-Cuando el suelo cumple con la cantidad de 13, 12, 11, 10 o 9 propiedades pertenecientes al nivel de fertilidad ALTO, y las demás propiedades corresponden al resto de los niveles. (Exceptuando el punto 2.2)

2. MODERADAS LIMITACIONES

- 2.1.-Cuando el suelo cumple con la cantidad de 13, 12, 11, 10 o 9 propiedades, pertenecientes al nivel de fertilidad MEDIO, y las demás propiedades corresponden al resto de los niveles.
- 2.2.-Cuando el suelo cumple con la cantidad de 9 propiedades pertenecientes al nivel ALTO, y las cuatro propiedades restantes corresponden al nivel de fertilidad BAJO.
- 2.3.-Cuando el suelo cumple con la cantidad de 8 o 7 propiedades pertenecientes al nivel MEDIO, y 6, 5 y 4 propiedades correspondientes al nivel de fertilidad ALTO.
- 2.4.-Cuando el suelo cumple con 7, 6, 5 o 4 propiedades pertenecientes al nivel ALTO, y tiene 5, 6 o 7 propiedades en el nivel MEDIO.
- 2.5.-Cuando el suelo cumple con 6, 5 o 4 propiedades pertenecientes al nivel ALTO, y 4, 3, 2 o 1 propiedad en el nivel BAJO.

3. FUERTES LIMITACIONES

- 3.1.-Cuando el suelo cumple con la cantidad de 10 o 9 propiedades, pertenecientes al nivel de fertilidad BAJO, y las demás propiedades corresponden al resto de los niveles.
- 3.2.-Cuando el suelo cumple con la cantidad de 8, 7 o 6 propiedades pertenecientes al nivel de fertilidad BAJO, y 3, 4 o 5 propiedades corresponden al nivel MEDIO.

4. SEVERAS LIMITACIONES

- 4.1.-Cuando el suelo cumple con la cantidad de 9, 10, 11, 12 o 13 propiedades pertenecientes al nivel de fertilidad BAJO, y las demás propiedades corresponden al resto de los niveles.

PRACTICA 8: EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRA.
I. TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA, CUALIDADES DE LA TIERRA

OBJETIVOS:

- i. Identificar los atributos de diagnóstico de Tipos de Utilización de la Tierra (TUT).
- ii. Determinar las cualidades de la tierra relevantes para la evaluación de la aptitud para un TUT determinado.
- iii. Evaluar la calidad de la tierra “Disponibilidad de Oxígeno”.

ACTIVIDAD PRÁCTICA

PRIMERA ACTIVIDAD

Atributos de diagnóstico de Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)

Observe detalladamente la descripción del TUT maíz incluida en el Cuadro 8.4. El producto de este TUT es maíz de consumo para la industria de alimentos. Suponga un cambio del producto a semilla certificada de maíz. ¿Cuáles otros atributos de diagnóstico del TUT varían significativamente por efecto de esta modificación?

En su opinión, ¿Ameritan estos cambios la definición de un nuevo TUT, diferente al original?, ¿Por qué?

Suponga ahora que el TUT original es modificado, incrementando en 10 kg/ha la dosis de urea. ¿Cree usted que este cambio justifica la creación de un nuevo TUT? ¿Por qué?

Un **TUT** es una forma de uso de la tierra, definida en base a sus productos y al marco socioeconómico y tecnológico de la producción. La producción de semilla certificada de maíz se realiza en condiciones socioeconómicas y tecnológicas diferentes a la producción de maíz de consumo. Por esta razón, la producción de maíz para semilla debe ser considerada como un TUT diferente, aún cuando se trata de la misma especie cultivada.

Por otra parte, cada TUT admite cierto grado de variación de sus atributos. Así, un incremento de 10 kg/ha de fertilizante no implica un cambio significativo del marco socioeconómico y tecnológico de producción del cultivo y, por consiguiente, no es necesario definir un nuevo TUT.

Para el Trabajo Extra - Aula se ha asignado una serie de cultivos (anuales o perennes, con o sin riego) para que usted defina TUT a partir de ellos. Para definirlos usted deberá tomar

en cuenta por lo menos los aspectos contemplados en los TUT contenidos en esta guía.

SEGUNDA ACTIVIDAD

Identificación de cualidades y características de la tierra

En esta actividad práctica se dará inicio a un ejercicio de evaluación de la aptitud de las tierras del asentamiento campesino “El Samán” (Villa de Cura, estado Aragua) para dos tipos de utilización de la tierra diferentes. Este ejercicio continuará en las dos sesiones siguientes de práctica.

La Figura 8.1 muestra el mapa semidetallado de suelos de este asentamiento campesino. Interprete la leyenda del mapa con base a los conocimientos adquiridos en la etapa I de este curso.

Tipos de unidades cartográficas:

Nivel categórico de clasificación taxonómica:

Unidad Cartográfica	Orden	Régimen de Humedad	Principales Atributos
1	Inceptisol		
2			
3			
4			

El Cuadro 8.1 muestra un resumen de las propiedades de los suelos representativos de cada unidad cartográfica.

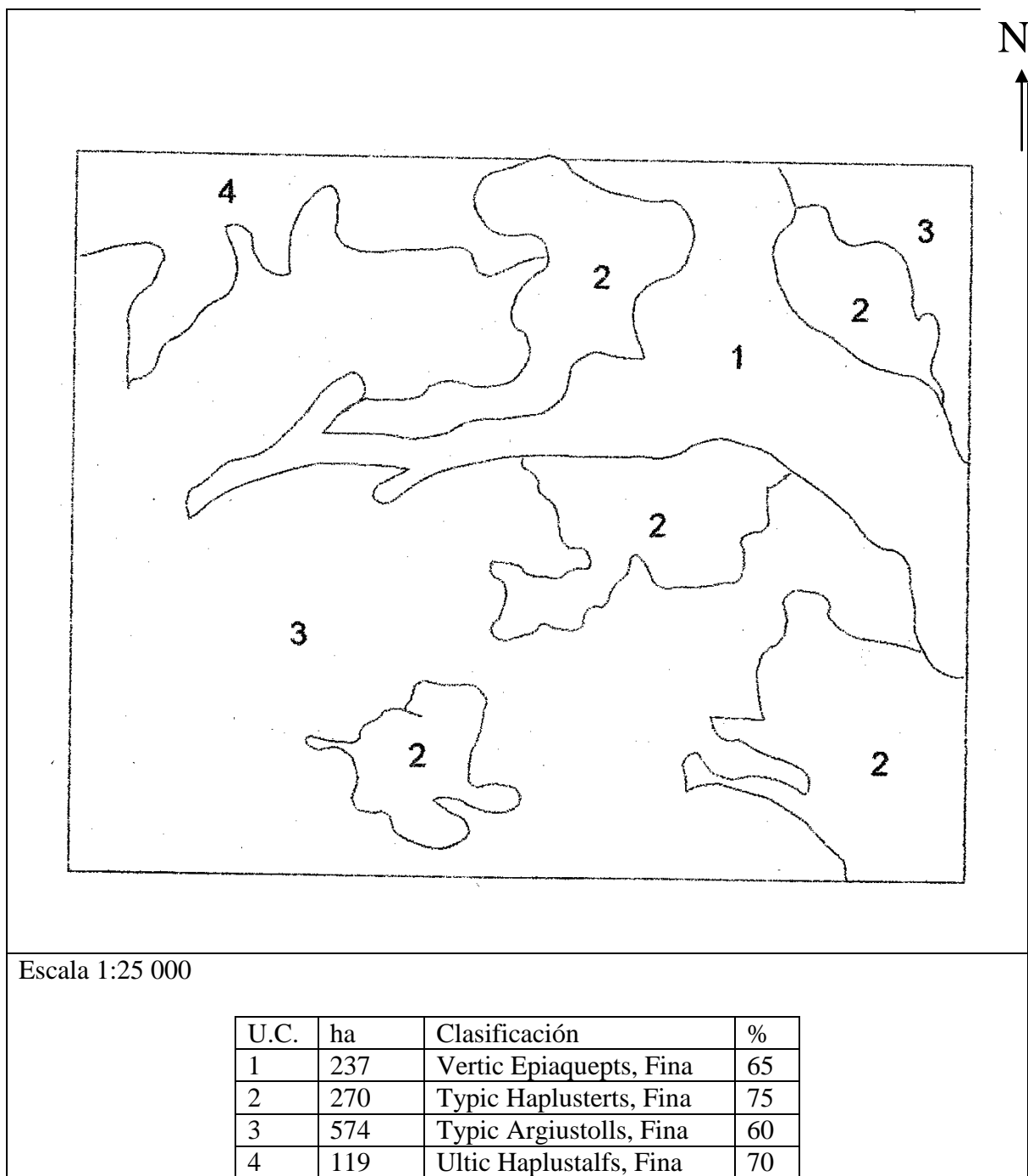


Figura 8.1: Mapa semidetallado de suelos del asentamiento campesino El Samán, estado Aragua.

Cuadro 8.1. Atributos de las Unidades de Tierra Seleccionadas para el proceso de Evaluación de Tierras en el Asentamiento El Samán.

Identificación	UT - 1	UT - 2	UT - 3	UT - 4
Familia Taxonómica	Vertic Tropaquepts, Af	Typic Haplusterts, Af	Typic Argiustolls, Af	Ultic Haplustalfs, Af
Tipo de Unidad Cartográfica	Consociación	Consociación	Consociación	Consociación
Pendiente (%)	0.5-1	1-3	3-5	5-8
Erosión	Sin evidencias	Sin evidencias	Sin evidencias	Fuerte
Clase de drenaje	Pobrementemente drenado	Moderadamente bien drenado	Bien drenado	Bien drenado
Inundación	Si	no	no	no
Permeabilidad	Lenta	Lenta	Moderadamente lenta	Moderada
Profundidad al granzón (cm)	más de 150	más de 150	60-90	30-60
	<u>ESTRATO</u>	<u>DE</u>	<u>0 - 20 cm</u>	
Textura	AL	A	FAL	FA
Estructura	Blocosa media Moderada	Blocosa media Fuerte	Blocosa fina Moderada	Blocosa fina débil
Consistencia en húmedo	Firme	Muy Firme	Firme	Friable
pH en agua 1:1	7,1	6,8	7,0	5,4
% C.O.	1,62	2,82	1,55	0,5-1,5
P Olsen (mg/kg)	5	3	4	15
C.E. (dS/m)	0,32	0,29	0,34	0,4
CIC (cmol/kg.)	33,2	57,2	34,3	29,7
Ca (cmol/kg.)	17,4	24,0	18,0	13,5
Mg (cmol/kg.)	11,8	19,5	8,8	5,5
Na (cmol/kg.)	0,3	0,3	0,3	0,2
K (cmol/kg.)	0,5	0,6	0,4	1,2
PSB (%)	90	78	80	69
	<u>ESTRATO</u>	<u>DE</u>	<u>20 - 50 cm</u>	
Textura	AL	A	A	FA
Estructura	Prismática Fuerte	Prismática Fuerte	Blocosa media Moderada	Blocosa fina Moderada
Consistencia en húmedo	Firme	Muy Firme	Firme	Friable
pH en agua 1:1	6,9	6,5	6,7	5,7
P Olsen (mg/kg)	2	2	2	1
C.E. (dS/m)	0,25	0,29	0,18	0,11
CIC (cmol/kg.)	30,5	65,0	37,2	26,6
Ca (cmol/kg.)	15,7	25,8	16,4	11,1
Mg (cmol/kg.)	10,6	19,5	10,1	4,5
Na (cmol/kg.)	0,3	0,3	0,4	0,3
K (cmol/kg.)	0,5	0,6	0,3	0,3
PSB (%)	89	81	75	61

Observe la descripción de las unidades de tierra e identifique tres cualidades que puedan ser inferidas a partir de la información suministrada. Puede utilizar como guía la lista de 25 cualidades presentadas en el Cuadro 8.2. Indique, para cada una de las tres cualidades seleccionadas por usted, al menos una característica que pueda ser utilizada como factor de diagnóstico.

	Cualidad	Factor de diagnóstico (característica)
1.		
2.		
3.		

El ejercicio que usted acaba de realizar le permite comprender que las cualidades de los suelos pueden ser diagnosticadas a partir de las características expuestas por cada suelo. Si no se dispone de la información necesaria, puede ocurrir que algunas cualidades no puedan ser evaluadas.

Selección de cualidades relevantes para la evaluación de la aptitud de la tierra

No todas las cualidades de la tierra influyen significativamente sobre la aptitud de la tierra para un uso determinado. Una cualidad es relevante para la evaluación de tierras sólo si reúne las siguientes condiciones:

1. Tiene un efecto importante sobre el uso de la tierra.
2. Presenta valores críticos en la región evaluada.
3. La información para su evaluación existe o puede ser obtenida en forma práctica.

FAO (1985) propone aplicar los siguientes criterios para seleccionar las cualidades relevantes para evaluar la aptitud de la tierra para un Tipo de Uso determinado:

I. Efectos sobre el uso de la tierra:

- Importantes (I): el uso de la tierra es particularmente sensible a la cualidad.
- Moderados (M): la cualidad puede tener efectos considerables sobre el uso.
- No aplicables (NA): la cualidad no tiene efectos importantes conocidos sobre el uso.

II. Existencia de valores críticos en la zona estudiada:

- Frecuentes (F): más del 5 % de la zona evaluada.
- Poco frecuentes (PF): menos del 5 % de la zona evaluada.
- Raros o inexistentes (R).

III. Disponibilidad de información

- Obtenible (O) ya sea en la literatura referente a la zona de estudio o por medio de observaciones fáciles de hacer, a los fines de la evaluación.
- No obtenible (N).

En función de estos criterios, las cualidades de la tierra pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

1. **Muy importantes:** cualidades de la tierra a las que se debe prestar especial atención durante la evaluación.
 2. **Moderadamente importantes:** cualidades de la tierra que deben ser consideradas durante la evaluación.
 3. **No importantes:** cualidades de la tierra no relevantes para la evaluación.
- (3A) *La cualidad de la tierra no afecta al TUT.*
- (3B) *No existen valores críticos en la zona estudiada.*
- (3C) *No es posible obtener datos sobre la cualidad en forma práctica.*

El Cuadro 8.2 presenta la selección de las cualidades de la tierra relevantes para la evaluación del TUT Maíz de consumo, de acuerdo a los criterios establecidos arriba. Observe que sólo un número reducido de cualidades de la tierra ha sido considerado **muy importante** para evaluar la aptitud de este TUT, luego de aplicar el procedimiento explicado: **esas son las cualidades relevantes** para evaluar la aptitud de la tierra para el TUT Maíz de consumo.

Seleccione las cualidades relevantes para evaluar la aptitud de la tierra para el TUT Pasto Estrella descrito en el Cuadro 8.5. Vierta la información en el Cuadro 8.3 y discuta los resultados con su profesor.

Recuerde que para el Trabajo Extra Aula usted definirá los TUT como se indicó en la actividad anterior de esta práctica. A continuación, para dicho trabajo deberá seleccionar las cualidades relevantes para evaluar la aptitud de las Unidades de Tierra que se le asignaron, siguiendo un procedimiento similar al expuesto.

Cuadro 8.2. Selección de las cualidades de la tierra para su evaluación del TUT Maíz de consumo.

	CUALIDAD	Efectos sobre el uso de la tierra	Existencia de valores críticos	Información	Importancia
CT1	Radiación	I	R	O	3B
CT2	Temperatura	M	R	O	3B
CT3	Humedad disponible	I	F	O	1
CT4	Oxígeno disponible	I	PF	O	2
CT5	Disponibilidad de nutrimentos	I	R	O	3B
CT6	Retención de nutrimentos	I	R	O	3B
CT7	Condiciones de enraizamiento	I	F	O	1
CT8	Condiciones para germinación	I	R	O	3B
CT9	Humedad del aire	M	R	O	3B
CT10	Condiciones para maduración	I	R	O	3B
CT11	Riesgos de inundación	I	R	O	3B
CT12	Riesgos climáticos	I	R	O	3B
CT13	Excesos de sales	I	R	O	3B
CT14	Toxicidades del suelo	I	R	O	3B
CT15	Plagas y enfermedades	I	PF	O	2
CT16	Capacidad de laboreo	I	F	O	1
CT17	Posibilidades de mecanización	I	F	O	1
CT18	Adecuación y limpieza de la tierra	I	R	O	3B
CT19	Condiciones de almacenamiento	NA			3A
CT20	Oportunidad de producción	NA			3A
CT21	Acceso dentro de la Unidad	NA			3A
CT22	Tamaño de la Unidad de manejo	NA			3A
CT23	Ubicación	NA			3A
CT24	Riesgos de erosión	I	F	O	1
CT25	Riesgos de degradación	I	F	O	1

I = Importante

M = Moderadamente Importante

NA = No Aplicable

F = Frecuente

R = Raros o Inexistentes

O = Obtenible

N = No Obtenible

Cuadro 8.3. Selección de las cualidades de la tierra para su evaluación del TUT Pasto Estrella

	CUALIDAD	Efectos sobre el uso de la tierra	Existencia de valores críticos	Información	Importancia
CT1	Radiación				
CT2	Temperatura				
CT3	Humedad disponible				
CT4	Oxígeno disponible				
CT5	Disponibilidad de nutrimentos				
CT6	Retención de nutrimentos				
CT7	Condiciones de enraizamiento				
CT8	Condiciones para germinación				
CT9	Humedad del aire				
CT10	Condiciones para maduración				
CT11	Riesgos de inundación				
CT12	Riesgos climáticos				
CT13	Excesos de sales				
CT14	Toxicidades del suelo				
CT15	Plagas y enfermedades				
CT16	Capacidad de laboreo				
CT17	Posibilidades de mecanización				
CT18	Adecuación y limpieza de la tierra				
CT19	Condiciones de almacenamiento				
CT20	Oportunidad de producción				
CT21	Acceso dentro de la Unidad				
CT22	Tamaño de la Unidad de manejo				
CT23	Ubicación				
CT24	Riesgos de erosión				
CT25	Riesgos de degradación				

TERCERA ACTIVIDAD

Evaluación de la calidad de la tierra “Disponibilidad de Oxígeno”.

1. Observe el Cuadro 8.1 donde se muestran los atributos más relevantes de las unidades de tierra seleccionadas para el proceso de evaluación de tierras.
2. Para el propósito de esta práctica se trabajará con los dos TUT definidos en Anexos: Maíz de Secano y Pasto Estrella (Cuadros 8.4 y 8.5). En la tabla **A** se muestran los criterios utilizados para evaluar la Disponibilidad de Oxígeno para el TUT Pasto Estrella. Como usted observará, la disponibilidad de oxígeno se evaluará a través de la **clase de drenaje** de cada unidad de tierra, ya que, entre todos los datos proporcionados, es la única característica que permite evaluar esta calidad. Realice la evaluación para cada Unidad de Tierra (UT) caracterizada en el Cuadro 8.1, utilizando para ello la tabla A y colocando los resultados en la tabla **B**

**Tabla A: Disponibilidad de O₂
TUT: Pasto Estrella**

Clase de Aptitud	Clases de drenaje
a ₁ (sumamente apta)	Moderadamente bien drenado hasta excesivamente drenado
a ₂ (moderadamente apta)	Imperfectamente drenado
a ₃ (marginalmente apta)	Pobremente drenado
n (no apta)	Muy pobremente drenado

Tabla B: Resultado de la evaluación para el TUT: PASTO ESTRELLA

	Grado de limitación de “Disponibilidad de Oxígeno”
UT 1	
UT 2	
UT 3	
UT 4	

3. Elabore para el TUT Maíz de Secano, una tabla similar a la de la pregunta 2, donde se indiquen los grados de limitación de la calidad “Disponibilidad de Oxígeno”, usando como criterio el drenaje de los suelos. En base a esa tabla evalúe la calidad para cada UT caracterizada en el Cuadro 8.1.

Disponibilidad de O₂

TUT: Maíz de Secano

Clase de Aptitud	Clases de Drenaje
a ₁ (sumamente apta)	
a ₂ (moderadamente apta)	
a ₃ (marginalmente apta)	
n (no apta)	

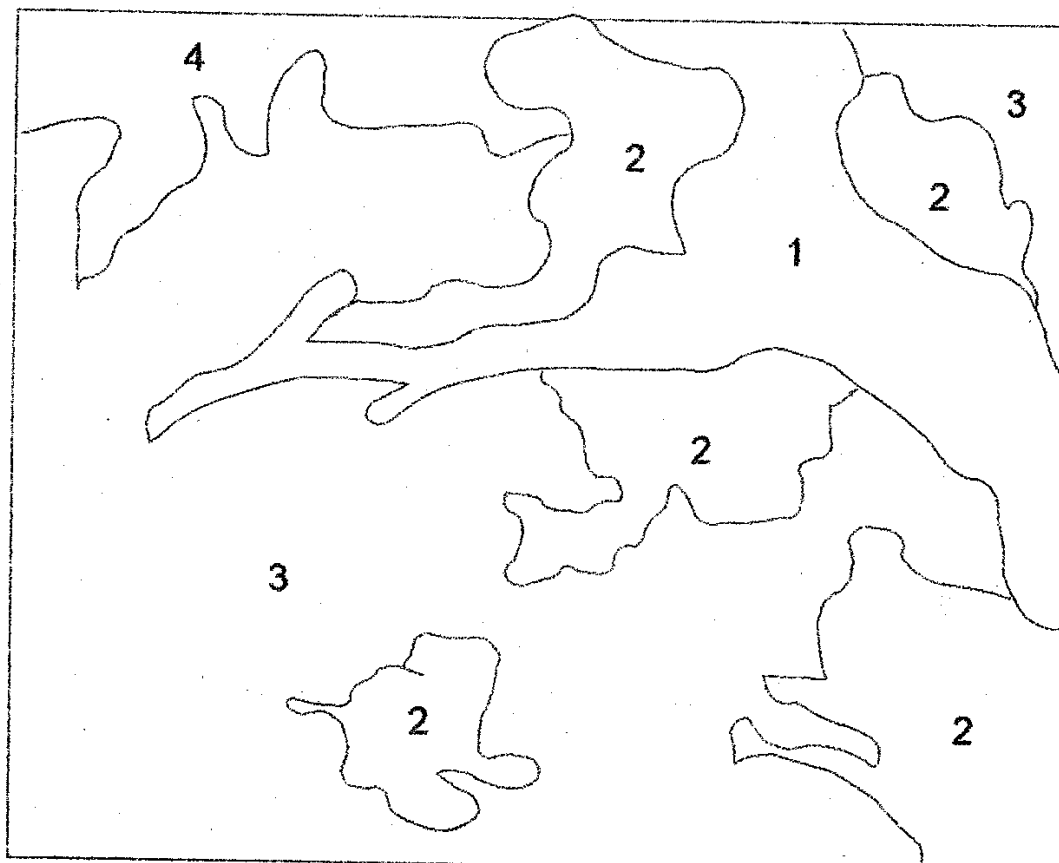
Resultado de la evaluación para el TUT: maíz de secano

	Grado de limitación para “Disponibilidad de Oxígeno”
UT 1	
UT 2	
UT 3	
UT 4	

Transforme el mapa de suelos del asentamiento El Samán en un mapa interpretativo de la cualidad disponibilidad de oxígeno para el TUT maíz de secano. Para este propósito pinte de un mismo color las áreas correspondientes a la misma clase de aptitud. Agregue la leyenda correspondiente a la parte inferior derecha del mapa

Para el trabajo Extra Aula, una vez que haya seleccionado cuales son las cualidades relevantes para los TUT definidos por usted, si entre ellas se encuentra la cualidad “**Disponibilidad de Oxígeno**”, deberá seguir un procedimiento similar, pero deberá tomar en cuenta la información que dispone para la evaluación de esta cualidad.

Mapa de Suelos del Asentamiento El Samán



Escala 1:25000

Leyenda Taxonómica

UC	Clasificación	área (has)
1	Vertic Tropaquepts, Af	237
2	Typic Haplusterts, Af	270
3	Typic Argiustolls, Af	574
4	Ultic Haplustalfs, Af	119

Leyenda Interpretativa (TUT: Maíz)

UC	Clasificación	área (has)
----	---------------	------------

Figura 8.2. Mapa de “Disponibilidad de Oxígeno” en el asentamiento El Samán, estado Aragua

ANEXOS DE LA PRÁCTICA 8

EJEMPLOS DE TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

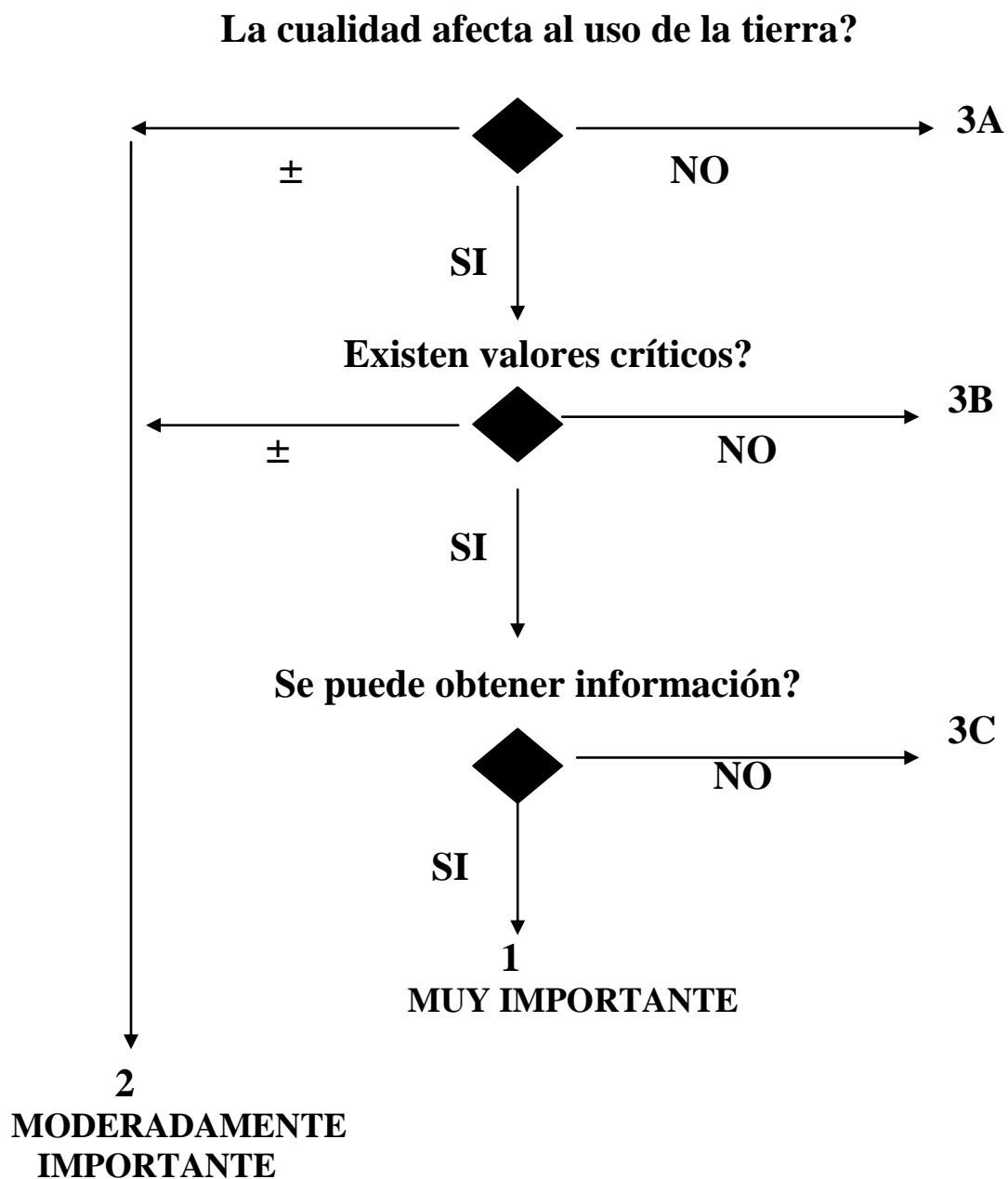
Cuadro 8.4. TUT: Cultivo anual maíz de secano

TUT		Cultivo anual maíz de secano
COMPONENTES		
Producto Cultivado		Maíz, (<i>Zea mays</i>)
Orientación del mercado		Grano para la industria de alimentos
Densidad del capital		Medio
Densidad de mano de obra		Baja (10-15 jornales/ha)
Conocimientos técnicos y comportamiento		Nivel medio de dedicación de los productores a la finca. Educación: en su mayor parte secundaria y técnica superior, y han recibido cursos de capacitación agrícola. Reciben asistencia técnica esporádicamente.
Nivel de mecanización		Alto (rastras, sembradoras, abonadoras, cosechadoras)
Tecnología empleada		
	Niveles de insumos	elevados
	Cultivares	Sefloarca 2
	Fertilizantes	250 a 300 kg./ha de DAP, 100 a 150 kg./ha KCI 125 a 200 kg./ha de Urea
	Control de malezas, plagas y enfermedades	Herbicida: 2 L/ha Dual y 0.5 kg./ha Afalón (pre-emergente) Insecticidas: 300-400 cc/ha Karate (mosquita y cogollero)
Ciclo del cultivo		
	Siembra	3ª semana de mayo a 2ª de junio
	Cosecha	Grano: 1ª a 3ª semana de noviembre
Infraestructura de apoyo a la producción		buen acceso a fincas y a mercados
Tamaño de la unidad de producción (ha)		5-10
Tenencia de la tierra		IAN
Prácticas de cultivos		
	Preparación de tierras	3-4 pases de rastra
	Prácticas de plantación	
	Aplicación de fertilizantes	En hileras con la siembra
Rendimiento (kg./ha)		Grano: 3500-6000
Información económica		
	Costos de producción (Bs./ha)	
	Precio (Bs./kg.)	Grano:

Cuadro 8.5. TUT. Potreros de pasto estrella en secano

TUT		Potreros de pasto estrella en secano
COMPONENTES		
Producto Cultivado		Pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)
Orientación del mercado		Carne: Cebadores y matadero Local o regional Queso: Consumo local o subregional Leche: Receptoría local o subregional Forraje Seco: Agroindustrial local de alimentos balanceados
Densidad del capital		Medio
Densidad de mano de obra		Muy bajo (< 5 jornales/ha)
Conocimientos técnicos y comportamiento		Media dedicación a la finca Educación formal: Secundaria, universitaria Nivel medio de número de cursos agrícolas Nivel medio a bajo de asistencia técnica
Nivel de mecanización		Media (rastras, rotativa)
Niveles de Administración		Organización para la producción y comercialización Medio a bajo número de personal gerencial Registros de producción y contables
Fuente de energía		mecánica y manual
Tenencia de la tierra		Régimen de la tierra: IAN y privada
Infraestructura requerida		Potreros de 20-50 ha
Nivel de insumos		Medio a bajo
Prácticas de manejo del Pasto		
	Preparación de tierras	2-3 pases de rastra
	Siembra	Al voleo con trompo 6 Kg. semilla/ha
	Corte, secado y molido producción de pasto seco	Cada 30-40 días se corta con una cortadora-picadora Material es transportado hasta una planta de secado y molienda Se obtiene pasto seco y molido, listo para mezclar en raciones de alimentos
Rendimiento		1800-4000 kg. materia seca/corte, 5 cortes/año
Ganadería		
	Tipo	Mestizo doble propósito. Producción principal carne (levante - ceba)
	Composición del rebaño	Rebaños de mautes y novillos para ceba, rebaño de cría
	Número (Mautes/ha)	Se pastorean de 6-12 animales durante 200 días
	Productos	Novillos de 350-400 kg., mautes 200-300 Kg., 1-5 Kg. queso/semana
Información económica		
	Costos de producción (Bs/ha)	
	Precio (Bs/kg)	

SELECCIÓN DE CUALIDADES RELEVANTES:



PRÁCTICA 9: EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRA.

II. HUMEDAD DISPONIBLE

OBJETIVOS

- i. Analizar información agroclimática básica de manera de establecer en base a probabilidades, las potencialidades, riesgos y limitaciones para el desarrollo de cultivos de secano en un área determinada.
- ii. Evaluar la cualidad de la tierra “humedad disponible” para algunos tipos de utilización de la tierra (TUT) seleccionados.

PRIMERA ACTIVIDAD

Determinación de la probabilidad de duración de condiciones óptimas de humedad en el área de estudio.

1. Lea detenidamente en los Anexos sobre metodologías de caracterización agroclimática (Brito y Gilabert, 1984).
2. Identifique para la Estación Bancos de San Pedro (Figura 2, Anexos) los siguientes eventos:

- | | | |
|------|----------------------------------|-------|
| i. | Inicio de la estación de lluvias | A_1 |
| ii. | Fin de la estación de lluvias | C_1 |
| iii. | Inicio de la estación húmeda | A_2 |
| iv. | Inicio del secado del suelo | D |

Utilice como referencia la Figura 1 de los anexos.

3. El punto C_2 (fin de la estación húmeda) depende no sólo del clima sino también de las características del suelo que afectan la capacidad de retención de humedad, como la textura, la estructura, la densidad aparente y el contenido de materia orgánica. La capacidad de retención de humedad del suelo puede variar desde 30-60 mm de agua por 100 cm en suelos arenosos con poca cantidad de materia orgánica, hasta 150-200 mm de agua por 100 cm en suelos de textura medias (F/FL/FA/FAL), bien estructurados y con contenidos relativamente altos de materia orgánica (5-6%).

Suponiendo una evapotranspiración de 5 mm/día y un suelo con una capacidad de retención de humedad aprovechable de 150 mm de agua por 100 cm de suelo, el lapso C_1 - C_2 sería $150/5 = 30$ días, durante los cuales el agua para los cultivos estaría suplida solo por la reserva aprovechable del suelo.

Establezca para la Estación Bancos de San Pedro (Figura 2) la longitud, en días, de los

períodos que se indican a continuación. Para los efectos de esta actividad considere 30 días para el lapso C_1 - C_2 .

Períodos	Lapso (días)
Estación de lluvias (A_1 - C_1)	
Período húmedo (B_1 - B_2)	
Estación húmeda (A_2 - C_2)	

- La Figura 2 presenta cuatro (4) curvas sigmoideas en su parte superior (1, 2, 3 y 4), las cuales representan, respectivamente, las diferentes probabilidades de ocurrencia de los eventos A_2 , B_1 , B_2 y D en una fecha dada. Por ejemplo, la probabilidad de inicio del período húmedo (B_1) el 15 de mayo es 60% (curva 2). ¿Cuál es la probabilidad de inicio del período húmedo el 1 de junio?
- ¿Cuál es la probabilidad de finalización del período húmedo (evento B_2 , curva 3) el 30 de septiembre?
- Los eventos B_1 y B_2 son independientes uno del otro. Por consiguiente, la probabilidad de que el período húmedo comience en una fecha determinada y termine en otra fecha especificada es igual al producto de esas dos probabilidades ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de un período húmedo de 120 días que se extienda del 1 de junio al 30 de septiembre)?
- Con un procedimiento similar al explicado, determine las probabilidades de ocurrencia de períodos húmedos de 90 y 270 días, respectivamente.
- Considerando necesario para el cultivo de maíz un período húmedo de 90 días, ¿Hay riesgos de tener períodos de “sequía” o “semisequía” para el cultivo, si el agricultor sembrara el 1 de junio? ¿Y si la fecha de siembra fuese el 15 de junio? Discuta esta pregunta con el profesor.
- ¿Cuál de las dos fechas de siembra de maíz sería más conveniente? ¿Por qué?

SEGUNDA ACTIVIDAD

Evaluación de la cualidad de la tierra “humedad disponible”

1. Observe la extensión de los ciclos de los siguientes cultivos:

Cultivo	Ciclo de Cultivo (días)	Período crítico de demanda de agua (días)
Maíz	120	90
Aguacate	365	120
Palma africana	365	270

2. ¿Qué grado de aptitud tendrá la cualidad “humedad disponible” en el área de influencia de la Estación Bancos de San Pedro para el TUT maíz en secano? de acuerdo a los siguientes criterios especificados a continuación:

Grado de aptitud por humedad disponible	Probabilidad de tener un período húmedo (B_1 - B_2) de longitud suficiente para satisfacer las exigencias del cultivo durante el período crítico (%)
Sumamente apta a_1	Mayor o igual a 80
Moderadamente apta a_2	65- 80
Marginalmente apta a_3	50-65
No apta n	Menor de 50

3. ¿Cuál será el grado de aptitud de “humedad disponible” para los cultivos aguacate y palma africana, aplicando los mismos criterios que para maíz en secano?

4. ¿Cuál será el grado de aptitud de “humedad disponible” para el pasto estrella aplicando los siguientes criterios (Araujo, 1996)?

Grado de aptitud por humedad disponible	Probabilidad de tener un período de 4 meses secos continuos (%)
Sumamente apta a_1	Menor o igual a 20
Moderadamente apta a_2	21-45
Marginalmente apta a_3	46-65
No apta n	Mayor de 65

Considere como mes seco aquel en el cual la precipitación es menor que $\frac{1}{2}$ ETP.

5. ¿Qué práctica agrícola será necesario introducir en cada TUT para aumentar el grado de aptitud de la tierra para “humedad disponible” si esta no es a_1 ? ¿Implicaría este cambio la necesidad de definir un nuevo TUT?. Explique.

Para el Trabajo Extra Aula le ha sido asignado un sector con varias unidades de tierra, con diferentes tipos de textura y por lo tanto con diferencias respecto a la retención de humedad. Por otro lado se le ha solicitado que defina diferentes tipos de utilización de la tierra en base a ciertos cultivos. Tomando en cuenta esas asignaciones, y considerando los procedimientos desarrollados en esta práctica, usted deberá probablemente evaluar la aptitud de las unidades de tierra respecto a la cualidad Humedad Disponible. En caso de ser así, deberá seguir los pasos explicados anteriormente, cuando esa cualidad haya sido considerada como relevante para el TUT definido por usted. Además, deberá tener un conocimiento suficiente del método de Franquin, expuesto en el trabajo de Brito, Gilabert de Brito y Sánchez (1983).

ANEXOS DE LA PRÁCTICA 9

CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE FRANQUIN
(Extracto de los Trabajos de BRITO, P., de BRITO, G. J. y SANCHEZ, C. J. 1983-1984).

El método utilizado está basado en balances hídricos sencillos de naturaleza histórico-estadística y permite definir, cuantificar y medir la variabilidad de eventos climáticos que tienen implicaciones agronómicas. Este método denominado por su autor “Método de las intersecciones”, se presta para un análisis frecuencial y se muestra como suficientemente eficaz para hacer una caracterización adecuada de la variabilidad climática del área de influencia de una estación meteorológica.

El principio de método de Franquin, consiste en que al determinar el balance hídrico de la estación lluviosa sólo se consideran algunos momentos importantes del ciclo y los períodos que ellos delimitan. Estos momentos importantes, han sido escogidos lo más independientemente posible de las condiciones de suelos y vegetación, a fin de que puedan ser delimitados, sin ningún tipo de interferencia, mediante la intersección de curvas climáticas.

El trazado sobre una misma gráfica de las curvas de precipitación y evapotranspiración potencial, determinan en el tiempo situaciones e intervalos de naturaleza puramente climática. Los puntos B_1 y B_2 Figura 1, que vienen a ser las proyecciones sobre el eje del tiempo de los puntos de intersección de estas curvas, delimitan lo que dentro del método se llama “período húmedo” y se caracteriza por la condición que la precipitación es superior a la evapotranspiración máxima del cultivo.

El intervalo A_2 - C_2 , ha sido denominado “estación húmeda” y corresponde al lapso de tiempo durante el cual hay disponibilidad de agua en el suelo, aunque a diferentes niveles de disponibilidad.

Esta estación comienza en A_2 , momento en el cual déficit máximo de agua del suelo, alcanzado durante la estación seca, comienza a disminuir bajo el efecto de las lluvias.

Este punto A_2 , es posible situarlo a cualquier nivel de probabilidad y define mejor el inicio de la estación húmeda que la llamada primera lluvia “eficaz”.

La estación húmeda A_2 - C_2 , termina en C_2 momento en el cual se alcanza nuevamente el déficit máximo, ya que los cultivos han agotado las reservas de agua utilizables de suelo.

Este punto C_2 , se diferencia de los puntos A_2 , B_1 y B_2 , porque no depende del clima únicamente sino también del suelo, y por eso no se puede obtener por intersección de curvas climáticas.

La estación húmeda (A_2 - C_2) de acuerdo a los momentos importantes A_2 , B_1 , B_2 y C_2 , se puede dividir (Figura 1), en tres períodos:

1. Período “Pre-Húmedo” A_2-B_1 , en el cual la precipitación es inferior a la evapotranspiración potencial, pero superior a la $\frac{1}{2}$ ETP.
2. Período “Húmedo” B_1-B_2 , en el cual la precipitación es superior a la evapotranspiración potencial; por lo tanto, la evapotranspiración real, es igual a la evapotranspiración máxima del cultivo.
3. Período “Post-Húmedo” B_2-C_2 , en el cual nuevamente la precipitación es inferior a la evapotranspiración potencial.

Los momentos A_2-B_1 y B_2 , pueden determinarse en el tiempo a cualquier nivel de probabilidad.

Esta división de la estación húmeda en 3 períodos (de acuerdo a los citados momentos importantes) se compadece con situaciones agronómicas.

El período “Pre-Húmedo” A_2-B_1 , donde $P < ETP$; pero mayor que $\frac{1}{2}$ ETP, es el de la siembra; ya que se puede sembrar a partir del momento en el cual el suelo restituye sus reservas de agua útil, y esto acontece a partir de A_2 .

El lapso anterior A_1-A_2 , es la época de preparación del terreno. En algunos casos, y de acuerdo con las necesidades, se puede sembrar en este lapso cuando han ocurrido lluvias tempranas y la especie es resistente a sequías después de su germinación.

El período húmedo B_1-B_2 , donde $P > ETP$, es aquel en el cual la necesidad de agua de los cultivos, que para esa época se encuentran en su máxima actividad vegetativa, se encuentra plenamente cubierta. En algunas especies, alrededor de este punto, B_2 , representa en la mayoría de los casos, el fin del período vegetativo activo.

El período Post-Húmedo B_2-C_2 , donde nuevamente $P < ETP$, es la época durante la cual se produce la fructificación y la maduración. El desarrollo de estos procesos estará condicionado por las lluvias que caigan durante el período y sobre todo por las reservas de agua del suelo estos procesos se desarrollan en las mejores condiciones para obtener un buen rendimiento.

De acuerdo al método, los pasos a seguir para el análisis secuencial de la información son los siguientes:

1. Sobre un mismo gráfico, que tiene por abscisa el tiempo, y por la ordenada la precipitación, se trazan las curvas promedio de P , ETP y $\frac{1}{2}$ ETP, de los años de registro considerados.
2. Se determina, sobre las curvas anteriormente trazadas y para cada año, las intersecciones de la precipitación de cada año con las curvas promedio de ETP y $\frac{1}{2}$ ETP, a fin de determinar los puntos A_2 , B_2 y D de cada año.
3. Se establecen las frecuencias de cada uno de los eventos (A_2 , B_1 , B_2 , y D) y

se elaboran los histogramas de frecuencia.

4. Se acumulan estas frecuencias y sobre el mismo gráfico dentro de un eje de coordenadas que tiene por abscisa el tiempo y por ordenada el porcentaje de probabilidades, se trazan las curvas sigmoideas de frecuencia para cada uno de los eventos A_2 , B_1 , B_2 , y D .

Estas curvas sigmoideas indican lo siguiente:

La A_2 , indica para cada fecha el porcentaje de probabilidad de asegurar que P sea mayor que $\frac{1}{2}$ ETP; indicaría para las diferentes fechas las probabilidades de éxito de la siembra.

La B_1 , indica para cualquier fecha la posibilidad de que P sea superior a ETP, y por lo tanto, indica para las diferentes fechas, el nivel de probabilidad de apertura del período húmedo, período en el cual se desarrolla la máxima actividad vegetativa de las plantas.

La B_2 , indica igualmente para cualquier fecha, las posibilidades de que P vuelva a ser inferior a ETP, y por lo tanto, indica también para las diferentes fechas el porcentaje de probabilidad del cierre del período húmedo.

Todas estas curvas sigmoideas encierran entre si períodos importantes para los cultivos, a los cuales también se les puede determinar su duración y posición en el tiempo a cualquier nivel de probabilidad.

Se podría resumir diciendo que cada curva sigmoidea, dentro de sus ejes de coordenadas, indica en el tiempo las probabilidades de ocurrencia del evento que representan; y la separación entre ellas, el intervalo de duración del período que delimitan a cualquier nivel de probabilidad.

Como los momentos B_1 y B_3 , son independientes uno del otro, la probabilidad de que el período húmedo (B_1) se inicie en tal o cual fecha y (B_2), en tal o cual otra, se determina por el producto de esas probabilidades.

En la parte descriptiva de los gráficos de cada estación llamaremos períodos de “Semi-sequía”, a aquellos lapsos de tiempo de pocos días del período húmedo, en los cuales los valores de la precipitación se vuelven inferiores a los de la evapotranspiración potencial, y períodos de “sequía”, a aquellos lapsos de tiempo de pocos días del período húmedo, en los cuales los valores de la precipitación se vuelven inferiores a los de la $\frac{1}{2}$ de la evapotranspiración potencial.

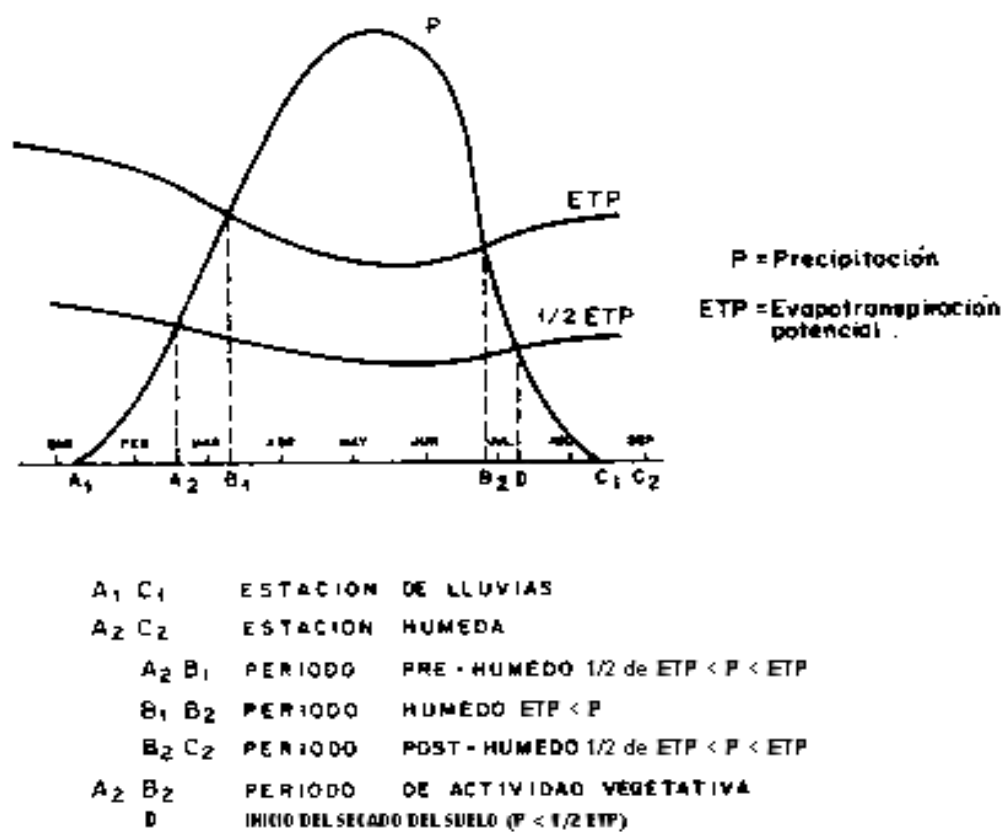


Figura 9.1.Periodo de crecimiento. (Brito y Gilabert de Brito, 1984).

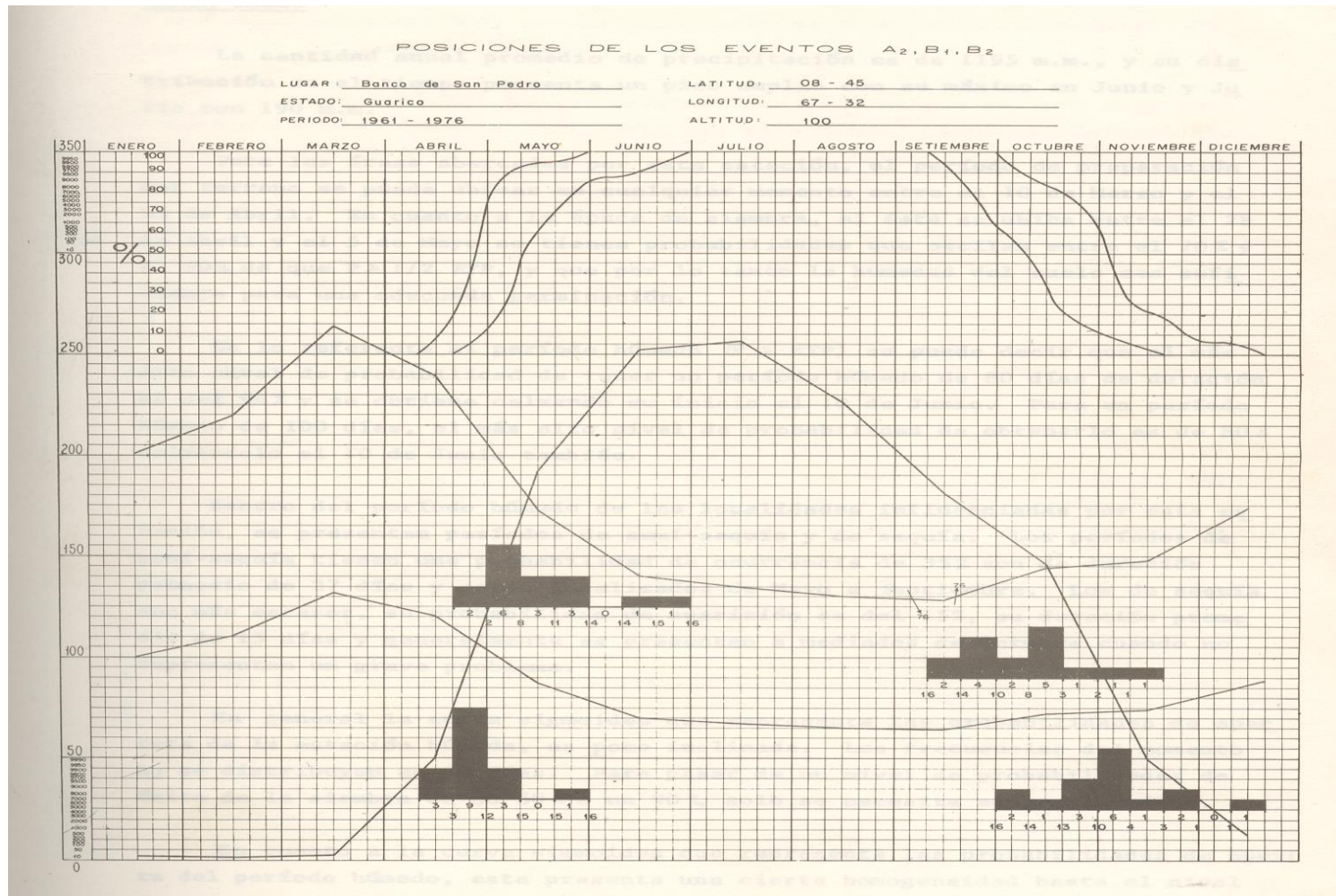


Figura 9.2 Posiciones de los eventos A_1, B_1, B_2 (Brito y Gilabert de Brito, 1984).

PRÁCTICA 10: EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRA.

III. ARMONIZACIÓN

OBJETIVOS

- I. Evaluar las cualidades de la tierra “Disponibilidad de Nutrientos”, “Condiciones de Enraizamiento” y “Riesgos de Erosión” para algunos TUT seleccionados.
- II. Armonizar los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la tierra para esos TUT.
- III. Representar la distribución espacial de los diferentes grados de aptitud física de la tierra para los TUT requeridos.

ACTIVIDAD PRÁCTICA

PRIMERA ACTIVIDAD.

Evaluación de la calidad de la tierra “Disponibilidad de Nutrientos”

Los valores críticos de “Disponibilidad de Nutrientos” para maíz fueron calificados como raros o inexistentes, porque se estima que la dosis de fertilizante incluida en este TUT es suficiente para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo en el área de estudio. Sin embargo, el TUT pasto no incluye la aplicación de fertilizantes, razón por la cual la calidad “Disponibilidad de Nutrientos” es muy importante para evaluar la aptitud de la tierra para este TUT. La evaluación de esta calidad se realizará utilizando el sistema de clasificación de suelos por su Capacidad de Fertilidad.

1. Aplicación del Sistema de Clasificación de Suelos por su Capacidad de Fertilidad

Lea la versión abreviada del Sistema de Clasificación de suelos por su Capacidad de Fertilidad, incluida en Anexos (P. Sánchez, W. Couto y S. Boul, 1982).

- 1.1. Utilizando los criterios del Sistema de Clasificación por fertilidad, identifique el tipo, subtipo y modificadores de cada uno de los suelos representativos de las unidades de tierra incluidas en Anexos Cuadro 10.3. Vaya paso a paso y vierta la información en el Cuadro 10.1. Observe que allí se ha colocado un ejemplo para guiarlo en la aplicación de ese cuadro.

Cuando desarrolle su Trabajo Extra Aula, podrá aplicar un procedimiento similar para evaluar la fertilidad de sus unidades de tierra.

- 1.2. Utilizando los criterios de interpretación para tipos, subtipos y modificadores contenidos en los Anexos, formule un juicio compuesto para cada una de las unidades cartográficas asignadas. Vierta la información en el Cuadro 10.2. Observe el ejemplo que allí se incluye. Esta fase del ejercicio resulta importante porque permite traducir los resultados de la evaluación en juicios de valor agronómico.

Esta fase también deberá ser desarrollada para su Trabajo Extra Aula.

En base a la información interpretada, liste los suelos en orden decreciente en relación a su fertilidad. De acuerdo a este método, el grado de aptitud desde el punto de vista de la fertilidad, se relaciona al tipo, subtipo y a la cantidad de modificadores; aquellos suelos que acumulan mayor cantidad de modificadores son los que presentan el mayor número de limitaciones. Relacione la clasificación taxonómica de los suelos con las clases y grado de limitación de fertilidad de los mismos. ¿Existe alguna tendencia?. ¿Por qué?.

CUADRO 10.1. Tipo, subtipo y modificadores de los suelos representativos de las unidades de tierra del Asentamiento Campesino El Samán, Estado Aragua.

Suelos	Tipo	Subtipo	Modificadores															Resumen de Clasificación
			g	d	e	a	h	i	x	v	k	b	s	n	c	‘	%	
EJEMPLO	F	-----			X		X				X							Fehk
UT – 1																		
UT – 2																		
UT – 3																		
UT - 4																		

CUADRO 10.2. Juicios Interpretativos compuestos para cada uno de las unidades de tierra asignadas del Asentamiento Campesino El Samán, Edo. Aragua.

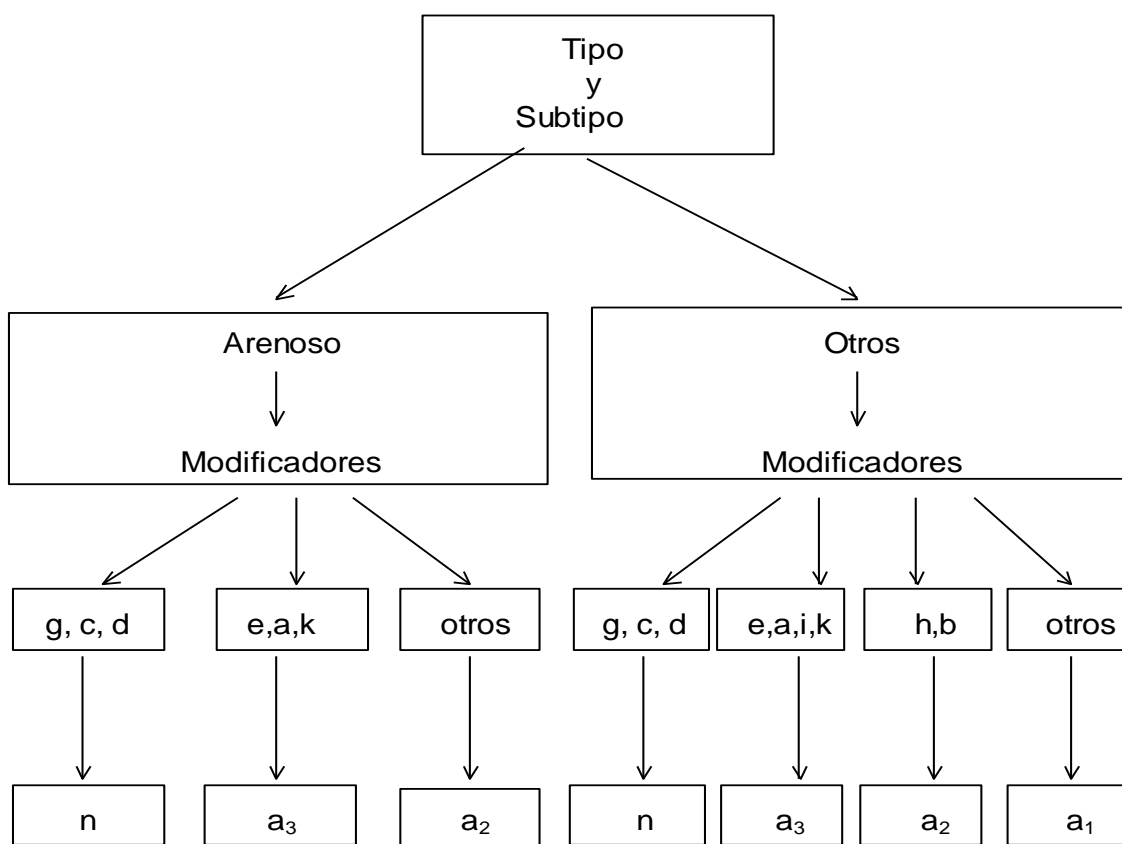
Suelos	Clasificación por fertilidad	Juicio interpretativo compuesto
<p>EJEMPLO</p> <p>UT -1</p>	Fehk	<p>Suelo con buena capacidad de retención de humedad, capacidad de infiltración media, baja capacidad de retención de nutrientes para las plantas, principalmente NO₃, Ca, K, y Mg. Deben aplicarse cantidades altas de fertilizantes en forma fraccionada. Requiere de encalado, especialmente en cultivos sensibles al Aluminio. Existe peligro potencial de sobre-encalado, dada su baja CIC. Baja capacidad para suplir K; la disponibilidad de K debe ser evaluada periódicamente y los fertilizantes potásicos pueden ser requeridos con frecuencia, especialmente en cultivos exigentes en K.</p>

2. Clasificación del grado de aptitud de la cualidad “Disponibilidad de Nutrientes”.

La información interpretada en términos de Tipo, Subtipo y Modificadores, debe ser transformada a una clasificación por factores o grado de aptitud de las cualidades evaluadas, para este propósito se requiere una función de transferencia.

La Figura 10.1 que se encuentra a continuación (y otras similares en Anexos) muestra una función de transferencia elaborada en forma de un árbol de decisión. Utilizando esta función de transferencia califique las unidades de tierra incluidas en los Anexos, de acuerdo al grado de aptitud de esta cualidad. Reporte sus resultados en el Cuadro 3 siguiente.

Figura 10.1. Árbol de decisión para evaluar el grado de aptitud de la cualidad “Disponibilidad de nutrientes” para el TUT pastos en el Asentamiento Campesino El Samán.



a₁= sumamente apta
a₃ = marginamente apta

a₂= moderadamente apta
n = no apta

Cuadro 10.3. Calificación de las unidades de tierra.

Unidad de Tierra	Grado de aptitud

¿Considera usted que los resultados obtenidos predicen adecuadamente el grado de aptitud de la tierra para el TUT pasto?, ¿Por qué?, ¿Cómo se podría mejorar la evaluación de esta cualidad (disponibilidad de nutrimentos)?

SEGUNDA ACTIVIDAD

Evaluación de las cualidades de la tierra “Condiciones de Enraizamiento” y “Riesgos de Erosión”.

En la Figura 10.2 (Anexos) se muestra un árbol de decisión para evaluar la cualidad “Condiciones de Enraizamiento” para los TUT Maíz de Secano y Pasto Estrella. Realice la evaluación para cada una de las UT caracterizadas en el Cuadro 10.3 y para cada uno de los TUT considerados.

Grado de Aptitud para “Condiciones de Enraizamiento”

	TUT: Maíz de Secano	TUT: Pasto Estrella
UT 1		
UT 2		
UT 3		
UT 4		

La cualidad “Riesgo de Erosión” solo se considera relevante para el TUT Maíz de Secano, ya que el pasto es un cultivo “protector”. Realice la evaluación de esta cualidad para cada una de las UT caracterizadas en el Cuadro 10.3 (Anexos), usando el árbol de decisión que se muestra en la Figura 10.3 de los Anexos.

Resultado Evaluación TUT: MAIZ DE SECANO

	Grado de Aptitud para “Riesgo de Erosión”
UT 1	
UT 2	
UT 3	
UT 4	

TERCERA ACTIVIDAD.

Armonización de los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la tierra

1. Complete la tabla síntesis de los grados de aptitud de las cualidades evaluadas para los TUT Maíz de Secano y Pasto Estrella. Note que las clases de aptitud para las cualidades “Humedad Disponible” y “Disponibilidad de Nutrientos” están indicadas en la tabla, debido a que estas fueron evaluadas en prácticas anteriores. La cualidad “Disponibilidad de Nutrientos”, no es relevante para el TUT Maíz de Secano, porque se utilizan fertilizantes; así mismo, la cualidad “Riesgo de Erosión”, no es relevante para el TUT Pasto Estrella, porque es un cultivo protector.

Síntesis de grado de aptitud de las cualidades relevantes para los TUT Maíz de Secano y Pasto Estrella

TUT: Maíz de Secano					TUT: Pasto Estrella			
UT	1	2	3	4	1	2	3	4
Humedad Disponible	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	n	n	n	n
Oxígeno Disponible								
Disponibilidad de Nutrientes	---	---	---	---				
Condiciones de Enraizamiento								
Riesgos de Erosión					---	---	---	---

2. Observe que para la cualidad “Humedad Disponible”, todas las UT han sido evaluadas igual para cada uno de los TUT considerados; a₁ para Maíz de Secano y n en el caso del Pasto Estrella. ¿Por qué ocurre esto?

3. ¿Considera Ud. que para ambos TUT, esta cualidad debería ser tomada en cuenta en las siguientes fases del proceso de evaluación? ¿Por qué?

4. ¿Porqué algunas cualidades son consideradas en la evaluación del TUT Maíz de Secano y no en el Pasto Estrella y viceversa?

5. La **Armonización** en su sentido más específico, se basa en la comparación de los requisitos de los tipos de utilización de la tierra con las cualidades relevantes de las unidades de tierras específicas. De esta manera la **Armonización** responde a la pregunta ¿en qué medida las cualidades de la tierra satisfacen los requisitos de uso de la tierra? La respuesta nos lleva al establecimiento de las clases de aptitud, basadas en criterios físicos. Lea las definiciones de las clases de aptitud de las tierras que se reseñan en los Anexos. Observe que el resultado de la evaluación final se codifica con letras mayúsculas.

6. De acuerdo a los resultados indicados en la tabla síntesis de los grados de aptitud de las cualidades relevantes, realice la evaluación final de la aptitud de cada una de las UT consideradas, para los TUT Maíz de Secano y Pasto Estrella. Para realizar esta

evaluación final use el criterio de la cualidad más limitante (ley del mínimo). Por ejemplo, para el TUT Maíz de Secano la evaluación final de la UT 1 es A₃, debido a la limitante de baja disponibilidad de oxígeno y condiciones de enraizamiento.

EVALUACIÓN FINAL

	UNIDAD DE TIERRA			
TUT	1	2	3	4
MAÍZ	A ₃			
PASTO				

7. En los Anexos se presenta el mapa de suelos del Asentamiento El Samán con las unidades de tierra seleccionadas para esta evaluación. De acuerdo a los resultados finales obtenidos en la evaluación de tierras, cambie la leyenda de este mapa, indicando los grados de aptitud de las UT para el TUT Maíz de Secano. Coloree o llene las delineaciones resultantes con símbolos adecuados, e indique el área de las nuevas unidades de tierras resultantes.
8. ¿En cuáles combinaciones TUT - Unidad de Tierra la clase de aptitud puede ser mejorada por la introducción de cambios tecnológicos en el TUT, tales como cambio de variedades, prácticas de fertilización y enmiendas, prácticas de conservación, etc.?

TUT Maíz de Secano:

TUT Pasto Estrella:

9. ¿En cuáles combinaciones TUT - Unidad de Tierra la clase de aptitud puede ser modificada por un mejoramiento de la tierra, tales como construcción de un sistema de riego, construcción de un sistema de drenaje, construcción de terrazas, etc.?

TUT Maíz de Secano:

TUT Pasto Estrella:

ANEXOS DE LA PRÁCTICA 10

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE FERTILIDAD (VERSIÓN ABREVIADA)

P. Sánchez, W. Couto y S. Boul (1982).

El Sistema de Clasificación de Suelos por su Capacidad de Fertilidad, fue desarrollado como un intento para relacionar la fertilidad de suelos con la clasificación taxonómica de los mismos.

Los sistemas naturales de clasificación de suelos, tal como la Taxonomía de Suelos, pone mayor énfasis en las propiedades subsuperficiales del suelo que en aquellas superficiales, debido a su carácter más permanente; sin embargo, las prácticas de manejo de suelos se realizan en la capa arable, en donde se desarrolla la mayoría de las raíces de las plantas.

La intención del sistema es aprovechar la información contenida en los estudios agrológicos e interpretarla en función de las limitaciones de fertilidad, de manera de facilitar la formulación de recomendaciones sobre manejo de prácticas de fertilidad.

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA

El sistema consiste de tres niveles categóricos:

- i. Tipo - textura superficial.
- ii. Subtipo - textura subsuperficial.
- iii. Modificadores - limitaciones específicas.

Las clases dentro de cada categoría son definidas como sigue:

Tipo:

Textura de la capa arable o primeros 20 cm, cualesquiera sea menos profundo.

A = arenoso: clases texturales areno francoso y arenosa

F = Franco: < 35 % arcilla, excepto areno francoso y arenosa.

Ar/ = Arcilloso > 35 % arcilla.

O = Suelos orgánicos: > 30 % de materia orgánica hasta una profundidad de 50 cm o más.

Subtipo:

Se usa solamente si existe un cambio textural abrupto con respecto a la superficie, o si ocurre una capa compacta dentro de 50 cm que restrinja el desarrollo del sistema radicular.

A = Subsuelo arenoso: textura como el tipo.

F = Subsuelo franco: textura como el tipo .

Ar = Subsuelo arcilloso: textura como el tipo.

R = Roca u otra capa compacta.

Modificadores:

Se refieren a las propiedades físicas y químicas de la capa arable o los primeros 20 cm (salvo excepciones especificadas), que afectan la disponibilidad de Nutrientes y el uso eficiente de los fertilizantes.

g = (gley): Suelo o moteados con cromas ≤ 2 dentro de 60 cm de la superficie del suelo y debajo de los horizontes A o suelo saturado con agua por > 60 días en la mayoría de los años (régimen acuico)

d = (Seco): Régimen de humedad ústico, arídico o xérico; subsuelo seco por más de 90 días acumulativos en el año dentro de 20-60 cm de profundidad.

e = (baja C I C)

< 4 cmol/kg de suelo por suma de bases + aluminio, extraído por KCl, 1N, ó

< 7 cmol/kg de suelo por suma de cationes a pH 7, ó

< 10 cmol/kg de suelo por suma de cationes + Al + H a pH 8.2

a = (toxicidad por aluminio)

> 60 % de la CIC (por suma de bases + Al) saturada con Al en los primeros 50 cm, ó

> 67 % de la CIC (por suma de cationes a pH 7) en los primeros 50 cm, ó

> 86 % de la CIC (por suma de cationes a pH 8.2) en los primeros 50 cm, ó

pH (en H₂O 1:1) < 5.0 dentro de 50 cm

h = (ácido)

10-50 % de la CIC (por suma de bases + Al) saturadas con Al en los primeros 50 cm, ó

pH (en H₂O 1:1) entre 5.0 y 6.0

i = (alta fijación de P por Fe):

% Fe₂O₃ libre/% arcilla > 0.15 y más de 35 % de arcilla, ó Matiz de 7.5 YR o más rojo y estructura granular. Este modificador es usado sólo en los tipos arcillosos (Ar).

x = (minerales amorfos a los rayos X):

pH > 10 en NaF 1N, ó

Prueba positiva a la prueba de campo con NaF, ú

Otras evidencias indirectas de dominancia de alófanos en la fracción arcilla.

v = (vertisol):

> 35 % de arcilla muy plástica y adherente, y
> 50 % de arcillas expansibles 2:1, ó
evidencias de severa expansión y contracción del suelo superficial.

k = (baja reserva de K):

< 10 % de minerales meteorizables en la fracción limo y arena dentro de los primeros 50 cm de suelo, ó
K cambiante < 0.20 cmol/kg de suelo, ó
K < 2 % de la suma de bases si las bases suman < 10 cmol/kg de suelo.

b = (reacción básica):

CaCO₃ libre dentro de los primeros 50 cm de suelo (efervescencia al HCl), ó
pH > 7.3

s = (salinidad):

≥ 4 dS/m de conductividad eléctrica (CE) en pasta saturada a 25° C dentro de un metro de la superficie.

n = (nátrico):

≥ 15 % de la CIC saturado con Na dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

c = (sulfato ácido):

pH (en H₂O 1:1) < 3.5 luego de haber secado el suelo y moteados de Jarosita con matiz de 2.5 y/o más amarillos y cromas ≥ 6 presentes dentro de 60 cm de la superficie del suelo.

` = (grava):

Un apóstrofe (') denota 15-35% de grava o fragmentos más gruesos que 2 mm por volumen en cualquier tipo de subtipo (Ejemplo A`F = arenoso gravoso sobre franco; AF` = arenoso sobre franco gravoso; dos apóstrofes (` `), denotan más de 35 % de grava o partículas más gruesas de 2 mm por volumen en cualquier tipo o subtipo. (Ejemplo Far`` = franco sobre arcilloso esquelético; F`Ar`` = franco gravoso sobre arcilloso esquelético).

% = (pendiente):

Cuando sea deseable mostrar la pendiente, el rango de los porcentajes de la misma puede ser incluido entre

paréntesis luego del último modificador. Ejemplo: Ab (1-6%) suelo arenoso uniforme, reacción calcárea 1-6 % de pendiente.

Los suelos son clasificados al determinar si las características están presentes o no. La mayoría de los límites cuantitativos son criterios presentes en la taxonomía de suelos. Las unidades de capacidad de fertilidad se describen en el tipo y subtipo (si está presente) en letras mayúsculas y los modificadores en letras minúsculas el modificador por presencia de grava con un apóstrofe ('), y la pendiente, si se desea entre paréntesis. Por ejemplo, muchos Oxisoles pertenecen a unidades de capacidad por fertilidad Ar/aeik (arcilloso, toxicidad por Al, baja CIC, alta fijación de P por Fe, baja reserva de K); mientras que un Entisol aluvial (suelo joven) con ninguna limitación de fertilidad podría ser clasificado como F (suelo franco) simplemente. La ausencia de modificadores sugiere la ausencia de limitaciones mayores de fertilidad, excepto deficiencias de nitrógeno.

INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El sistema de clasificación tiene un carácter eminentemente utilitario. Los juicios listados abajo son breves y podrían no reflejar el rango total de las interpretaciones posibles y deseables. Están formulados en un lenguaje sencillo para facilitar la comunicación de los usuarios de los estudios de suelos. Sólo intentan llamar la atención sobre las principales limitaciones que se encontrarán en las unidades de capacidad por fertilidad.

INTERPRETACIÓN DE TIPOS Y SUBTIPOS

A: Tasa de infiltración alta, capacidad de retención de humedad baja.

F: Tasa de infiltración media, capacidad de retención de humedad buena.

Ar/: Tasa de infiltración baja, capacidad de retención de humedad buena, alto potencial de escorrentía en pendiente, dificultad para la labranza; cuando el modificador “i” está presente, los suelos (Ar/i) son fáciles de labrar, tienen tasa de infiltración alta y capacidad de retención de humedad alta.

O: Se necesita drenaje artificial y ocurrirá subsidencia; posibles deficiencias de micronutrientes.

AAr, FAr, FR, AR: Susceptibles a severa degradación del suelo por erosión, exponiendo subsuelos indeseables; alta prioridad debe dársele al control de la erosión.

INTERPRETACIÓN DE MODIFICADORES

Las siguientes limitaciones o requerimientos de manejo son válidas cuando se incluye en la unidad de capacidad por fertilidad un sólo modificador. Las interpretaciones pueden diferir cuando están presentes dos o más modificadores simultáneamente o cuando los tipos texturales son diferentes.

- g:** Ocurre desnitrificación frecuentemente en el subsuelo anaeróbico; las operaciones de labranza y ciertos cultivos podrían ser adversamente afectados por exceso de agua, a menos que se provea drenaje; régimen de humedad bueno para el cultivo de arroz.
- d:** La humedad es limitada durante la estación seca, a menos que se provea riego; la fecha de siembra debe tomar en cuenta el lavado de N al principio de las lluvias; problemas de germinación generalmente se presentan si las primeras lluvias son erráticas.
- e:** Baja capacidad para retener cationes contra la lixiviación, principalmente K, Ca y Mg; las aplicaciones altas de estos nutrimentos y de fertilizantes nitrogenados deben ser fraccionadas; peligro potencial de sobre-encalado.
- a:** Plantas sensibles a la toxicidad de Al serán afectadas, a menos que se encale; la extracción de agua debajo de la profundidad de incorporación será restringida; los requerimientos de encalado son altos, a menos que el modificador “e” sea también indicado; este modificador es deseable para una rápida disolución de las rocas fosfatadas; toxicidad de Mn podría ocurrir en algunos de estos suelos.
- h:** Acidez del suelo baja a mediana; cultivos muy sensibles al Al requieren encalado.
- I:** Alta capacidad de fijación de fósforo; requiere niveles altos de fertilización con P o prácticas especiales del manejo del P; las fuentes y los métodos de aplicación de los fertilizantes de P deben ser considerados cuidadosamente; con tipos texturales (Ar), estos suelos generalmente tienen estructura granular.
- x:** Alta capacidad de fijación de P; la cantidad y la fuente de P más conveniente debe ser establecida cuidadosamente; baja tasa de mineralización de N orgánico.
- v:** Suelo superficial arcilloso con propiedades de expansión y contracción; la labranza se dificulta cuando el suelo está muy seco o muy húmedo; sin embargo, los suelos pueden ser altamente productivos; deficiencia de P es común.
- k:** Baja capacidad para suplir K; la disponibilidad de K debe ser monitorizada y fertilizantes de K pueden ser requeridos frecuentemente; desbalances potenciales de K-Mg-Ca.
- b:** Suelos calcáreos; rocas fosfatadas y otros fosfatos no solubles en agua deben ser evitados; deficiencias potenciales de ciertos micronutrientes, principalmente Fe y Zn.
- s:** Presencia de sales solubles; requiere drenajes y prácticas especiales de manejo para los cultivos sensibles a las sales o el uso de especies y cultivares tolerantes a las sales.
- n:** Niveles altos de sodio; requiere prácticas especiales de manejo para suelos alcalinos, incluyendo enmiendas de yeso y drenaje.

c: Suelo sulfato-ácido potencial; drenaje no es recomendado sin prácticas especiales; debe ser manejado con plantas tolerantes a niveles altos del nivel freático.

Usando los juicios individuales para cada tipo, subtipo y modificadores, es posible preparar un juicio compuesto para cada unidad cartográfica de un mapa de suelo o para cada sitio evaluado, si no se dispone de mapa. Interpretaciones más amplias se pueden realizar al considerar las interacciones entre dos o más aspectos específicos.

Ejemplo de la interpretación:

De suelos cuya clasificación en base a fertilidad sea Fehk, se puede interpretar lo siguiente:

Suelos con buena capacidad de retención de humedad, capacidad de infiltración media, baja capacidad de retención de nutrimentos para las plantas, principalmente NO_3 , Ca, K y Mg. Se deben aplicar cantidades altas de fertilizantes en forma fraccionada. Requiere de encalado, especialmente en cultivos sensibles al Al. Existe peligro potencial de sobre-encalado, dada su baja CIC. Baja capacidad para suplir K; la disponibilidad de K debe ser evaluada periódicamente y los fertilizantes potásicos pueden ser requeridos con frecuencia, especialmente en cultivos exigentes en dicho elemento.

Figura 10.2. Árbol de decisión para evaluar el grado de aptitud de la calidad “Condiciones de Enraizamiento” para los TUT Maíz de Secano y Pasto Estrella.

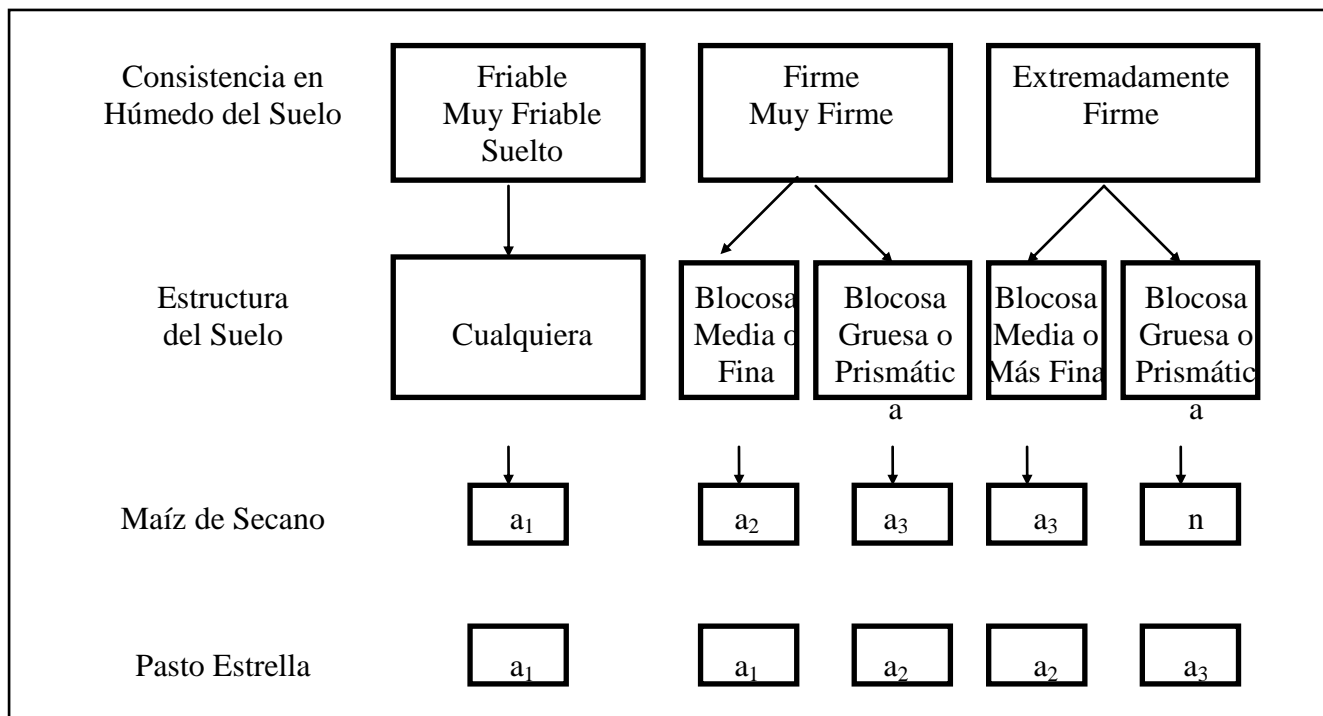
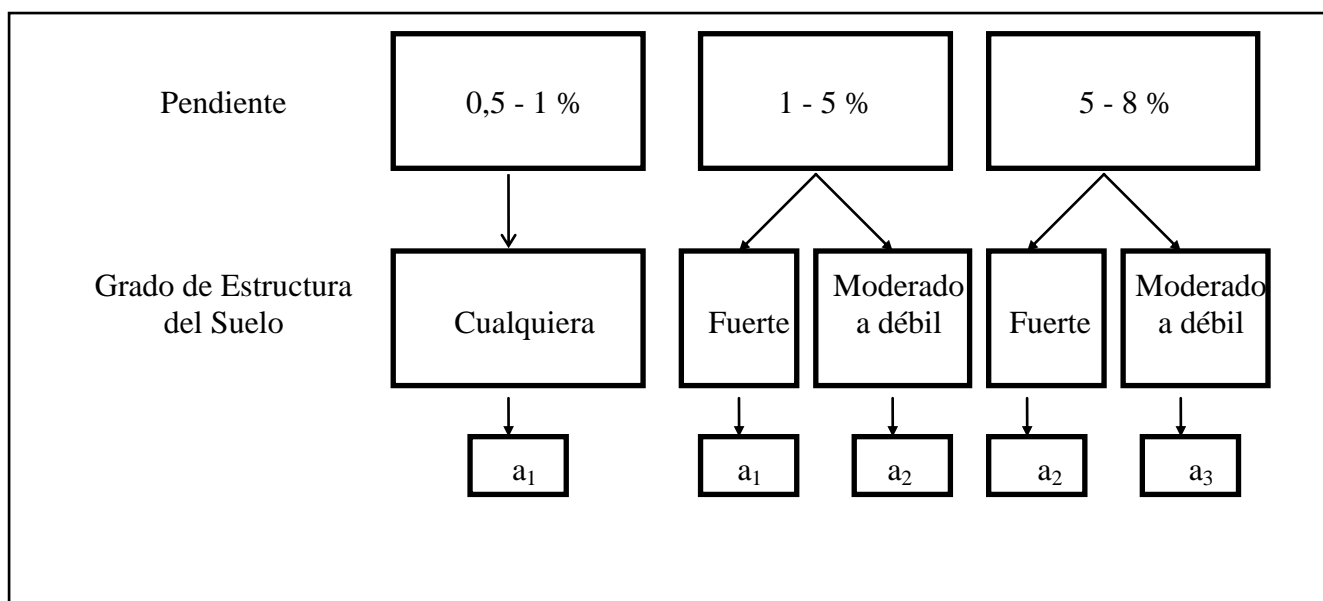


Figura 10.3. Árbol de decisión para evaluar el grado de aptitud de calidad “Riesgos de Erosión” para el TUT Maíz de Secano.



DEFINICIONES DE LAS CLASES DE APTITUD DE LAS TIERRAS

Clase A1, sumamente apta:

Tierras que no tienen limitaciones importantes para una aplicación sostenida de un uso determinado, o que solo tienen limitaciones de menor grado que no reducirán significativamente la productividad o los beneficios ni harán elevar los insumos por encima del nivel aceptable.

Clase A2, moderadamente apta:

Tierras con limitaciones que en conjunto son moderadamente graves para la aplicación sostenida de un uso determinado; las limitaciones pueden reducir la productividad o los beneficios y aumentar los insumos necesarios hasta un grado en que las ventajas globales obtenidas de dicho uso, si bien todavía atractivas, serán bastante inferiores a las esperadas de las tierras de clase A1.

Clase A3, marginalmente apta:

Tierras con limitaciones que en conjunto son graves para la aplicación sostenida de un uso determinado y reducirán la productividad o los beneficios, o incrementarán los insumos necesarios en tal medida que estos desembolsos quedarán solo marginalmente justificados.

N1, no apta actualmente:

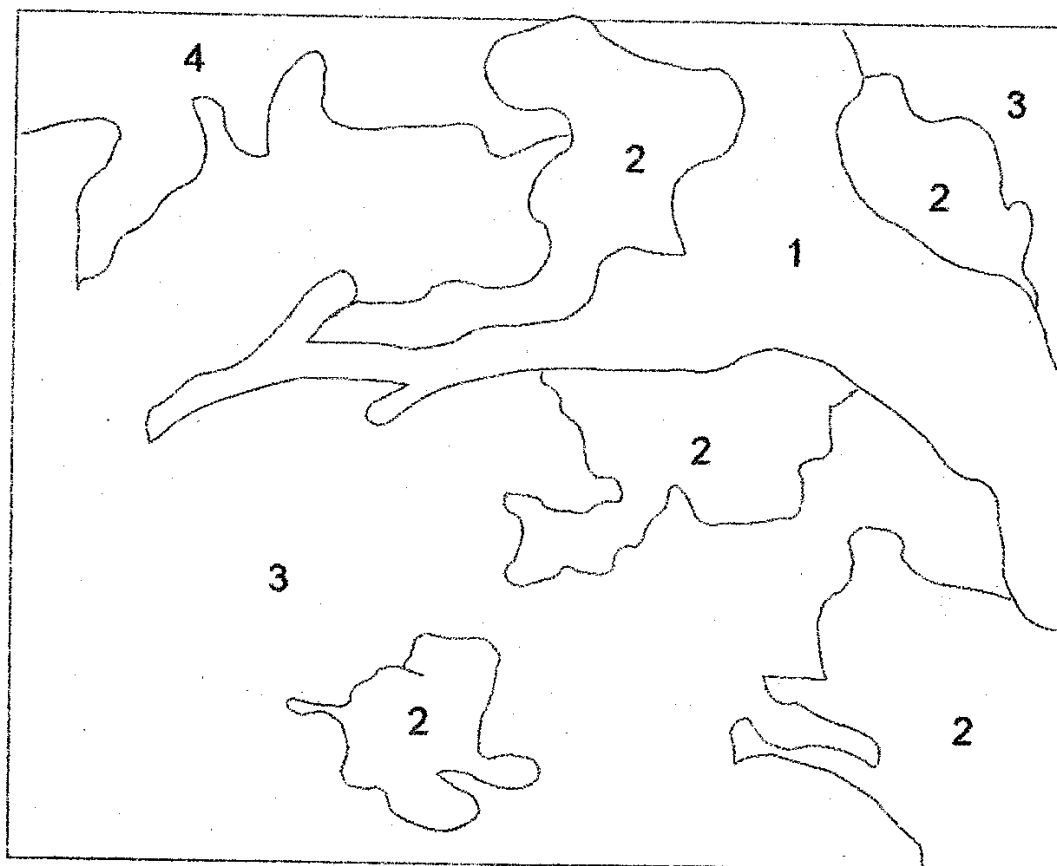
Tierras con limitaciones que pueden ser superadas con el tiempo, pero que no pueden corregirse con los conocimientos existentes a un costo actualmente aceptable; las limitaciones son tan graves que impiden un uso sostenido y satisfactorio de la tierra del modo que se ha determinado.

N2, no apta permanentemente:

Tierras con limitaciones que parecen ser tan graves que impiden toda posibilidad de un uso sostenido y satisfactorio de las tierras en el modo que se ha determinado.

NA, no se aplica:

Tierras que no han sido evaluadas para un determinado uso porque la aplicación de ese uso a esa zona es impedido por las hipótesis iniciales de la evaluación.



Escala 1:25000

UC	Clasificación	área (has)
1	Vertic Tropaquepts, Af	237
2	Typic Haplusterts, Af	270
3	Typic Argiustolls, Af	574
4	Ultic Haplustalfs, Af	119

UC	Clasificación	área (has)
----	---------------	------------

PRÁCTICA 11: EVALUACIÓN DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO

OBJETIVOS:

- i. Señalar las consecuencias de la utilización de la información edafológica en la selección de tierras para riego.
- ii. Evaluar en el campo las características y cualidades edáficas que afectan la potencialidad de las tierras para riego.
- iii. Clasificar sitios y unidades de tierra de acuerdo al grado de adaptabilidad al uso bajo riego.
- iv. Reconocer la diferencia entre tierra arable y tierra regable y sus implicaciones en la selección de tierras para riego.

PRIMERA ACTIVIDAD:

EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRA PARA USO BAJO RIEGO

Esta actividad consiste en un ejercicio de evaluación en el campo, de la adaptabilidad de unidades de tierra al uso agrícola bajo riego.

- 1.- Con la ayuda del docente, identifique en el campo el área correspondiente al piedemonte (abanico de explayamiento de $Q_0 - Q_1$), y el valle (napa de limo de desbordamiento de $Q_0 - Q_1$)
- 2.- Seleccione un sitio de muestreo en el área de piedemonte y realice una observación del suelo con el barreno. Describa las propiedades del suelo. Con los datos recabados complete el Cuadro 11.1.

Cuadro 11.1. Descripción del sitio 1.

Identificación del sitio:	Piedemonte:	
Pendiente general:		
Pedregosidad superficial:		
Erosión actual o pasada:		
Textura por horizonte:	Profundidad	Textura
	0 – 20 cm	
Profundidad efectiva:		
Profundidad al nivel freático:		
Drenaje Externo:		
Drenaje Interno:		
Clase de Drenaje (*):		

(*) Para determinar las clases de drenaje consulte el anexo.

3. Observe el Cuadro 11.2, en el cual se presentan algunas características medidas en el campo o en el laboratorio, que complementan la información recabada por usted.

Cuadro 11.2. Características físicas y químicas seleccionadas de los suelos del área en el Jardín Botánico de la Facultad de Agronomía de la UCV

Sitio de Observación	Identificación	Infiltración Básica (cm/h)	C.E Extracto 25°C (dS/m)	pH en agua Pasta 1:1		Cationes Intercambiables (cmol(+)/kg)				C.I.C.
						Na	K	Ca	Mg	
1	Piedemonte	3,5	0,8	7,6	7,9	0,08	0,52	15,12	1,11	18,41
2	Valle	2,0	0,54	7,2	7,55	0,15	0,73	18,9	1,39	21,21

4. Compare las propiedades del sitio muestreado con las especificaciones para la evaluación de la aptitud de las tierras para riego, mostradas en el Cuadro 11.3 (al final de esta guía) y determine a cuál clase de tierra con fines de riego corresponde ese sitio.
5. La clase de riego determinada por usted, expresa el grado de limitación de la tierra para su uso continuo bajo riego. La subclase señala el tipo de limitación presente. Determine la subclase básica correspondiente al sitio muestreado e indique en forma de subíndice (por ejemplo 2s, 3st), utilizando los siguientes símbolos:

s = Limitaciones en el perfil del suelo

t = Limitaciones topográficas

d = Limitaciones de drenaje

6. Usted ha podido notar en el Cuadro 11.3 que la clase 5 no está presente. Esa es una clase reservada a tierras sujetas a estudios especiales para determinar su factibilidad de uso bajo riego.
7. La clase 4, reúne a tierras con limitaciones severas; pero consideradas aptas para riego bajo condiciones de uso y manejo especial. Por este motivo en la clase 4, se reconocen las siguientes subclases especiales:

P = Uso para pastos

F = Uso para frutales

R = Uso para arroz

V = Uso para hortalizas

S = Riego por aspersión

U = Riego subterráneo

Las razones para incluir las tierras en algunas de estas subclases, son señaladas por las subclases básicas (s,t,d). Si una tierra es 4 PRsd ello indica que la tierra ha sido evaluada como clase 4, pero deduzca usted cuales son los tipos de restricciones que tiene esa tierra y establezca las subclases de uso especial.

8. Seleccione ahora un sitio de muestreo en el área del Valle. Haga una descripción de las propiedades de la tierra en ese lugar y complete el Cuadro 11.4.

Cuadro 11.4. Descripción del sitio 2.

Identificación del sitio:	Valle:	
Pendiente general:		
Pedregosidad superficial:		
Erosión actual o pasada:		
Textura por horizonte:	Profundidad	Textura
	0 – cm	
Profundidad efectiva:		
Profundidad al nivel freático:		
Drenaje Externo:		
Drenaje Interno:		
Clase de Drenaje:		

9. Con el apoyo de los Cuadros 11.2 y 11.3, determine la clase y la subclase de riego correspondiente a ese sitio.

10. Resuma los resultados de su evaluación el siguiente Cuadro:

SITIO	IDENTIFICACIÓN	SUBCLASE DE RIEGO
1	Piedemonte	
2	Valle	

11. Emita un juicio en términos comparativos de la aptitud para riego de los sitios evaluados por usted. ¿En cuál de los dos sitios hay tierras arables?

SEGUNDA ACTIVIDAD PRÁCTICA:

SELECCIÓN DE TIERRAS ARABLES Y TIERRAS REGABLES.

El proceso de selección de tierras para riego, debe ser realizado a través de la ejecución de dos pasos básicos:

- a) La determinación de las tierras arables, y
- b) La selección de las tierras regables.

Se entiende por tierra arable, aquel terreno apto para producir adecuadamente bajo riego, si es provisto de agua y de los mejoramientos esenciales para regar, como nivelación y drenaje. Por otro lado, tierra regable, es aquella tierra que puede ser regada una vez diseñado el plan específico de riego.

1. Observe la Figura 1, la cual muestra un segmento del mapa de clasificación de tierras con fines de riego del asentamiento campesino La Paredaña, ubicado en el Estado Carabobo.
2. La leyenda de ese mapa es presentada en el Cuadro 11.5. Identifique en la leyenda las unidades cartográficas de tierras arables. Para ese fin, considere como arables las unidades cartográficas con 25% o menos de tierra de clase 6.
3. Complete el Cuadro siguiente y determine la superficie de tierras arables.

UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE TIERRAS ARABLES	SUPERFICIE Ha.

Superficie de tierras arables: _____

4. El Cuadro 11.6 presenta el balance hídrico de la Estación Monte Sacro, la cual es representativa del área de estudio. Identifique en el balance cuál es el mes más crítico (el mes con mayor déficit de humedad). ¿Cuál es la magnitud del déficit de humedad durante ese mes?
5. Por ejemplo si el déficit de humedad en enero es 81,5 mm. Estimando una eficiencia de riego de 60%, el volumen de agua requerido para regar 1 Ha. durante ese mes es el siguiente:

$$\frac{0,0815 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 / \text{Ha}}{0,60} = 1.358,33 \text{ m}^3 / \text{Ha}$$

que convertido a litros/seg significa que el caudal requerido durante las 24 horas del día para regar 1 Ha es de:

$$\underline{1.358,33 \text{ m}^3 / \text{Ha} \times 1.000 \text{ L} /}$$

$$\underline{\text{m}^3} = 0,51 \text{ L/seg /Ha}$$

$$31 \text{ días} \times 24 \text{ horas} \times 3.600 \text{ seg}$$

6. Calcule siguiendo el ejemplo anterior, el caudal en L/seg. requerido para 1 Ha durante el mes más crítico.
7. El Río Chirgua, según aforo del IAN, tiene un gasto aproximado de 120 L/seg en el mes de marzo. El análisis químico de las aguas de este río revela que las mismas tienen una composición adecuada para el riego. Compare el caudal de este río con el gasto necesario para regar 1 Ha y estime la superficie de tierras regables a partir del agua del río.
8. Resuma la información obtenida y complete el siguiente Cuadro.

Asentamiento Campesino La Paredaña	Superficie (Ha)
Tierras arables	
Tierras regables	

9. Si el área regable resulta menor que el área arable (o sea que usted no dispone del agua necesaria para regar toda la superficie de tierras potencialmente aptas), tendrá que seleccione las tierras (unidades cartográficas) que deben ser regadas. Para los propósitos de este ejercicio no tome en cuenta los problemas relacionados con la distribución del agua, considere solamente la aptitud de las tierras para riego.

Delimite el área regable sobre el mapa de la Figura 11.1.

ANEXOS DE LA PRÁCTICA 11
DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DE DRENAJE DEL SUELO
(SOIL SURVEY STAFF, 1983)

CLASES	CALIFICACIÓN	SÍMBOLO	COMPONENTES MAS IMPORTANTES
1	Excesivamente Drenado	ED	Conductividad hidráulica alta y muy alta. Baja capacidad de retención de humedad. Suelos sólo aptos para cultivos con riego.
2	Algo Excesivamente Drenado	AED	Conductividad hidráulica alta; baja capacidad de retención de humedad. Sin riego estos suelos son aptos para un reducido número de cultivos.
3	Bien Drenado	BD	Capacidad de retención de humedad intermedia. Pueden almacenar cantidades óptimas de humedad, sin embargo su disponibilidad puede no ser óptima debido a que la misma no se encuentra a la profundidad o en la época requerida por los cultivos.
4	Moderadamente Bien Drenado	MBD	Suelos suficientemente húmedos en la zona subsuperficial para afectar adversamente a los cultivos o a las labores culturales, a menos que se drenen artificialmente. La conductividad hidráulica de todo el perfil o de alguno de sus horizontes es baja.
5	Imperfectamente Drenado	ID	Igual que la clase anterior pero con mayor nivel de limitación sobre el crecimiento de los cultivos.
6	Pobremente Drenado	PD	Suelos con frecuente exceso de humedad en la superficie o cerca de ella durante un período considerable del año, de tal manera que los cultivos no se desarrollan si no son drenados artificialmente.
7	Muy Pobremente Drenado	MPD	Suelos que presentan agua en superficie durante la mayoría del los meses del año. En condiciones naturales los cultivos no se desarrollan con excepción del arroz.

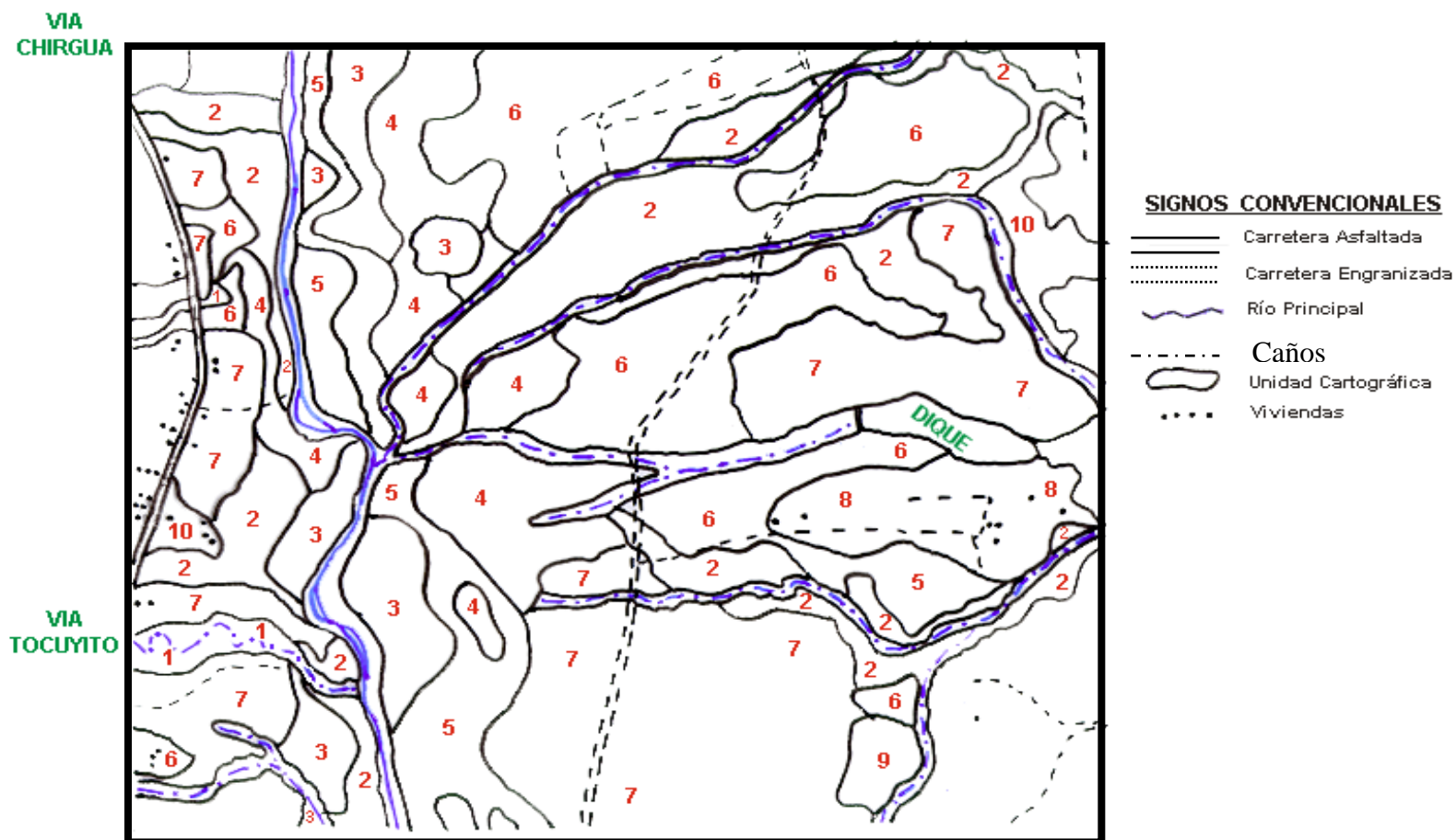


Figura N° 11.1. SEGMENTO DEL MAPA DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO DEL ASENTAMIENTO CAMPESINO "LA PAREDEÑA"

Cuadro 11.5. Clasificación de tierras con fines de riego del asentamiento “La Paredaña”, Edo. Carabobo (Fernández *et al.*, 1976).

UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE Ha	SUB-CLASE DE RIEGO	%
1	28,8	6 std 3 std	80 20
2	51,9	3 sd 6 sd	75 25
3	26,3	6 sd 3 s 4 PVs	40 30 30
4	31,0	2 sd 3 s 4 PVs	30 30 40
5	18,8	3 sd 2 sd	60 40
6	64,2	2 s 3 s	50 50
7	93,0	2 s 3 s 3 st	40 40 20
8	8,8	4 Pst 6 st	60 40
9	2,0	4 Pst 3 sd	60 40
10	7,6	6 sd	100
Total	332,4		

Cuadro 11.6. Estación Monte Sacro, Estado Carabobo. Balance Hídrico (Período 1966-1974)

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Almacenamiento *	Exceso	Déficit (mm)
Enero	13,4	117,9	0	0	81,5
Febrero	6,8	128,3	0	0	121,5
Marzo	12,1	158,7	0	0	146,6
Abril	66,2	132,8	0	0	66,6
Mayo	125,2	102,6	22,6	0	0
Junio	118,8	86,3	55,1	0	0
Julio	115,5	89,0	81,6	0	0
Agosto	160,7	91,7	100,1	50,6	0
Septiembre	140,2	94,3	100,0	45,9	0
Octubre	118,1	88,6	100,0	29,5	0
Noviembre	69,5	94,1	75,0	0	0
Diciembre	40,8	100,5	15,3	0	0
TOTAL	987,3	1.284,8			416,2

* Se asume 100 mm de capacidad de retención de humedad

Cuadro 11.3. Especificaciones para la evaluación de la aptitud de las tierras para riego.
(Basada en Arenas, et al 1979)

Tipo de Limitación	Características y Cualidades de Tierra	GRADO DE LIMITACIÓN				
S U E L O	TEXTURA	Clase 1 – Arable apta	Clase 2 – Arable Moderadamente apta	Clase 3 – Arable Pobremente apta	Clase 4 – Arable Limitada de uso especial	Clase 6 No arable
		Todas las texturas con menos de 35 % de arcilla, salvo la areno francosa y arenosa	Todas las texturas con menos de 50 % de arcilla, salvo la arenosa	Todas las texturas con menos de 60 % de arcilla, salvo la arenosa	Todas las texturas con menos de 80 % de arcilla, salvo la arenosa	Todas las texturas
	PROFUNDIDAD EFECTIVA	90 cm o más	60 cm o más si es Franco-arenoso o más fino o 90 cm o más si es areno-francoso	45 cm o más si es franco-arenoso o más fino o 75 cm o más si es areno-francoso	15 cm o más si es franco-arenoso o más fino o 30 cm o más si es areno-francoso	Menos profundidad que la requerida para la Clase 4
	INFILTRACIÓN cm/h	1,5 – 6,25	0,8 – 6,5	0,4 – 6,5	0,2 – 6,5	Menos de 0,2 o más de 6,5
	SALINIDAD C.E. en dS/m (Extracto saturado a 25 °C)	Menos de 2 (menos de 4 en suelos permeables o donde la infiltración sea > 4 cm/h)	Menos de 4 (Menos de 6 en suelos permeables o donde la infiltración sea > 4 cm/h)	Menos de 6 (Menos de 8 en suelos permeables o donde la infiltración sea > 4 cm/h)	Menos de 8 (menos de 12 en suelos permeables o donde la infiltración sea > 4 cm/h)	Más de 8 (Más de 12 en suelos permeables o donde la infiltración sea > 4 cm/h)
	ALCALINIDAD a) pH a la pasta	Menos de 9	Igual a Clase 1	Igual a Clase 1	Igual a Clase 1	Más de 9
	b) Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)	Hasta 10%	Hasta 15%	Hasta 15%	Hasta 15%	Más de 15%
T O P O G R A F.	ACIDEZ pH en agua 1:1	Más de 6,0	Más de 5,0	Más de 4,5	Más de 4,5	Menos de 4,5
	PENDIENTE GENERAL	Menos de 3%	Menos de 5%	Menos de 8%	Menos de 16%	Mayor de 16%
D R E N A J E	PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL	Acepta piedras siempre que estén separadas por una distancia mayor a 20 veces su diámetro	Igual a Clase 1	Igual a Clase 1	Acepta piedras siempre que estén separadas por una distancia mayor a 5 veces su diámetro	No cumple con las anteriores
	PROFUNDIDAD AL NIVEL FREÁTICO (cm)	Más de 120	Más de 90	Más de 75	45 o más	Menos de 45
	CLASE DE DRENAJE	Bien drenado	Moderadamente bien drenado	Algo excesivamente drenado, imperfectamente drenado o pobremente drenado	Muy pobremente drenado	Excesivamente drenado

ETAPA III

PRÁCTICA 12: LECTURA DE MAPAS Y UBICACIÓN DE SUELOS.

Al elaborar un mapa de suelos, el agrólogo intenta delimitar áreas de terreno en las cuales ocurra una combinación única de factores formadores de suelo. De acuerdo al modelo de desarrollo de suelos aplicado durante el curso, los suelos de estas áreas deben ser más homogéneos en relación a los que se presentan en todo el paisaje. A consecuencia de su homogeneidad, sería de esperar que su comportamiento sea uniforme ante prácticas de manejo similares.

Cada delineación es identificada con el símbolo de la unidad cartográfica a la que pertenece. A partir de la leyenda del mapa, el usuario puede inferir el o los tipos de suelos que probablemente encontrará en cada porción de terreno cubierta por el mapa.

Si el usuario requiere un tipo de suelo con ciertos atributos específicos que le interesan, la lectura de la leyenda le permite conocer si ese tipo de suelo se encuentra entre los más frecuentes del área o si probablemente no existe.

Sin embargo, el mapa de suelos representa un modelo conceptual de la distribución espacial de las propiedades del suelo en el área de estudio. Como modelo, es una representación simplificada de la realidad, por lo tanto con cierto grado de imperfección y errores. Estos errores llevan a que en la realidad aparezcan otros tipos de suelos que se consideran impurezas dentro de las unidades cartográficas. Estas inclusiones ocurren frecuentemente por la dificultad de definir la posición precisa de los límites de suelo ya que éstos son muy tortuosos o difusos o en otros casos, por la dificultad de detectar la presencia de cuerpos de suelo demasiado pequeños para la escala del mapa.

Si las impurezas presentes en un sector dado son muy diferentes a la clase de suelo mapeada, el error de pronóstico del mapa puede tener serias consecuencias. Por esta razón, cuando se utiliza un mapa de suelos para ubicar el sitio más apropiado para un determinado uso de la tierra, conviene, en lo posible, comparar la veracidad del mapa para ese tipo particular. La comprobación de la veracidad o validez del mapa se hace más necesaria en la medida en que el uso es más intensivo. Esa comprobación es imprescindible cuando el mapa se utiliza para ubicar ensayos de campo. A continuación se desarrollará como actividad práctica una serie de pasos, suponiendo que se desee ubicar el sitio adecuado para una serie de ensayos agronómicos.

PRIMERA ACTIVIDAD:

Selección de un sitio experimental para realizar ensayos de campo para la evaluación de la tolerancia de tres variedades de maíz a deficiencias de oxígeno en la raíz.

1.1.- Examine el mapa anexo y su leyenda.

1.2.- Determine la clase de suelo más apropiada para sus propósitos. Discuta con sus compañeros cuáles serán los criterios a utilizar para la determinación de la cualidad “Disponibilidad de oxígeno”.

1.3.- Para ubicar su ensayo, ¿conviene una unidad de buena disponibilidad de oxígeno o de baja disponibilidad potencial?

1.4.- Seleccione la unidad cartográfica que más se adapte a los requerimientos determinados por usted. ¿La unidad cartográfica seleccionada es una consociación, una asociación, un complejo o de qué tipo?

1.5.- Estime cuál es la superficie aproximada necesaria para establecer sus parcelas experimentales y calcule el tamaño que dicha área ocupará en el mapa.

SEGUNDA ACTIVIDAD:

Localización de un ensayo de tolerancia a deficiencias de humedad (estrés hídrico) de tres variedades de sorgo.

2.1.- En el mapa anexo, determine la clase de suelo más apropiada para realizar un ensayo de campo para evaluar variedades tolerantes a estrés hídrico. Discuta con sus compañeros cuáles serán los criterios a utilizar para la determinación de la cualidad “Humedad disponible”.

2.2.- Para ubicar su ensayo, ¿Conviene una unidad de alta humedad disponible o de baja disponibilidad de humedad?

2.3.- Seleccione la unidad cartográfica que más se adapte a los requerimientos determinados por usted. ¿La unidad cartográfica seleccionada es una consociación, una asociación, un complejo o de qué tipo?.

2.4.- Estime cuál es la superficie aproximada necesaria para establecer sus parcelas experimentales y calcule el tamaño que dicha área ocupará en el mapa.

TERCERA ACTIVIDAD:

3.1.-El docente le conducirá al lugar del campo experimental, disponible para montar ambos ensayos en áreas próximas, para atenderlos con mayor facilidad.

3.2.- Mediante las referencias geográficas que presenta el mapa (camino, construcciones, escala, etc.), localice en el terreno el sector donde se encuentran delineaciones de las unidades cartográficas seleccionadas para el ensayo 1.

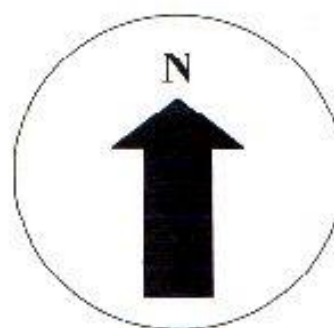
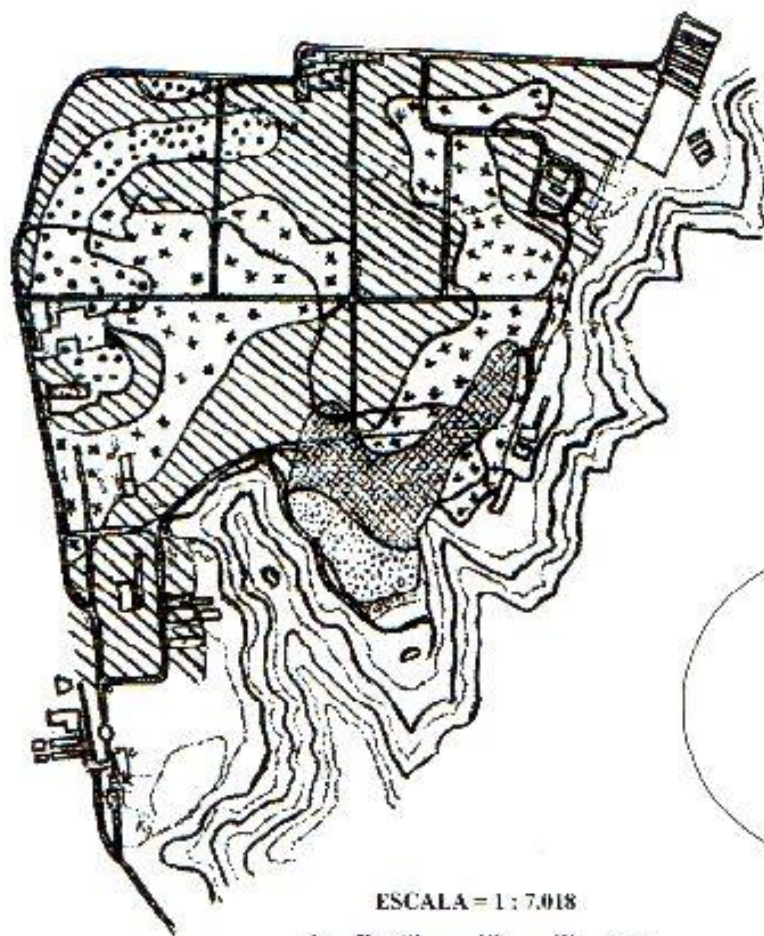
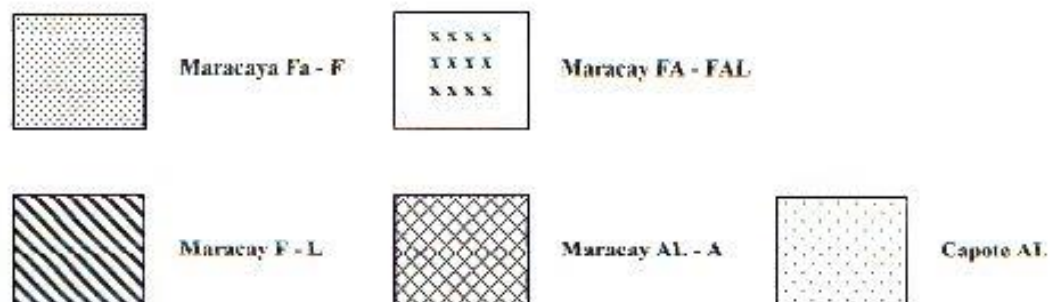
3.3.- Utilice el barreno para hacer observaciones que permitan comprobar la veracidad del mapa. Para ello, mediante el barreno haga observaciones de los atributos de los suelos y compare los resultados obtenidos con los atributos del suelo esperado en ese sitio, de acuerdo al mapa.

3.4.- Repita los pasos 3.2 y 3.3, hasta delimitar un sector suficientemente grande para montar las parcelas experimentales deseadas, o concluir que los suelos deseados no se encuentran en el sector.

3.5.- Mediante las referencias geográficas que presenta el mapa (camino, construcciones, escala, etc.), localice en el terreno el sector donde se encuentra una delimitación de la unidad cartográfica seleccionada para el ensayo 2.

3.6.- Utilice el barreno para hacer observaciones que permitan comprobar la veracidad del mapa. Para ello, mediante el barreno haga observaciones de los atributos de los suelos y compare los resultados obtenidos con los atributos del suelo esperado en ese sitio de acuerdo al mapa.

3.7.- Repita los pasos 3.5 y 3.6, hasta delimitar un sector suficientemente grande para montar las parcelas experimentales deseadas, o concluir que los suelos deseados no se encuentran en el sector.



ESCALA = 1 : 7.018



Figura 12.1; Mapa de suelos del campo experimental de la Facultad de Agronomía de la UCV en Maracay, estado Aragua

CUARTA ACTIVIDAD

Como usted ha podido apreciar, el mapa disponible del campo experimental es antiguo y, por consiguiente, se requiere un nuevo mapa de suelos. En la Práctica 6 (Cartografía de suelos) usted calculó el área mínima de planificación, en función de la escala del mapa. Con el mismo procedimiento aplicado en esa práctica, se puede determinar los siguientes valores del área mínima de planificación de acuerdo a la escala

Escala (1:E)	ha / cm ²	DTm (ha)	Área Mínima de Planificación (ha)
1:10.000	1	0,4	1,6
1:7.500	0,56	0,225	0,9
1:5.000	0,25	0,1	0,4

¿Cuál escala considera usted más adecuada para el mapa de suelos del campo experimental? ¿Por qué?

Densidad de Muestreo

La FAO (Smith, 1981; Dent y Young, 1981) considera que la densidad promedio de muestreo en un estudio de suelos debe ser 0,5 observaciones/cm² de mapa; aunque esta densidad puede variar desde 0,25 observaciones/cm² en áreas de uso poco intensivo, hasta 1 observación/cm² en áreas de uso intensivo. Si tomamos como referencia una intensidad de muestreo de 0,5 observaciones /cm² de mapa, se requerirá un promedio de 1 punto de muestreo por cada 200 ha para realizar un mapa 1:100.000. Esto equivale a 5 puntos de muestreo por cada 10 km² de terreno.

¿Cuál es la densidad de puntos de muestreo requerida para realizar un mapa de suelos a las escalas 1:10.000, 1:7.500 ó 1:5.000 del campo experimental? (redondee las cifras a números enteros)

Escala (1:E)	ha / punto de muestreo
1:10.000	
1:7.500	
1:5.000	

PRÁCTICA 13: INTRODUCCIÓN A LA INTERPRETACIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS.

OBJETIVOS

- a) Conocer y poner en práctica aspectos básicos de fotointerpretación con fines de estudio de suelo.
- b) Reconocer la utilidad de la interpretación de fotografías aéreas como base para la subdivisión de paisajes complejos en áreas con mayor uniformidad de condiciones edáficas.
- c) Identificar elementos en fotografías aéreas relacionados con posibles cambios de condiciones edáficas.

La fotointerpretación es la actividad de examinar imágenes captadas por un sensor a partir de las radiaciones electromagnéticas emitidas o reflejadas por objetos ubicados a una distancia remota. El propósito de este examen es identificar los objetos y sus propiedades, de acuerdo a un fin específico, sin estar en contacto con ellos. Esta actividad tiene una gran importancia para la valoración de recursos naturales y particularmente de suelos.

Las primeras imágenes de percepción remota utilizadas para la fotointerpretación fueron captadas desde aviones equipados con cámaras fotográficas. Hoy en día se dispone de diversos tipos de imágenes captadas desde satélites que giran alrededor del planeta. Sin embargo, las fotografías aéreas continúan siendo intensamente utilizadas porque constituyen una fuente excelente de información. Por otra parte, los principios de fotointerpretación aplicados en esta práctica son aplicables a la interpretación visual tanto de fotografías aéreas como de imágenes de satélite; sólo que en esta últimas, la visión estereoscópica se obtiene por medio de programas de computación especializados o debe ser sustituida por un modelo digital de elevación. Las fotografías aéreas comunes muestran el terreno en diferentes tonos de gris, los cuales son causados por diferencias en la reflexión de los objetos en la superficie del terreno. Por ejemplo, bajo igualdad de cobertura vegetal, los suelos con mayor contenido de humedad tienden a absorber mayor radiación y por lo general, aparecen con tonos más oscuros. En algunas fotografías aéreas, esto permite plantear hipótesis sobre cambios en las condiciones de drenaje, o en la capacidad de retención de humedad del suelo.

Además de su uso como mapa de campo, la fotografía aérea puede ser interpretada, para subdividir en áreas con mayor uniformidad de las propiedades del suelo que el paisaje como un todo. Si bien, las fotografías aéreas no permiten observar las propiedades internas del suelo, son útiles para inferir cambios en algunos factores formadores de suelo (por ejemplo: vegetación, relieve, material parental,

edad), o en ciertas condiciones del suelo.

PRIMERA ACTIVIDAD: VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

Las fotografías aéreas son tomadas a intervalos regulares, calculados para que ocurra un 60% de recubrimiento entre fotografías sucesivas. De esta manera, cada parte del terreno aparece en dos fotografías consecutivas. Esto permite obtener una imagen tridimensional, por medio de un estereoscopio.

Las visuales correspondientes a los ojos derecho e izquierdo, respectivamente, son convergentes. Un estereoscopio es un instrumento óptico que permite corregir la dirección de esas visuales, haciéndolas paralelas. Esto permite observar la imagen registrada en una fotografía, con el ojo izquierdo y la misma imagen en la fotografía consecutiva, con el ojo derecho. La superposición de ambas imágenes en el cerebro, produce una visión tridimensional (estereoscópica).

El tipo de estereoscopio más sencillo, es el de bolsillo, el cual provee una ampliación de 2,5x. Este estereoscopio produce una excelente imagen tridimensional del terreno, pero tiene como desventaja, la necesidad sobreponer las fotos entre sí, lo cual dificulta dibujar sobre ellas.



Figura 13.1: Esteroscopio de bolsillo

El estereoscopio de espejo permite superar esta dificultad, pero este equipo tiene un costo considerablemente mayor. Este estereoscopio puede ser usado con binoculares, con una ampliación variable de 3x a 8x, según el grado de detalle requerido.

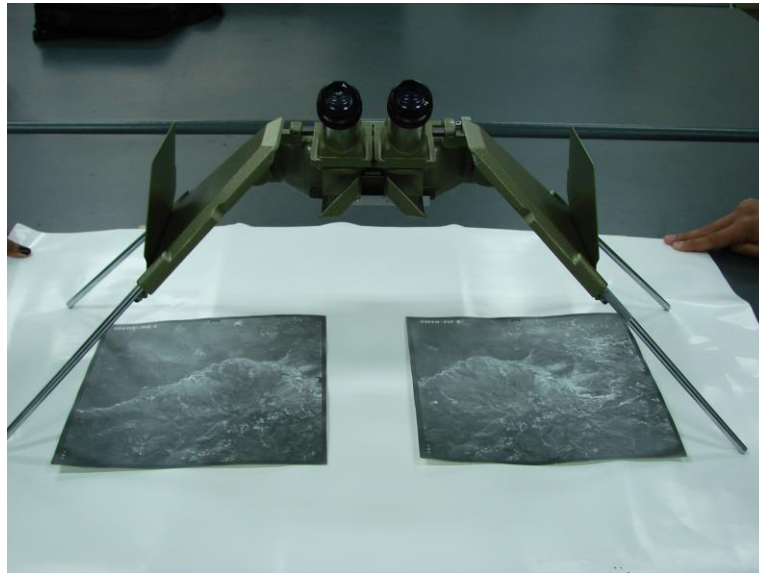


Figura 13.2: Estereoscopio de espejos

El docente le asignará un estereoscopio de bolsillo. Con la ayuda de un compañero de clase y una regla mida su distancia interpupilar y ajuste la base del estereoscopio a esa distancia. Alternativamente, ajuste la base del estereoscopio a la distancia interpupilar promedio (6,5 cm). La Figura 14.3 es un estereograma construido con dos fotografías aéreas adyacentes, cortadas y montadas de manera tal de crear una imagen estereoscópica. Con el estereoscopio de bolsillo vea ambas fotografías al mismo tiempo ¿Qué observa?

SEGUNDA ACTIVIDAD: FASES DE LA FOTOINTERPRETACIÓN

Fotolectura

Esta fase consiste en identificar objetos y rasgos del terreno, claramente visibles en la fotografía aérea. Esto incluye tres acciones diferentes pero estrechamente relacionadas: la detección, el reconocimiento y la identificación de los objetos. La capacidad de detectar un objeto en una fotografía aérea depende de la escala y calidad de la imagen, y de la experiencia del intérprete. Después que un objeto ha sido detectado debe ser reconocido e identificado para poder extraer información válida de la imagen. Reconocer el objeto significa tomar conciencia de que no es desconocido, que ya ha sido visto con anterioridad. Por otra parte, identificar al objeto significa correlacionarlo con algún rasgo particular de interés para el propósito de la fotointerpretación.

Observe nuevamente la Figura 13.3 con el estereoscopio ¿Puede identificar el cráter en el centro del volcán, el camino que asciende hasta el borde del cráter, los surcos de erosión en el cono, la vegetación, los depósitos de lava?

El reconocimiento e identificación de objetos en una fotografía aérea ofrece diferentes grados de dificultad. Por ejemplo, para muchas personas resulta relativamente fácil identificar el cráter, el camino, los surcos de erosión y la vegetación rala en las faldas del volcán. Pero la identificación de los depósitos de lava alrededor del cono requiere mayor experiencia.

Análisis

En una segunda fase se delinean elementos en la fotografía que son significativos para el propósito particular de la interpretación. En el proceso de análisis los límites trazados entre los elementos separados en la imagen pueden ser clasificados como: confiables, moderadamente confiables o tentativos, según el grado de seguridad del intérprete en la identificación de esos objetos.

El análisis es acompañado por un proceso de deducción de las relaciones entre los objetos separados en la fotografía y las condiciones del suelo. Este es un proceso complicado, basado en evidencias convergentes.

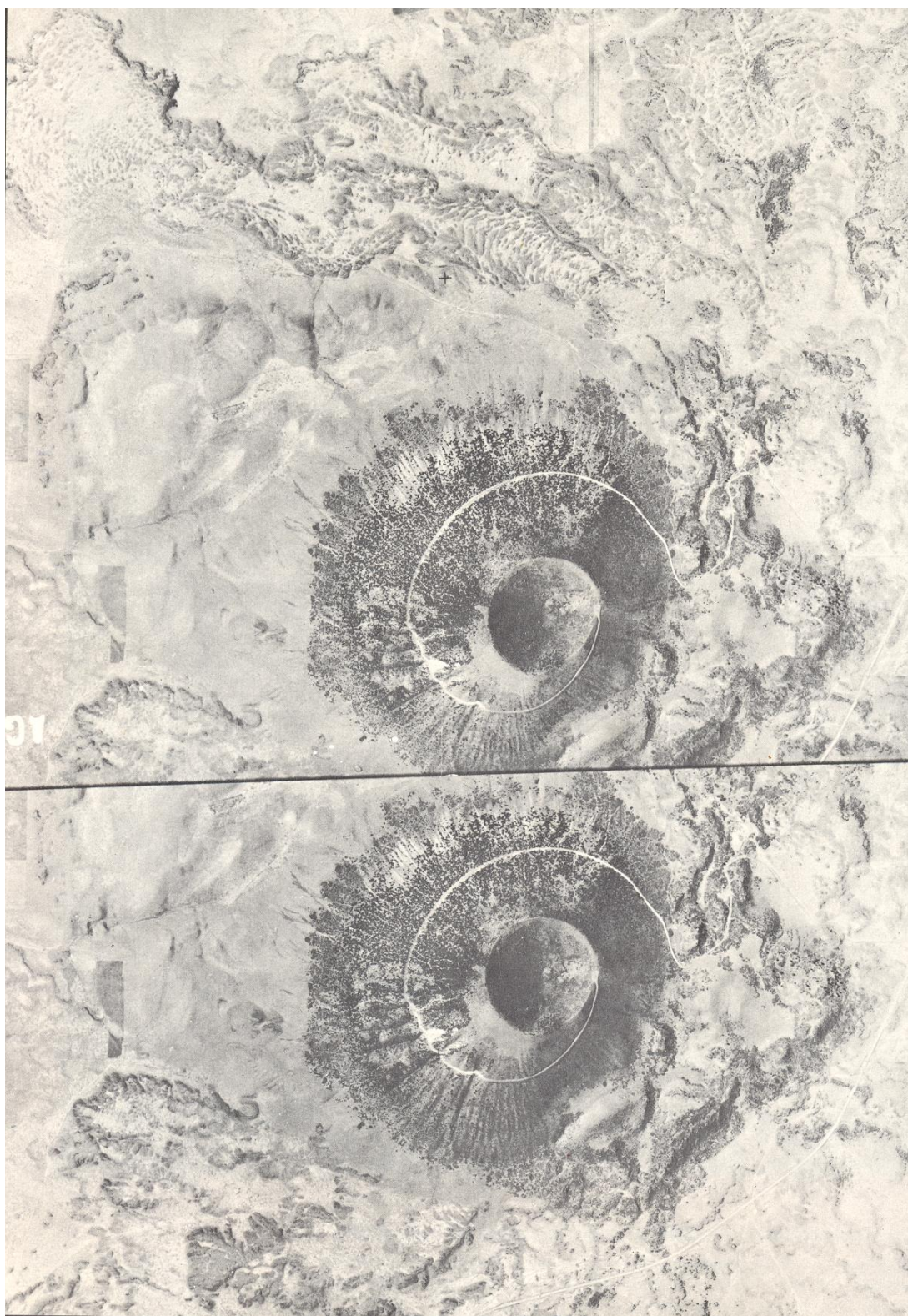


Figura 13.3: Monte Capulín, Nuevo México, EUA. . 1936 Escala 1:20 000.

Fuente: Wanless (1965).

La Figura 13.4 muestra el cauce del Río Grande en el Valle de San Lu  , rodeado de numerosos meandros abandonados. Separe la vega actual de desborde del río (Q_0) de la llanura aluvial (Q_1).

  El límite entre ambas unidades es confiable, moderadamente confiable o tentativo?

Compare las dos unidades de paisaje identificadas   Qu   deduce acerca del grado de evolución del suelo y de las condiciones de drenaje e inundación en ambas unidades?   Cu  les razones sustentan esta deducción?

La Figura 13.5 muestra otro ejemplo de deducciones realizadas por medio de evidencias convergentes. En la parte inferior de la imagen observe que hay campos cultivados, reconocibles por su textura lisa y por las líneas rectas de separación entre ellos. Más abajo se observa un camino con edificaciones a los lados, y un poco más abajo, se observa un área no cultivada, de textura rugosa y vegetación arbórea. Con ayuda del estereoscopio se puede apreciar que el área al lado del camino tiende a ser convexa y ocupa una posición más alta que el área adyacente, no cultivada, la cual tiende a ser cóncava.   Qu   deduce usted con relación a la variación de las condiciones de drenaje del suelo entre ambas áreas?

La calidad de las deducciones depende del nivel de referencia del intérprete, es decir, de la cantidad y calidad de los conocimientos almacenados en su mente. Esto incluye no sólo el nivel de conocimientos sobre su disciplina y campos afines del conocimiento (nivel de referencia general y especializado), sino también del conocimiento del área geográfica donde se realiza la interpretación (nivel de referencia local).

Observe el estereograma mostrado en la Figura 13.6.   Qu   elementos puede identificar en la imagen de acuerdo a su nivel de referencia?

Sin embargo, un intérprete con un mayor nivel de referencia local puede identificar que las variaciones de relieve están asociadas a diferencias entre las areniscas que afloran en las colinas cubiertas de bosques, y las rocas calizas presentes en las depresiones. En efecto los hoyos circulares que se observan en las depresiones en la parte inferior de la imagen son sumideros causados por la disolución del carbonato de calcio.

Dibuje un corte topográfico desde el punto A hasta el punto A', en el cual muestre la variación del relieve, la vegetación y la variación espacial esperada de la profundidad del horizonte A del suelo. Obviamente debe exagerar la escala vertical con relación a

la escala horizontal.

Clasificación

Como resultado del análisis, se establecen unidades de terreno diferentes y se clasifican para producir una leyenda de fotointerpretación. Esta fase es conocida como clasificación. Esto incluye la descripción individual de las superficies delineadas por el análisis, su arreglo en un sistema adecuado para ser usado en el campo de la investigación y por último la codificación necesaria para expresar el sistema.

Las fases señaladas se repiten reiterativamente, alternadas con comprobaciones de campo, hasta producir una subdivisión definitiva del terreno, en unidades con condiciones de suelo diferentes. El número de repeticiones va a depender de la dificultad propia de cada sector y del nivel o detalle del estudio en ejecución.

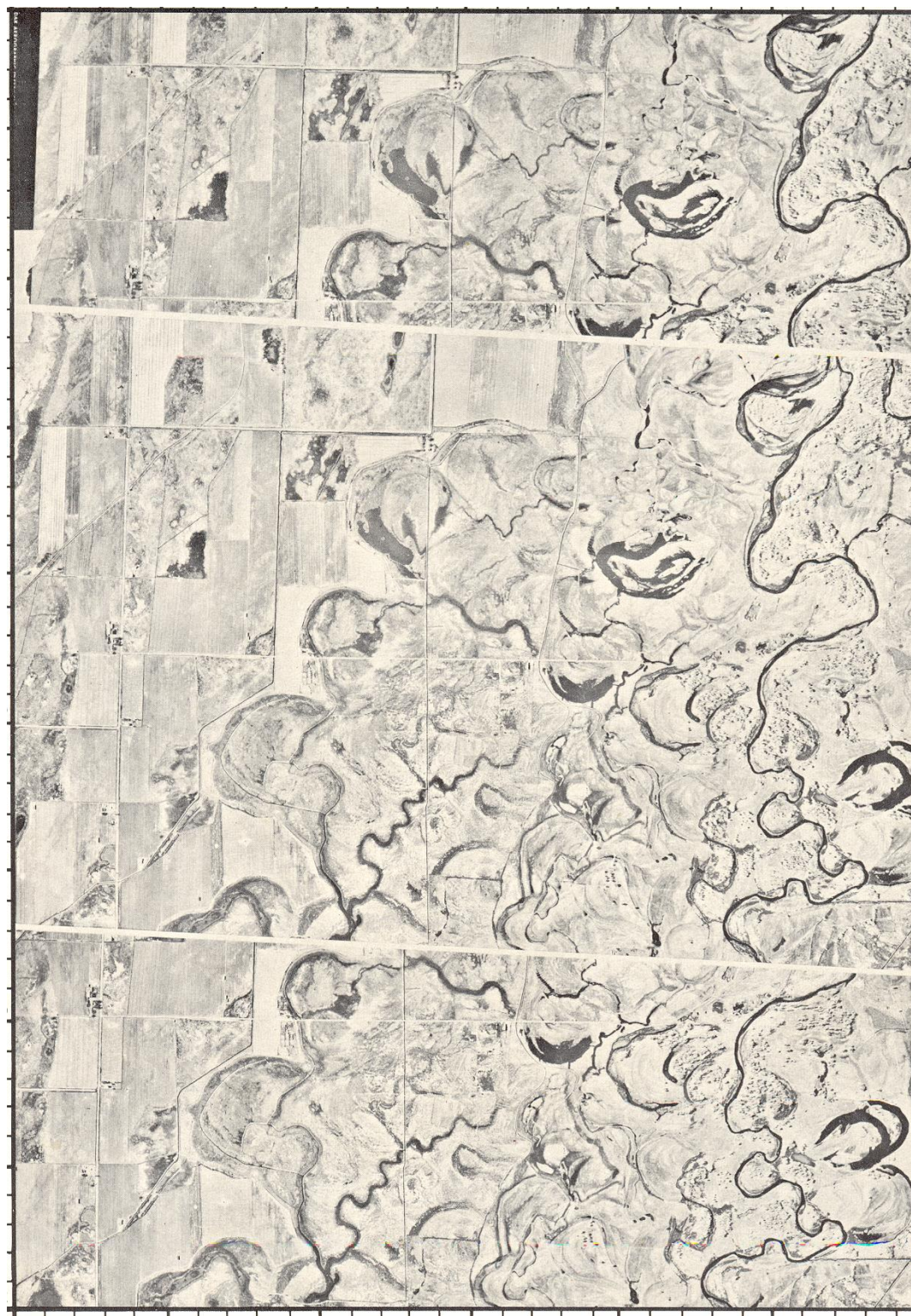


Figura 13.4: Río Grande, Valle de San Luís, Colorado, EUA. 1960 Escala 1:31 400.
Fuente: Wanless (1965).

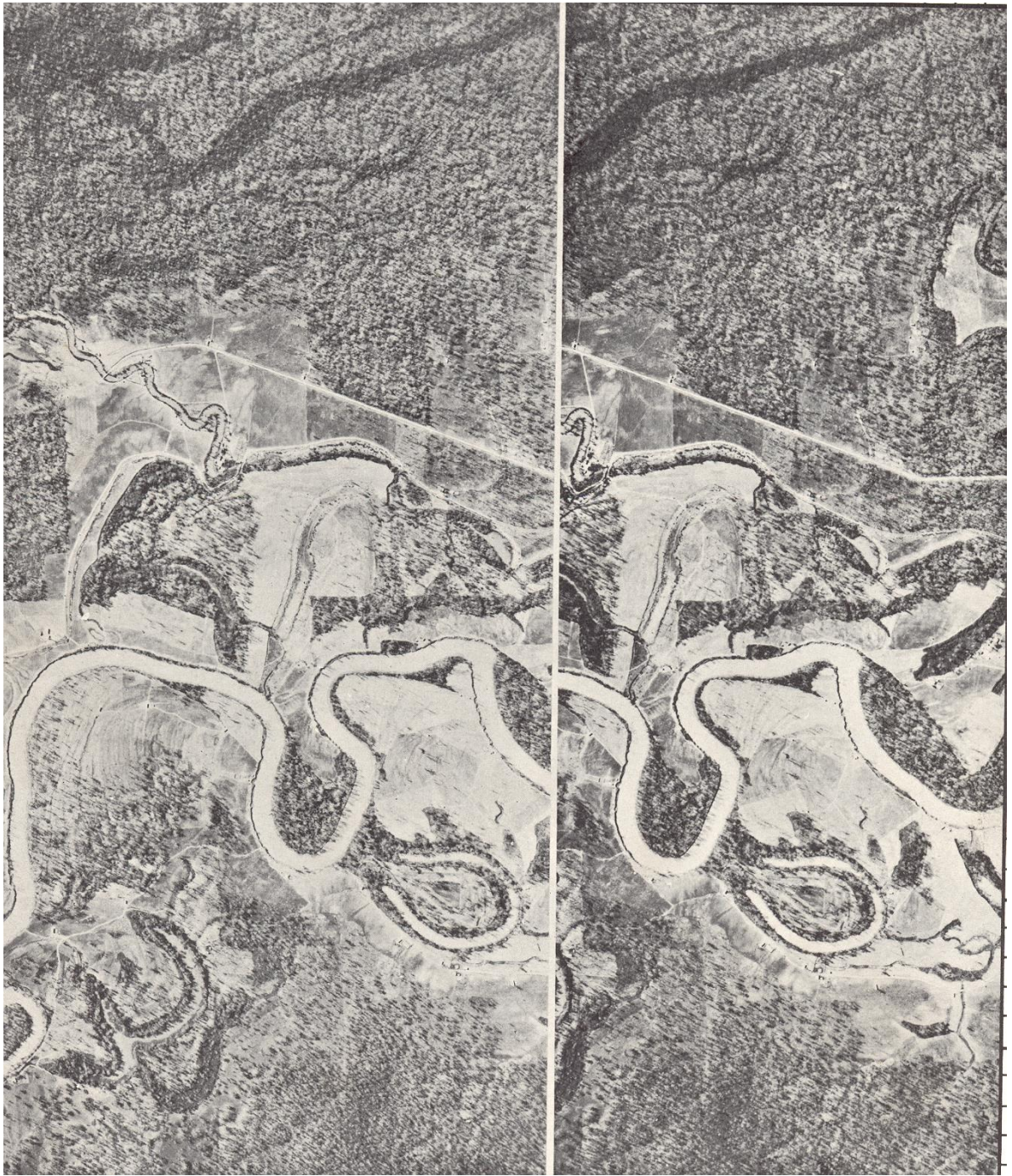


Figura 13.5: Horseshoe Lake, Mississippi EUA. 1941 Escala 1:18 800. Fuente: Wanless (1965).



Figura 13.6. Área cercana a Mammoth Cave, Kentucky, EUA. 1938. Escala 1:20 400. Fuente: Wanless (1965).

TERCERA ACTIVIDAD. AREA ÚTIL DE UNA FOTOGRAFÍA AÉREA

La imagen del terreno representada en una fotografía aérea normalmente presenta errores geométricos. En primer lugar, la escala en la foto no es exacta ni constante en toda la superficie de la fotografía, porque la distancia entre el lente de la cámara y la superficie del terreno no es uniforme. En segundo lugar, a diferencia de un mapa que es una proyección ortogonal del terreno, una fotografía aérea es una proyección central (todos los rayos se interceptan en un punto -el lente de la cámara-). Como consecuencia, la fotografía presenta distorsiones concéntricas, que se incrementa desde la zona central hacia los bordes y que son mayores si el relieve del terreno es accidentado. También hay distorsiones de la imagen y diferencias de escalas si la posición del avión en el momento de la fotografía no es paralela a la superficie del terreno.

El desplazamiento debido al relieve aumenta radialmente a partir del punto central de la foto. Por consiguiente, el dibujo de líneas de fotointerpretación debe realizarse sólo dentro de un área ubicada en el centro de cada foto, conocida como área útil.

1.- El docente le entregará un juego de fotografías aéreas pancromáticas de formato 23x23 cm Este es el tipo de fotografía aérea más común. Estas fotografías son administradas a nivel nacional por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), con sede en Caracas. Estas fotografías pueden ser adquiridas por el público.

Observe que cada fotografía está identificada por medio de dos series de números generalmente ubicados en la esquina derecha. La primera serie, generalmente más extensa, corresponde al número de vuelo o misión en la cual la foto fue tomada. En las fotografías más recientes el número representa un código en el cual se puede reconocer el Estado y el vuelo específico. La otra serie, generalmente más corta, representa el número de la fotografía en esa misión. La combinación de las dos series proporciona un código que identifica una imagen única, correspondiente a una determinada región del país, representada a una escala definida y fotografiada en una determinada fecha.

Anote el número de la misión y de las fotografías que le fueron asignadas. Usted está en condiciones de asegurar si ambas fotografías corresponden a la misma misión y fueron tomadas una a continuación de la otra. ¿Porqué?.

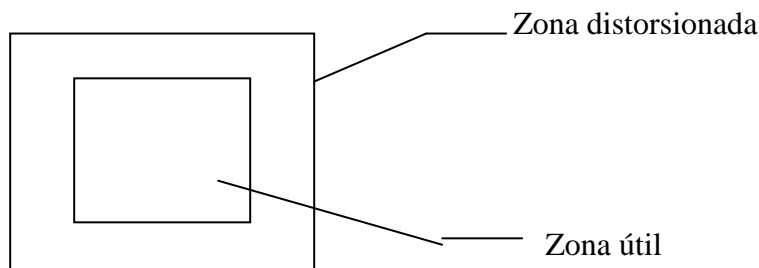
2.- El intervalo de tiempo entre fotografías sucesivas, se regula de acuerdo a la velocidad de vuelo, etc. Para que cada fotografía represente un avance de 40% en la cobertura aereofotográfica. Observe que gran parte de los objetos representados en ambas fotografías son los mismos. Como se expresó anteriormente, el 60% de la superficie de terreno representada en una fotografía se repite en la contigua.

3.- Tome la fotografía cubierta con plástico y observe que el punto medio de cada uno de los lados de la foto está identificada por una marca especial llamada “marca fiducial”. En cada foto existen cuatro marcas fiduciales. Trace, con el lápiz grueso proporcionado y rayando el plástico, segmentos rectos que unan las marcas fiduciales opuestas.

4.- El cruce de los dos segmentos determinan un punto central o “punto principal” de cada foto. En cada foto, su punto principal puede ubicarse en relación a los objetos fotografiados. Como estos objetos se reconocen en la fotografía adyacente, usted puede transferir el punto principal de una fotografía a otra. Realice la transferencia desde la foto sin plástico a la cubierta por éste, para lo cual puede ayudarse con el estereoscopio de bolsillo que se le proporcionó.

5.- En la foto con plástico, una su punto principal con el de la adyacente que transfirió. El segmento resultante de la unión de ambos puntos representa la línea de vuelo. Como usted está trabajando sólo con un par de fotografías, la línea de vuelo resultante sólo abarca la mitad de la foto, si tuviera la otra fotografía adyacente, podría trazar la línea de vuelo completa de la foto central.

6.- Marque el punto medio de cada línea de vuelo y haga pasar por allí una perpendicular. Mida la distancia del borde hasta la perpendicular trazada. Dibuje a la misma distancia, segmentos paralelos a los otros tres bordes de la fotografía. Ello le determina un margen a partir del cual, la parte externa de la foto, los objetos se encuentran fuertemente distorsionados. Del margen hacia la parte central de la fotografía, la distorsión es menor y esa parte de la foto puede ser utilizada para realizar una fotointerpretación más confiable.



QUINTA ACTIVIDAD: RECONOCIMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LA FOTOGRAFÍA AÉREA.

Mediante el estereoscopio de bolsillo disponible, intente observar el relieve de la parte enmarcada en la fotografía y separe los distintos tipos de paisajes que pueda reconocer (recuerda que sólo podrá tener visión estereoscópica de la parte que se

encuentra repetida en ambas fotografías). Frecuentemente, no llega a reconocerse de inmediato la naturaleza del objeto completo observado, pero puede delimitarse y ser marcado para ser visitado posteriormente en el campo.

CUARTA ACTIVIDAD. USO DE LA FOTOGRAFÍA AÉREA COMO MAPA DE CAMPO

La fotointerpretación da lugar a un conjunto de hipótesis que deben ser contrastadas con la realidad del terreno por medio de visitas y muestreo de campo. Las mismas fotografías aéreas interpretadas pueden ser usadas para la ubicación de los sitios de muestreo. En este sentido, la fotografía aérea tiene grandes ventajas sobre un mapa topográfico porque ella muestra cada camino, casa, árbol, cerca, etc. Sin embargo, antes de usar una fotografía aérea como mapa de campo, se debe determinar cuál es su escala exacta, comparando distancias medidas en la foto y en el terreno, o en un mapa de escala conocida.

1. Establezca un plan para hacer la comprobación de campo de la fotointerpretación que usted acaba de realizar. Ubique por lo menos un punto de observación en cada zona delimitada. Para ello debe determinar la dirección de la máxima variabilidad edáfica.
2. Considere que la máxima “variabilidad edáfica” se refiere a la presencia de cambios evidentes en la menor distancia. Por ejemplo, los cambios edáficos son más marcados en el sentido perpendicular a un río que en el sentido paralelo al mismo; también es de esperar que los suelos se diferencien en forma más acentuada a lo largo de las pendientes, que desplazándose a la misma altura.
3. Dibuje la línea sobre la cual se presente la máxima variabilidad de suelos en cada una de las zonas delimitadas en el paso anterior. Esa línea es la que recibe la denominación de “transecta”.
4. Sobre la transecta marque posibles sitios de observación de suelos, considerando que debería intentar hacer una observación (por lo menos) sobre cada patrón de fotografía que podría corresponder a una variación de suelo
5. Si la realización y descripción completa de un barreno consume aproximadamente una hora, a partir del número de puntos marcados en el paso anterior usted podrá estimar el tiempo que debería disponer para realizar el muestreo. Tome en cuenta, además, que cada kilómetro de desplazamiento consume en el campo, 20 minutos. Además, considere que una jornada de campo alcanza a 8 horas de labor.

6. Si usted dispusiera únicamente de dos horas para dar su opinión sobre las limitaciones y potencialidades de los suelos de la zona, tendría que basar su juicio sobre solamente dos observaciones ¿dónde las haría?. Para fundamentar su respuesta tiene que tomar en cuenta una serie de factores combinados:
- distancia entre puntos
 - potencialidad de los suelos esperados en cada sitio
 - representatividad de los sitios

PRÁCTICA 14: EVALUACIÓN DE TIERRAS EN ÁREAS CON ESCASA INFORMACIÓN DE SUELOS.

La información de suelos en el país es muy heterogénea en lo referente a escalas de los mapas, áreas levantadas y actualización de la información. Los agrotécnicos con frecuencia se encuentran con situaciones en las cuales deben tomar decisiones sobre la mejor alternativa de uso y manejo de la tierra, en áreas con escasas limitaciones o ninguna información de suelos. También se da el caso en el que la información existente no es adecuada porque la escala o el nivel de detalle no es el más apropiado para los objetivos de planificación que se persiguen.

La realización de un estudio de suelos implica esfuerzo, experiencia del personal de agrólogos y también tiempo de ejecución. Aún cuando lo consideramos fundamental y por esto abogamos por un inventario sistemático del recurso suelo en el país, tenemos que aceptar que en muchos casos tomaremos nuestras decisiones sobre la base de otras clases de información. En tales casos los agrotécnicos deben estar en capacidad de generar cierta información edáfica mínima necesaria para orientar la planificación del uso y manejo de la tierra.

Debemos ser capaces de desarrollar habilidades para tomar decisiones con grado variable de información y evaluar los riesgos de tales decisiones. Ante situaciones como las planteadas, podríamos hacer uso de un barreno para la observación de suelos y transectar el área o paisaje de interés, obteniendo así una idea general de los suelos. Obviamente las preguntas acerca de los suelos del área de interés que nos planteamos no incluyen aquellas relacionadas con superficie o planimetría detallada de los suelos que ocurren en el área. Esta información sólo es obtenible en los mapas de suelos.

La información a generar debe responder a interrogantes del usuario, acerca del suelo. Estas interrogantes pueden ser muy variadas, dependiendo de los propósitos del usuario; pero todas ellas tendrán la forma lógica de alguna de las siguientes preguntas:

- i. ¿Cómo es el suelo en el área de interés?
- ii. ¿Qué clases de suelos o tierras ocurren en esa área? ¿Qué proporción y extensión abarca cada clase?
- iii. ¿Dónde existen suelos con determinadas características y cualidades? o ¿Cómo es el suelo en el sitio x?
- iv. ¿Para qué puedo utilizar el suelo y cómo?

La respuesta a la primera pregunta requiere una descripción general de los atributos del suelo. Esta respuesta permitirá evaluar las principales limitaciones y

potencialidades de las tierras en el área en consideración y descartar en primera instancia, áreas con limitaciones muy severas para el propósito en mente.

La respuesta a la segunda implica desagregar la variabilidad espacial del suelo en varias clases diferentes. Estas clases pueden estar basadas en algún atributo del paisaje (por ejemplo: banco, bajío) en algún atributo del suelo (por ejemplo: suelos bien drenados, suelos pobremente drenados) o en una clasificación interpretativa de tierras (por ejemplo: clase I, II, etc. de capacidad de uso).

Las dos primeras preguntas pueden ser respondidas por medio de un muestreo bien concebido sin la necesidad de un mapa, pero para responder la tercera pregunta se deben producir mapas que muestren la distribución geográfica de clases de suelo o tierra o de atributos individuales del suelo.

Para producir un mapa de suelos confiable es necesario interpolar con precisión los límites de suelo entre sitios de muestreo. Esto requiere un muestreo suficientemente denso y suficiente experiencia en relacionar los cambios de suelo con rasgos externos del paisaje. Por esta razón, la elaboración de un mapa de suelos encarece el estudio y se justifica sólo en casos en los cuales se debe responder la pregunta “dónde”, excepto en aquellas áreas en las cuales los límites de suelo tengan una expresión externa muy clara.

Finalmente, la cuarta pregunta requiere una transformación de los datos crudos, en la información aplicada y puede ser respondida en forma paralela a cualquiera de las preguntas anteriores.

La generación de información de suelos debe comenzar por una revisión previa de toda la información disponible. Esta incluye: estudios agrológicos de la región, mapas geológicos, mapas de vegetación, cartas topográficas, experiencia previa del agricultor, experiencias en fincas vecinas, interpretación de fotografías aéreas.

Si la información disponible es insuficiente, se debe proceder a realizar un reconocimiento general de las condiciones de suelo en el área de interés. Este reconocimiento puede ser llevado a cabo mediante un muestreo en transectas orientadas en la dirección de mayor variabilidad del suelo. De esta manera es posible adquirir un conocimiento inicial, a un costo relativamente bajo, de la amplitud de variación de condiciones de suelos presentes en el área.

La revisión de la información previa y el muestreo de reconocimiento deben permitir responder en una primera aproximación, las preguntas (i) a (iv) enunciadas arriba. En particular, esta fase debe permitir subdividir el área en consideración, en varias sub-áreas con condiciones edáficas probablemente diferentes, porque han sido sometidas a una influencia desigual de los factores formadores de suelo.

Quizás uno de los mayores problemas será decidir cuál es el patrón o diseño espacial de las observaciones de barreno que pretendemos realizar en el área de interés. ¿Dónde vamos a realizar las observaciones? Indudablemente que también se nos presenta un problema de escala de percepción del paisaje. Si el objetivo es obtener una idea general de los suelos de la Cuenca del Lago de Valencia, por ejemplo, quizás unos pocos chequeos a lo largo de una transecta desde las montañas hasta la propia línea de costa del lago, parecería ser suficiente. En efecto, si esto se realizara nos daríamos cuenta que varios paisajes de suelos ocurren en esta región natural:

- Los suelos de montañas y colinas
- Los suelos de piedemonte
- Los suelos de planicie y valle aluvial
- Los suelos de planicie y lacustrinos

¿Es esto suficiente? Depende de los objetivos.

Si el problema es obtener una visión más detallada de una parcela agrícola, de la cual no se dispone de información agrológica o la información no es adecuada, se puede muestrear esa superficie con observaciones de barreno a un espaciamiento apropiado, a lo largo de una transecta. Esto suministraría un tipo de información que, sin permitir la representación espacial de los cuerpos individuales de suelo en mapas, sobre los cuales se puedan realizar mediciones de superficie y/o localizar límites de esos cuerpos, aportaría una información con límites de confianza tolerables para muchos planes y proyectos.

Con los conocimientos adquiridos en su carrera, los agrónomos deben estar en capacidad de identificar en el campo, cambios en algunos de los llamados factores de estado: el relieve, no sólo en grandes distancias sino en distancias cortas; la vegetación, por ejemplo, los cambios en formaciones vegetales (sabanas, bosques); el material parental, debemos identificar si estamos en presencia de materiales aluviales o coluviales o lacustrinos, o si son suelos desarrollados in situ sobre un determinado tipo de roca. En los paisajes aluviales los cambios externos en el paisaje son en general de carácter poco perceptible. Sin embargo, es conocida la enorme variabilidad de suelos que ocurre, incluso en distancias relativamente cortas.

Los procesos de acumulación de los materiales parentales en ningún momento tienen carácter aleatorio o casual. Por el contrario, siguen algunas leyes de la sedimentología, las cuales orientan el diseño y localización de transectas de este tipo de paisaje. Los ejes fluviales (ríos, quebradas) son o han sido los ejes de transporte alimentadores de sedimentos que constituyen los materiales parentales de los suelos de las planicies o valles. Los sedimentos suspendidos en aguas desbordadas generalmente se distribuyen espacialmente debido al paso y a la potencia del eje

alimentador. Las arenas y partículas más finas son capaces de alcanzar las zonas más alejadas de estos ejes sin depositarse. La ubicación de una o varias transectas en un paisaje como éste, tiene necesariamente que tomar en consideración estos aspectos sedimentológicos, que no son más que la llamada jerarquización transversal del sistema deposicional.

En una zona de colinas y montañas, con relieve quebrado, de pendientes pronunciadas, los procesos de erosión y transporte de sedimentos a lo largo de las vertientes son generalmente perceptibles. Los cambios climáticos ocurren en estos paisajes fundamentalmente en función de la altitud.

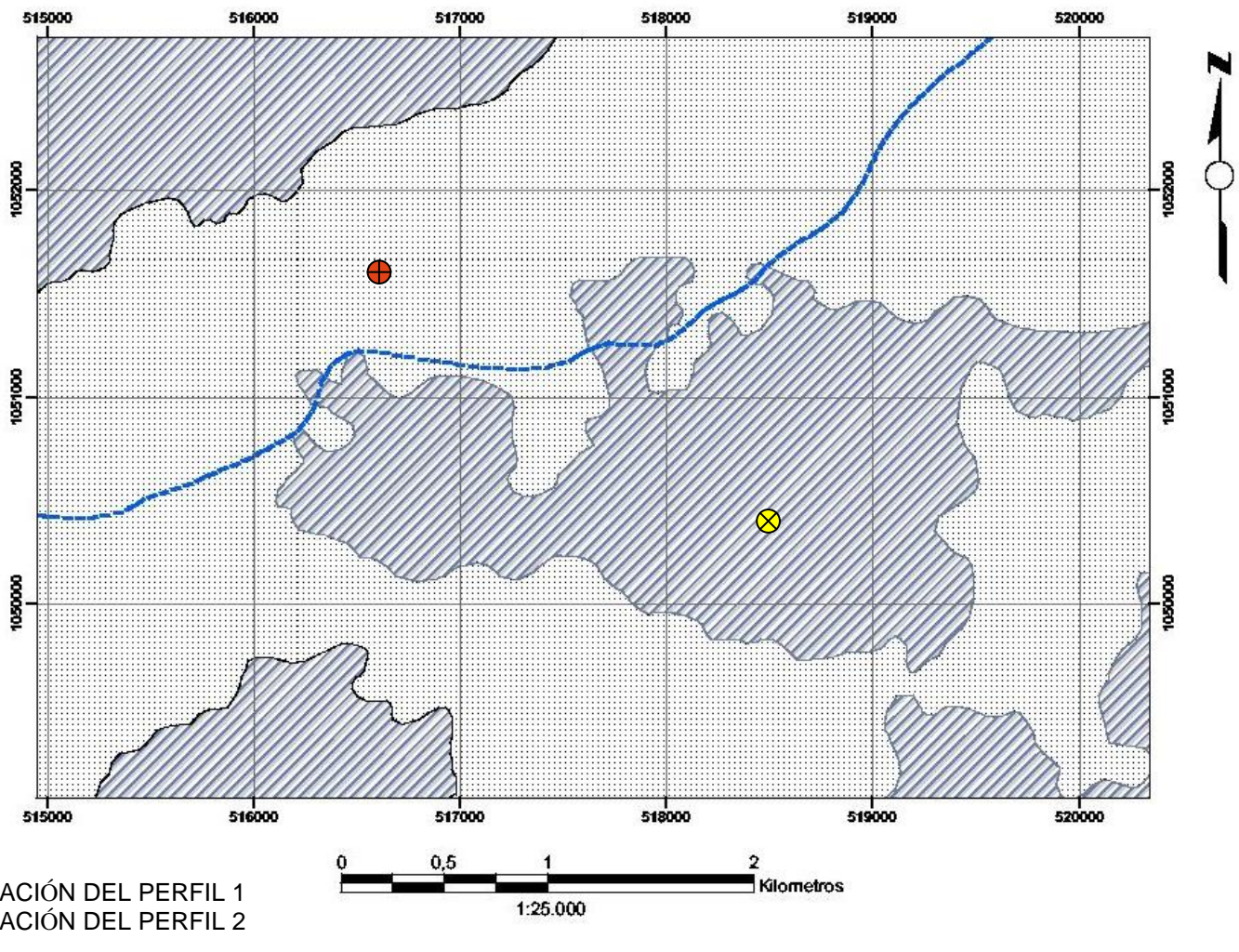
Todas esas consideraciones permiten ubicar las transectas en el sentido de la máxima variabilidad esperada.

ACTIVIDAD PRÁCTICA

1. Observe el paisaje general en el área de estudio y analice las posibles variaciones de los factores formadores de suelo.
2. Determine la dirección en la cual se debe esperar una mayor variabilidad del suelo.
3. Oriente una transecta en esa dirección. Establezca el punto de origen de la transecta, el número de observaciones y la distancia entre observaciones. Para ello, considere que la realización y descripción de un barreno consume aproximadamente 45' a 1 hora (incluyendo traslado de un punto a otro).
4. Describa el perfil del suelo y el paisaje circundante, en cada punto de muestreo sobre la transecta. En cada observación deduzca las limitaciones y potencialidades más importantes en los atributos del suelo y del paisaje.
5. Dibuje un croquis a mano alzada del área estudiada en el cual represente la ubicación aproximada de algunos rasgos geográficos de referencia (camino, edificaciones, cercas, ríos, etc.) Ubique en forma aproximada los sitios de muestreo y las unidades de tierra identificadas (utilice líneas segmentadas para indicar que los límites son tentativos). Agregue la orientación del Norte, una escala gráfica aproximada y una leyenda.
6. ¿Cuántos puntos de muestreo serían necesarios para transformar este croquis en un mapa confiable a escala 1:20 000?
7. Cuando haya descrito todos los puntos de muestreo de la transecta analice la información obtenida, para responder las siguientes preguntas:
 - a) ¿Son los suelos en el área muestreada homogéneos?
 - b) ¿Qué clase de suelo ocurre en esa área?
 - c) ¿Cuáles son las cualidades de los suelos en cada una de esas clases?
 - d) ¿Cuáles clases de suelos predominan?
 - e) Formule un juicio sintético sobre las potencialidades y las principales limitaciones para uso agropecuario de las tierras en el área muestreada.
 - f) ¿Es la información obtenida suficiente para aceptar o rechazar la incorporación del área estudiada a un proyecto de uso agrícola?

g) ¿Es esta información suficiente para apoyar la planificación detallada de ese proyecto? Si su respuesta es negativa, ¿qué información adicional sería requerida?.

VII. ANEXO

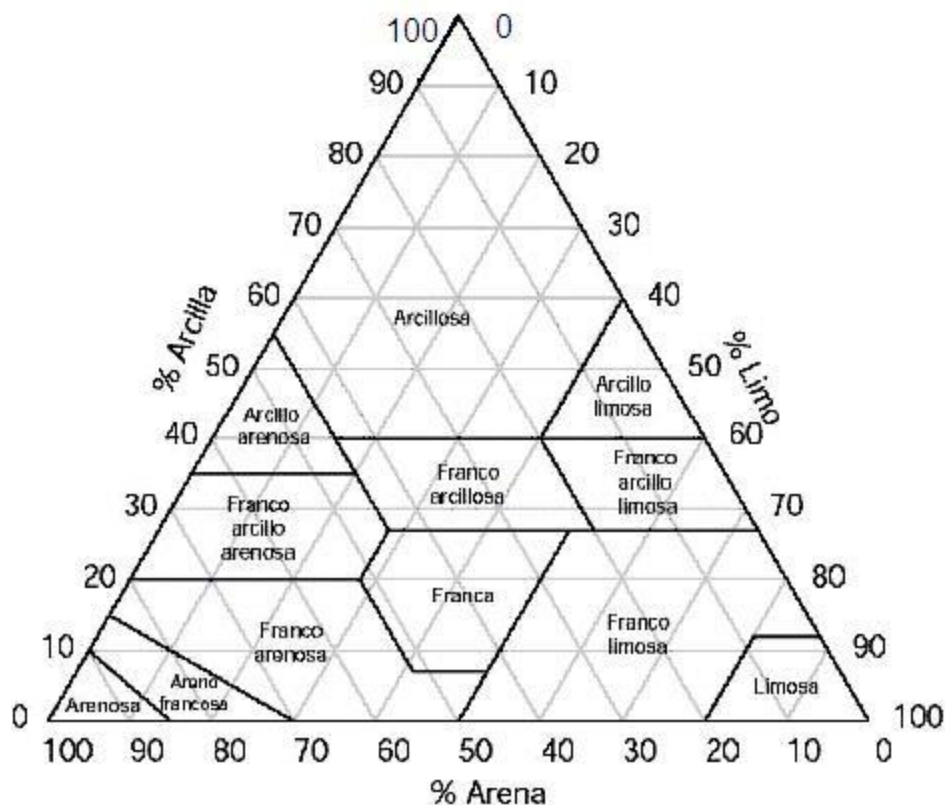


Clases de tamaño de partículas de acuerdo a la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Fracción	Diámetro (mm)
Grava	> 2,0
Arena	0,05 - 2,0
Limo	0,002 - 0,05
Arcilla	< 0,002

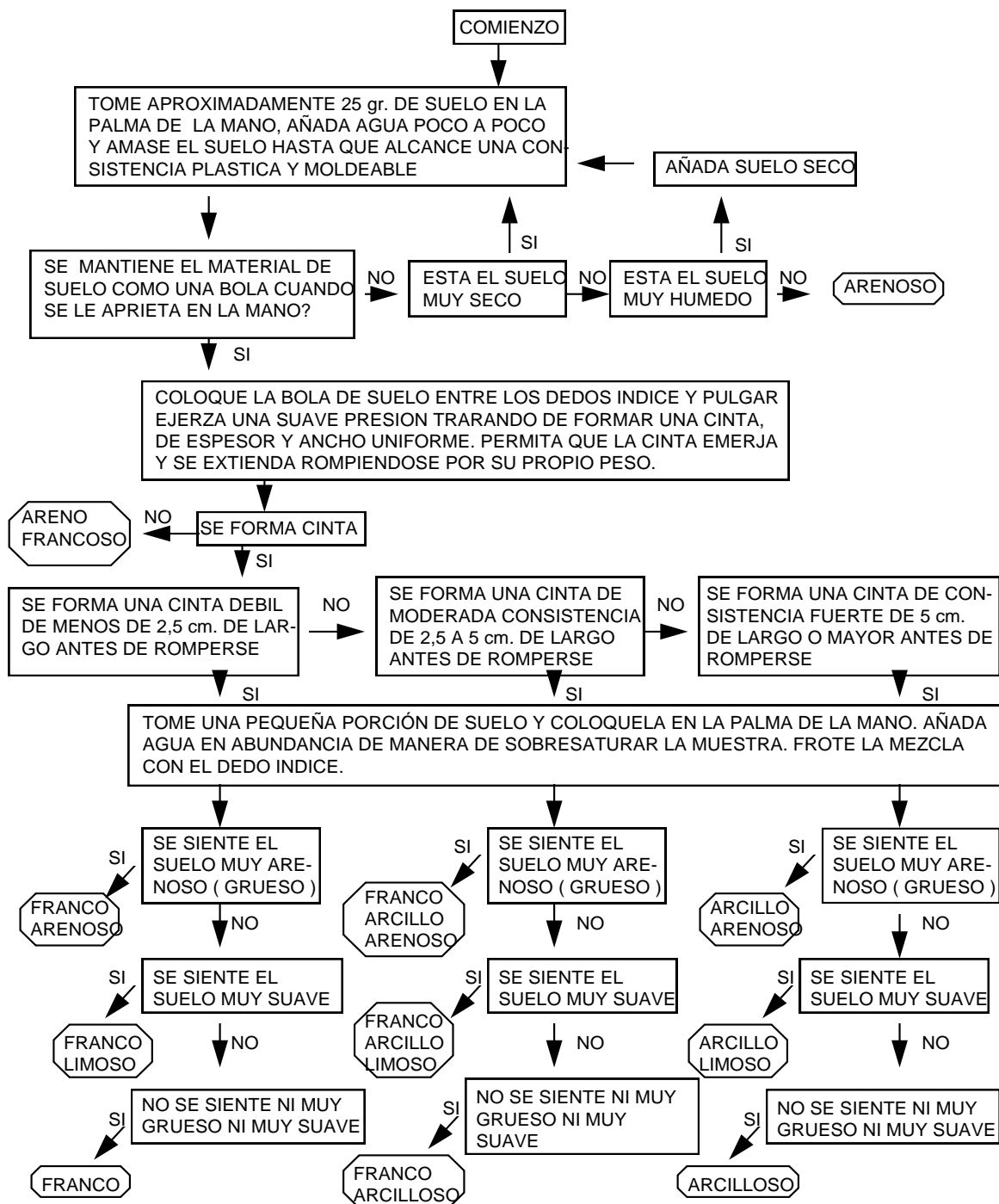
Los rangos de diámetro varían de acuerdo a la clasificación utilizada. Otras clasificaciones son las de la International Soil Science Society (ISSS), o la del Instituto Alemán de Normalización (DIN).

Las clases texturales se refieren a la proporción en que se encuentra arena, limo y arcilla mezclados en la muestra de suelo, como se indica en el siguiente triángulo textural:



A continuación se presenta un procedimiento práctico para estimar la clase textural del suelo en el campo.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA DETERMINAR LA TEXTURA DEL SUELO



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARENAS, S., A. ZINCK, M. GARCÍA y J. UZCATEGUI, 1982. Estudio de suelos semidetallado de la Depresión del Lago de Valencia. Bloques de levantamientos Nros. 15-16-26. Sector Maracay, Estado Aragua. Clasificación de tierras con fines de Riego. MARNR, zona 2. Maracay.
- BIASINO, GONZÁLEZ J.; LÓPEZ, G.; PEÑALOSA, A; BERROTERÁN, J. 1990. Inventario Nacional de Tierras Guárico Central y Sur de Aragua. Tomo II. Municipio Urdaneta y Camatagua. 535 p.
- BRITO, P., GILABERT de BRITO J., 1984. Caracterización Agroclimática de las Áreas e Desarrollo Rural Integrado de los Ríos Guárico, Tiznados y Orituco del Estado Guárico. FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, Región Central, Instituto de Investigaciones Agrícolas Generales, SERIE C N° 6-02. Maracay, Venezuela. 1984. 78 p.
- BUOL, S.W.; HOLE, F.D. y Mc CRACKEN, R.J. 1991. Génesis y Clasificación de Suelos. 2da. Edición. Editorial Trillas, S.A. México. 417 p.
- CASANOVA, E. 1994. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. CDCH. Caracas. 379p.
- COLMENARES, E., S. MAZZEI; A. ROSALES y C. PADILLA. 1972. Correlación de Elementos de Fotointerpretación con los Suelos de Llanura Aluvial actual del Estado Apure. M. O. P. Div. Edafología. Guanare.
- COMERMA, J. y L.P. ARIAS 1971. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Seminario de Clasificaciones Interpretativas con fines agropecuarios. Maracay, Sept. 1971. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. 57 p.
- DENT, D.; A. YOUNG. 1981. Soil Survey and Land Evaluation. George Allen & Unwing, London.
- ELIZALDE, G., J. VILORIA, A. JACOME. 2000. Fundamentos teóricos para la Etapa I del curso de Edafología Aplicada II, cuarta edición. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Edafología, Cátedra de Edafología Aplicada II. 151p
- EWEL, J. y A. MADRIZ. 1968. Zonas de vida en Venezuela. Memoria explicativa sobre Mapa Ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de

Investigación. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela.

EWEL, J. y A. MÉNDEZ. 1968. Zonas de vida de Venezuela. MAC. Dirección de Investigación. Caracas. 265 p.

F.A.O. (sin Fecha). Guías para la descripción de perfiles de suelo. Departamento de Levantamiento y Fertilidad de Suelos. División de desarrollo de Aguas y Tierras. Organización para la alimentación y la Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas. Roma. 60 p.

GILABERT DE BRITO, J.; I. LÓPEZ DE ROJAS y R. PÉREZ DE ROBERTI. 1990. Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia (Análisis de Suelos para diagnóstico de Fertilidad). FONAIAP-CENIAP. Serie D, N° 26. Maracay. 64 p.

GONZÁLEZ, A. y R. SCHARGEL. 1973. Normas y Especificaciones Para los Estudios de Suelo de la División de Edafología M. O. P. Div. Edafología. Caracas.

HERNÁNDEZ, O., R. HIDALGO y S. ARENAS, 1976. Estudio de suelos semidetallado del Asentamiento Campesino La Paredaña, Valles Altos de Carabobo. MOP. División de Edafología, Cagua. 68 p.

HODGSON, J.M. 1978. Soil sampling and soil descripción. Monographs on soil survey. Oxford University press. Oxford. 239 p.

JARAMILLO, D. 2001. Introducción a la Ciencia del Suelo. Publicación en formato electrónico disponible en la Biblioteca del Instituto de Edafología.

KLINGEBIEL, A.A. y P.M. MONTGOMERY. 1962. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Trad. del Manual N° 219. USDA. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. 33 p.

M.A.C. 1965. Manual de levantamiento de suelos. Traducción del Soil Survey Manual U.S.D.A. Handbook N° 18 por J.B. Castillo. Ministerio de Agricultura y Cría. Sección de conservación de suelos. Caracas.

MALAGÓN, D. y CORTÉS A. 1992. Los levantamientos de suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias. CIDIAT. Mérida. 409 p.

MATEOS, A. 1984. Un sistema de procesamiento de datos para clasificar tierras agrícolas por su capacidad de uso. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Maracay. 204 p.

- MOGOLLÓN, L. y J. COMERMA. 1994. Suelos de Venezuela. Palmaven. 265p.
- MONTES, L. y M. NATERA, 1982. Estudio agrológico Especial en el Área del Jardín Botánico de la Facultad de Agronomía de la UCV. Trabajo de Grado. UCV-Agronomía, Maracay, 87 p.
- PAREDES, J.R. y BUOL, S.W. 1981. Soils in aridic, ustic, udic, climosequence in the Maracaibo Lake Basin, Venezuela. Soil Science Society of America Journal 45 (2): 385-391.
- PORTA, J., M. LÓPEZ-ACEVEDO y C. ROQUERO. 1999. Edafología para la agricultura el medio ambiente. 2ª edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 850 p.
- REBOUR, A. y M. DELOYE, 1971. El riego. Trad. y notas adicionales por R. Cervena. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 326 p.
- SÁNCHEZ, P.; W, COUTO y S. BUOL. 1982. The Fertility capability soil classification system. Interpretation, applicability and modification. Geoderma (27): 283-309.
- SCHARGEL, R. 1972 Características y génesis de una cronosecuencia de suelos desarrollada sobre depósitos aluviales entre los ríos Boconó y Masparro. Estado Barinas. Agronomía Tropical 22(4): Maracay, Venezuela.
- SMITH A.J. 1981. The Objectives M. Soil Suveys at Various Intensities. En: Soil Resouce Inventories and Developments planning Tecnhical Monograph N°1 Soil Management Sopport Services, U.S. Depatament of Agriculture, Washington D.C. p.p. 27-35.
- SOCIEDAD VENEZOLANA DE LA CIENCIA DEL SUELO (SVCS). 1986. Soil Taxonomy. Un sistema Básico de clasificación de suelos para hacer e interpretar reconocimiento de suelos. Boletín técnico N° 42. 265 p.
- SOCIEDAD VENEZOLANA DE LA CIENCIA DEL SUELO (SVCS). 1986. Soil Taxonomy. UN sistema básico de clasificación de suelos para hacer e interpretar reconocimiento de suelos. Boletín Técnico N° 42. 265 p.

- SOIL SURVEY OF ENGLAND AND WALES. 1974. Soil survey field handbook. Describing and sampling soil profiles. Technical Monographs N° 5. Harpenden. 99 p.
- SOIL SURVEY STAFF. 1999. Soil Taxonomy. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook N° 436. Washington D.C. USA 869 p.
- U.S.D.A., BUREAU OF RECLAMATION. 1971. Manual de clasificación de tierras con fines de riego. Trad. por A. Estrada. MOP. División de Edafología. Caracas.
- U.S.D.A. 1981. Soil Survey Manual. Chapter. 5: map. units. Washington D. C.
- VENEZUELA. 1980. Promedios climatológicos de Venezuela. Período 1951-1970. Publicación Especial N° 4. Edición. Ministerio de la Defensa. Fuerza Aérea. Grupo Logístico de Meteorología. Maracay.
- VILORIA, J. y C. ESTRADA. 1998. Sistema de información de suelos de la depresión del lago de Valencia (SISDELAV). Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, UCV – Facultad de Agronomía, Fundación Polar. [Programa informático] en: Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía UCV. Maracay, Venezuela.
- WANLESS, H.R. 1969. Aerial Stereo Photographs. Hubbard Press. Department of Geology. University of Illinois.U.S.A. 92 p.