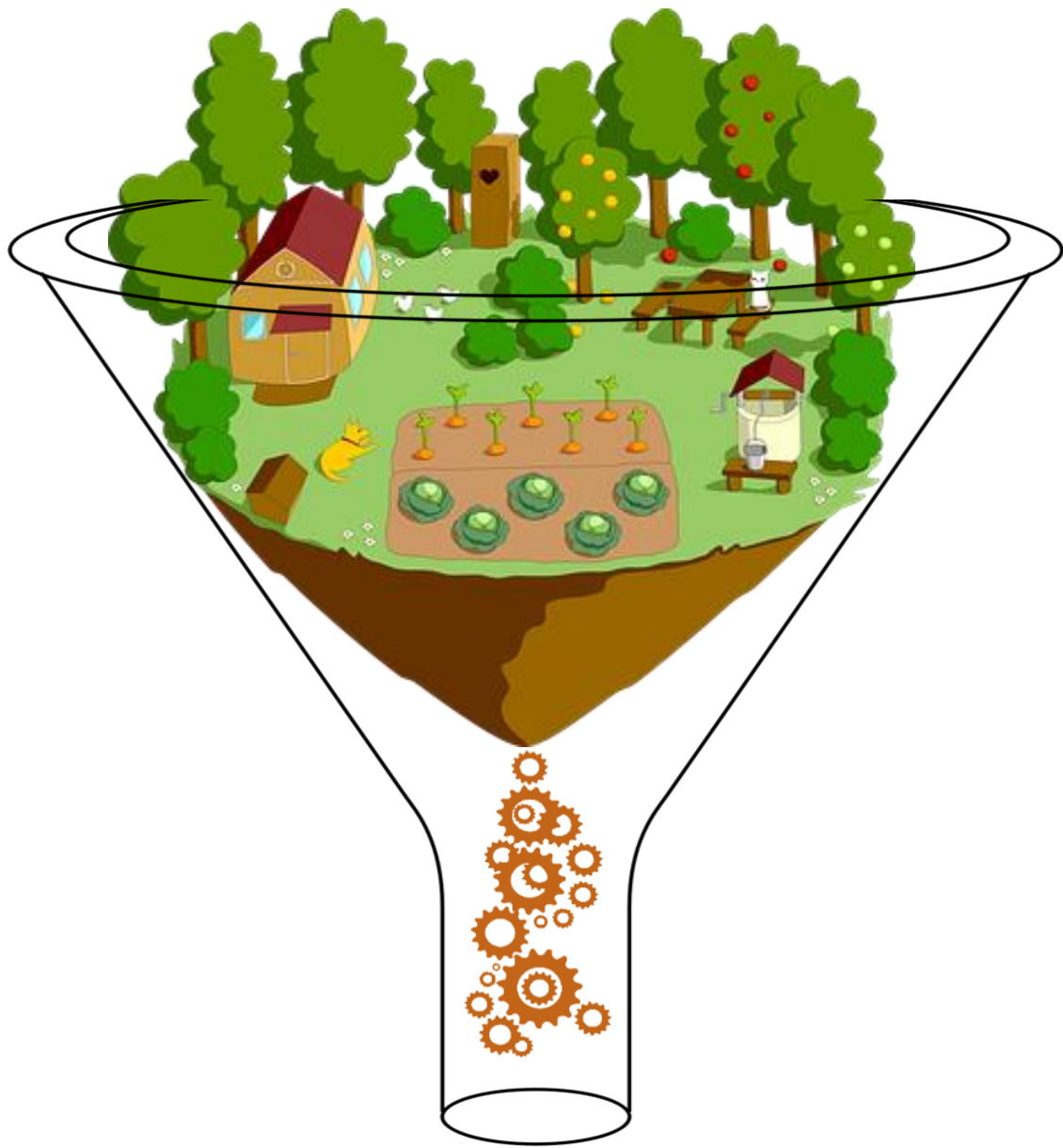


# MANUAL LABORATORIO EDAFOLOGIA

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
LABORATORIO EDAFOLOGIA  
LABORATORIO INTENSIVO



Guatemala, primer semestre 2024

## PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES.

DÍA	ACTIVIDAD	
<b>Una semana antes del laboratorio.</b>	<b>Practica 0:</b> Toma de muestra de suelo.	
Lunes	Características físicas del suelo	<b>Practica 1:</b> Textura del suelo al tacto
Martes		<b>Practica 2:</b> Estructura del suelo
		<b>Practica 2:</b> Color de suelo según método Munsell.
Miércoles		<b>Practica 4:</b> Densidad aparente y la capacidad de campo
Jueves	Características químicas del suelo	<b>Practica 5:</b> Potencial de hidrogeno en el suelo
		<b>Practica 6:</b> Fertilización y enmiendas
<b>Evaluación:</b> el estudiante deberá realizar 1 evaluación en línea por practica al finalizar el semestre.		

### Materiales necesarios y proporcionados por los estudiantes para las prácticas de edafología:

No. P	Material
<b>0</b>	1 Azadón 1 Pala plana, normal o tipo Coa 1 Bote de plástica 4 Bolsas plásticas 1 Pesa 1 Lapicero 1 Etiqueta para la muestra 2 metros cuadrados de nylon grueso.** 1 mazo o martillo. 1 Rastrillo pequeño (de jardinería) o normal. 1 teléfono inteligente con aplicación para GPS. 1 tamiz de 2 mm.
<b>1</b>	1 Muestra de suelo previamente identificada* 1 Botella de plástico 600 ml. 2 metros cuadrados de Nylon grueso** 1 Regla de 30 cm.
<b>2</b>	1 Muestra de suelo previamente identificada* 1 Botella de plástico 600 ml. 2 metros cuadrados de Nylon grueso** Regla de 30 cm. 2 tapaderas de 5 cm diámetro como mínimo y entre 1 a 3 cm de profundidad 1 Juego de tablas de color Munsell o aplicación para teléfono inteligente que analice colores Munsell.

**REALIZARLO UNA SEMANA ANTES DE ASISTIR AL LABORATORIO**

No. P	Material
3	1 Muestra de suelo previamente identificada* 1 Botella de plástico 600 ml. 2 metros cuadrados de Nylon grueso** 1 Regla milimétrica. 1 Frasco de vidrio con tapadera (Ver especificaciones en el instructivo) 1 Vara de 30 1 Calculadora
4	1 Muestra de suelo previamente identificada* 1 Botella de plástico 600 ml. 2 metros cuadrados de Nylon grueso ** 1 Cuchara de plástico 1 Paleta de madera 1 Jeringa 5 ml 1 masking tape 1 Papel o cartón 1 Calculadora 1 Filtro de café
5	1 Muestra de suelo previamente identificada* 1 Botella de plástico 600 ml. 2 metros cuadrados de Nylon grueso ** 1 Cuchara de plástico 1 Jeringa 5 ml 2 Pares de guantes 7 Frascos de vidrio o plástico pequeños o recolector de muestra. 1 Botella pequeña de vinagre 5 gramos de $\text{NaHCO}_3$ 5 gramos de $\text{CaCO}_3$ y/o $\text{Ca(OH)}_2$ 5 gramos de $\text{CO(NH}_2)_2$ y/o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
6	Lápiz Calculadora

\*Las muestras de suelo son el resultado de la practica 0

\*\* El nylon puede ser reutilizado en todas las practicas

## INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Se trabajará en grupos con un máximo de seis personas, asignando un coordinador por grupo que sea mayor de edad. Deberán atenderse las siguientes indicaciones:

1. **Llevar las muestras de suelo resultado de la PRACTICA 0. Su presentación es el pase para entrar en el laboratorio.**
2. Presentarse puntualmente a la hora de inicio de laboratorio (aplica a clase teórica o práctica) ya que en ese momento se cerrará la puerta y se procederá a realizar el examen corto. Al terminar dicho examen se dejará entrar a las personas que llegaron tarde (no más de 15 minutos tarde), pero sin derecho a examinarse. SIN EXCEPCIONES.
3. Contar con los implementos de seguridad y los conocimientos adecuados:
  - Manual de laboratorio (Individual)
  - Bata de laboratorio (debe estar debidamente abrochada), lentes de protección, guantes desechables y papel mayordomo para la limpieza.
  - Participación y cuidado de cada uno de los integrantes del grupo en todo momento de la práctica.
  - Conocer la teoría de la práctica a realizar.
  - **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.

4. Cada grupo debe revisar cuidadosamente el equipo que le corresponde; al ingresar al laboratorio, el coordinador del grupo debe presentar su DPI. Al terminar la práctica, deben permanecer dentro del laboratorio únicamente dichos coordinadores para que juntamente con el instructor revisen, mesa por mesa, que el equipo utilizado se encuentre en las mismas condiciones en las que fue entregado. En caso de cualquier faltante o rotura, el grupo completo debe encargarse de reponer el equipo. Se devolverá el DPI al coordinador cuando el equipo sea entregado al instructor. De lo contrario todo el grupo tendrá CERO en la nota final de laboratorio y se enviará el reporte a su respectiva sede.
5. No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio sin previa autorización del docente, visitas durante la realización de la práctica, hablar a través de las ventanas o salirse sin previo aviso.
6. Se prohíbe terminantemente comer, beber, fumar o masticar chicle dentro del laboratorio. Éstos también serán motivos para ser expulsado del laboratorio. No se debe consumir reactivos o materiales del laboratorio.
7. Al finalizar la práctica deberá entregarse al instructor la hoja con los datos originales, que contiene en una forma breve y concisa todas las observaciones.

## NORMAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

El laboratorio es un lugar de trabajo serio y se debe comportarse de forma adecuada. Se trabaja con productos y reactivos químicos de diversa peligrosidad que, si se manejan de una forma adecuada y apropiada, la seguridad no será afectada. Las siguientes reglas de seguridad se aplican a todos los laboratorios:

1. Los ojos deben ser protegidos durante todo el periodo de laboratorio sea o no peligroso lo que se esté realizando.
2. Lavarse las manos después de efectuar transferencias de líquidos o cualquier otra manipulación de reactivos.
3. Las personas que tienen el cabello largo deben llevarlo siempre agarrado con algún accesorio para evitar accidentes.
4. Queda estrictamente prohibido usar faldas, short y/o sandalias.
5. Cualquier accidente, aún la menor lesión debe informarse de inmediato al instructor del laboratorio. ¡no dude en pedir ayuda si tiene un problema!
6. No intente ningún experimento no autorizado, sólo deben realizarse las practicas explicadas por el instructor y la guía de laboratorio.
7. Si se derrama o salpica un reactivo químico sobre usted, se debe lavar y diluir con agua la zona afectada de inmediato.
8. Nunca debe dejar de prestar **atención** al experimento en curso.
9. Leer el manual de laboratorio cuidadosamente antes de ingresar al mismo, esto le ayudará en la toma de datos y a mejorar su seguridad y eficacia en el laboratorio.
10. Lave bien la cristalería antes y después de usarla.
11. Antes de usar reactivos no conocidos, consultar la bibliografía adecuada e informarse sobre cómo manipularlos y descartarlos.
12. Mantener siempre limpias las mesas y aparatos de laboratorio y colocar sobre estas solo aquellos utensilios que sean indispensables para la práctica.
13. Al terminar la práctica de laboratorio asegúrese de que la mesa quede limpia.
14. No se permite correr o jugar dentro del laboratorio.

**Nota: Cualquier infracción a alguna de las anteriores reglas, lo hacen acreedor a la expulsión de la práctica del día, perdiendo su asistencia a la misma, aunque se haya hecho acto de presencia.**

**IMPORTANTE:**

Los reportes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica al entrar al laboratorio SIN EXCEPCIONES. Todos los implementos que se utilizarán en la práctica se tengan listos antes de entrar al laboratorio pues el tiempo es muy limitado. **ES IMPORTANTE TENER TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS**

Cada grupo de estudiantes de máximo 6 personas debe de traer el material que se le indica en la tabla No. 2 junto con los materiales de limpieza (jabón líquido, bolsa para basura y un rollo de papel mayordomo).

## PRÁCTICA No. 0: TOMA DE MUESTRA DE SUELO

### 1. Objetivos:

- 1.1 Aprender los procedimientos y pasos a seguir en la toma de la muestra y submuestra del suelo en el campo.
- 1.2 Realizar la preparación de las muestras de suelo, siguiendo una serie de procedimientos como son: depurado, molido y secado, para su almacenamiento y posterior análisis en el laboratorio.
- 1.3 Etiquetar las bolsas con muestras para su identificación y posterior almacenamiento.

### 2. Marco Teórico:

#### *Glosario.*

- **Muestra:** es definida como una parte representativa que presenta las mismas características o propiedades del material que se está estudiando.
- **Muestreo de suelo:** es la actividad de recolección de las muestras de suelo (representativas), que permiten caracterizar el suelo en estudio.
- **Muestra simple o submuestra:** es la muestra obtenida de una sola extracción del suelo. Son usadas en trabajos de investigación, extensión, y en suelos muy homogéneos. Se recomienda tomar una muestra de un kg por hectárea suelo, para fines de nutrición de plantas.
- **Muestra compuesta:** se refiere a la muestra de suelo obtenida de varias extracciones o muestras simples, reunidas en un recipiente codificado por profundidad, si es el caso, y luego bien mezcladas, de donde se retira un kg de suelo. Es el muestreo más utilizado para planificar fertilización. Se recomienda entre seis y doce submuestras por unidad de muestreo.
- **Espacio homogéneo de terreno:** es el área que presenta características similares en toda su extensión, en cuanto a color, textura, relieve, manejo del terreno, entre otros; que permite obtener resultados de análisis químicos y físicos de laboratorio, coherentes con la producción obtenida en ese lote y de esta forma permita predecir y diagnosticar adecuadamente la fertilidad del suelo.

( Mendoza Corrales & Espinoza, 2017)

### **Diseños de muestreos:**

**Terrenos sin pendiente o con una pendiente reducida:** Se recomienda hacer un muestreo en transectos paralelos los cuales formaran una red cuadrícula (ver figura 1)

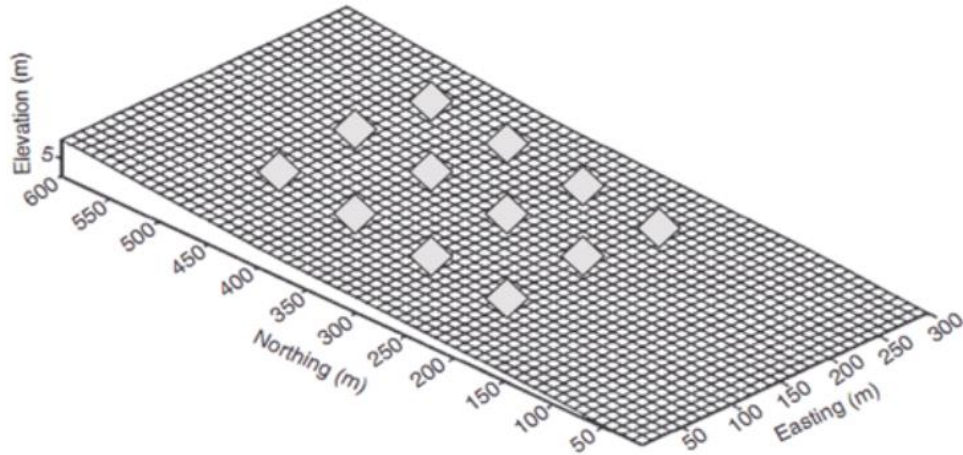


Fig. 1: Ejemplo de un diseño de muestreo con cuadrícula compuesta por cuatro transectos paralelos en una superficie nivelada. Las muestras de suelo se tomarán en cada punto marcado con un rombo. (Tomado de Carter y Gregorich 2008)

**Terrenos con pendientes pronunciadas:** Es muy utilizado el muestreo en un solo transecto a través de la pendiente o en varios transectos paralelos en una red cuadrícula (Figura 2 y 3)

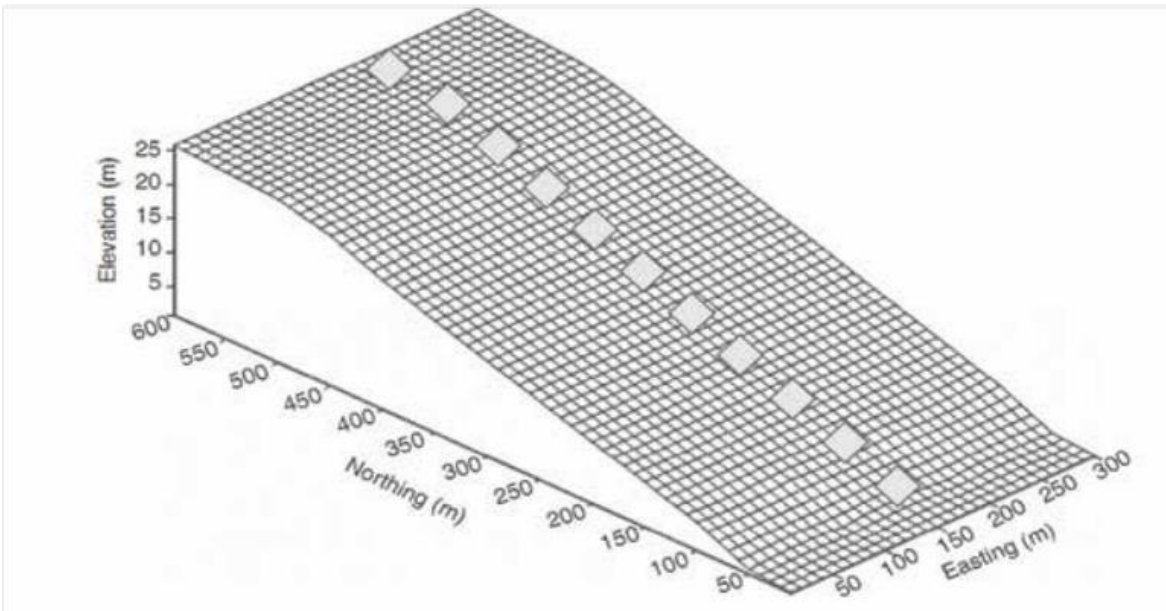


Fig. 2: Ejemplo de un diseño de toma de muestras transecto en una superficie inclinada, a través de la pendiente. (Tomado de Carter y Gregorich 2008)



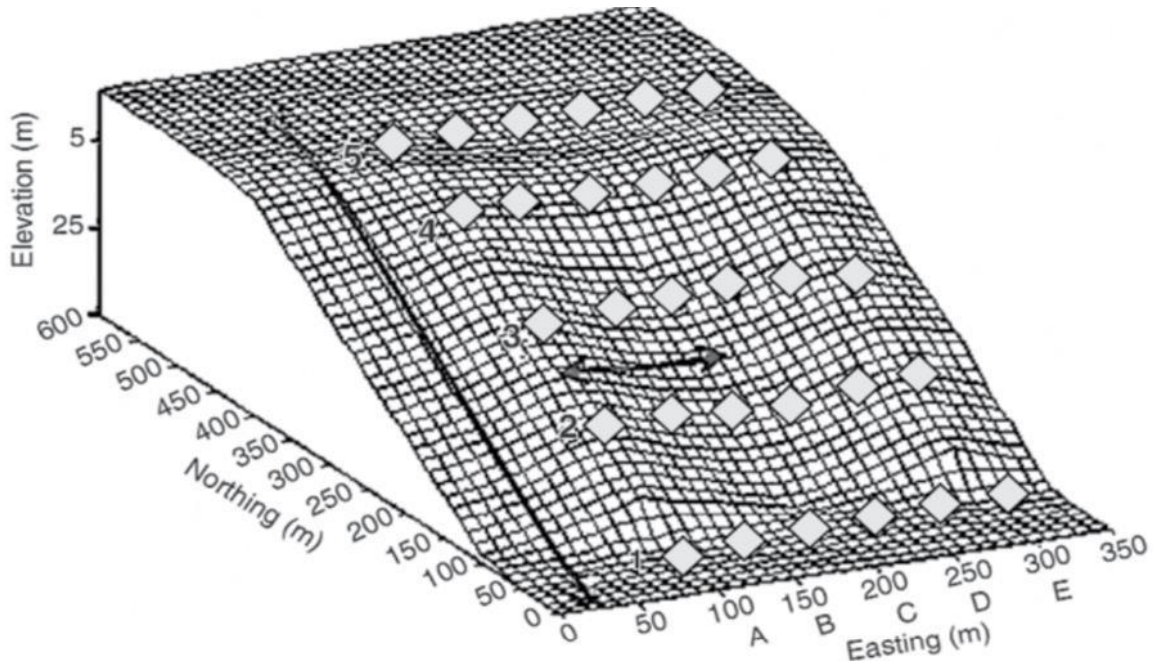


Fig. 3: Ejemplo de un diseño de muestreo en cuadrícula compuesta por seis transectos paralelos sobre una superficie inclinada a través la pendiente. La flecha orientada cuesta abajo delimita la longitud de la pendiente a lo largo del eje de la red, y la flecha a través de la pendiente indica la longitud mínima del eje de la red. (Tomado de Carter y Gregorich 2008)

**Muestreo aleatorio:** En el muestreo aleatorio muestras preferiblemente individuales se recogen en lugares al azar del terreno. Estos lugares aleatorios se pueden generar con un GPS o con un patrón de muestreo zigzag (fig 4)

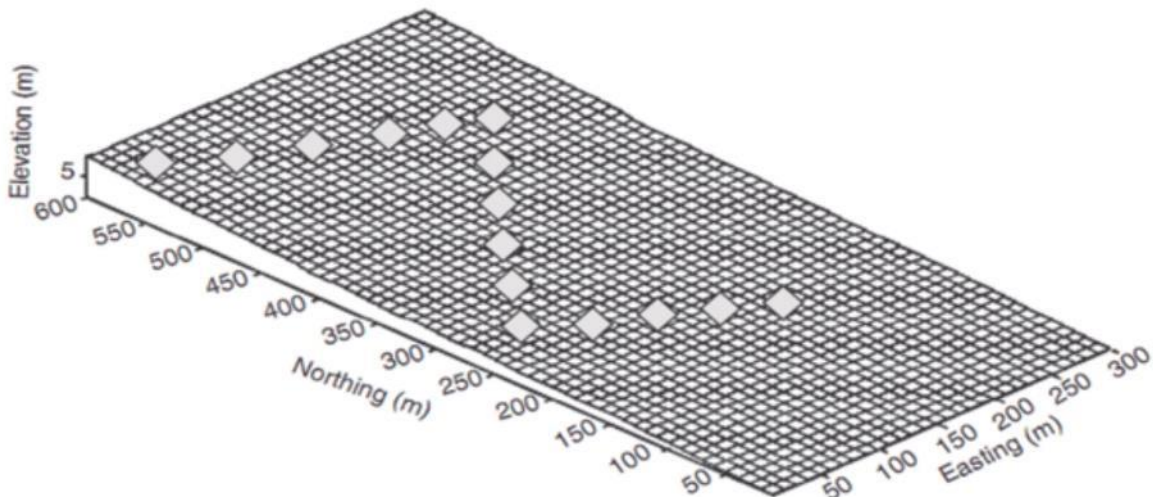


Fig. 4: Ejemplo de un diseño de muestreo en zigzag (Tomado de Carter y Gregorich 2008)

(SENA, 2013)

**Profundidad recomendada para el muestreo simple:**

USO DE LA TIERRA	PROFUNDIDAD (CM)	OBSERVACIONES
<b>SUELOS PROFUNDOS EN PLANICIES O VALLES</b>		
Cultivos anuales con labranza tradicional: para fertilidad general o recomendaciones de fertilización (maní, granos básicos)	0 a 10 ó 0 a 20	Solo la capa arable; muestreo 2 meses previo a la siembra
Hortalizas	0 a 10	Muestreo por lote o bancales
Pastos	0 a 10	Dividir potreros en áreas homogéneas
Plantaciones perennes y frutales	0 a 30 y 30 a 60 0 a 20, 20 a 40 ó 40 a 60	1 mes previo a la floración, tomar muestra en un radio de 50 cm al árbol
Cultivos de siembra directa Para estudio de rutina Para estudio detallado	Tres capas 0 a 5 cm, 5 a 10, y de 10 a 20 cm	Para estudios de rutina se puede muestrear de 0 a 5 cm y de 5 a 10 cm
<b>SUELOS SUPERFICIALES EN LADERAS</b>		
Cultivos anuales de siembra directa. Para manejo de fertilidad	0 a 10	Dividir el lote en áreas uniformes
Cultivos de hortalizas con labranza manual	0 a 10	Tomar muestra del bancal
Pastura en potreros	0 a 10	
Cultivos perennes, frutales y árboles	0 a 15, 15 a 30 y 30 a 50	Únicamente considerar suelo y no roca

Fuente: Complejo de Laboratorios: Bolsa de Comercio del Rosario

**Recomendaciones para hacer un buen muestreo**

Cuando realice el muestreo evite los siguientes lugares:

- A orillas de cercas o caminos.
- Donde se carga o descarga ganado, fertilizantes u otros agentes químicos.
- Donde se acumulan materiales vegetales o estiércol.
- Donde se haya quemado recientemente
- En canales, zanjas o cortes de carretera.

Las muestras no deben empacarse en bolsas que hayan sido usadas con fertilizantes o sustancias químicas, no se debe dejar caer cenizas de cigarrillo al manipular las muestras; **Evitar los días lluviosos para recolección**, esperar al menos 2 o 3 días después de la lluvia

### 3. Material y Equipo:

Equipo
1 Azadón
1 Pala plana, normal o tipo Coa
1 Bote de plástica
4 Bolsas plásticas
1 Pesa
1 Lapicero
1 Etiqueta para la muestra
2 metros cuadrados de nylon grueso.
1 mazo o martillo.
1 Rastrillo pequeño (de jardinería) o normal.
1 tamiz de 2 mm

### 4. Pre-Procedimiento:

- Imprimir hoja de reporte de practica 0.
- Escoger un espacio homogéneo de terreno, (mismo sistema de cultivo, igual manejo agronómico, historial de uso de suelo idéntico, pendiente, orientación al sol, características físicas visibles como pedregosidad, color de suelo y porosidad). El área no debe de exceder a media hectárea de terreno, ni debe ser menor a 400 metros cuadrados para que tenga representatividad en los análisis de laboratorio.
- Según las condiciones del terreno elegir el diseño de muestreo que mejor se adapte para poder tomar las submuestras.
- Dibujar un croquis del terreno y ubicar los puntos en donde se tomarán las muestras, mínimo deben ser 6 submuestras.

### 5. Procedimiento.

- Limpiar con agua las herramientas a utilizar, estas no deben de incluir ninguna sustancia que altere las propiedades del suelo, por ejemplo, no deben de tener residuos de cal, abonos u otros suelos labrados anteriormente.
- Limpiar aproximadamente 50 cm<sup>2</sup> de la superficie del terreno con el machete y azadón en cada punto para eliminar los residuos frescos de materia orgánica u otros contaminantes artificiales, el resultado debe ser el suelo desnudo.
- Usar la pala plana, normal o tipo Coa para realizar la excavación. la profundidad de la muestra debe ser según el cuadro en donde se recomienda según el uso de la tierra y las condiciones topográficas.
- La muestra simple debe ser depositada en el bote de plástico previamente limpio.
- Recorrer el terreno según el diseño previamente realizado y tomar seis o más muestras repitiendo los pasos a, b y c.
- Pesar la muestra, para el proceso del laboratorio se necesitará un total de 2 kilogramos o 5 libras de suelo.
- Tomar coordenadas geográficas del centro de la parcela o terreno en donde se extrajeron las muestras (para este procedimiento puede descargar y usar cualquier aplicación disponible para teléfonos inteligentes. Utilizar proyección WGS 84)
- Llenar hoja de reporte de practica 0.

## 6. Post procedimiento

- a) Buscar un lugar seco, techado y preferiblemente al interior de un cuarto, extender el nylon grueso y vaciar las muestras recolectadas en campo, revolver con ayuda del azadón
- b) Eliminar todo residuo de materia orgánica visible, (raíces, hojas, hojarasca, etc.) y cualquier elemento pesado que no sea suelo (piedras y/o desechos sólidos) para este objetivo se puede auxiliar del rastrillo
- c) Desmenuzar los terrones que pueden estar presentes en la muestra del suelo, puede utilizar para este procedimiento el martillo, **no triturar piedras pequeñas, es preferible sacarlas de la muestra, a los terrones solo es necesario dividirlos para no dañar los posibles minerales que contengan.**
- d) Con la ayuda de dos o más personas levantar el nylon usando los cuatro extremos para unirlos y revolver la muestra para homogenizarla lo mejor posible.
- e) Devolver el nylon al lugar original y extender la muestra lo mejor posible para formar una capa de al menos dos o tres centímetros de grosor, dejar reposar durante cinco o más días.
- f) Pasado los días la muestra debe estar seca, separe primero la tierra fina, todas las partículas de menos de 2 mm; para ello use un tamiz de 2 mm para eliminar las partículas mayores como la grava y las piedras. La tierra fina es una mezcla de arena, limo y arcilla. Para realizar los ensayos de campo siguientes asegúrese de utilizar sólo tierra fina.
- g) El suelo tamizado se empacará en cinco bolsas individuales que contengan el mismo peso; las bolsas se rotularan con numeración para identificarlas en el laboratorio.

## 7. Reportar:

- Por cada paso de procedimiento y Post procedimiento adjuntar fotografías que evidencien la actividad en campo.
- Adjuntar el croquis en donde se planificó el tipo de muestreo que se realizó en la parcela.
- **La hoja de reporte de practica 0 y la presentación de las muestras serán el pase para el primer día de laboratorio.**

## 8. Bibliografía.



- Mendoza Corrales, R. B., & Espinoza, A. (2017). Guía Muestreo de Suelos. Nicaragua: Complejo Gráfico TMC.
- ASA Suelo y Agua para la Agricultura. (2020). EVALUACIÓN VISUAL DEL SUELO. Salvador: IICA.
- Bolsa de comercio del Rosario . (2010). Complejo de laboratorios. Cordoba.
- SENA. (2013). MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAMPO Y DEL LABORATORIO DE SUELOS . Colombia.
- USDA Departamento de Agricultura EEUU. (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo (versión español). ARGENTINA: CRN – CNIA – INTA.

## HOJA DE REPORTE. PRÁCTICA No. 0



1. DESCRPCIÓN EL SITIO		FECHA
Departamento: Municipio: Localidad:	Nombre del recolector:	Longitud (WGS84): Latitud (WGS84):
INFORMACIÓN DEL SUELO		
Zona de vida Pendiente % Erosión Temp. Media Anual Precip. Media Anual	Humedad del suelo*: Clima al momento de tomar la muestra:  Biota del suelo (insectos, lombrices, etc):	
MANEJO ACTUAL		
Sistema de Cultivos o uso actual del suelo (Rotaciones, Cultivos de Cobertura, etc.)		
Fertilizantes/Pesticidas (Insumos de N, uso de pesticidas, etc)		
Labranzas/Cubierta de residuos		
Tipo, profundidad, frecuencia, Fechas, % de cobertura, etc)		
Riego (pivote, gravedad, frecuencia, fecha, % de cobertura, etc.)		
Otros		
HISTORIA DE MANEJO EN EL PASADO		
Sistemas anteriores (Rotación, cultivo de cobertura, cambio de uso, etc.)		
Fertilizantes/Pesticidas (Insumos de N, uso de pesticidas, etc)		
Labranzas/Cubierta de residuos (Labranzas pasadas, frecuencia y tipo)		
Riego riegos anteriores, ¿durante qué lapso?		
<b>Eventos Inusuales</b>		
(Inundaciones, fuego, nivelaciones de terrenos)		



\*Baja, media o alta

**Boletas de identificación:**

LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: <b>0</b> 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:
LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: <b>2</b> 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:

LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: <b>1</b> 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:
LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: <b>3</b> 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:

LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: <b>4</b> 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:
LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:

LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: <b>5</b> 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:
LABORATORIO EDAFOLOGÍA	
Numero de muestra: 	Nombre del recolector:
Sede:	No. de grupo:

## PRÁCTICA No. 1: TEXTURA DEL SUELO

### 1. Objetivos:

- 1.1 Conocer los tipos de la textura del suelo por medio del tacto
- 1.2 Realizar cuatro procesos en los que se puedan determinar la textura del suelo que puedan aplicarse en campo o dentro del laboratorio.
- 1.3 Determinar si el suelo es arcilloso, limoso o arenoso con el fin de comprender las características intrínsecas que conllevan en el campo la estructura del suelo.

### 2. Marco Teórico:

#### ***Definición de la textura del suelo***

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa. (SENA, 2013)

**Arcillas:** Las arcillas son estructuras cristalinas que presentan bordes quebrados, en los cuales se desarrolla la carga eléctrica. El separado más importante es la arcilla, que corresponde a partículas muy pequeñas, de un diámetro inferior a 0,002 mm, lo que le confiere propiedades coloidales. Esta es la propiedad más relevante de las arcillas, debido a que determina una enorme superficie específica, es decir, una gran área por unidad de masa (m<sup>2</sup>/g).

**Limos:** son partículas de tamaño intermedio, que varían entre 0,002 y 0,05 mm de diámetro, es decir, algunos de ellos, especialmente los muy pequeños, pueden presentar cierta carga eléctrica, aunque, en general, no la tienen. Esta característica los hace muy poco deseables, debido a que evita que se flocculen, es decir, las partículas de suelo forman agregados o estructuras. Se puede afirmar que los suelos limosos son lo más complicados de manejar, debido a que se apelmazan con facilidad y es que el movimiento del agua es lento, lo que genera que sean muy poco aireados. De hecho, en muchos casos se da que algunos suelos limosos son difíciles de manejar en cuanto al riego, lo que a su vez genera que las raíces sufran por falta de oxígeno. El talco y los carbonatos son partículas con carácter limoso, muy finas y poco pegajosas. Las partículas de limo tienden a ser irregulares, distintas en forma y rara vez lisas o pulidas. Son, en su mayoría, partículas microscópicas, siendo el cuarzo en muchos casos el mineral dominante. La fracción limo posee alguna plasticidad, cohesión y adsorción, debido a una película de arcilla que recubre las partículas de la fracción, aunque en mucho menor grado que la propia fracción de arcilla.

**Arena:** Entre las arenas se pueden distinguir las gruesas, las finas y las de tamaño intermedio. Generalmente se presentan en suelos muy cercanos a la caja de los ríos. Los suelos arenosos son secantes, de gran permeabilidad, aunque esto dependerá del grado

de finura de la arena. Las más finas igualmente se compactan y pueden presentar baja velocidad de infiltración. En muchos suelos aluviales de la zona central se presentan estratos arenosos en profundidad, que modifican el movimiento del agua en el perfil. Sin embargo, los estratos de arcilla o limo son más perjudiciales, debido a que generan napas colgadas, que afectan el arraigamiento más uniforme de los frutales. En la actualidad, los suelos arenosos o franco arenosos no presentan grandes dificultades para manejar bien el riego. El problema son los suelos arcillosos, especialmente los manejados con frutales, debido a que se compactan con facilidad. Esto, a su vez, lleva a que los rendimientos de frutales sean normalmente bajos, debido al escaso desarrollo radicular generado en algunos casos por el gran volumen de agua que debe ser aplicado para mojar el suelo en profundidad.

(Febles & María)

### 3. Material y Equipo:

Cristalería y Equipo	Reactivos y materiales
1 Piseta	Agua
1 Balanza	Muestra de suelo previamente identificada*
1 Beaker de 500 mL (plástico)	Botella de plástico 600 ml. **
1 Tamiz de 2 mm.	Nylon grueso m <sup>2</sup> **
	Regla de 30 cm. **

\*Resultado de la practica 0

\*\* Este material debe ser proporcionado por el estudiante.

### 4. Procedimiento.

#### Procedimientos Generales.

- Utilizar una muestra previamente identificada de la practica 0.
- Extender el nylon para cubrir la superficie de la mesa asignada en el laboratorio.
- Para conocer la textura de una muestra de suelo, separe primero la tierra fina, todas las partículas de menos de 2 mm; para ello use el tamiz de 2 mm para eliminar las partículas mayores como la grava y las piedras. La tierra fina es una mezcla de arena, limo y arcilla. Para realizar los ensayos de campo siguientes asegúrese de utilizar sólo tierra fina.

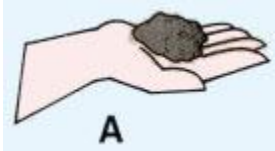


(FAO, 2021)

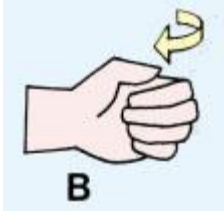


### Prueba de desmenuzamiento en seco

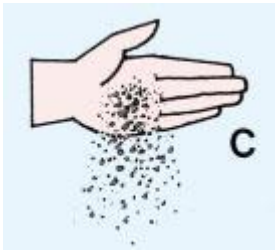
- a) Tome una muestra pequeña de suelo seco en la mano (A);



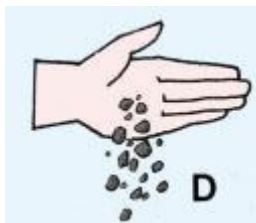
- b) Desmenúcela entre los dedos (B)



- c) Si ofrece poca resistencia y la muestra se pulveriza (C), el suelo es arena fina o arenoso franco fino o contiene muy poca arcilla;



- d) Si la resistencia es media (D), es arcilloso limoso o arcilloso arenoso;

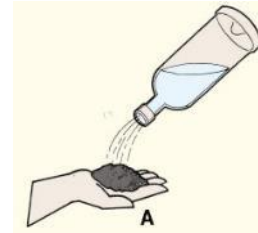


- e) Si ofrece gran resistencia (E), es arcilla

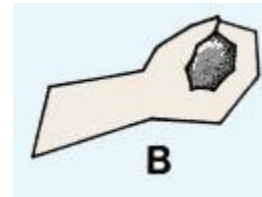


### Prueba de compresión de la bola

- a) Tome una muestra de suelo y humidézcala un poco (A) hasta que comience a hacerse compacta sin que se pegue a la mano;



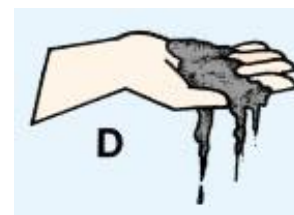
- b) Oprímala con fuerza (B), y abra la mano.



- c) Si el suelo mantiene la forma de su mano (C), probablemente contenga la arcilla suficiente para ser utilizadas en estructuras con gran porcentaje de impermeabilidad;



- d) Si el suelo no mantiene la forma de la mano (D), es que contiene demasiada arena.



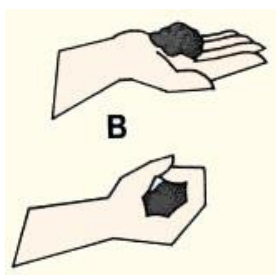
(FAO, 2021)

### Prueba de sacudimiento de la bola

- a) Tome una muestra de suelo y mójela bien (A);



- b) Forme una bola de 3 a 5 cm de diámetro (B);



- c) Coloque la bola en la palma de la mano; verá que brilla (C);



- d) Sacúdala rápidamente de un lado a otro (D), y observe la superficie de la bola.



- e) Si la superficie de la bola se opaca rápidamente y puede romperla fácilmente entre los dedos (E), el suelo es arenoso o arenoso franco;



- f) Si la superficie de la bola se opaca más lentamente y ofrece alguna resistencia al romperla entre los dedos (F), es limoso o franco arcilloso;



- g) Si la superficie de la bola no cambia y ofrece resistencia al romperla (G), es arcilloso o arcilloso limoso.

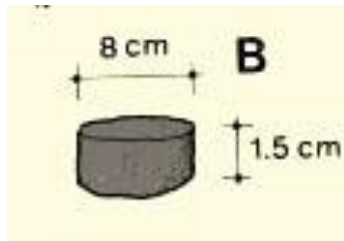


(FAO, 2021)

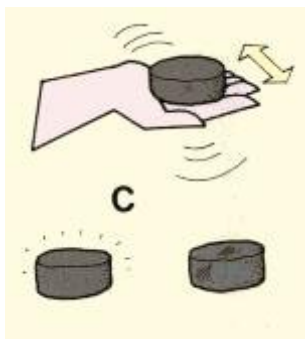
### Prueba de sacudimiento:

Los suelos limosos y los arcillosos son de textura muy lisa. Es muy importante poder conocer la diferencia que existe entre estos dos suelos porque tal vez tengan un comportamiento muy distinto cuando se emplean como material de construcción para presas o diques, donde el limo quizás no tenga suficiente plasticidad. Los suelos limosos pueden tornarse muy inestables cuando se mojan, mientras que la arcilla es un material de construcción muy estable.

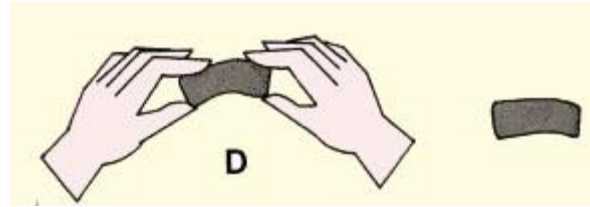
- Tome una muestra de suelo; mójela bien
- Moldee una masa de unos 8 cm de diámetro y, aproximadamente, 1,5 cm de espesor (B). Coloque la masa en la palma de la mano; se ve opaca;



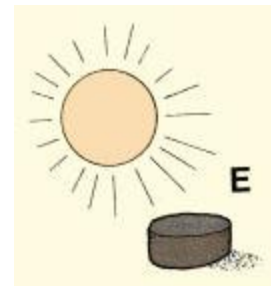
- Sacuda la masa de lado a lado, a la vez que observa su superficie (C); Si la superficie se ve brillante, es limo; Si la superficie se ve opaca, es arcilla.



- Confirme este resultado doblando la masa entre sus dedos (D); Si la superficie se opaca de nuevo, es limo;



- Deje reposar la masa hasta que esté totalmente seca (E).



- Si es quebradiza y suelta polvo al frotarla entre los dedos (F), es limo;



- Si es firme y no suelta polvo al frotarla entre los dedos (G), es arcilla.



(FAO, 2021)

### 5. Bibliografía:

- FAO. (23 de 1 de 2021). <http://www.fao.org/>. Obtenido de [http://www.fao.org/:  
http://www.fao.org/tempref/fi/cdrom/fao\\_training/fao\\_training/general/x6706s/x6706s06.htm#top](http://www.fao.org/:http://www.fao.org/tempref/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s06.htm#top)
- FAUSAC. (2014). PRÁCTICAS DE LABORATORIO EDAFOLOGÍA . Guatemala: USAC.
- Febles, R., & María, N. (s.f.). MANUAL DE PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA DE EDAFOLOGÍA. Mexico: Tecnológico Nacional de México.
- SENA. (2013). MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAMPO Y DEL LABORATORIO DE SUELOS . Colombia.
- USDA Departamento de Agricultura EEUU. (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo (version español). ARGENTINA: CRN – CNIA – INTA.

## HOJA DE REPORTE. PRÁCTICA No. 1

GRUPO NO. \_\_\_\_\_

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

### Cuadro resumen de resultados

Prueba	Resultados			Observaciones
	Arcilla	Limo	Arena	
Desmenuzamiento en seco				
Compresión de la bola				
Sacudimiento de la bola				
Sacudimiento para diferenciar la arcilla del limo				

### Ejercicio:

Explore el área aledaña y recolecte suelos con alto porcentaje de arcilla, limo y arena, para ello deberá hacer la o las pruebas que facilite encontrar cada una de ellas.

Al encontrarlas almacénelas en tres bolsas plásticas (una por cada tipo de suelo) e identifique adecuadamente para presentarlas al encargado del laboratorio.

### Cuestionario:

1. ¿La muestra analizada que tipo predominante de suelo es?
2. ¿Existe alguna relación entre el uso actual del suelo en donde se recolecto la muestra y el tipo predominante del suelo encontrado en el laboratorio?
3. ¿Qué diferencia existe entre la edafología y la geología?
4. ¿Cuál es la diferencia entre suelo y tierra?
5. ¿Cuál es la diferencia entre la roca y el mineral?

## PRÁCTICA No. 2: ESTRUCTURA DEL SUELO.

### 1. Objetivos:

- 1.1 Identificar y determina el porcentaje de arena, limo y arcilla por el método práctico de la FAO
- 1.2 Desarrollar el método de determinación de textura de un suelo, con la finalidad de conocer la clase textural a la que pertenece la muestra.
- 1.3 Conocer y manejar adecuadamente las clases texturales del USDA.

### 2. Marco Teórico:

En el suelo, el tamaño de las partículas está relacionado con la porosidad, estructura y drenaje, así como con la retención y disponibilidad de nutrimentos en función del contenido de material mineral (arcillas, limos y arenas) que posee. Además, contribuye directamente con la capacidad de intercambio catiónico y sirve para clasificar a los suelos, como gruesos, medios o finos, lo que permite dar recomendaciones para el manejo y uso, y para implementar las prácticas de mejoramiento y conservación. La división arbitraria del suelo en las tres fracciones, según el tamaño de las partículas minerales: arenas, limos y arcillas, y en términos de su porcentaje, recibe el nombre de textura. La parte mineral está considerada en forma cualitativa, sin establecer ningún límite en cuanto a la composición química, los grupos de los diversos tipos de partículas se denominan separados del suelo (Andrades Rodríguez , Moliner Aramedia , & Masaguer Rodriguez, 2015).

#### Método por tacto.

La textura del suelo se refiere a la distribución de las partículas minerales de arena, limo y arcilla en el suelo. La textura es uno de los más estables atributos del suelo pudiendo sólo ser modificada ligeramente por cultivación y otras prácticas que causan la mezcla de las diferentes capas del suelo.

Utilizar tacto puede ser un método efectivo para deducir el tipo de suelo que se tiene, a base de diferentes pruebas se puede conocer en campo la estructuración del suelo y con ello deducir el porcentaje de arcilla, limo y arena que se tiene; algunas veces este método puede presentar confusiones debido a que su ejecución debe de ser cuidadosamente metódico para llevar a un resultado confiable; Este método da como resultado el nombre específico del tipo de suelo, por lo cual el porcentaje de los materiales dependerá de un análisis posterior. (FAO, 2021)

#### Método de sedimentación.

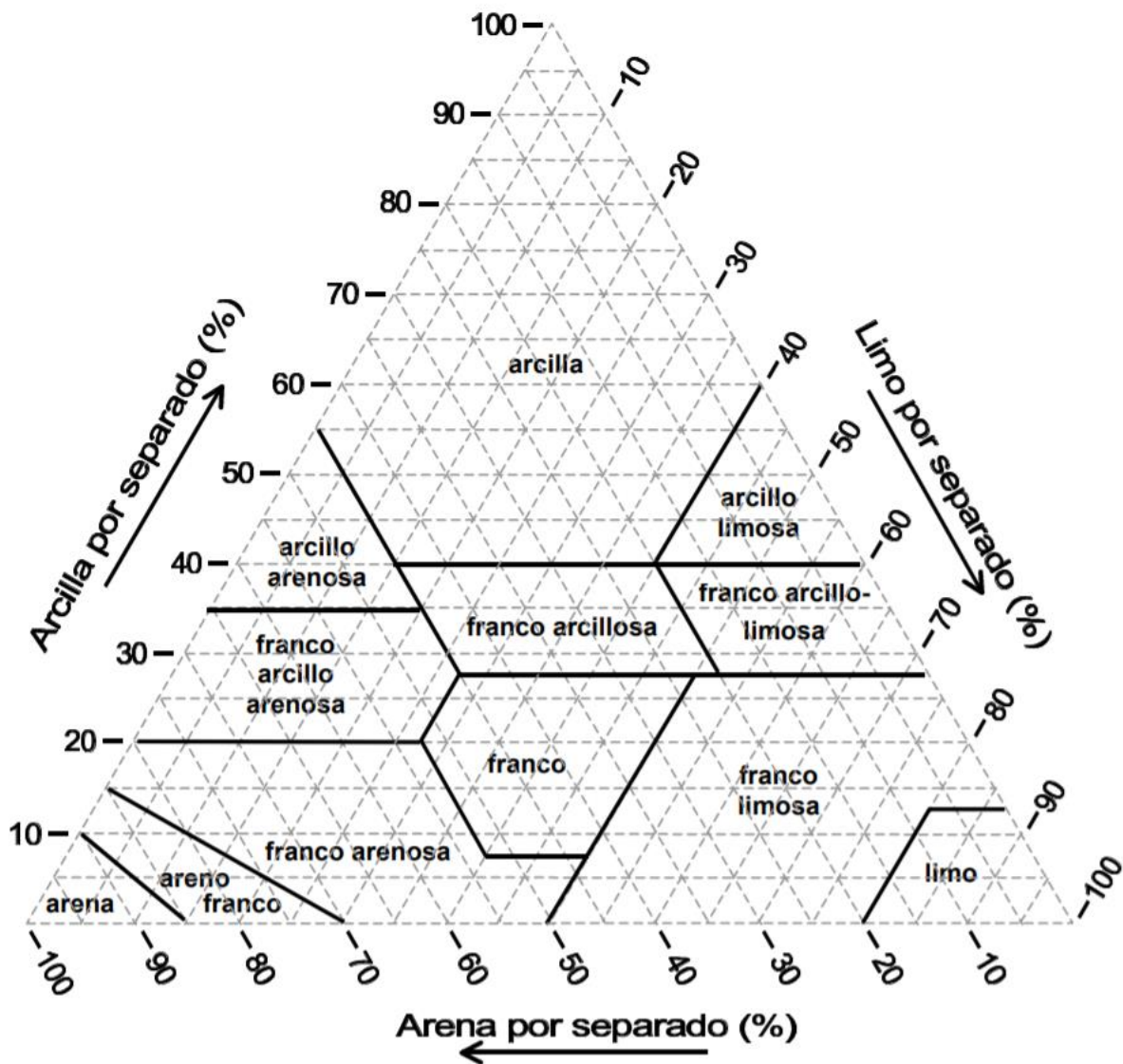
Para cuantificar las fracciones texturales existen varios métodos, en general basados en la ley de Stocks. Uno de los métodos para la determinación del contenido de arena, limo y arcilla sin separarlos se basa en el principio de sedimentación, se le conoce como el método de Bouyoucos, y ha sido adoptado por la mayoría de los laboratorios de análisis de suelo.

La determinación de la textura en el laboratorio se basa en la medición de la velocidad de sedimentación de las partículas dispersas en el agua. Las partículas grandes se sedimentan

con mayor rapidez que las partículas pequeñas; esto es porque las partículas más grandes tienen menos área específica y, por lo tanto, menos flotabilidad que las partículas más pequeñas. La ley de Stokes (1851) se utiliza para expresar la relación. En ella se estipula que la resistencia ofrecida por el líquido a la caída de la partícula varía con el radio de la esfera y no con la superficie. La velocidad de caída de las partículas con la misma densidad en un determinado líquido aumenta con el cuadrado del radio. (SENA, 2013)

**Interpretación.**

La clase textural ubica al suelo en un área dentro de un diagrama triangular basado en la distribución de arena, limo y arcilla en el suelo. La textura es una característica importante porque influencia la fertilidad y ayuda a determinar la velocidad de consumo de agua, el almacenamiento de agua en el suelo, la favorabilidad y la amplitud de aireación.



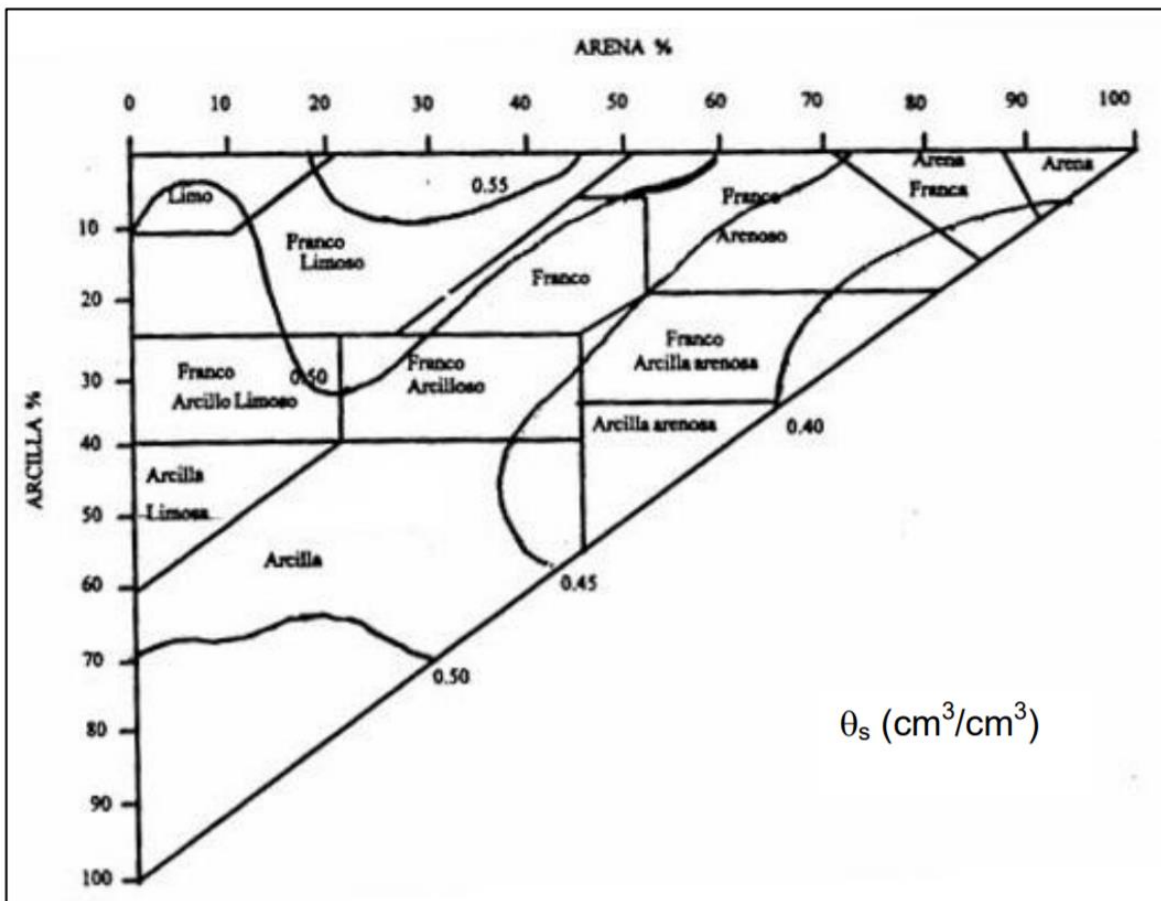
Triángulo textural del suelo mostrando los porcentajes de arcilla, limo y arena de las clases texturales.

Fuente: (USDA Departamento de Agricultura EEUU, 1999)

En ocasiones es necesario conocer algunas de las variables hidrofísicas del suelo más comunes, sin embargo, no se cuenta con estos datos a nivel de laboratorio. Dichos parámetros pueden ser estimados de manera gruesa a partir de la información textural de los suelos, generalmente disponible en los Distritos de riego. Algunos autores proponen la utilización de curvas que son función de estos parámetros. A continuación, se muestran los triángulos de textura para determinar los principales parámetros con fines de riego, dichos triángulos son propuestos por Fuentes, 1996 y son adaptados de Rawls y Brakensiek, 1983.

**Triángulo para determinar la porosidad de un suelo**

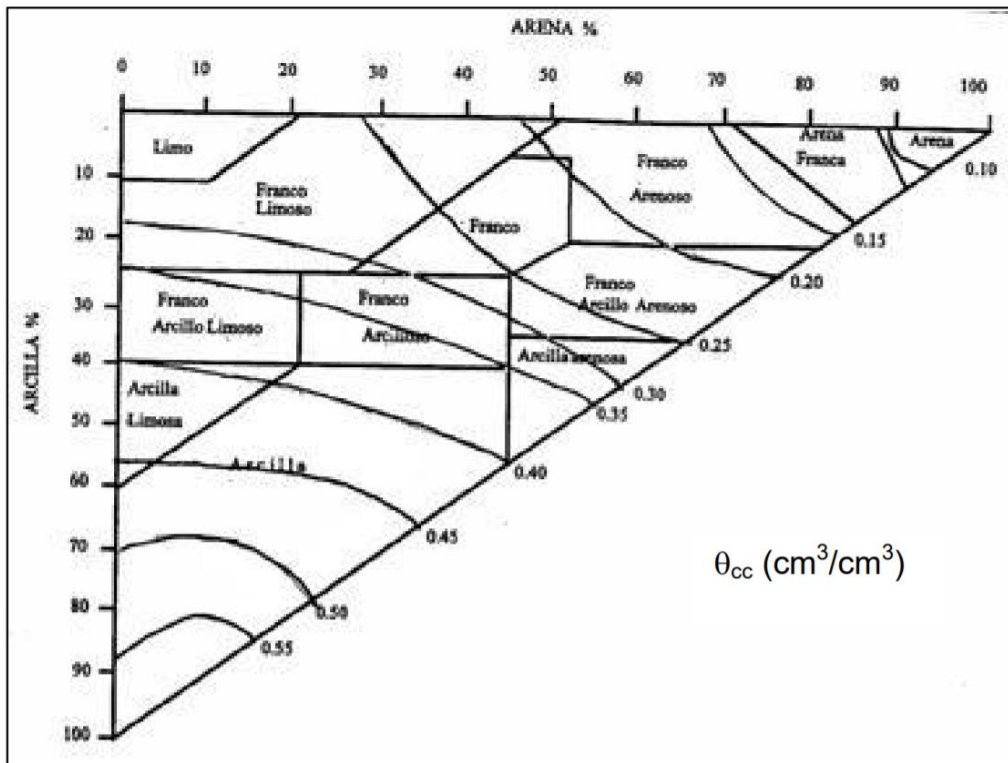
Con la siguiente gráfica es posible estimar de manera gruesa el valor de la porosidad, conociendo el porcentaje de arena y arcilla que existe en un suelo. Por ejemplo, si el suelo tiene un 59% de arcilla y un 42% de arena, el punto de unión queda en el valor de 0.45; si lo multiplica por 100 expresa la porosidad como 45%. Otro ejemplo, si el suelo tiene un 30% de arcilla y un 56% de arena, la porosidad queda entre las curvas de 0.40 y 0.45, utilizando la aproximación el valor de porosidad sería de 0.42 – 0.43.



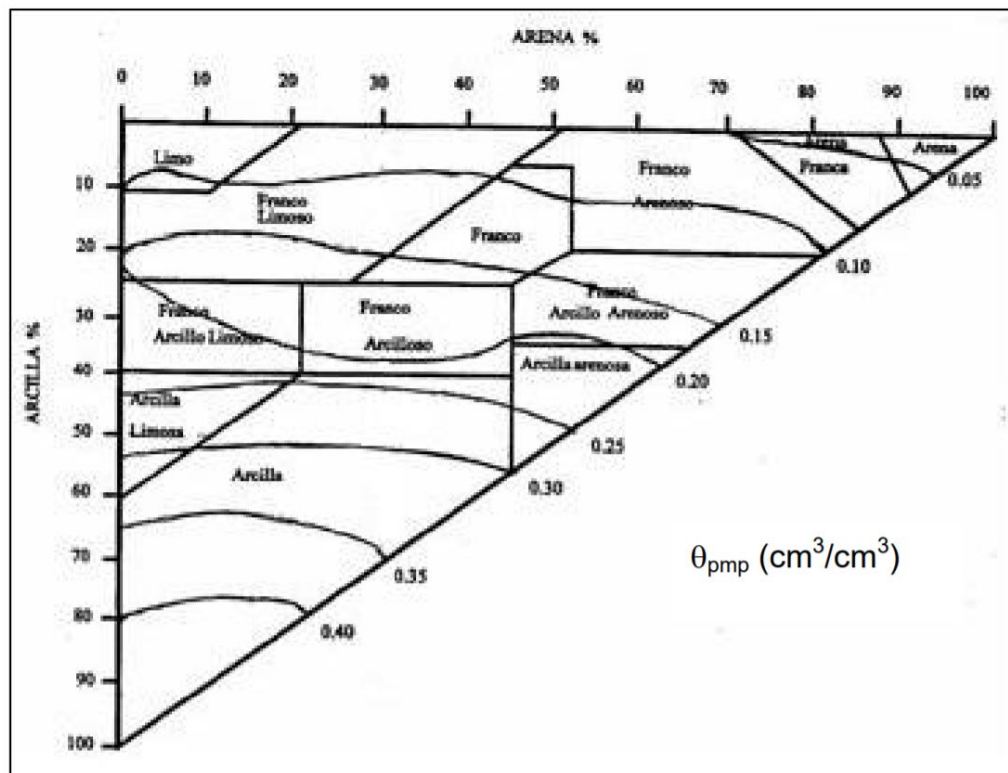
El mismo procedimiento se utiliza para determinar el resto de los parámetros.



**Triángulo para determinar el contenido de humedad a capacidad de campo**



**Triángulo para determinar el contenido de humedad a punto de marchitamiento permanente.**



### 3. Material y Equipo:

Cristalería y Equipo	Reactivos y materiales
1 Piseta	Agua
1 Balanza	Muestra de suelo previamente identificada*
1 Beaker de 500 mL (plástico)	Botella de plástico 600 ml. **
1 Tamiz de 2 mm.	Nylon grueso 2 m <sup>2</sup> **
	Regla de 30 cm. **
	Frasco de vidrio con tapadera. **
	Vara de 30**

\*Resultado de la practica 0

\*\* Este material debe ser proporcionado por el estudiante.

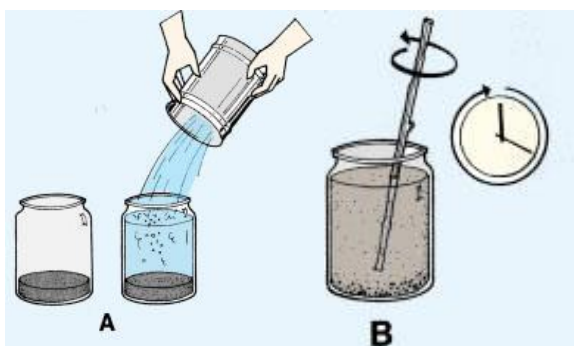
Nota: El frasco de vidrio debe estar en el rango de 15 a 20 cm de alto, con un ancho de entre 5 a 10 cm, la base debe ser lisa, sin efectos bordeados, (ver figuras ilustrativas en donde se usará)

### 4. Procedimiento.

#### Procedimientos Generales.

- Utilizar una muestra previamente identificada de la practica 0.
- Extender el nylon para cubrir la superficie de la mesa asignada en el laboratorio.
- Separe primero la tierra fina de todas las partículas de menos de 2 mm; para ello use el tamiz de 2 mm para eliminar las partículas mayores como la grava y las piedras.

#### Prueba por sedimentación (método practico de la FAO).

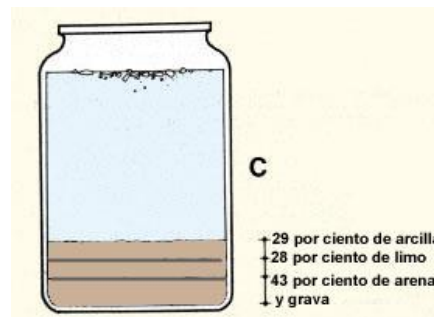


a) Llenar el 25% del frasco de vidrio con tierra, con la ayuda de una vara acomodar el material sin compactar excesivamente; seguidamente llene el 90% de la botella con agua (A).

b) Agítela con la vara de manera circular (B), luego cerrar el frasco y agite energéticamente de arriba abajo (5 minutos como mínimo.); déjela reposar durante una hora. Transcurrido este tiempo, el agua estará transparente y observará que las partículas mayores se han sedimentado;

- Mida la profundidad de la arena, el limo y la arcilla y calcule la proporción aproximada de cada uno (C).

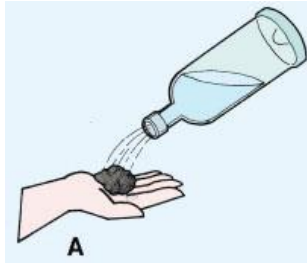
- ✓ En el fondo hay una capa de arena;
- ✓ En el centro hay una capa de limo;
- ✓ En la parte superior hay una capa de arcilla.
- ✓ Si el agua no está completamente transparente ello se debe a que parte de la arcilla más fina está todavía mezclada con el agua;
- ✓ En la superficie del agua pueden flotar fragmentos de materia orgánica;



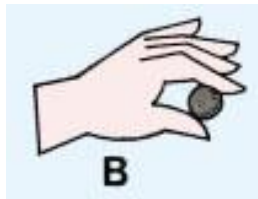
### **Prueba por tacto** (método 1)

La prueba de manipulación le da una idea mejor de la textura del suelo. Esta prueba se debe realizar exactamente en el orden que se describe más adelante porque para poder realizar cada paso, la muestra deberá contener una mayor cantidad de limo y arcilla.

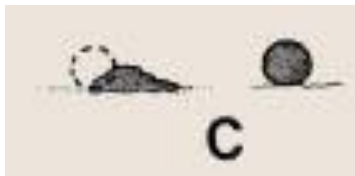
- a) Tome una muestra de suelo (A); mójela un poco en la mano hasta que sus partículas comiencen a unirse, pero sin que se adhiera a la mano;



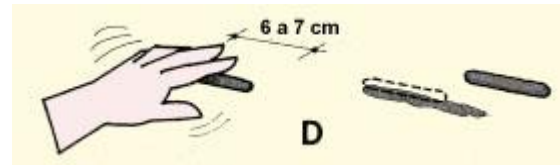
- b) Amáse la muestra de suelo hasta que forme una bola de unos 3 cm de diámetro (B);



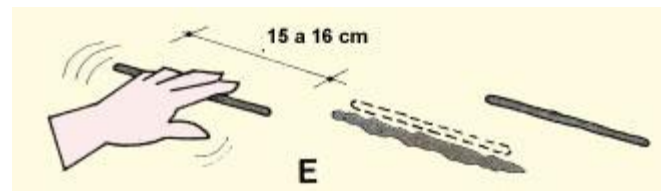
- c) Deje caer la bola (C); Si se desmorona, es arena, si mantiene la cohesión, prosiga con el siguiente paso.



- d) Amase la bola en forma de un cilindro de 6 a 7 cm, de longitud (D), si no mantiene esa forma, es arenoso franco. Si mantiene esa forma, prosiga con el siguiente paso.



- e) Continúe amasando el cilindro hasta que alcance de 15 a 16 cm de longitud (E); si no mantiene esa forma es franco arenoso. Si mantiene esa forma, prosiga con el siguiente paso.



- f) Trate de doblar el cilindro hasta formar un semicírculo (F); si no puede, es franco. Si puede, prosiga con el siguiente paso.

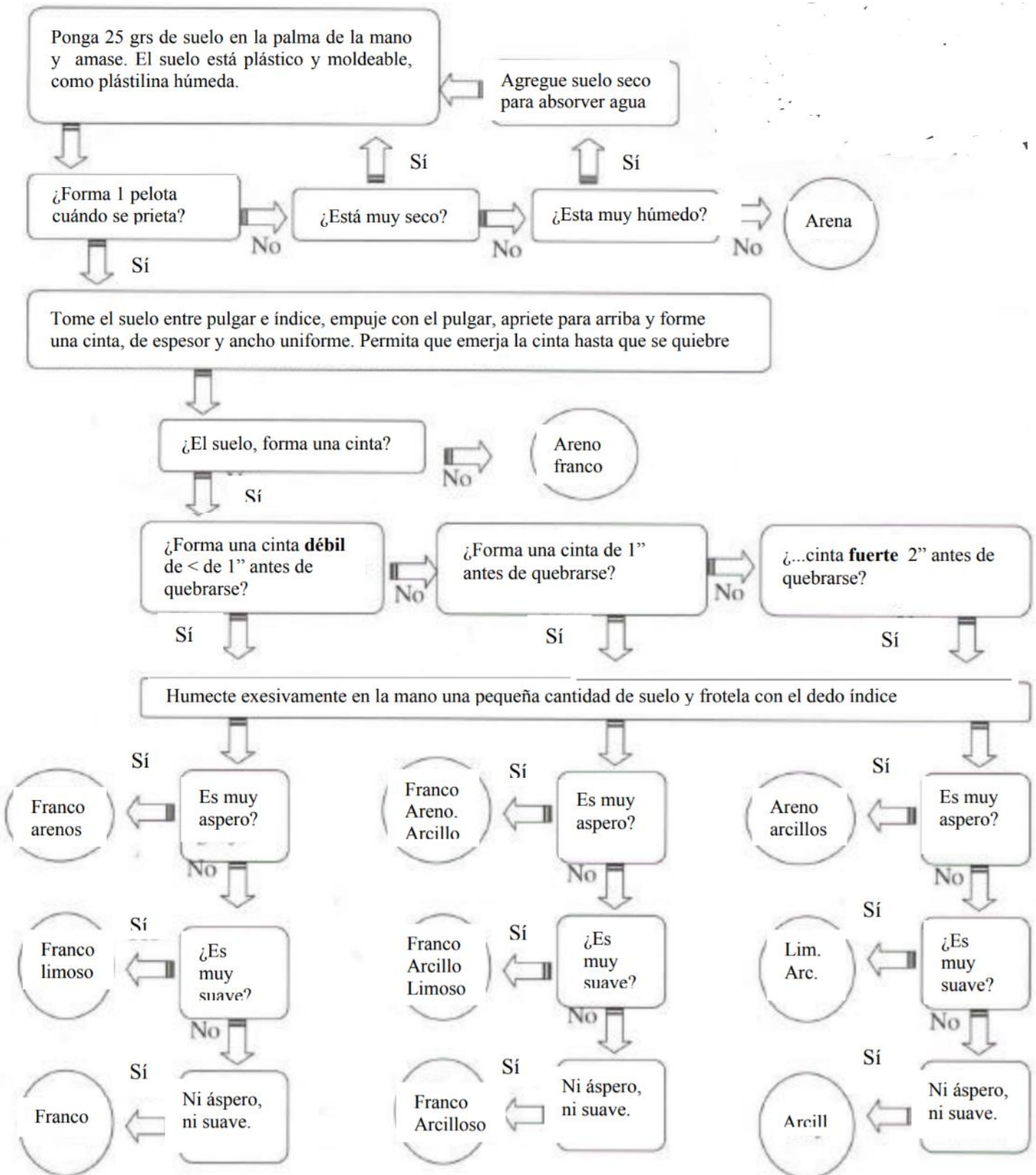


- g) Siga doblando el cilindro hasta formar un círculo cerrado (G). Si no puede, es franco pesado. Si puede, y se forman ligeras grietas en el cilindro, es arcilla ligera. Si puede hacerlo sin que el cilindro se agriete, es arcilla.



(FAO, 2021)

**Prueba por tacto (método 2)**



Fuente: (USDA Departamento de Agricultura EEUU, 1999)

## 5. Bibliografía:

- Andrades Rodríguez , M., Moliner Aramedia , & Masaguer Rodriguez, A. (2015). *Prácticas de edafología*. España: Servicios de publicaciones Universidad de la Rioja.
- FAO. (23 de 1 de 2021). <http://www.fao.org/>. Obtenido de [http://www.fao.org/:  
http://www.fao.org/tempref/fi/cdrom/fao\\_training/fao\\_training/general/x6706s/x6706s06.htm#top](http://www.fao.org/:http://www.fao.org/tempref/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s06.htm#top)
- FAUSAC. (2014). *PRÁCTICAS DE LABORATORIO EDAFOLOGÍA* . Guatemala: USAC.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA. (2017). *Manual de prácticas de: EDAFOLOGÍA*. Mexico.
- Islas, V., & Elenas, C. (2012). *Edafología Practicas de laboratorio* . Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- SENA. (2013). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAMPO Y DEL LABORATORIO DE SUELOS* . Colombia.
- USDA Departamente de Agricultura EEUU. (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo (version español)*. ARGENTINA: CRN – CNIA – INTA.

## HOJA DE REPORTE. PRÁCTICA No. 2

GRUPO NO. \_\_\_\_\_

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

### Cuadro resumen de resultados

Prueba	Porcentaje			Clase textural	Características		
	Arcilla	Limo	Arena		Poros.	C.C.	P.M.P.
Por sedimentación							
Por tacto, método 1							
Por tacto, método 2							
<b>Promedio</b>							

### Cuadro comparativo entre grupos.

No. de muestra*	Porcentaje**			Clase textural	Características		
	Arcilla	Limo	Arena		Poros.	C.C.	P.M.P.

\*El número de muestra es el mismo que el número de grupo asignado

\*\*Promedio del resultado

### Questionario:

1. ¿Por qué es importante conocer la textura del suelo?
2. ¿Cuál es el principal objetivo de la determinación de textura?
3. Defina la porosidad, capacidad de campo y punto de marchitez permanente
4. ¿Qué utilidad tiene la información de la textura de un suelo?
5. ¿Existen clases texturales diferentes en los otros grupos?, de ser así ¿Cuáles podrían ser las razones

## PRÁCTICA No. 3: COLOR DE SUELO SEGÚN MÉTODO MUNSELL.

### 1. Objetivos:

- 1.1 Identificar, clasificar y comprender el tipo de color del suelo mediante el Sistema de Notación Munsell
- 1.2 Determinar el color de las muestras de suelo en seco y húmedo por comparación con Sistema de Notación Munsell
- 1.3 Comprender las características físicas, químicas y biológicas relacionadas con el color del suelo.

### 2. Marco Teórico:

El color del suelo ayuda considerablemente a identificar el tipo de suelo en el campo o laboratorio, también indica la oxidación o reducción química en el suelo, pasada o presente, de la piedra original debido a la erosión.

El color puede oscurecerse con la materia orgánica, adquirir un color amarillo, marrón o rojo ante la presencia de óxidos férricos y puede adquirir un color negro debido al manganeso y otros óxidos; los horizontes del suelo y subsuelos pueden ser reconocidos por las variaciones en el color. Para describir lo anteriormente expuesto, se usa la tabla Munsell de suelos.

El suelo refleja la composición, así como las condiciones pasadas y presentes de oxidación-reducción del suelo a través de colores. Está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro), óxidos de hierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser debido al color de la roca parental.

El color de la matriz del suelo de cada horizonte se debe registrar en condiciones de humedad (o en ambas condiciones, seco y húmedo cuando fuera posible) usando las notaciones para matiz, valor y croma como se da en la Carta o en Tabla de Colores de Suelo Munsell (Munsell, 1975). Por eso hablaremos del matiz de los suelos. (Méndez & Enrriquez, 2018)

#### **Matriz**

El matiz, es el color espectral dominante (rojo, amarillo, verde, azul o violeta); el valor, es la claridad u oscuridad de los rangos de color de 1 (oscuro) a 8 (claro); y el croma, es la pureza o fuerza del rango de color desde 1 (pálido) a 8 (brillante). Cuando no haya un color de suelo matriz dominante, el horizonte se describe como moteado y se dan dos o más colores.

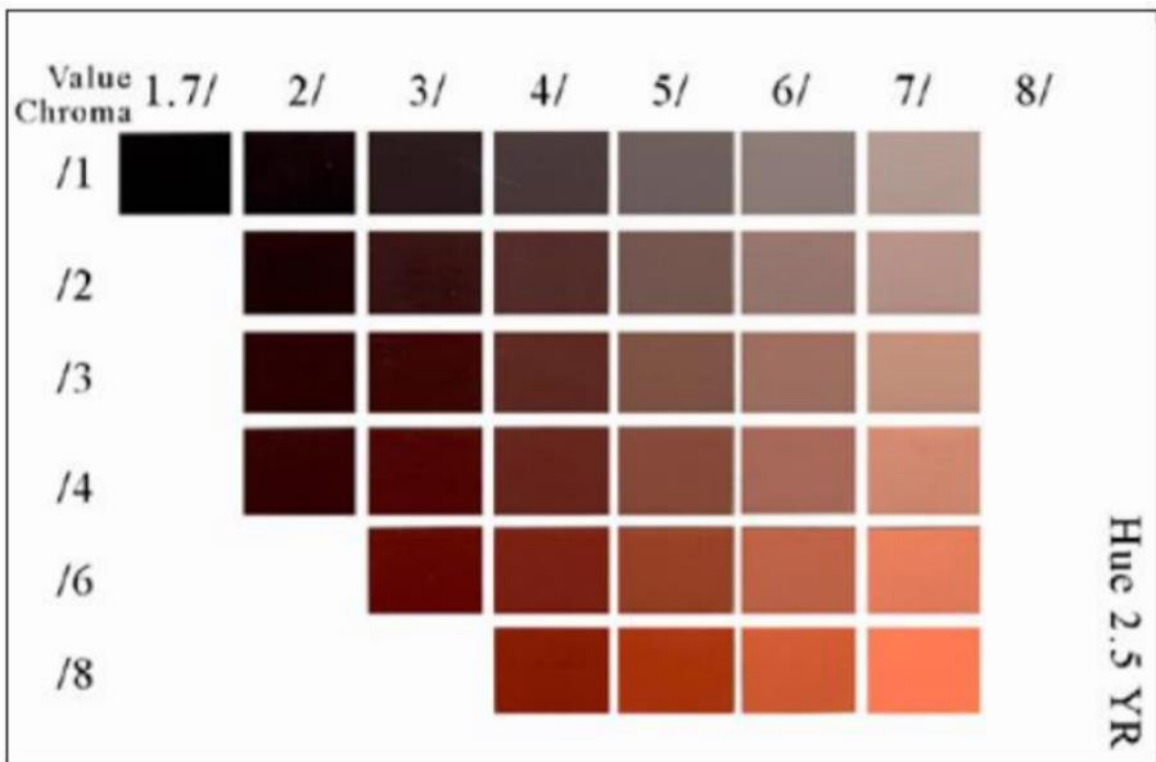
Además de las notaciones de color, se pueden dar los nombres de colores estándar Munsell. Para descripciones de rutina, se deben determinar los colores del suelo sin la incidencia directa de los rayos solares y mediante la comparación de un agregado (ped) recientemente quebrado con la ficha de color de la Carta de Color de Suelo Munsell. Especialmente hablaremos de los colores adicionales. (Portal Fruticola , 21)

# Sistema Munsell

Descripción:

Matiz= página  
Valor= fila  
Croma= columna

10 YR 3/2



Fuente: (Méndez & Enríquez, 2018)



## **Interpretar los resultados**

Sobre la base del origen de los pigmentos del suelo y su relación con determinadas condiciones ambientales, la variedad de colores es la siguiente

**Color negro:** Este color ha sido asociado con condiciones de buena fertilidad, buena estructuración y rica actividad biológica, se asocia a la incorporación de materia orgánica que se descompone en humus que da la coloración negra al suelo, este color por lo general está asociado a la presencia de Carbonatos de  $\text{Ca}^{2+}$  o  $\text{Mg}^{2+}$  más materia orgánica altamente descompuesta y otros cationes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ).

**Color rojo:** se asocia a procesos de alteración de los materiales parentales bajo condiciones de alta temperatura, baja actividad del agua, rápida incorporación de materia orgánica, alta liberación de Fe de las rocas; es indicativo de condiciones de alta meteorización, se asocia a niveles bajos de fertilidad del suelo, pH ácidos y ambientes donde predominan los procesos de oxidación

**Color amarillo a marrón amarillento claro:** por lo general es indicativo de meteorización bajo ambientes aeróbicos (oxidación), Se relaciona con condiciones de media a baja fertilidad del suelo. Se asocia con la presencia de Óxidos hidratados de  $\text{Fe}^{3+}$

**Color marrón:** este color está muy asociado a estados iniciales a intermedios de alteración del suelo; se relaciona con niveles medios a bajos de materia. En general se asocia con la ocurrencia de Materia orgánica ácida parcialmente descompuesta y combinaciones de óxidos de Fe más materiales orgánicos.

**Color blanco o ausencia de color:** se debe fundamentalmente a la acumulación de ciertos minerales como calcita, dolomita y yeso, así como algunos silicatos y sales. También se asocia con la presencia de tierras alcalinas ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) Sales altamente solubles (cloruros, nitratos de  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ )

**Color gris:** puede ser indicativo del ambiente anaeróbico. Este ambiente ocurre cuando el suelo se satura con agua, siendo desplazado o agotado el oxígeno del espacio poroso del suelo. Bajo estas condiciones las bacterias anaeróbicas utilizan el  $\text{Fe}^{3+}$  presente en minerales como la goetita y la hematita como un aceptor de electrones en su metabolismo.

**Color verde:** en algunos suelos con condiciones de mal drenaje se genera este color. También se asocia con la ocurrencia de Óxidos  $\text{Fe}^{2+}$  (incompletamente oxidados).

**Color azulado:** en zonas costeras, deltaicas o pantanosas donde hay presencia del anión sulfato, y existen condiciones de reducción (saturación con agua y agotamiento del oxígeno) adicionalmente, esta coloración se asocia con la presencia de Óxidos hidratados de Al (Aloisita) y fosfatos ferrosos hidratados (Vivianita).

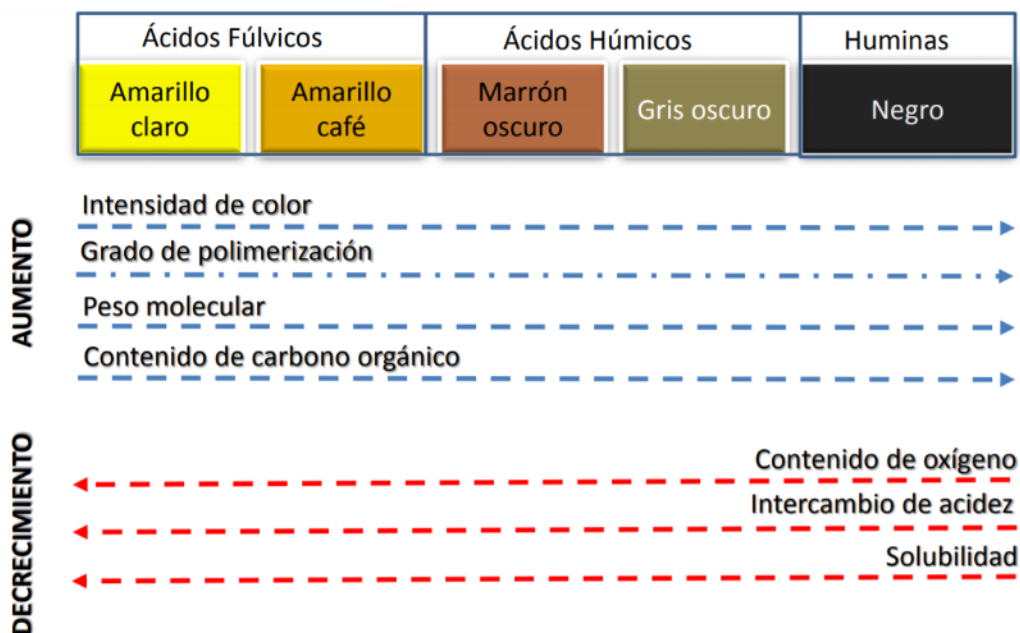
(Febles & María) (INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA, 2017)

Además de lo anterior, según algunos minerales presentes en el suelo puede cambiar la coloración, por tal motivo por este medio podemos tener un acercamiento a los minerales predominantes en las muestras analizadas.

Mineral	Fórmula	Notación	Munsell Color
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	10YR 8/2	Blanco
Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	10YR 8/2	Blanco
Yeso	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	10YR 8/3	Pardo muy pálido
Lepidocrocita	FeOOH	5YR 6/8	Amarillo rojizo
Sulfuro de hierro	FeS	10 YR 2/1	Negro
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10R 4/8	Rojo
Humus		10YR 2/1	Negro
Pirita	FeS <sub>2</sub>	10YR 2/1	Negro metálico
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	10YR 6/1	Gris claro
Goetita	FeOOH	10YR 8/6	Amarillo
Glaucionita	K(SixAl4-x)(Al,Fe,Mg)O10(OH)	2.5Y 5/1	Gris oscuro
Jaroisita	KFe <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> )	2.5Y 6/4	Pardo amarillento claro
Maghernita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5YR – 5YR	Rojo
Lepidocrocita	FeOOH	2.5YR 4/6	Rojo
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5R 3/6	Rojo oscuro
Goetita	FeOOH	7.5YR 5/6	Pardo fuerte
Ferrihidrita	Fe(OH) <sub>3</sub> 2.5	2,5YR 3/6	Rojo oscuro

Fuente: (Méndez & Enrriquez, 2018)

Existen otras propiedades más intrínsecas como el tipo de humus como lo presenta la imagen siguiente en donde se visualizan otras características fisicoquímicas del suelo.



Fuente: Stevenson, 1982

### 3. Material y Equipo:

Cristalería y Equipo	Reactivos y materiales
1 Piseta	Agua
1 Balanza	Muestra de suelo previamente identificada*
1 Beaker de 500 mL (plástico)	Botella de plástico 600 ml. **
1 Tamiz de 2 mm.**	Nylon grueso 2 m <sup>2</sup> **
	Regla milimétrica. **
	2 tapaderas circulares de 5 cm diámetro como mínimo y profundidad de 1 a 3 cm. **
	Tablas de color Munsell**

\*Resultado de la practica 0

\*\* Este material debe ser proporcionado por el estudiante.

Nota: Las tablas pueden ser sustituidas por una aplicación para teléfono inteligente

### 4. Procedimiento.

- Utilizar una muestra previamente identificada de la practica 0.
- Extender el nylon para cubrir la superficie de la mesa asignada en el laboratorio.
- Separe primero la tierra fina de todas las partículas de menos de 2 mm; para ello use el tamiz de 2 mm para eliminar las partículas mayores como la grava y las piedras.
- Llenar las dos tapaderas plásticas con la tierra fina, cuidando de no compactar de más la muestra.
- Con la piseta agregar agua a una de las dos tapaderas para humedecer por completo la tierra, no sobre saturar la muestra.
- Como se requiere ubicar el color en seco y en húmedo en la misma carta Munsell, en algunas ocasiones se debe seleccionar la carta en la que ambos colores se parezcan lo más posible a los que se presentan en esa carta, aunque no sean totalmente iguales.
- El color se determina comparándolo con los colores de la tabla de Munsell, primero se determina el Tinte o Hue, después la brillantez o Value y al final la saturación o Chroma. Muchas veces se dificulta seleccionar el matiz adecuado, ya que para distintas personas puede variar y esto se complica más cuando se tienen matices intermedios de los que aparecen en las cartas.



- h) En caso no se tenga la tabla de Munsell se pueden auxiliar de diferentes aplicaciones para teléfonos inteligentes que analicen colores, a continuación, se nombran algunas sugerencias:

**Android:** Munsell Color Chart, Soil Colour Capture, Color analyzer.

**iOS:** Munsell Viewer, Color analyzer.

Cada una de las aplicaciones tienen características diferentes, por lo que se le sugiere explorar cada una de ellas para encontrar la que sea de mejor utilidad posible en el laboratorio.

- i) Anotar el resultado de la lectura en una tarjeta y colocarla a la par de las muestras.  
j) Con ayuda del cuadro resumen de la hora de reporte anotar el resultado del grupo y el de los otros grupos presentes.

## 5. Bibliografía

- Andrades Rodríguez , M., Moliner Aramedia , & Masaguer Rodriguez, A. (2015). Practicas de edagología. España: Servicios de publicaciones Universidad de la Rioja.
- FAO. (23 de 1 de 2021). <http://www.fao.org/>. Obtenido de [http://www.fao.org/http://www.fao.org/tempref/fi/cdrom/fao\\_training/fao\\_training/general/x6706s/x6706s06.htm#top](http://www.fao.org/http://www.fao.org/tempref/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s06.htm#top)
- FAUSAC. (2014). PRÁCTICAS DE LABORATORIO EDAFOLOGÍA . Guatemala: USAC.
- Febles, R., & María, N. (s.f.). MANUAL DE PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA DE EDAFOLOGÍA. Mexico: Tecnológico Nacional de México.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA. (2017). Manual de prácticas de: EDAFOLOGÍA. Mexico.
- Islas, V., & Elenas, C. (2012). Edafología Practicas de laboratorio . Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Méndez, C., & Enruiquez, C. (2018). TABLA MUNSELL: TEORÍA Y PRÁCTICA. Colombia: IGAC.
- Munsell. (s.f.). munsell.com. Obtenido de <https://munsell.com/https://munsell.com/faqs/list-of-colors-by-notation-name/>
- Portal Fruticola . (2016 de 5 de 21). Tabla Munsell y su correcto uso de en la descripción de los suelos. Obtenido de [www.portalfruticola.com:https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/05/21/el-correcto-uso-de-tabla-munsell-en-la-descripcion-de-los-suelos/](http://www.portalfruticola.com/https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/05/21/el-correcto-uso-de-tabla-munsell-en-la-descripcion-de-los-suelos/)
- SENA. (2013). MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAMPO Y DEL LABORATORIO DE SUELOS . Colombia.
- USDA Departamento de Agricultura EEUU. (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo (version español). ARGENTINA: CRN – CNIA – INTA.

## HOJA DE REPORTE. PRÁCTICA No. 3

GRUPO NO. \_\_\_\_\_

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

### Cuadro resumen de resultados

No. de muestra.*	Color en seco		Color en húmedo		Observaciones
	Notación Munsell (Prescrita**)	Notación Munsell (Propia***)	Notación Munsell (Prescrita)	Notación Munsell (Propia)	

\*El número de muestra es el mismo que el número de grupo asignado

\*\* Prescrita: Resultado localizado a la par de la muestra.

\*\*\* Propia: Realizada por el grupo.

No. de muestra.	Notación Munsell	Descriptivo	Interpretación

## PRÁCTICA No. 4: DENSIDAD APARENTE Y CAPACIDAD DE CAMPO

### 1. Objetivos:

- 1.1 Determinar la densidad aparente del suelo en laboratorio.
- 1.2 Calcular la capacidad de campo del suelo.
- 1.3 Realizar un aproximado de la porosidad del suelo.

### 2. Marco Teórico:

El suelo como todo cuerpo poroso tiene dos densidades, la densidad real o densidad media de sus partículas sólidas y la densidad aparente teniendo en cuenta el volumen de poros

La densidad real es la relación entre la unidad de peso y la unidad de volumen de la fase sólida del suelo, siendo más o menos constante, ya que está determinado por la composición química y mineralógica de la fase sólida. El peso específico de los componentes del suelo es variado pero dado que la mayor parte de los componentes del suelo (aluminosilicatos, sílice) poseen una densidad que oscila entre 2.6 y 2,7 g/cm<sup>3</sup>, se adopta como valor medio 2,65 g/cm<sup>3</sup> al realizar el análisis granulométrico. (SENA, 2013)

La densidad aparente se define como el peso de una unidad de volumen de suelo que incluye su espacio poroso. Es importante para el manejo de los suelos por reflejar la facilidad de circulación de agua y aire y la compactación. También es un dato necesario para transformar muchos de los resultados de los análisis de los suelos en el laboratorio (expresados en % en peso) a valores de % en volumen en el campo. La densidad aparente de los suelos no cultivados varía generalmente entre 1 y 1,6 g/cm<sup>3</sup>. La variación es debida en su mayor parte a las diferencias en el volumen total de poros por textura y estructura.

La densidad aparente depende de la materia orgánica, la textura del suelo, la densidad de las partículas minerales del suelo (arena, limo y arcilla) y su disposición. Como regla general, la mayoría de las rocas tienen una densidad de 2,65 g/cm<sup>3</sup>, por lo que idealmente, un suelo franco limoso tiene un espacio poroso del 50% y una densidad aparente de 1,33 g/cm<sup>3</sup>

La porosidad del suelo es el volumen ocupado por las fases líquida y/o gaseosa. Posee gran importancia en la penetración radicular, percolación del agua, difusión de los gases, etc. Puede ser calculada a partir de la densidad real y aparente y resulta de la suma de la porosidad capilar (relacionada con retención de humedad) y de la porosidad no capilar (intercambio gaseoso). La relación de la macroporosidad/porosidad total indicará si la aireación es suficiente o deficiente de una manera global.

La capacidad de campo es el contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo una vez saturado y después de haber drenado libremente y evitando la pérdida por evapotranspiración hasta que el potencial hídrico del suelo se estabilice (alrededor de 24 a

48 horas después de la lluvia o riego). (Andrades Rodríguez , Moliner Aramedia , & Masaguer Rodriguez, 2015)

### **Interpretación.**

Cada uno de los elementos anteriores cobran relevancia por su aplicación en campo, sin embargo, la densidad aparente resulta ser resaltante porque sus características se encuentran intrínsecamente relacionadas con la estructura del suelo y su posible aprovechamiento en la agricultura tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

<b>Relación entre la densidad aparente y la textura del suelo y su influencia en el desarrollo radicular de la planta</b>			
Textura	Densidad aparente ideal para el crecimiento de la planta	Densidad aparente que afecta el crecimiento de la planta	Densidad aparente que restringe el crecimiento de la planta
Arenoso – Arenoso franco	< 1.60	1.69	>1.80
Franco arenoso - franco	<1.40	1.63	>1.80
Franco arcilloso arenoso – Franco arcilloso	<1.40	1.60	>1.75
Limo – Franco limoso	<1.40	1.60	>1.75
Franco arcillo limoso	<1.40	1.55	>1.65
Arcillo limoso – Arcillo arenoso	<1.10	1.49	>1.58
Arcilla	<1.10	1.39	>1.47

Fuente: (USDA Departamento de Agricultura EEUU, 1999)

### **3. Material y Equipo:**

Cristalería y Equipo	Reactivos y materiales
1 Piseta	Agua
1 Balanza	Muestra de suelo previamente identificada*
1 Beaker de 500 mL (plástico)	Botella de plástico 600 ml. **
1 Tamiz de 2 mm. **	Nylon grueso 2 m <sup>2</sup> **
1 Probeta 100 mL	Cuchara y paleta de madera **
	Jeringa 5 ml**
	Masking tape**
	Papel o cartón**
	Filtro de café**

\*Resultado de la practica 0

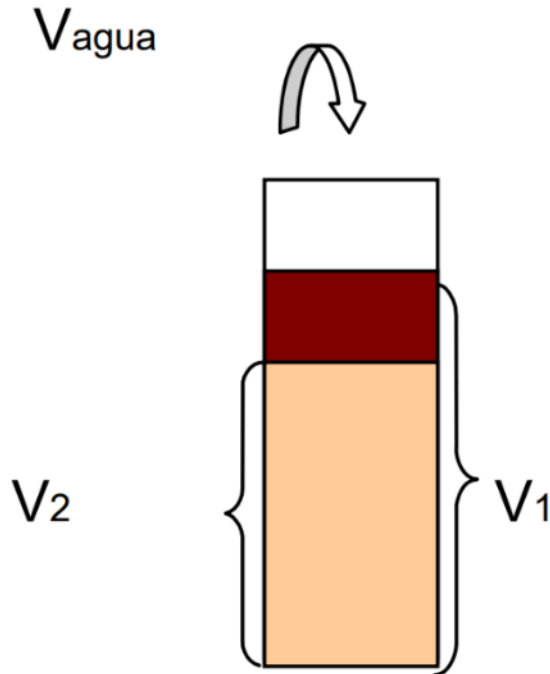
\*\* Este material debe ser proporcionado por el estudiante.

Nota: la paleta debe medir 2 cm como máximo en la parte más ancha.

#### 4. Procedimiento.

##### Densidad aparente y Capacidad de campo.

- Utilizar una muestra previamente identificada de la practica 0.
- Extender el nylon para cubrir la superficie de la mesa asignada en el laboratorio.
- Separe primero la tierra fina de todas las partículas de menos de 2 mm; para ello use el tamiz de 2 mm para eliminar las partículas mayores como la grava y las piedras.



d) Pesar 100 g de tierra fina. El suelo se introduce poco a poco en la probeta procurando que la muestra quede homogénea. Para ello, añadimos la muestra a cucharadas y damos unos golpecitos contra la bancada después de cada aporte para asegurarnos que no quedan espacios sin rellenar, podemos ayudarnos de una paleta de madera sin compactar la muestra. Anotamos el volumen que ocupa la muestra en la probeta  $V_1$ .

e) A continuación, añadimos un volumen  $V$  de agua que no sobrepase la capacidad de campo del suelo contenido en la probeta (por ejemplo 3 mL para suelos arenosos o 5 mL para suelos arcillosos). Esta adición se realizará añadiendo el agua al centro de la probeta con una jeringa poco a poco para que no existan salpicaduras. Cuando el agua se infiltra en el suelo, cubrir con papel la probeta para evitar la evaporación.

- Transcurridas 24 horas, el agua habrá drenado libremente, dejando en condiciones de capacidad de campo la zona superior de la columna de suelo. Medimos el volumen de suelo que está seco  $V_2$ . La diferencia  $(V_1 - V_2)$  será la zona de la columna de suelo que está en condiciones de capacidad de campo (CC).
- Mediante un cálculo simple determinamos la humedad volumétrica ( $\%H_v$ ) a capacidad de campo basándonos en que un volumen de agua añadida  $V$  ( $\text{cm}^3$ ) pone en condiciones de capacidad de campo un volumen de suelo  $(V_1 - V_2)$  ( $\text{cm}^3$ ). A su vez este volumen  $V_1$  pesa 100 g.

$$\%H_v \text{ (a capacidad de campo)} = \% \theta_{cc} = \frac{V}{V_1 - V_2} \times 100$$

- Estimación de la densidad aparente de la tierra fina: la densidad aparente ( $d_a$ ) de la tierra fina se estima considerando el volumen ocupado por los 100 g de tierra fina seca. Por tratarse de una estimación, no se tiene en cuenta el agua que contiene el suelo seco al aire. En caso de humedad del suelo relativamente elevada debe realizarse la oportuna corrección.



$$d_a = \frac{\text{Peso del suelos seco} \left( \frac{\text{g de suelo}}{\text{cm}^3 \text{ de suelo}} \right)}{V_1}$$

- i) Estimación de la humedad gravimétrica a capacidad de campo: a partir de la humedad volumétrica a capacidad de campo y la densidad aparente se puede obtener la humedad gravimétrica (%H<sub>g</sub>) a capacidad de campo:

$$\%H_g \text{ (a capacidad de campo)} = \% \omega_{cc} = \frac{V_1}{V_1 - V_2} \times V$$

- j) Estimación de la porosidad: Se puede hacer una estimación grosera de la porosidad (P) utilizando la densidad aparente (d<sub>a</sub>) estimada y considerando que la densidad real (d<sub>r</sub>) es 2,65 g/cm<sup>3</sup>:

$$\%P = \left( 1 - \frac{d_a}{d_r} \right) \times 100$$

En todas las estimaciones debemos tener en cuenta que estamos trabajando con muestra alterada, y disgregada por lo que el espacio poroso se encuentra alterado y por tanto todas las propiedades que dependen de ello.

(Andrades Rodríguez , Moliner Aramedia , & Masaguer Rodriguez, 2015)

### Capacidad de retención de agua en el suelo.

- a) Pesar un envase de bebida de 600 ml, quitar la parte de la base, unos 15 cm, a la parte donde está la boca y coloque boca abajo el recipiente con el suelo colocando la base bajo para recibir el agua que se irá filtrándose.



- b) Colocar un filtro de café en la boca sujeto con un hule para evitar que el suelo se salga y poner 100 g de suelo.
- c) Agregar agua con midiendo las dosis con la jeringa o el Beaker hasta humedecer todo el suelo y quede saturado, anote la cantidad de agua aplicada.
- d) Medir el tiempo desde que aplican el agua, hasta que esta deja de gotear en la parte de abajo, medir el agua que filtro y el tiempo que tardo en dejar de filtrarse el agua, calcular el porcentaje de humedad que retuvo el suelo.

## 5. Bibliografía.

- Andrades Rodríguez , M., Moliner Aramedia , & Masaguer Rodriguez, A. (2015). Practicas de edafología. España: Servicios de publicaciones Universidad de la Rioja.
- FAUSAC. (2014). PRÁCTICAS DE LABORATORIO EDAFOLOGÍA . Guatemala: USAC.
- Febles, R., & María, N. (s.f.). MANUAL DE PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA DE EDAFOLOGÍA. Mexico: Tecnológico Nacional de México.
- Islas, V., & Elenas, C. (2012). Edafología Practicas de laboratorio . Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- SENA. (2013). MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAMPO Y DEL LABORATORIO DE SUELOS . Colombia.
- USDA Departamente de Agricultura EEUU. (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo (version español). ARGENTINA: CRN – CNIA – INTA.

## HOJA DE REPORTE. PRÁCTICA No. 4

GRUPO NO. \_\_\_\_\_

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

### Cuadro resumen de resultados

Dejar constancia de los procedimientos matemáticos a mano.

No. de muestra*.	V	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	d <sub>a</sub>	d <sub>r</sub>	P	Columna en C.C.	C.C. %	%H <sub>v</sub>	%H <sub>g</sub>

\*El número de muestra es el mismo que el número de grupo asignado

No. de muestra*.	Peso de la botella	Cantidad de agua implementada	Tiempo	Peso de suelo húmedo	Peso de agua filtrada

\*El número de muestra es el mismo que el número de grupo asignado

**Cuestionario:**

1. En el primero experimento montado describa y responda lo siguiente:

Defina cada uno de los parámetros encontrados.

¿Cuál es la aplicación de cada uno de ellos?

¿Como varían estos parámetros según el tipo de suelo analizado?

**Responda haciendo un marco lógico el cual quedará de constancia.**

2. En el segundo experimento montado.

¿Cuáles serían las aplicaciones en campo?

¿Cuál sería la definición del agua filtrada?

¿Cómo definiría el agua que quedó retenida en el suelo?

¿Cómo se relaciona el resultado obtenido con el primer experimento?

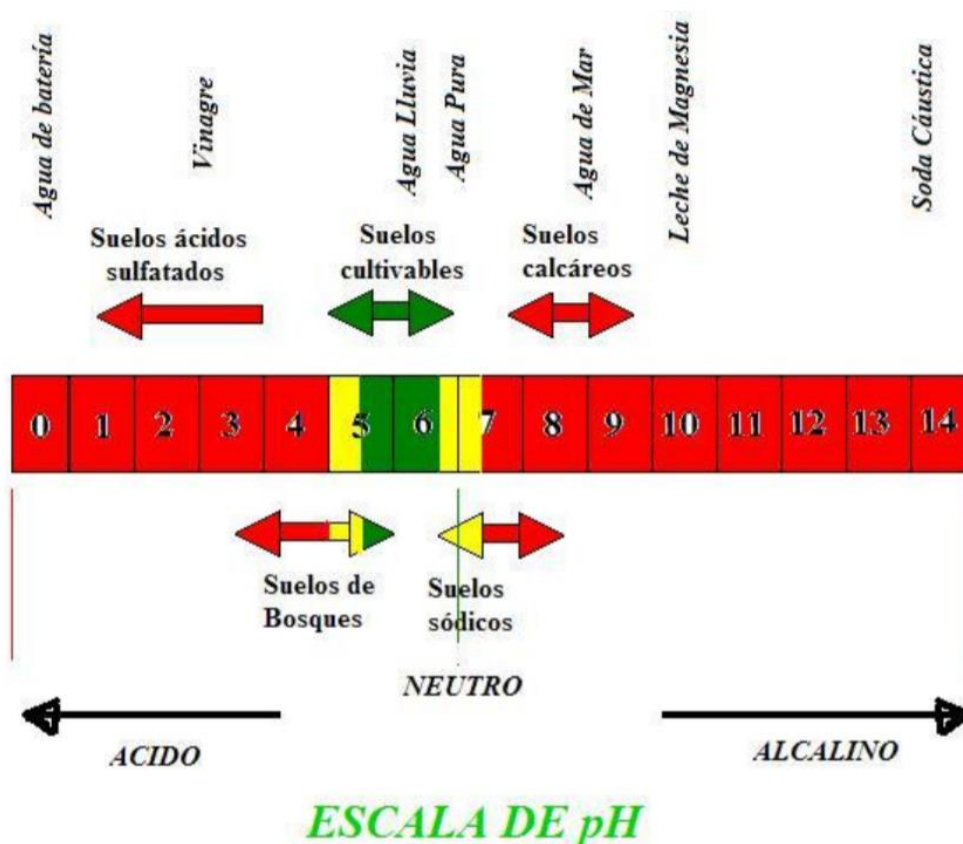
## PRÁCTICA No. 5: MEDICIÓN DE POTENCIAL DE HIDROGENO pH.

### 1. Objetivos:

- 1.1 Comprender las variaciones de pH y su implicación en el suelo.
- 1.2 Determinar el pH por el método del papel indicador, es decir, el grado de acidez, neutralidad o alcalinidad de un suelo.
- 1.3 Analizar los posibles cambios de pH en el suelo.

### 2. Marco Teórico:

El pH del suelo es una medida de la acidez o de la alcalinidad de la solución del suelo. Por definición, el pH es el negativo del logaritmo de la concentración del ión de hidrógeno  $[H^+]$ , es decir:  $pH = -\log[H^+]$  Se dice que los suelos son ácidos, neutros, o alcalinos (básicos), dependiendo de sus valores de pH, en una escala de 0 a 14 (cuadro 1). Un pH de 7 es neutro (agua pura), menos de 7 es ácido y mayor a 7 es alcalino. Como el pH es una función logarítmica, cada unidad en la escala del pH es diez veces menos ácida (más alcalina) que la unidad debajo de ella. Por ejemplo, una solución con un pH de 5 tiene una concentración de iones de  $H^+$  10 veces mayor que una solución con un pH de 6 y una concentración 100 veces más alta que una solución con pH de 7..

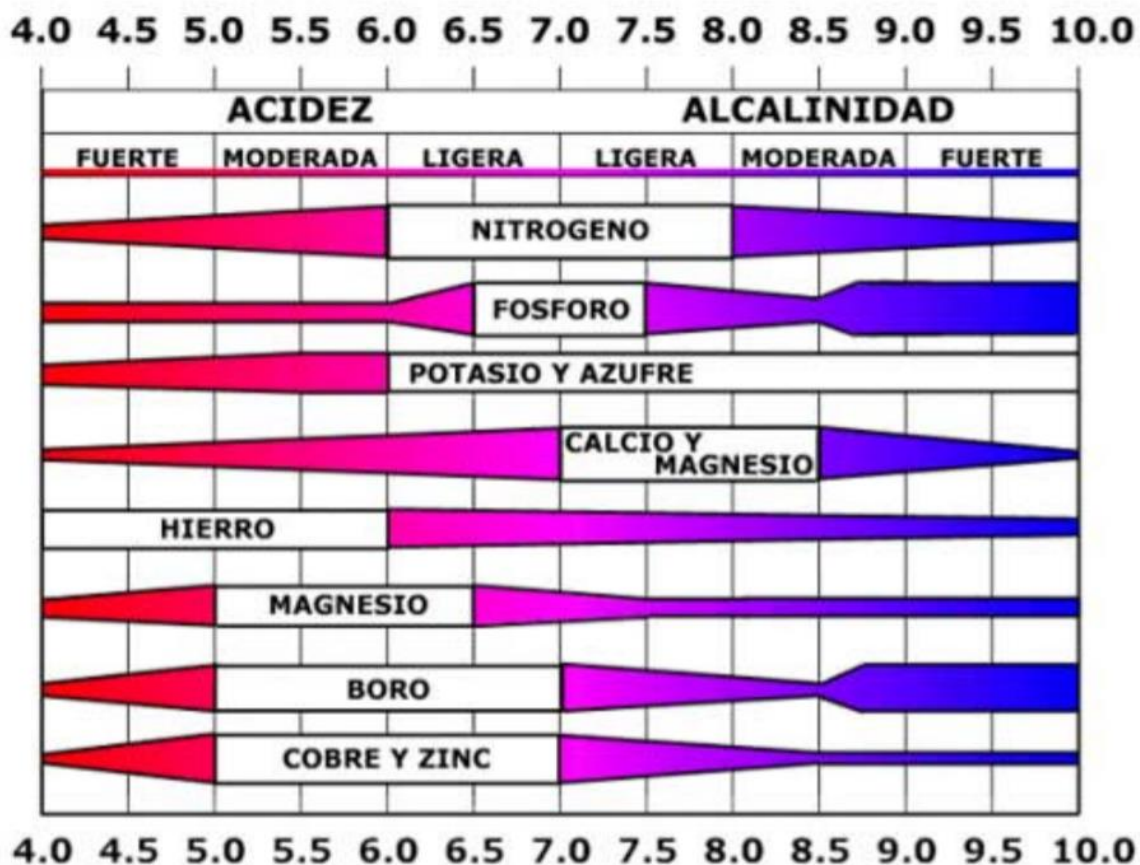


Fuente: (Febles & María)

Los suelos minerales ácidos con pH inferiores a 5.0 contienen a menudo cantidades apreciables de Al y de Mn en la solución del suelo, que son perjudiciales para el crecimiento vegetal. El crecimiento óptimo y el uso eficiente de los nutrientes de los fertilizantes en suelos ácidos requieren de la adición de enmiendas para eliminar los efectos tóxicos del Al, H y Mn. Los microorganismos del suelo no funcionan con eficacia en suelos ácidos. A medida que disminuye el pH del suelo disminuye también la actividad de los microorganismos que descomponen la materia orgánica y proveen nutrientes a las plantas. Aunque estos organismos funcionan mejor en niveles de pH del suelo de 8.0, su eficacia no cae rápidamente hasta que los niveles del pH están por debajo de 6.0. La descomposición de la materia orgánica no solo provee nutrientes, sino que también contribuye a la agregación (agrupamiento) de las partículas del suelo que genera buena estructura, aireación y drenaje del suelo. (Febles & María)

**Interpretación.**

El pH del suelo influye de forma decisiva en la asimilabilidad de los diferentes nutrientes vegetales. Los pHs que proporciona mejores condiciones de asimilabilidad son ligeramente ácidos (pH entre 6 y 7)



Fuente: (Ginés & Mariscal Sancho , 2002)

### **Total, de bases intercambiables.**

Es la suma de las llamadas bases intercambiables que neutralizan la acidez del suelo. Son los cationes Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> que predominan en suelos neutros y alcalinos.

### **Total, de acides intercambiables.**

H<sup>+</sup> y Al<sup>3+</sup> intercambiables retenidos en cargas negativas de arcillas del suelo.

### **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

La CIC es la suma total de los cationes intercambiables de un suelo, cuanto mayor es la CIC mayor es la cantidad de cationes que éste puede retener.

Se expresa en miliequivalentes por cada 100 grs de suelo seco y se escribe meq/100 grs meq/100 grs meq/100 grs, los minerales de arcilla presentan usualmente valores de CIC entre 10 y 150 meq/100 grs.

La materia orgánica presenta valores entre 200 y 400 meq/100 grs. De modo que el tipo y cantidad de arcilla y materia orgánica y tipo y cantidad de arcilla y materia orgánica influyen enormemente la CIC de los suelos.

### **% de saturación de bases**

Es la relación entre el Valor S Valor S Valor S y la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) expresada en %.

El grado de saturación de bases se expresa por medio del valor

$$V (V = (S/T) * 100))$$

Del punto de vista de la fertilidad, nos interesa tener un Valor V elevado.

### **Cationes de mayor importancia con relación al crecimiento de las plantas**

Calcio (Ca Calcio ++), Magnesio (Mg Magnesio ++), Potasio (K Potasio +), Amonio (NH<sub>4</sub>), son nutrientes y se encuentran involucrados directamente con el crecimiento de las plantas.

Sodio (Na Sodio +) • Hidrógeno (H<sup>+</sup>). Tienen un pronunciado efecto en la disponibilidad de los nutrientes y la humedad.

### 3. Material y Equipo:

Cristalería y Equipo	Reactivos y materiales
1 Piseta	Agua
1 Balanza	Muestra de suelo previamente identificada*
1 Beaker de 500 mL (plástico)	Botella de plástico 600 ml. **
1 Tamiz de 2 mm.**	Nylon grueso 2 m <sup>2</sup> **
1 Papel indicador de pH,	Cuchara de plástico**
1 pipeta	Jeringa 5 ml**
	7 Frascos de vidrio o plástico pequeños**
	2 Pares de guantes**
	1 Botella pequeña de vinagre **
	NaHCO <sub>3</sub> **
	CaCO <sub>3</sub> y/o Ca(OH) <sub>2</sub> **
	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> y/o (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> **

\*Resultado de la practica 0

\*\* Este material debe ser proporcionado por el estudiante.

### 4. Procedimiento.

#### pH de suelo:

- Utilizar una muestra previamente identificada de la practica 0.
- Extender el nylon para cubrir la superficie de la mesa asignada en el laboratorio.
- Separe primero la tierra fina de todas las partículas de menos de 2 mm; para ello use el tamiz de 2 mm para eliminar las partículas mayores como la grava y las piedras.
- Pesar 20 g de suelo y colocarlo en un frasco de vidrio o de plástico de boca ancha previamente rotulado.
- Adicionar 50 ml de agua en el frasco conteniendo el suelo.
- Con una cuchara agitar manualmente la mezcla de suelo y agua durante 5 minutos, asegurarse que no haya grumos, de ser así agítese por más tiempo.
- Dejar reposar durante 20 minutos.
- Preparar un trozo del papel indicador de pH cerca de la solución, tener cuidado de no estar mojado el lugar en donde se coloque.
- Introduzca con cuidado una esquina del papel indicador de pH a la solución en reposo.
- Esperar a que reaccione y seque el papel indicador, teniendo este resultado se procede a comparar la coloración resultante con la muestra colorimétrica adjunta al estuche en donde se guarda el papel.

#### pH de los otros reactivos.

- Rotular los frascos con los nombres de cada uno de los reactivos
- Colocarse los guantes previo a trabajar con los reactivos.
- Pesar 5 g de cada uno de los compuestos y agregarlos por separado a los frascos designados.
- Agregar 50 ml de agua destilada a los frascos.



- e) Agitar el agua hasta que desaparezcan los grumos o cristales, de presentar dificultad agregue más agua.
- f) Llene un frasco con agua destilada
- g) Proceda a extraer el líquido compuesto con una pipeta y agregue una gota al papel indicador de pH.
- h) Preparar un trozo del papel indicador de pH cerca de la solución, tener cuidado de no estar mojado el lugar en donde se coloque.
- i) Introduzca con cuidado una esquina del papel indicador de pH a la solución en reposo.
- j) Repita los pasos f y g por cada uno de los frascos en los que se procederá a medir el pH.
- k) Espere a que reaccione y seque el papel indicador y proceda a comparar la coloración resultante con la muestra colorimétrica adjunta al estuche en donde se guarda el papel.

**Análisis de pH por reacción:**

- a) Utilizar una muestra previamente identificada de la practica 0.
- b) Separe primero la tierra fina de todas las partículas de menos de 2 mm; para ello use el tamiz de 2 mm para eliminar las partículas mayores como la grava y las piedras.
- c) Pesar 40 g de suelo y colocar 20 g en dos frascos de vidrio o de plástico de boca ancha previamente rotulado.
- d) Pesar 20 g de bicarbonato para colocarlo en un frasco, agregarle 60 ml de agua y agitar por lo menos por 5 minutos.
- e) Agregar 40 ml de vinagre a un frasco con tierra y 40 ml del sobrenadado en el frasco de bicarbonato con agua en el otro frasco con tierra.
- f) Observe las reacciones y anote.

**Cálculo de propiedades químicas del suelo a partir de un análisis de suelo.**

ANÁLISIS DE SUELO (meq/100g de suelo)							
pH	Ca	Mg	K	Na	H	Al	Fe
6.6	16.50	0.820	0.430	0.265	0.047	0.125	0.028
TBC	CIC	%V	%AC	PSI	PAI		

- a) Calcular el total de bases intercambiables (TBC) que es la sumatoria del Ca, Mg, K, Na.

- b) Calcular ácidos intercambiables (AC) que es la sumatoria de H, Al, Fe.
- c) Calcular la Capacidad de Intercambio Cationico del suelo (CIC)
- $CIC = TBC + AC$
- d) Calcular el % de bases intercambiables
- $\%V = (TBC/CIC) * 100$
- e) Calcular % de ácidos intercambiables
- $\%AC = (AC/CIC) * 100$
- f) Calcular % de sodio intercambiable
- $PSI = (Na/CIC) * 100$
- g) Calcular el % de aluminio intercambiable
- h)  $PAI = (Al/CIC) * 100$

**Convertir los resultados de meq/100g a Kg/Ha tomando en cuenta que la densidad aparente para este ejercicio es de 1,500 Kg/m<sup>3</sup> y una profundidad de 20 cm.**

- a) Calcular el Peso de la Capa Arable (PCA)
- $PCA \text{ (ton/ha)} = Dap * A * z$

Donde:

Dap = Densidad aparente en Ton/m<sup>3</sup>

A = 10,000 m<sup>2</sup>.

Z = Profundidad en m

- b) Convertir el resultado de PCA en ton/ha a kg
- Calcular Kg/Ha de Ca
- $(15.5 \text{ meq}/100\text{gS}) * (1\text{eq}/1000\text{meq}) * ((40/2)/(1\text{eq}))$
  - 0.33 g Ca/100 gS

- c) Relacionar e igualar

- $0.33 \text{ g Ca}/100\text{gS} = 0.33 \text{ Kg ca}/100 \text{ KgS}$

- d) Regla de 3

- $$\begin{array}{l} 0.33 \text{ Kg ca} \text{ ----- } 100 \text{ Kg S} \\ X \quad \text{-----} \quad 3 \times 10^6 \text{ Kg S} \end{array}$$

- e) De la misma manera realizar los pasos anteriores para convertir a Kg/Ha todos los datos presentes en el análisis de suelo.

## 5. Bibliografía.

- Andrades Rodríguez , M., Moliner Aramedia , & Masaguer Rodriguez, A. (2015). Practicas de edafología. España: Servicios de publicaciones Universidad de la Rioja.
- Febles, R., & María, N. (s.f.). MANUAL DE PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA DE EDAFOLOGÍA. Mexico: Tecnológico Nacional de México.
- Ginés, I., & Mariscal Sancho , I. (2002). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. España: Fertiberia S.A.
- Islas, V., & Elenas, C. (2012). Edafología Practicas de laboratorio . Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.

## HOJA DE REPORTE. PRÁCTICA No. 5

GRUPO NO. \_\_\_\_\_

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

### Cuadro resumen de resultados

Nombre del compuesto	pH	Interpretación de los resultados

### Cuadro para comparar los resultados de pH en el suelo de otros grupos

No. de muestra*	pH	Interpretación de los resultados

\*El número de muestra es el mismo que el número de grupo asignado

**Llene los espacios en blanco de los siguientes análisis de suelo, y convertir los resultados del análisis a Kg/Ha**

ANÁLISIS DE SUELO (meq/100g de suelo)							
pH	Ca	Mg	K	Na	H	Al	Fe
5.6	12	0.6	0.2	0.8	0.080	0.3	0.2
-							
TBC	CIC	%V	%AC	PSI	PAI		

<b><u>INTERPRETACIÓN</u></b>

## **Cuestionario.**

1. ¿Qué es pH?
2. ¿Con qué otros métodos se mide el pH del suelo?
3. ¿Cuáles son los nombres comunes de los cuatro reactivos utilizados en la práctica?
4. ¿Cuáles son las razones por la que se utilizaron estos reactivos para esta práctica?
5. Enumere 5 fertilizantes que pueden ser causantes de la acidificación del suelo y cuáles serían las consecuencias
6. ¿Cuáles son las razones por la que un suelo puede estar acidificado?
7. ¿Qué tipo de análisis de laboratorio se debe de hacer previo a una enmienda de pH en el suelo?
8. ¿Qué empresas a nivel guatemalteco pueden hacer estas pruebas?
9. ¿Cómo se puede hacer una enmienda del suelo si el pH es elevado o está muy bajo?
10. ¿Qué es el efecto buffer o efecto amortiguador en el suelo?, ¿Por qué se debe de tomar en cuenta siempre en las decisiones para enmienda al suelo?
11. ¿Qué contaminantes podrían contribuir a modificar el pH del suelo?
12. ¿Qué es el CICE y qué relación tiene con el pH del suelo?
13. ¿Cuáles son los cationes básicos que se toman en cuenta para una enmienda de pH en el suelo?
14. ¿Qué catión es al que se usa como indicador o se vincula a la acidificación del suelo?

## **PRÁCTICA No. 6: FERTILIDAD DEL SUELO: FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS**

### **1. Objetivos:**

- 1.1. Conocer los macroelementos y microelementos en el suelo importantes en la fertilidad.
- 1.2. Comprender las formulas comerciales con las que se describen los macroelementos y microelementos en el mercado.
- 1.3. Calcular las cantidades de agroquímicos según los requerimientos del suelo por medio de la formula de fertilidad.

### **2. Marco Teórico:**

#### **Elementos esenciales**

Dentro de las prácticas de fertilización se han clasificado a los elementos esenciales de acuerdo a las necesidades de un gran número de vegetales. Dicha clasificación divide los elementos en Macroelementos, Elementos Secundarios y Microelementos.

#### **Macroelementos**

Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Son imprescindibles para el desarrollo de los cultivos. Generalmente son estos tres elementos los que se consideran en las Fórmulas Generales de Fertilización.

#### **Elementos secundarios**

Calcio, Magnesio, Azufre y Cobre. Son también imprescindibles y al igual que los macroelementos, son necesarios en grandes cantidades. Sin embargo, las necesidades de las plantas de estos elementos no son calculada directamente, sino que son consideradas en prácticas de mejora del suelo, como el encalado, la estercolación, control de enfermedades o aplicación de fuentes inorgánicas de N, P o K.

#### **Microelementos**

Hierro, Manganeseo, Boro, Zinc, Molibdeno y Cloro. Esenciales, pero son absorbidos en pequeñas cantidades por las plantas.

#### **Elementos no esenciales**

Se han encontrado más de 40 elementos en las plantas, sin embargo, se puede mencionar que algunos de ellos como, Sodio, Cobalto, Selenio, Flúor, Silicio, Aluminio, Arsénico, Cadmio, Titanio, Yodo y Vanadio; sin ser esenciales son absorbidos por las plantas y se piensa que pueden incluso participar en algunas funciones importantes y aún ser necesarios para algunos vegetales; como por ejemplo el Cobalto para los pastos forrajeros y algunas hortalizas.

## **Funciones de los macronutrientes**

### **Nitrógeno**

El papel más notable del nitrógeno en los vegetales es ser parte de la estructura de la molécula proteínica. Además, el nitrógeno se encuentra en los aminoácidos, ácidos nucleicos, coenzimas y hormonas vegetales y otros compuestos como las porfirinas, las cuales a su vez constituyen sustancias tan importantes como la clorofila y los citocromos. Interviene en la síntesis de proteínas y en el crecimiento en general.

### **Fósforo**

El fósforo se encuentra en los ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfolípidos y de las coenzimas NAD y NADP y en los paquetes energéticos ATP. Se han encontrado altas concentraciones de fósforo en los tejidos meristemáticos de las zonas apicales con un activo crecimiento, probablemente interviniendo en la síntesis de nucleoproteínas. En las membranas celulares el fósforo se encuentra en los fosfolípidos. Las coenzimas NAD y NADP intervienen en las reacciones de óxido-reducción en el metabolismo.

### **Potasio**

El fósforo se encuentra en los ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfolípidos y de las coenzimas NAD y NADP y en los paquetes energéticos ATP. Se han encontrado altas concentraciones de fósforo en los tejidos meristemáticos de las zonas apicales con un activo crecimiento, probablemente interviniendo en la síntesis de nucleoproteínas. En las membranas celulares el fósforo se encuentra en los fosfolípidos. Las coenzimas NAD y NADP intervienen en las reacciones de óxido-reducción en el metabolismo.

## **Formulas general de fertilización**

Una fórmula general de fertilización mineral es una recomendación técnica de la cantidad de macronutrientes que debemos aplicar para cierto cultivo en una determinada zona y para una superficie de una hectárea o 10,000 m<sup>2</sup>.

Estas recomendaciones técnicas son generadas en los Centros de Investigación Agrícola (INIFAP) en base a ensayos experimentales, los cuales toman en consideración la especie, variedad, condiciones edafológicas y climáticas de la zona. Una fórmula general de fertilización mineral toma en cuenta los elementos primarios, es decir, el nitrógeno (N), fósforo (P) y el potasio (K); y en ese orden nos indican los kilogramos de cada elemento a aplicar durante el ciclo del cultivo en una superficie de 10,000 m<sup>2</sup>. Así tenemos que la fórmula general para el frijol en Chapingo, Méx., es de 60-40-00, la que nos indica que debemos aplicar, 60 Kg del elemento nitrógeno; 40 Kg del elemento fósforo y ninguna cantidad de potasio.



Como se puede observar en el ejemplo anterior, la fórmula general está compuesta de 3 cifras separadas por 2 guiones (00-00-00). La primera cifra corresponde a la cantidad del elemento nitrógeno.

En forma general consideramos los dos casos que a menudo se presentan:

- 1) Cuando deseamos saber qué cantidad de fertilizante químico o fuente (F) necesitamos para completar una determinada fórmula general de fertilización.
- 2) Cuando conocemos la cantidad de fertilizantes químicos o fuentes (F), y deseamos saber la fórmula general de fertilización que se aplicó, o qué cantidad del elemento (E) se encuentra en esas fuentes.

### Fuentes comerciales de elementos nutritivos

Nombre comercial	Fórmula	Concentración (%)			Otros elementos
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Sulfato de amonio	SO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	20.5	-	-	S
Nitrato de amonio	NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>	33.5	-	-	-
Urea	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46.0	-	-	-
Amoniaco Anhídrido	NH <sub>3</sub>	82.0	-	-	-
Cianamida cálcica	CN <sub>2</sub> Ca	14.0-20.0	-	-	Ca
Cianamida hidrogenada	H <sub>2</sub> CN <sub>2</sub>	10	-	-	-
Superfosfato de calcio simple	(20%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	-	20.0	-	Ca
Superfosfato de calcio triple	(46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	-	46.0	-	Ca
Cloruro de potasio	KCl	-	-	60.0	Cl
Sulfato de potasio	SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub>	-	-	50.0	S
Nitrato de potasio	NO <sub>3</sub> K	13	-	44.0	-
Fosfato diamónico	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	18	46	-	-
Nitrofoska azul		12	8	16	
Triple 17		17	17	17	

### 3. Procedimiento.

#### Cálculo de la cantidad de fertilizante para complementar una fórmula de fertilización

Este es el caso más común cuando una vez conocida la fórmula general de fertilización para el cultivo a establecer y para nuestra región; nos preparamos para aplicar fertilizantes químicos al suelo.

En este momento, es necesario saber con qué fuentes contamos, ya que, dependiendo de éstas, se procederá al cálculo. Debemos tomar en cuenta si las fuentes son simples, binarias o ternarias, así como tener presente qué 20 macroelemento o macroelementos

contienen esas fuentes, y también es importante conocer la concentración de cada una de ellas.

Por otra parte, dado que las fórmulas generales son generadas para una hectárea (10,000 m<sup>2</sup>); es recomendable especificar cuál es la superficie por fertilizar (S) para así hacer las operaciones pertinentes para ajustar nuestro cálculo a nuestro terreno. Una vez considerado lo anterior, utilizaremos una fórmula de cálculo muy sencilla que se da a continuación.

$$F = \frac{E (S)}{c}$$

Dónde:

F = Cantidad de fertilizante inorgánico necesario, Kg.

S = Superficie de cultivo a fertilizar (has).

E = Cantidad del elemento recomendada en la fórmula general de fertilización Kg.

c = Concentración de la fuente.

**Ejemplo 1.** Queremos calcular la fórmula general de fertilización 60-40-00 recomendada para frijol en Ipala, Gua., para un cultivo con una extensión de 10,000 m<sup>2</sup>, y contamos como fuentes a la urea y superfosfato triple de calcio.

El primer paso es considerar que la fórmula general no recomienda la aplicación de potasio; que nuestra superficie es de una hectárea (1 ha) y que las fuentes disponibles son simples; es decir, la urea solo contiene nitrógeno y el superfosfato triple de calcio, solo contiene fósforo.

Si revisamos la tabla de concentraciones veremos que la urea tiene una concentración de nitrógeno del 46% y el superfosfato triple de calcio tiene una concentración de fósforo del 46%. En este caso, procederemos a sustituir los términos de la fórmula de cálculo empezando por la fuente nitrogenada, aunque por tratarse de fuentes simples podría también iniciarse del fertilizante fosforado.

$$F_{urea} = \frac{60(1)}{0.46} = 130.434 \text{ Kg}$$

Al sustituir los valores en la fórmula de cálculo es necesario tener cuidado de introducir los datos de manera correcta. Las concentraciones de las fuentes deben estar en cifras decimales (46% como 0.46) y la superficie en hectáreas (10, 000 m<sup>2</sup> como 1 ha). Furea es la cantidad de urea (Kg) necesaria para contar con 60 Kg de nitrógeno (N) como elemento.

Estos 60 Kg son los que nos recomienda la fórmula general de fertilización (60-40-00). Ya que calculamos el fertilizante nitrogenado, procedemos a calcular el fosforado de la misma forma:

$$F_{SFTCa} = \frac{40(1)}{0.46} = 86.95 \text{ Kg}$$

FSFTCa son Kg de superfosfato triple de Calcio necesarios para obtener 40 Kg del macroelemento fósforo (P). Los 40 Kg que aparecen en la fórmula de cálculo son los que recomienda la fórmula general de fertilización (60-40-00). El valor de 0.46 en las dos operaciones significa que la urea tiene una concentración de nitrógeno del 46% y que el superfosfato triple de calcio también tiene una concentración del 46%; pero en este caso es de fósforo (P). Finalmente, estamos en condiciones de decir que son necesarios 130.43 Kg de urea y 86.95 Kg de superfosfato triple de calcio; para fertilizar una hectárea de frijol en Chapingo, Méx., en base a la fórmula general de fertilización, 60-40-00.

Ejemplo 2. Calcular las cantidades de urea y superfosfato triple de Calcio para fertilizar 15 has. de frijol en Ipala, Gua., con la fórmula general de fertilización, 60-40-00. Si observamos este ejemplo es igual al primero, con excepción de que en lugar de pretender fertilizar 1 ha, aquí fertilizaremos 15 has.

$$F_{urea} = \frac{60(15)}{0.46} = 1,956.521 \text{ Kg}$$

La misma fórmula de cálculo nos ajusta las cantidades de fertilizante al introducir la superficie a fertilizar. Para el caso del superfosfato triple de calcio procedemos de la misma manera:

$$F_{SFTCa} = \frac{40(15)}{0.46} = 1,304.347 \text{ Kg}$$

Ahora estamos en condiciones de decir que son necesarios 1956.521 Kg de urea y 1304.347 Kg de superfosfato triple de calcio para fertilizar 15 hectáreas de frijol en Chapingo, Méx., en base a la fórmula general de fertilización, 60-40-00.

### **Cálculo de la cantidad de elementos contenidos en una determinada cantidad de fertilizante y conocer la fórmula general de fertilización**

Otro caso general, es cuando sabemos las cantidades de cada una de las fuentes inorgánicas aplicadas a un cultivo, pero desconocemos la fórmula general empleada. Usualmente ciertos productores utilizan y aplican fertilizantes químicos a sus cultivos sin haber previamente consultado la fórmula general de fertilización recomendada para sus

cultivos y región, lo que generalmente resulta en una inadecuada práctica donde puede suceder que se aplique más, y en otras ocasiones menos fertilizante que el necesario. Sin saber más datos que las fuentes y sus cantidades empleadas podemos conocer la fórmula general de fertilización con la siguiente fórmula de cálculo.

$$E = \frac{F}{S} (c)$$

Dónde:

E = Cantidad del macroelemento que está contenida en la fuente (Kg)  
 F = Cantidad de la fuente o fertilizante (Kg) S = Superficie a fertilizar (hectáreas) c = Concentración del macroelemento en el fertilizante (%).

Ejemplo 3. Un productor de tomate de la región del altiplano, aplicó a su cultivo de 1 hectárea de extensión, una mezcla de fertilizantes inorgánicos compuesta de 304.35 Kg de urea, 195.66 Kg de superfosfato triple de calcio y 80 Kg de sulfato de potasio. ¿Qué fórmula de fertilización empleó este productor?

$$E \text{ nitrógeno} = \frac{304.35}{1} (0.46) = 140.0 \text{ Kg}$$

$$E \text{ fósforo} = \frac{195.66}{1} (0.46) = 90.0 \text{ Kg}$$

$$E \text{ potasio} = \frac{80}{1} (0.5) = 40.0 \text{ Kg}$$

	N	P	K
304.35 Kg de urea	140	00	00
195.66 Kg de superfosfato de calcio triple	00	90	00
80 Kg de sulfato de potasio	00	00	40
<b>FÓRMULA GENERAL DE FERTILIZACIÓN</b>	<b>140</b>	<b>90</b>	<b>40</b>

Ejemplo 4. Para fertilizar 3 hectáreas de cebolla se utilizaron las siguientes fuentes y cantidades:

Compuesto triple 25: 480 Kg  
 Fosfato diamónico 391.305 Kg  
 Sulfato de amonio 973.5 Kg

¿Cuál es la fórmula general de fertilización utilizada?

Para el compuesto triple 25:

$$E (N, P, K) = \frac{480}{3}(0.25) = 40.0 \text{ Kg}$$

Para el fosfato diamónico:

$$E \text{ fósforo} = \frac{391.305}{3}(0.46) = 60.0 \text{ Kg}$$

$$E \text{ nitrógeno} = \frac{391.305}{3}(0.18) = 23.478 \text{ kg}$$

Para el sulfato de amonio:

$$E \text{ nitrógeno} = \frac{973.5}{3}(0.205) = 66.522 \text{ Kg}$$

Al final hacemos el balance y computamos las cantidades de macroelementos aportadas por las fuentes:

	N	P	K
160 Kg del compuesto triple 25	40	40	40
130.435 Kg de fosfato diamónico	23.478	60	00
324.5 Kg de sulfato de amonio	66.522	00	00
<b>FÓRMULA GENERAL DE FERTILIZACIÓN</b>	<b>130</b>	<b>100</b>	<b>40</b>

## HOJA DE REPORTE. PRÁCTICA No. 6

GRUPO NO. \_\_\_\_\_

No.	Apellidos, Nombres	Carnet	Sede
1			
2			
3			
4			
5			
6			

1. Calcular las cantidades de urea y superfosfato triple de calcio para fertilizar 5,000 m<sup>2</sup> de frijol en ICTA Quetzal, con la fórmula general de fertilización, 60-40-00.
2. Fertilizaremos 1 hectárea de cebolla con la fórmula 120-80-30, utilizando como fuentes al triple 17, al fosfato diamónico y al sulfato de amonio, que cantidad de cada una de las fuentes es necesaria para realizar la fertilización de la hectárea de cebolla.
3. Calcule las cantidades de nitrato de amonio y superfosfato triple de calcio necesarias para fertilizar 1 hectárea de maíz con la fórmula 120-80-00 haciendo tres aplicaciones. La primera fertilización se hará en el momento de la siembra aplicando un tercio del nitrógeno y todo el fósforo, la segunda fertilización se hará en la primera labor con otro tercio del nitrógeno y la tercera consistirá en aplicar el resto del nitrógeno en la segunda labor. El primer paso para resolver este ejercicio es dividir la fórmula general de fertilización en base a las especificaciones para su aplicación.
4. Vamos a fertilizar 1 ha con maíz, y utilizaremos la fórmula general de fertilización 80-60-00. Tenemos como fuentes orgánicas al sulfato de amonio y al superfosfato de calcio simple. ¿Qué cantidad de cada una de las fuentes utilizaremos?
5. Un cultivo de frijol con una superficie de 2 has lo fertilizaremos con la fórmula general 60-30-10, la que dividiremos en dos aplicaciones. La primera se realizará en la siembra utilizando el 50% de nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio. La segunda aplicación se hará en el momento del arroteo y se aplicará el resto del nitrógeno. Contamos como fuentes al fosfato diamónico, urea y al cloruro de potasio. ¿Qué cantidad de cada fertilizante necesitamos en cada una de las aplicaciones?
6. Necesitamos saber que cantidad de la fórmula compuesta 18-12-06, fosfato diamónico (FDA) y sulfato de amonio; para fertilizar 5 has de maíz con la fórmula general 120-80-20. En la siembra se hará la aplicación de 2/3 partes del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio, y en la segunda labor el resto del nitrógeno. Indique la cantidad de cada una de las fuentes para cada aplicación.

7. Para un huerto de 1 ha de naranjo de 6 años, establecido en tresbolillo a una distancia de 6 m entre árboles; se recomienda fertilizar con 1.5 Kg/árbol de la fórmula compleja 17-17-17 y 200 gr. de sulfato de amonio/árbol. ¿Qué fórmula general de fertilización emplearemos?
8. En Quetzaltenango un productor de trigo quiere saber que cantidad de urea y superfosfato de Calcio simple va a utilizar para una extensión de 7.5 has., con una fórmula general de fertilización de 80-40-00.
9. ¿Qué fórmula general de fertilización emplean la mayoría de los productores de limón al realizar 3 aplicaciones cada año con 400 gr. de urea, 200 gr. de superfosfato de Calcio triple y 200 gr. de KCl por árbol? Los huertos están plantados a una distancia de 7 m entre árboles con un arreglo en tresbolillo.
10. Un huerto de mango de 1 ha de extensión de la variedad "Haden" con árboles en producción con una edad de 7 años establecidos en marco real a 10 m de distancia, se ha fertilizado con 420 gr de superfosfato simple de calcio y 280 gr de SO<sub>4</sub>K<sub>2</sub> por árbol. ¿Cuál es la fórmula de fertilización utilizada?
11. Al ajonjolí se recomienda fertilizarlo con una fórmula de 80-40-10. Se dispone de sulfato de amonio, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio ¿Qué cantidad total de fertilizante se requiere para 0.75 has?
12. Según las determinaciones de un grupo de alumnos del curso de Sistemas de Producción Agrícola, el cultivo de la zanahoria se debe fertilizar con la fórmula 120-100-30. Se cuenta con una parcela de 150 m de longitud y 16 m de ancho. ¿Qué cantidad de sulfato de potasio, fosfato diamónico y urea se necesita?
13. Una pradera de pasto estrella con una extensión de 15 has se fertilizará con la fórmula 18000-00. Se cuenta con sulfato de amonio en una cantidad de 292.7 Kg, y queremos saber que cantidad de nitrato de amonio necesitamos para completar la fórmula.

## ANEXOS

### HOJAS DE TRABAJO

#### 1. Hoja de trabajo No. 1

1.1. Dibuje los diferentes horizontes del suelo, indique hasta qué horizonte se extrajeron las muestras de suelo analizadas en el laboratorio, ¿Por qué razón se obtuvieron en esos horizontes?

1.2. Complete el siguiente cuadro.

Resultado de pruebas*	Condiciones ambientales de las muestras encontradas	Tipo de textura
-----	Cerca de un río	
Al dejar secar a un molde cilíndrico de suelo húmedo, este se reafirma y no suelta polvo	-----	
	-----	arcilloso limoso o arcilloso arenoso
Al tomar una muestra en seco y desmenuzarlo con la mano se desintegra fácilmente	-----	
	-----	Arena
-----	Suelo compacto	
Al compactar una muestra húmeda de suelo en la mano y soltarla esta mantiene la forma de la palma de la mano.	-----	
-----	Suelo resbaloso al estar húmedo	
Al mover una bola de suelo húmeda se opaca lentamente y ofrece resistencia al romperse.	-----	
-----	Suelo brillante a luz natural	
	-----	Arcilloso o arcilloso limoso.
Al doblar un molde cilíndrico de suelo húmedo deja de brillar.	-----	

\*No deben ser pruebas repetidas

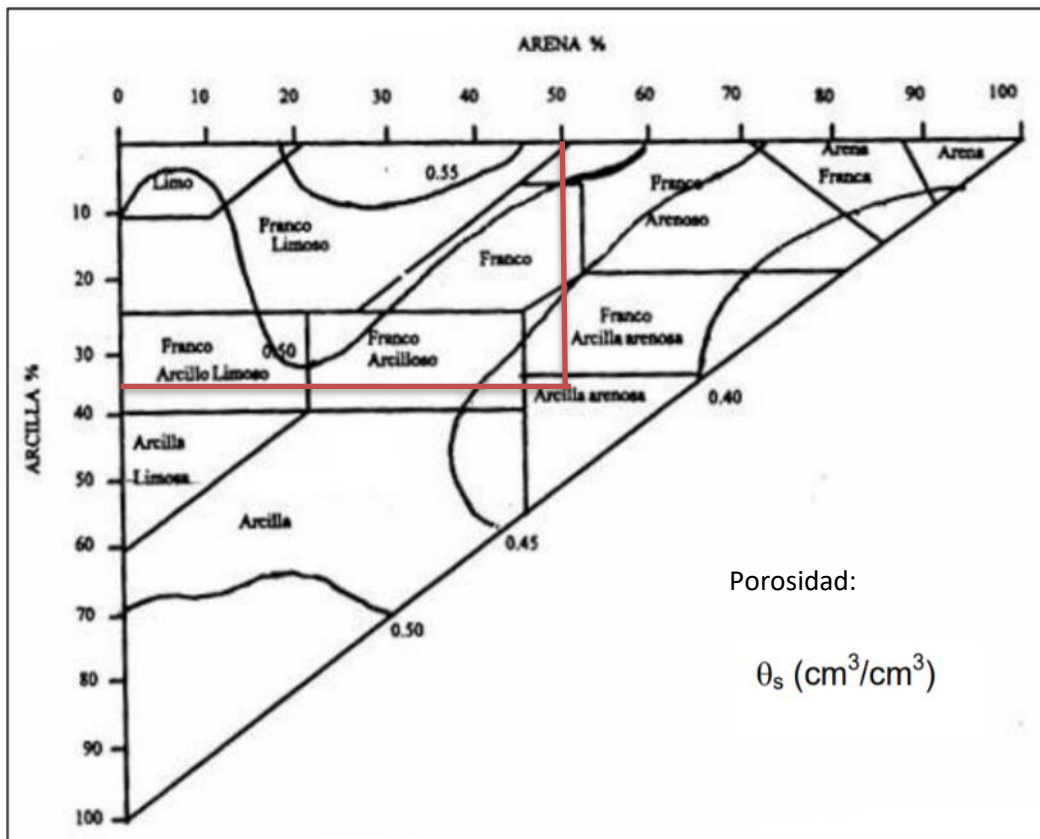
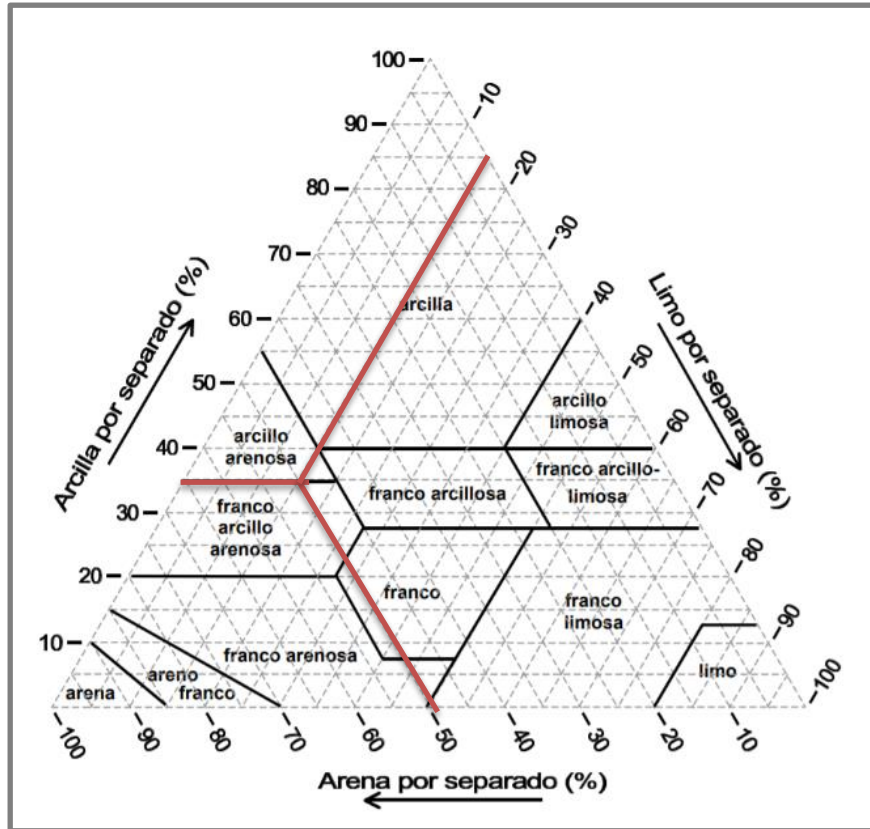


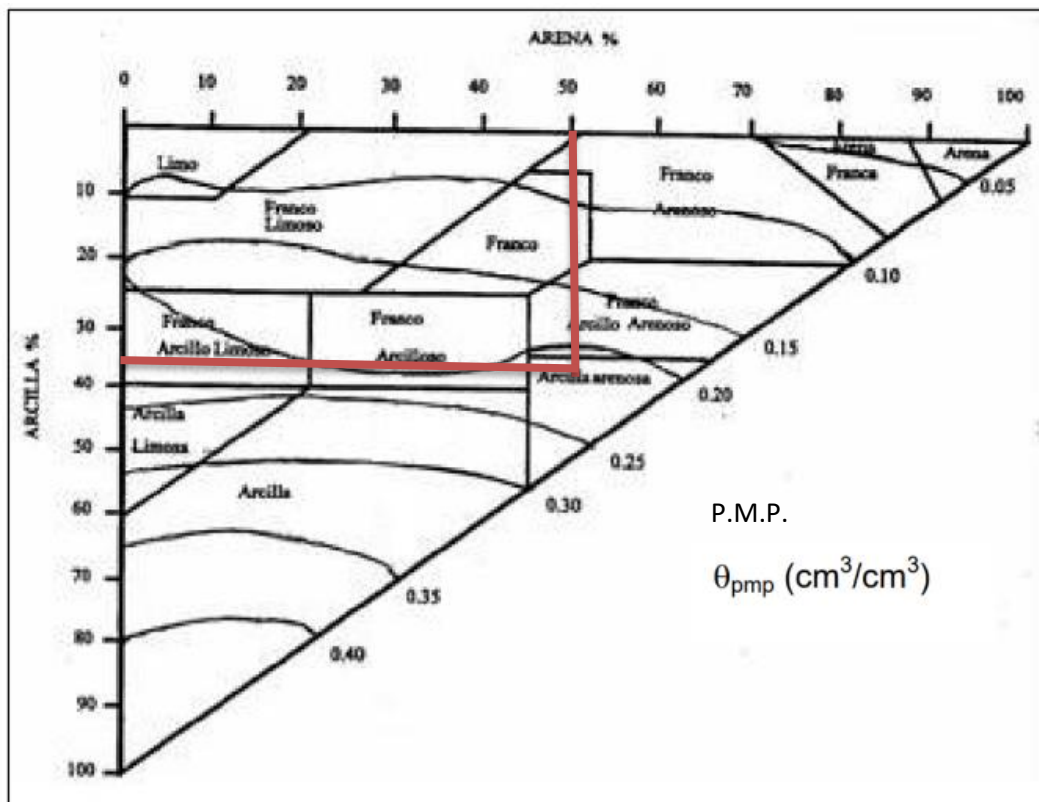
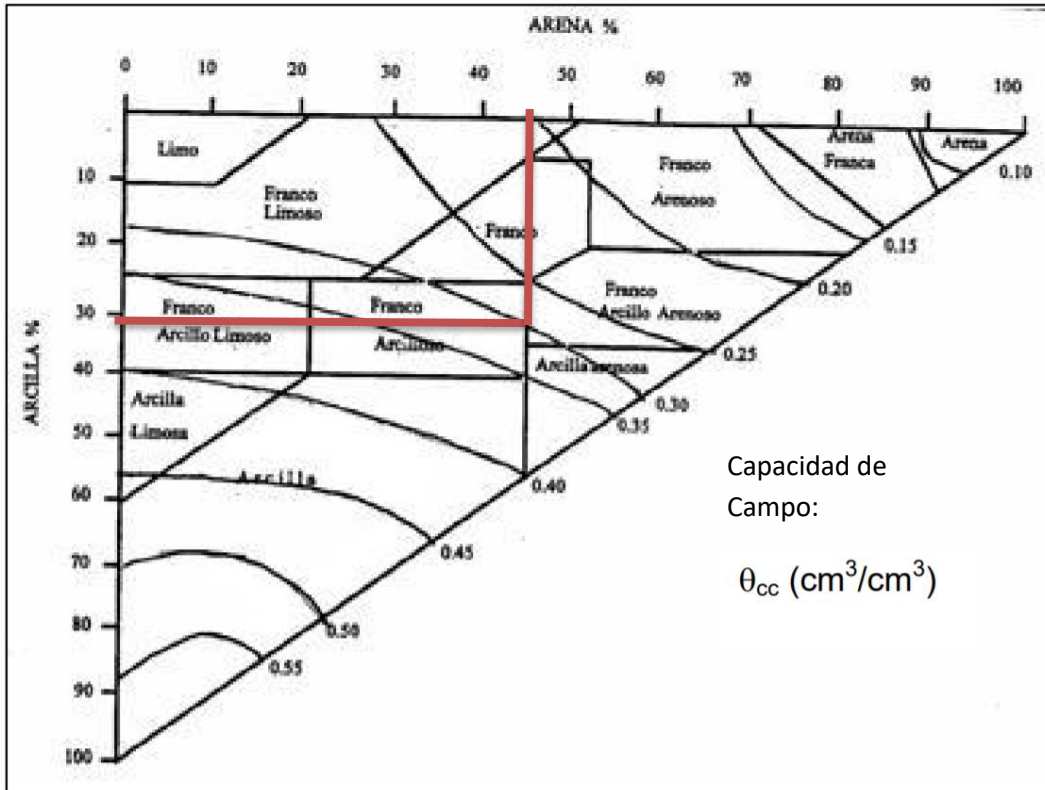
## 2. Hoja de trabajo No. 2

**Instrucciones:** Complete el siguiente cuadro con la información faltante.

No. de muestra	Porcentaje			Clase textural	Características		
	Arcilla	Limo	Arena		Poros.	C.C.	P.M.P.
Ejemplo	35	15	50	Arcillo arenoso	43	30	21
1	30	45					
2	39		22				
3		76	10				
4	47		40				
5		36	45				
6	25	48					
7		20	15				
8	12	48					
9	40		46				
10	10	30					
11	47		26				
12	37		28				
13		41	32				
14	26	8					
15		30	44				
16		40	5				
17	3		59				
18							
19		20	55				
20	60	10					
21	10		70				
22		48	50				
23	54	19					
24	24		35				

Ejemplo:





### 3. Hoja de trabajo No. 3

**Instrucciones:** Clasifique los siguientes suelos en el código Munsell y llene el cuadro siguiente con la información que se le pide:

No. de imagen.	Notación Munsell	Descriptivo	Interpretación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			



1



2



3



4



5



6



7



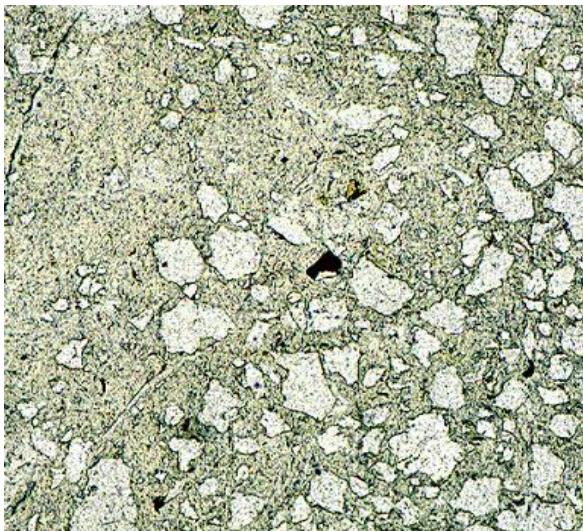
8



9



10



11



12

#### 4. Hoja de trabajo No. 4

Complete el siguiente cuadro con la información faltante, Deje constancia del proceso matemático en una hoja aparte. (la densidad real es de 2.65 y la masa del suelo es de 100g. para todas las muestras)

No.	V	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	d <sub>a</sub>	P	Columna en C.C.	C.C. %	%H <sub>v</sub>	%H <sub>g</sub>
1	5	62.50	48.14						
2	2.5	83.33	52.08						
3	4	80.65	58.55						
4	3	78.13	59.84						
5	4.5	75.19	61.05						
6	6	73.53	62.21						

Se realizaron análisis de suelo en diferentes regiones, en esta ocasión se midió la densidad real por el método del PICNÓMETRO, al iniciar a redactar los resultados el técnico se percató que la información está incompleta, debido a descuidos en el laboratorio se ha mojado su boleta, ayude al técnico a completar la información. Tomar en cuenta que todas las muestras tuvieron una masa de 100 gramos.

No.	V	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	d <sub>a</sub>	d <sub>r</sub>	P	Columna en C.C.	C.C. %	%H <sub>v</sub>	%H <sub>g</sub>
1	3.5			1.04	1.8			30.18		
2	2			1	1.3			23.84		
3	3.8			1.01	2		19.12			
4	4			1.42		45.38		12.79		
5	5.1			1.24	2.3			13.12		
6	4.8			0.76	1			54.78		
7	3			1.14	2.4		19.67			
8	2.2			1	1.	33.33	22.85			
9	4.3			1.17	2.1			19.87		
10	2.2			1.25	2.8			26.55		

## **5. Hoja de trabajo No. 5**

Redacte un informe técnico de dos páginas como máximo en donde se analicen todos los resultados generados en el laboratorio para las muestras de suelo, este documento estará dividido en las siguientes partes:

- a) Análisis de las condiciones ambientales en donde fueron extraídas las muestras.
- b) Descripción de los resultados en laboratorio y su relación con las características medioambientales del lugar de extracción.
- c) Recomendaciones técnicas sustentadas según los resultados en laboratorio y en bibliografía consultada.
- d) Aclaraciones y recomendaciones sobre la metodología empleada en campo y laboratorio.

Se tomará en cuenta la adecuada redacción, coherencia entre párrafos y el adecuado uso de signos y puntuaciones.