

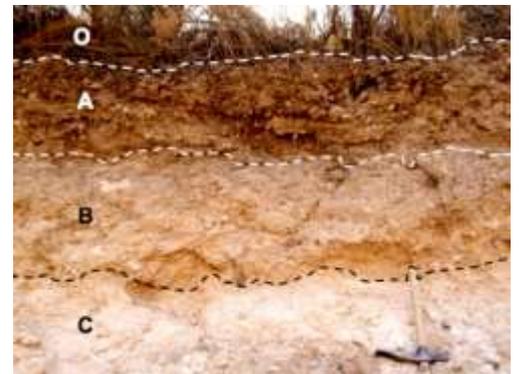


TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
Instituto Tecnológico de la Zona Maya

# MANUAL DE PRÁCTICAS DE EDAFOLOGÍA

## EDITORES

MC. VÍCTOR EDUARDO CASANOVA VILLARREAL  
ING. NAHÚN SANTOS CHACÓN  
Dr. VÍCTOR MANUEL INTERIÁN KU



Carretera Chetumal-Escárcega Km 21.5, Ejido Juan Sarabia,  
Othón P. Blanco, Quintana Roo, Código Postal 77965,  
e-mail: [dir\\_zmaya@tecnm.mx](mailto:dir_zmaya@tecnm.mx), tel: (983)1293431  
[www.itzonamaya.edu.mx](http://www.itzonamaya.edu.mx)



RSGC 622

Sector IAF: 37

Inicio: 2009.09.28

Recertificación: 2015.08.30

Terminación: 2018.08.30

Alcance: Proceso educativo; que comprende desde la inscripción hasta la entrega del título y cédula profesional de licenciatura.

## **CONTENIDO**

<b>NO. DE PRACTICA</b>	<b>NOMBRE DE PRACTICA</b>	<b>PAGINA</b>
1	DETERMINACIÓN DE pH	3
2	DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	6
3	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE MEDIANTE EL MÉTODO DE LA PARAFINA	11
4	DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO	15
5	DETERMINACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	21
6	DESCRIPCIÓN DE UN PERFIL DE SUELO	26

# PRÁCTICA 1

## DETERMINACIÓN DE pH

<b>Objetivo General</b> Determinar el potencial hidrógeno de una muestra de suelo mediante el uso de potenciómetro.		<b>ÁREA:</b> Ingeniería en Agronomía.
<b>Duración:</b> 2 horas.	<b>Valor de la práctica:</b> 20 puntos.	
<b>Unidad.</b> 3	<b>Tema:</b> Física del suelo	<b>Subtema:</b> pH

<b>Competencia específica:</b> Determinar el pH del suelo en laboratorio.
<b>Competencias previas:</b> Conocimiento de los aspectos básicos de química, concentraciones de elementos, compuestos químicos y preparación de soluciones químicas.

<b>Competencias genéricas a desarrollar</b>	<b>Instrumentales:</b> Capacidad de análisis y síntesis.
	<b>Interpersonales:</b> Trabajo en equipo.
	<b>Sistémicas:</b> Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

<b>MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS</b>		
<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>REACTIVOS</b>
1.- Vasos de precipitado de plástico de 100 y 150 mL. 2.- Agitador de vidrio.	1.- Potenciómetro.	1.- Soluciones amortiguadoras con pH 4.0, 7.0 y 9.0 o 10.0. 2.- Agua destilada.

### INTRODUCCIÓN.

El pH o potencial hidrógeno del suelo, es una medida de la actividad del H ionizado ( $H^+$ ,  $H_3O^+$ ) y se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de iones de hidrogeno ( $H^+/H_3O^+$ ) en  $mol\ L^{-1}$  (Berndt-Michael, 2005).

Un suelo ácido es resultado de la incorporación de compuestos orgánicos tales como los ácidos orgánicos y ácido carbónico. Los cationes que promueven la acides en la solución del suelo son:  $Al^{3+}$  y  $Fe^{3+}$ .  $Al^{3+}$ , iones presentes en el agua en forma  $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ , complejo que se disocia en  $H_3O^+$ , iones de acuerdo a la siguiente reacción:  $[Al(H_2O)_6]^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Al(H_2O)_5]^{2+} + H_3O^+$  ( $pK_a = 5.0$ ). Un productor de ácido

catiónico fuerte es el  $\text{Fe}^{3+}$  ( $\text{pK}_a = 2.2$ ), que, debido a la baja solubilidad de los óxidos de hierro, solo es posible a pH de 3 (Berndt-Michael, 2005).

El pH del suelo es influenciado por varios factores, tales la naturaleza y tipo de componentes inorgánicos y orgánicos (que contribuyen a la acidez del suelo), la proporción suelo/solución, el contenido de sal o electrolito y la presión parcial de  $\text{CO}_2$ . Una solución con pH menor de 7 es clasificada como ácida, cuando es superior de 7 es alcalina o básica, igual a 7 es considerada como neutra (Berndt-Michael, 2005).

La importancia de conocer el pH de un suelo radica en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. En este caso, la máxima solubilidad de estos elementos minerales es a pH de 6 a 7 decreciendo por encima y por debajo de estos valores.

## **METODOLOGÍA.**

- 1.- Coloque 10 g de suelo en un vaso de precipitado de 100 mL.
- 2.- Añada 20 mL de agua, para crear una solución con 1:2 (suelo/agua).
- 3.- Agita manualmente durante 1 minuto.
- 4.- Deje reposar por 10 minutos.
- 5.- Repita la operación del 1 al 4 dos veces.
- 6.- Agite perfectamente la suspensión del suelo antes de efectuar la lectura correspondiente de pH.
- 7.- Calibre el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras correspondientes.
- 8.- Haga la lectura de las muestras.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Con los datos de las lecturas registradas, indique la clasificación de los suelos con base a los siguientes rangos:

< 7 ácida, > 7 alcalina, 7 neutra.

De igual modo, infiera y sustente con revisión de literatura la disponibilidad de los nutrientes de ese suelo tomando en cuenta el pH registrado.

## **CUESTIONARIO.**

¿Qué es pH?

¿Con qué se mide el pH del suelo?

¿Cómo se interpreta el pH?

¿Qué información puede inferir conociendo el pH del suelo?

**EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.** Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas. Se anexa.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Jackson, M. L. (1964). *Análisis químico de suelos*. Traducción al español por J. Beltrán M. Omega, Barcelona, España.

Berndt-Michael, Wilke. (2005). Determination of Chemical and Physical Soil Properties. In: R. Margesin, F. Schinner (Eds.). *Soil Biology, Manual for Soil Analysis*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Volume 5.

## PRÁCTICA 2

### DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

<b>Objetivo General</b> Determinar la conductividad eléctrica de una muestra de suelo mediante el uso de un multiparamétrico.	<b>ÁREA:</b> Ingeniería en Agronomía.
<b>Duración:</b> 2 horas.	<b>Valor de la práctica:</b> 20 puntos.
<b>Unidad.</b> 3	<b>Tema:</b> Física del suelo <b>Subtema:</b> Conductividad eléctrica.

<b>Competencia específica:</b> Determinar la conductividad eléctrica del suelo en laboratorio.
<b>Competencias previas:</b> Conocimiento de los aspectos básicos de química, concentraciones de elementos, compuestos químicos y preparación de soluciones químicas.

<b>Competencias genéricas a desarrollar</b>	<b>Instrumentales:</b> Capacidad de análisis y síntesis.
	<b>Interpersonales:</b> Trabajo en equipo.
	<b>Sistémicas:</b> Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

<b>MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS</b>		
<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>REACTIVOS</b>
1.- Vasos de precipitado de plástico de 100 y 150 mL. 2.- Agitador de vidrio. 3.- Probeta de 50 mL.	1.- Multiparamétrico. 2.- Termómetro escala 0 a 100°C.	1.- Agua destilada.

### INTRODUCCIÓN.

La conductividad eléctrica, se puede definir como la habilidad de un material para conducir una corriente eléctrica. Cuando se mide directamente del suelo mediante métodos geofísicos, se le conoce como conductividad eléctrica aparente (CEa), y cuando se mide a partir del extracto de saturación de un suelo se le conoce como conductividad eléctrica específica (CEe) (Rhoades, Chanduvi, & Lesch, 1999). Existe tres vías por el cual se transmite la corriente eléctrica en el suelo (Rhoades, Manteghi, Shouse, & Alves, 1989): 1) una fase líquida compuesta por el agua en los poros con sólidos disueltos, 2) una interface sólido líquido donde hay cationes intercambiables asociados a partículas de arcilla y 3) una fase sólida donde hay

partículas en contacto entre sí. La CE del suelo es influenciada por diferentes propiedades físicas y químicas, por lo tanto, aumenta en la medida que el suelo tenga:

1.- Mayor contenido de humedad. Un suelo con mayor porosidad o menor densidad aparente, tiene mayor capacidad de almacenamiento de agua, pudiendo alcanzar valores más altos de conductividad eléctrica (Samouëlian, Cousin, Tabbagh, Bruand, & Richard, 2005).

2.- Mayor contenido de sales disueltas (mayor salinidad y capacidad de intercambio catiónico), mayor valor de conductividad eléctrica (Rhoades & Corwin, 1981).

3.- Textura fina. Provoca mayor capacidad de almacenamiento de agua y una mayor capacidad de intercambio catiónico, por lo que las arcillas generan mayores valores de conductividad.

La conductividad eléctrica generalmente se expresa en  $\text{mmhos cm}^{-1}$  o en  $\text{mSiemens m}^{-1}$ . La NOM-021-RECNAT-2000 establece  $\text{dSiemens m}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .

De acuerdo con los valores de conductividad eléctrica, pH y porcentaje de sodio intercambiable, los suelos se pueden clasificar en las siguientes categorías:

a) Suelos salinos. Se caracterizan porque su extracto de saturación tiene un valor de conductividad eléctrica igual o superior que  $4 \text{ mmhos cm}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  y la cantidad de sodio intercambiable es menor a 15%. Estos suelos presentan una costra de sales blancas, que pueden ser cloruros, sulfatos y carbonatos de calcio, magnesio y sodio.

b) Suelos sódicos. Presentan un color negro debido a su contenido elevado de sodio. Su porcentaje de sodio intercambiable es mayor que 15, el pH se encuentra entre 8.5 y 10.0, y la conductividad eléctrica está por debajo de  $4 \text{ mmhos cm}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .

c) Suelos salino-sódicos. Poseen una conductividad eléctrica de  $4 \text{ mmhos cm}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , una concentración de sodio intercambiable de 15% y el pH es variable, comúnmente superior a 8.5 (Muñoz, Mendoza, López, Soler, & Hernández, 2000).

La conductividad eléctrica se puede complementar con la determinación de  $\text{Na}^+$  o bases intercambiables como  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ .

## **METODOLOGÍA.**

- 1.- Colocan 10 g de suelo en un vaso de precipitado de polipropileno de 100 mL.
- 2.- Añada 50 mL de agua (si se utiliza la muestra en la que se determina el pH, adicionar 30 mL).
- 3.- Agita la suspensión y déjala reposar por 24h.
- 4.- Mida la conductividad eléctrica del sobrenadante.
- 5.- Enjuague la celda tres veces con agua destilada.
- 6.- Enjuague la solución problema, dos o tres veces.
- 7.- Tome la temperatura de la solución problema y expréselo de acuerdo con las condiciones del fabricante.

Una vez al mes debe calibrarse el puente de conductividad. Esto se realiza determinando la constante de la celda. Se enjuaga con agua destilada varias veces la celda. En esta se coloca una solución de KCl 0.01 N a 25°C y se realiza la lectura, se efectúan tres o cuatro lecturas y se obtiene el promedio para calcular la constante de la celda.

### Cálculos

Calculo de la constante de la celda:

$$K = \frac{1.4118}{C_{KCL}}$$

K=constante de la celda a 25°C

1.4118 mmho cm<sup>-1</sup> = conductividad eléctrica específica de KCl 0.01N a 25°C.

C<sub>KCl</sub>= conductividad de la disolución en mmhos.

$$CE = \frac{C_{prob} \times k \times Ft}{1000}$$

CE = Conductividad eléctrica: dS m<sup>-1</sup>, a temperatura ambiente. Si mmho cm<sup>-1</sup> = dS m<sup>-1</sup>

Ft = factor de corrección de temperatura tabulada.

1000 = factor para convertir de μmho a mmho.

Factores de corrección por temperatura de datos de conductividad eléctrica en extractos de suelo.

°C	ft	°C	ft	°C	ft
16.0	1.218	23.0	1.043	28.4	0.936
17.0	1.189	23.2	1.038	28.6	0.932
18.0	1.163	23.4	1.034	28.8	0.929
18.2	1.157	23.6	1.029	29.0	0.925
18.4	1.152	23.8	1.025	29.2	0.921
18.6	1.147	24.0	1.020	29.4	0.918
18.8	1.142	24.2	1.016	29.6	0.914
19.0	1.136	24.4	1.012	29.8	0.911
19.2	1.131	24.6	1.008	30.0	0.907
19.4	1.127	24.8	1.004	30.2	0.904
19.6	1.220	25.0	1.000	30.4	0.901
19.8	1.117	25.2	0.996	30.6	0.897
20.0	1.113	25.4	0.992	30.8	0.894
20.2	1.107	25.6	0.988	31.0	0.890
20.4	1.102	25.8	0.983	31.2	0.887
20.6	1.097	26.0	0.979	31.4	0.884
20.8	1.092	26.2	0.975	31.6	0.880
21.0	1.087	26.4	0.971	31.8	0.877
21.2	1.082	26.6	0.967	32.0	0.873
21.4	1.078	26.8	0.964	32.2	0.870
21.6	1.073	27.0	0.960	32.4	0.867
21.8	1.060	27.2	0.956	32.6	0.864
22.0	1.064	27.4	0.953	32.8	0.861
22.2	1.060	27.6	0.950	33.0	0.858
22.4	1.055	27.8	0.947	33.2	0.843
22.6	1.051	28.0	0.943	33.4	0.829
22.8	1.057	28.2	0.940	33.6	0.815

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Con los datos de las lecturas registradas, indique la clasificación de los suelos con base a los siguientes rangos:

Suelo salino. Conductividad eléctrica  $\geq 4$  mmhos  $\text{cm}^{-1}$  a 25°C.

Suelos sódicos. Conductividad eléctrica  $< 4$  mmhos  $\text{cm}^{-1}$  a 25°C. pH entre 8.5 y 10.0.

Suelos salino-sódicos. Conductividad eléctrica = 4 mmhos  $\text{cm}^{-1}$  a 25°C. pH variable pero superior a 8.5.

De igual modo, infiera y sustente con revisión de literatura la disponibilidad de los nutrientes de ese suelo tomando en cuenta su conductividad eléctrica.

## **CUESTIONARIO.**

¿Qué es la conductividad eléctrica de un suelo?

¿Con qué se mide la conductividad eléctrica del suelo?

¿Cómo se interpreta la conductividad eléctrica de un suelo?

¿Qué información puede inferir conociendo la conductividad eléctrica del suelo?

**EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.** Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas. Se anexa.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Richards, L.A. (1990). *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. 6a ed., Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América. Limusa, México, D.F.

Rhoades, J.D., D.L. Corwin. (1981). Determining soil electrical conductivity-depth relations using an inductive electromagnetic soil conductivity meter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45, 255–260.

Rhoades, J.D., N.A. Manteghi, P.J. Shouse, W.J. Alves. (1989). Soil electrical conductivity and soil salinity: New formulations and calibrations, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53, 433–439.

Rhoades, J. D., F. Chanduvi, S.M. Lesch. (1999). *Soil salinity assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements*. (Vol. 57). Food & Agriculture Org.

Samouëlian, A., I. Cousin, A. Tabbagh, A. Bruand, G. Richard. (2005). Electrical resistivity survey in soil science: a review. *Soil and Tillage research*. 83(2), 173-193.

Muñoz I. D. J., Mendoza C. A., López G. F., Soler A. A., Hernández M. M. M. (2000) *Manual de análisis de suelo*. Edafología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México.

## PRÁCTICA 3

### DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE MEDIANTE EL MÉTODO DE LA PARAFINA

<b>Objetivo General</b> Determinar la densidad aparente de una muestra de suelo mediante el método de la parafina.		<b>ÁREA:</b> Ingeniería en Agronomía.
<b>Duración:</b> 2 horas.	<b>Valor de la práctica:</b> 20 puntos.	
<b>Unidad.</b> 3	<b>Tema:</b> Física del suelo	<b>Subtema:</b> Densidad aparente

<b>Competencia específica:</b> Determinar la densidad aparente del suelo en laboratorio.
<b>Competencias previas:</b> Conocimiento de los aspectos básicos de química, concentraciones de elementos, compuestos químicos y preparación de soluciones químicas.

<b>Competencias genéricas a desarrollar</b>	<b>Instrumentales:</b> Capacidad de análisis y síntesis.
	<b>Interpersonales:</b> Trabajo en equipo.
	<b>Sistémicas:</b> Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

<b>MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS</b>		
<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>REACTIVOS</b>
1.- Parafina (vela). 2.- Hilo. 3.- Crisol de aluminio.	1.- Probeta de 500 mL. 2.- Balanza. 3.- Parilla eléctrica. 4.- Vaso de precipitado de 250 mL. 5.- Estufa de secado. 6.- Termómetro de 100°C.	1.- Agua destilada.

## INTRODUCCIÓN.

El principio de Arquímedes indica que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso de fluido desalojado.

La explicación del principio de Arquímedes consta de dos partes:

- Æ El estudio de las fuerzas sobre una porción de fluido en equilibrio con el resto del fluido.
- Æ La sustitución de dicha porción de fluido por un cuerpo sólido de la misma forma y dimensiones (Figura 1).

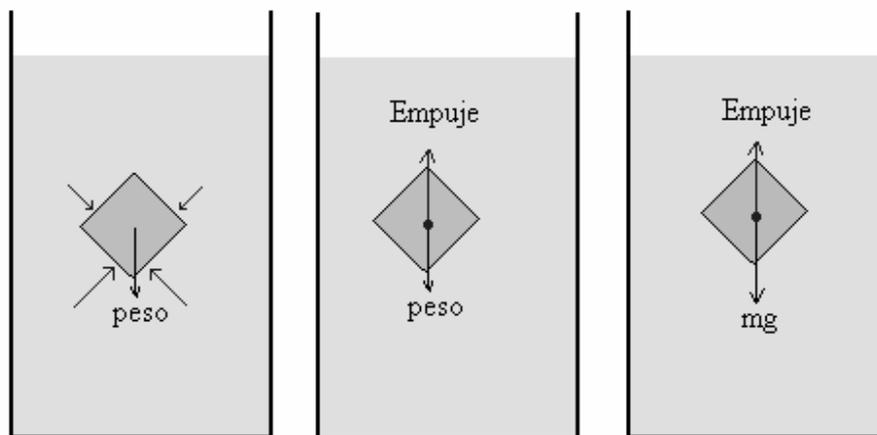


Figura 1. Esquematación del principio de Arquímedes.

### Porción de fluido en equilibrio con el resto del fluido.

Consideremos, en primer lugar, las fuerzas sobre una porción de fluido en equilibrio con el resto de fluido. La fuerza que ejerce la presión del fluido sobre la superficie de separación es igual a  $p \cdot dS$ , donde  $p$  solamente depende de la profundidad y  $dS$  es un elemento de superficie.

Puesto que la porción de fluido se encuentra en equilibrio, la resultante de las fuerzas debidas a la presión se debe anular con el peso de dicha porción de fluido. A esta resultante la denominamos empuje y su punto de aplicación es el centro de masa de la porción de fluido, denominado centro de empuje.

De este modo, para una porción de fluido en equilibrio con el resto, se cumple

$$\text{Empuje} = \text{peso} = \rho_f \cdot gV$$

El peso de la porción de fluido es igual al producto de la densidad del fluido  $\rho_f$  por la aceleración de la gravedad  $g$  y por el volumen de dicha porción  $V$ .

La densidad Aparente es un dato muy valioso que se emplea para la detección en el suelo de:

- 1.- Capas Endurecidas (Densidades mayores a  $2 \text{ g cm}^{-3}$ ), las cuales provocan problemas de desarrollo radicular en los cultivos.
- 2.- Presencia de amorfos como el Alofanó que comúnmente está relacionado con problemas de fertilización.

### **METODOLOGÍA.**

1. Seleccionar 2 terrones
2. Secar por el método de la estufa ( $105^{\circ}\text{C}$ , 15 minutos)
3. Sacar y pesar el terrón
4. Amarrar el terrón con hilo
5. Sumergir el terrón en la parafina
6. Pesar el terrón con hilo y parafina
7. Sumergir el terrón en agua
8. Anotar el volumen desalojado

Aplicar las siguientes fórmulas:

**Ppa**=Peso del terrón parafinado

**Pp**= peso de la parafina **Pp= ppa-pta**

Densidad de la parafina:  **$0.9 \text{ g cm}^{-3}$**

**Vp**= Volumen de la parafina **Vp= Pp/0.9 g cm<sup>-3</sup>**

**Vap**= volumen del terrón parafinado **Vap= Vf-Vi**

**Va**= Volumen del terrón **Va= Vap-Vp**

Densidad aparente **D.a= Pt / Va**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Con el valor de la densidad aparente obtenida infiera si el suelo tiene problemas de compactación y de drenaje.

## **CUESTIONARIO.**

¿Qué es densidad aparente?

¿Cómo se aplica la densidad aparente?

¿Dónde se aplica la densidad aparente?

¿Cómo se interpreta la densidad aparente?

¿Qué información puede inferir conociendo la densidad del suelo?

**Evaluación de la Práctica.** Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas. Se anexa

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Gandoy, B. W. (1992). *Manual de laboratorio para el manejo Físico del suelo.* Departamento de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Narro, E.F. (1994). *Física de suelos con enfoque agrícola.* Ed. Trillas. México.
- Ortiz V.B. y C.A. Ortiz S. (1990). *Edafología.* 7ª ed. Universidad Autónoma Chapingo. México.

## PRÁCTICA 4

### DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO

<b>Objetivo General.</b> Cuantificar el contenido de arcilla, limo y arena de un suelo mediante el uso del método del hidrómetro de bouyoucus.		<b>ÁREA:</b> Ingenierías
<b>Duración:</b> 6 hr	<b>Valor de la práctica:</b> 40 puntos	
<b>Unidad.</b> 2	<b>Tema:</b> Propiedades físicas del suelo	<b>Subtema:</b> textura del suelo

**Competencia específica:** Desarrollar el método de determinación de textura de un suelo, con la finalidad de aplicarlo en la toma de decisiones para riego y fertilidad de este.

**Competencias previas:** conocimiento de química en las áreas de preparación de soluciones dispersantes y en la física en el área de cuerpos en caída libre.

<b>Competencias genéricas a desarrollar:</b>	<b>Instrumentales:</b> Capacidad de análisis y síntesis.
	<b>Interpersonales:</b> Trabajo en equipo.
	<b>Sistémicas:</b> Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

<b>MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS</b>		
<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>REACTIVOS</b>
1.- Vasos de precipitado de 500 ml. 2.- Agitador de vidrio. 3.- Probeta de Bouyoucus 4. Termómetro de 100 C° 5.Pipeta de 5 ml y 10 ml. 6.Pizeta.	1.Hidrómetro de Bouyoucus ASTM-172h 2.Dispersora eléctrica (batidora). 3.	1.- Agua destilada. 2.Agua oxigenada al 6% 3. Meta silicato de sodio. 4.Oxalato de sodio

### INTRODUCCIÓN.

La textura del suelo representa la proporción relativa de los constituyentes primarios del suelo: arena, arcilla y limo. Estos tienen una marcada influencia en la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, el movimiento de agua en el mismo así como la disponibilidad de nutrientes minerales para las plantas. Conociendo la cantidad de arena, arcilla y limo es posible obtener la clasificación textural de un suelo mediante

el uso del triángulo de texturas desarrollado por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Existen dos procedimientos para el análisis de la textura en el laboratorio: el del hidrómetro de Bouyoucos y el de la pipeta. Ambos métodos se fundamentan en la Ley de Stokes la cual explica el comportamiento en la velocidad de caída de una esfera en un líquido, en función a características de la esfera y del líquido. A continuación se describe el método de Bouyoucos, el cual, es comunmente aceptado como procedimiento estándar para la determinación de la textura del suelo.

En el método de Bouyoucos se determina la densidad de una suspensión de suelo mediante el uso de un densímetro denominado: hidrómetro de Bouyoucos, clasificado como hidrómetro ASTM-152 H. Para realizar esta determinación con exactitud, las partículas primarias del suelo deben ser dispersadas para lo cual una muestra de suelo tamizada a 2 mm. es agitada vigorosamente con un agente dispersante; normalmente Calgon, el cual es una mezcla de hexametáfosfato de sodio y carbonato de sodio.

Debido a que la densidad de un líquido se ve afectada por la temperatura, debe realizarse una corrección por temperatura mediante un factor de corrección (FC).

## **METODOLOGÍA.**

Preparación de reactivos.

1. Solución dispersante. Disolver 37.7 g. de hexametáfosfato de sodio y 7.94 g. de carbonato de sodio en agua destilada y aforar a 1 lt.

Procedimiento.

1. Pesar 50 g. de suelo seco y tamizado a 2 mm y colocarlo en el vaso del dispersor.
  2. Agregar 10 ml. de solución dispersante y aproximadamente 150 ml. de agua destilada. Hacer funcionar el dispersante durante 10 min.
-

3. Transferir cuantitativamente la suspensión del suelo a la probeta ayudándose con la pizeta y agregar agua hasta aproximadamente 5 cm antes de la marca de 1330 ml.
4. Colocar el hidrómetro en la suspensión y llegar a la marca con agua.
5. Retirar el hidrómetro y agitar verticalmente en forma enérgica con la ayuda de un agitador, o sellar la boca de la probeta con la mano y agitar con un movimiento recíproco.
6. Colocar suavemente el hidrómetro y tomar la primera lectura a los 40 seg. Determinar también la temperatura de la suspensión.
7. Por dos horas mantener en reposo la probeta y tomar la segunda lectura tanto del hidrómetro como de la temperatura.

#### Cálculos.

Al realizar los cálculos, es necesario corregir primero las lecturas del hidrómetro por efecto de la temperatura. Si la temperatura de la suspensión es diferente a la temperatura de calibración del hidrómetro, habrá que restar o sumar los valores de corrección que se presentan en la tabla anexa por cada °C de diferencia con la temperatura de la suspensión.

Factores de corrección por temperatura de la suspensión. (FC en g por litro).

Temperatura de la suspensión en °C	Factor de corrección	Temperatura de la suspensión en °C	Factor de corrección	Temperatura de la suspensión en °C	Factor de corrección
18	- 0.2	23	+0.25	28	+0.30
19	-0.2	24	+0.25	29	+0.30
20	0.0	25	+0.25	30	+0.30
21	+0.2	26	+0.25	31	+0.30
22	+0.2	27	+0.25	32	+0.30



## **CUESTIONARIO.**

- 1.- ¿Por qué es importante conocer la textura del suelo?
- 2.- ¿Cuál es el principal objetivo de la determinación de textura?
- 3.- ¿Qué utilidad le das a la información de la textura de un suelo?
- 4.- ¿el conocer la textura de un suelo me sirve para inferir la densidad de este?

**EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.** Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas. Se anexa.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. Bouyoucos, C. J. 1962. "Hydrometer method improved for marking particle size analysis of soils". *Agonomy Journal*, 54 : 464 - 465.
2. Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis. En "Methods of soil Analysis", Part 1, pag. 545-567. Editor: C.A. Black. American Society of Agonomy.
3. Steinhardt, G.C. 1979. Particle size distribution. En: "The Encyclopedia of Soil Science". Part.1. Editores, Fairbridge, R.W. y Finki,C.W. Hutchinson and Ross Inc. Stroudsburg, Penn. U.S.A.

## PRÁCTICA 5

### DETERMINACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DE SUELO

<b>Objetivo General.</b> Que el alumno aprenda la metodología de laboratorio para la obtención de materia orgánica con el fin de inferir el porcentaje de nitrógeno disponible en el suelo.		<b>ÁREA:</b> Ingenierías
<b>Duración:</b> 2hr	<b>Valor de la práctica:</b> 40 puntos	
<b>Unidad.</b> 3	<b>Tema:</b> propiedades biológicas del suelo	<b>Subtema:</b> la materia orgánica

<b>Competencia específica:</b> desarrollar la metodología de laboratorio para la determinación de materia orgánica del suelo y poder inferir parámetros como nitrógeno total, carbono del suelo.
<b>Competencias previas:</b> conocimiento de química, preparación de soluciones a diferente concentración, manejo de instrumental de laboratorio.

<b>Competencias genéricas a desarrollar:</b>	<b>Instrumentales:</b> Capacidad de análisis y síntesis.
	<b>Interpersonales:</b> Trabajo en equipo.
	<b>Sistémicas:</b> Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

<b>MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS</b>		
<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>REACTIVOS</b>
1. Matraz Erlenmyer de 500 ml. 2. Lamina de asbesto 3. Bureta de 500 ml. Con un soporte universal. 4. Pipetas de 5 ml y 10 ml 5. Probetas de 100ml.		1.- Agua destilada 2. Dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 1 N. 3. Sulfato ferroso ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 1 N. 4. Indicador de difenilamina-sulfonato de bario. 5. Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ). 6. Ácido fosfórico concentrado ( $H_2PO_4$ ).

## **INTRODUCCIÓN.**

La materia orgánica del suelo está formada por los productos de descomposición de los residuos vegetales y animales que se encuentran en su superficie. El humus, es el producto final de este proceso de descomposición el cual es realizado principalmente por microorganismos.

El análisis de materia orgánica en el diagnóstico de la fertilidad del suelo tiene importancia al ser considerada como una fuente potencial de nitrógeno disponible para las plantas.

La materia orgánica del suelo afecta en forma significativa tanto a propiedades físicas como químicas y microbiológicas del suelo y los contenidos óptimos de materia orgánica están por lo tanto en función a la textura del suelo.

El contenido de materia orgánica del suelo se considera de importancia desde el punto de vista de disponibilidad de nitrógeno, ya que una proporción del contenido de nitrógeno en la materia orgánica es mineralizado de la misma pasando a formas disponibles para las plantas.

El método que a continuación se describe consiste en la determinación de la materia orgánica por oxidación húmeda y es conocido como el método de Walkely - Black. La recuperación de carbono orgánico por este método es aproximadamente del 77 % del total.

El contenido de materia orgánica es evaluado a partir de la oxidación húmeda con ácido crómico con un exceso de ácido sulfúrico. El ácido crómico reacciona con el carbón orgánico presente en el suelo. Posteriormente, se determina la concentración de ácido crómico (por titulación con sulfato ferroso) que no participó en la reacción y por diferencia se calcula el contenido de carbono orgánico. El factor de corrección utilizado en los cálculos es considerando una recuperación del 77 % del carbono orgánico total.

## **METODOLOGÍA.**

### **Preparación de Reactivos.**

1. Dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 1 N. Disolver 49,04 g de dicromato secado a la estufa a  $150^\circ C$  por dos horas y disolverlos en un matraz volumétrico de 1000 ml aforando a la marca.
2. Sulfato ferroso ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 1 N. Disolver en un matraz volumétrico de 1000 ml con 500 ml de agua 278 g de sulfato ferroso, agregar 50 ml de ácido sulfúrico concentrado, dejar enfriar y aforar. Esta solución debe ser estandarizada el día de su uso por titulación con 10 ml de dicromato de potasio 1N diluyéndolos con 100 ml de agua y usando como indicador la difenilaminasulfonato de bario.
3. Indicador de difenilamina-sulfonato de bario al 0.16%. Disolver 0.160 g de difenilaminasulfonato de bario en 100 ml de agua.
4. Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ).
5. Ácido fosfórico concentrado ( $H_3PO_4$ ).

### **Procedimiento.**

1. Pesar 0.5 g de suelo seco y tamizado a 0.5 mm y colocarlos en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Correr un testigo.
2. Agregar con bureta 5.0 ml exactos de la solución de dicromato.
3. Agregar 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y mezclarlos suavemente con la muestra. Deje reposar por 30 minutos sobre la placa de asbesto.
4. Agregue 100 ml de agua destilada, 5 ml de ácido fosfórico y 1 ml de indicador.
5. Titule con la solución de sulfato ferroso hasta obtener un color verde claro.

### **Cálculos.**

El porcentaje de carbono orgánico en el suelo se estima utilizando el factor de recuperación del 77 % de Walkley:

$$\%C = (V1 - V2)(N)(0.39) / P$$

En donde:

V1 = ml de solución de sulfato ferroso usados en la titulación del testigo.

V2 = ml de solución de sulfato ferroso usados en la titulación de la muestra.

N = Normalidad de la solución de sulfato ferroso.

P = Peso de la muestra en gramos.

El factor de 0.39 proviene de:

$$0.39 = (12/4000) (100/77) (100)$$

En donde 12/4000 es el peso equivalente del carbono, y 100/77 es el factor de recuperación.

Sí se usan 0.5 gramos de suelo en el análisis:

$$\% C = 0.78 (V1 - V2) N$$

El porcentaje de materia orgánica se estima suponiendo que la materia orgánica contiene 58% de carbono:

$$\% MO = 1.34 (V1 - V2) 1N$$

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Clasificación de los suelos en base a su contenido de materia orgánica.

Clasificación    % de materia orgánica

BAJO    < 1.5

MEDIO 1.6 - 3.5

ALTO    >3.6

## **CUESTIONARIO.**

1. ¿Porque es importante saber el contenido de materia orgánica en el suelo?
2. ¿Cuándo se considera que un suelo tiene deficiencias de materia orgánica?
3. ¿Qué efectos positivos tiene un suelo con altos contenidos de materia orgánica?
4. ¿Qué método utilizarías para incrementar el contenido de materia orgánica de un suelo?

## **EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.**

Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas. Se anexa.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. Jackson, M.L. 1958. "Soil Chemical Analysis". Prentice - Hall, Inc. Englewood - Cliffs., N.J.
2. Walkley, A. 1935. "An examination of methods for determining organic carbon and nitrogen in soils". J. Agric. Sci. 25: 598 - 609.
3. Walkley A. and T.A. Black. 1934. "An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chomic acid titration method". SoilSci. 37: 29-38.

## PRÁCTICA 6

### DESCRIPCIÓN DE UN PERFIL DE SUELO

<b>Objetivo General.</b> A través de la descripción del entorno y la descripción del perfil de suelo, interrelacionara los factores formadores de suelo y la forma como se expresan en los diferentes procesos de formación de suelos, con la finalidad de comprender la génesis de este recurso natural.		<b>ÁREA:</b> Ingenierías
<b>Duración:</b> 4hr	<b>Valor de la práctica:</b> 40 puntos	
<b>Unidad.</b> 2	<b>Tema:</b> factores formadores del suelo	<b>Subtema:</b> génesis del suelo

<b>Competencia específica:</b> identificar los procesos formadores de un suelo y deducir los factores que incidieron para la génesis de los horizontes.
<b>Competencias previas:</b> conocimiento de geología y mineralogía de suelos, geomorfología y fisiografía .

<b>Competencias genéricas a desarrollar:</b>	<b>Instrumentales:</b> Capacidad de análisis y síntesis.
	<b>Interpersonales:</b> Trabajo en equipo.
	<b>Sistémicas:</b> Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS		
MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
1.Pico, pala recta y curva. 2. Cinta métrica. 3.Tabla de colores munsell 4.Lupa 5. Martillo de pedologo. 6. plumón permanente	1.Geoposicionador 2.Camara fotografica 3.Tabla de colores munsell.	1.Agua Oxigenada al 6% 2. Ácido clorhídrico al 0.1 N 3. Papel tornasol

## **INTRODUCCIÓN.**

El objetivo principal de la investigación en la ciencia del suelo es la comprensión de la naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones del suelo como parte del paisaje y los ecosistemas. Un requerimiento básico para lograr ese objetivo, es la disponibilidad de información confiable sobre la morfología de los suelos y otras características obtenidas a través del estudio y la descripción del suelo en el campo.

Es importante que la descripción del suelo sea hecha exhaustivamente; esto sirve como base para la clasificación del suelo y la evaluación del sitio, así como para realizar interpretaciones sobre la génesis y funciones medioambientales del suelo. Una buena descripción de suelos y el conocimiento derivado en cuanto a la génesis del mismo, son también herramientas útiles para guiar, ayudar en la explicación y regular el costoso trabajo de laboratorio. Asimismo, puede prevenir errores en el esquema de muestreo.

## **METODOLOGÍA.**

### Reconocimiento de la zona.

Cuando se hace el estudio de los suelos es preciso elegir los lugares de muestreo de manera que estos sean representativos. Como pueden existir suelos muy distintos es necesario antes de nada, realizar una división en zonas en las que, presumiblemente, los suelos puedan ser diferentes. Para realizarla, es necesario hacer un reconocimiento general de la zona identificando los elementos siguientes:

Litología. Consiste en identificar tipos de rocas y la mayor o menor pedregosidad superficial. Los suelos serán diferentes si están formados sobre una u otra roca. Por otra parte, el distinto grado de pedregosidad puede ser un buen indicativo del grado de evolución del perfil. Este trabajo puede realizarse con la ayuda del mapa geológico y mediante trabajo de campo.

Topografía. Hay que describir la altitud, orientación y pendiente. Estos caracteres pueden representar variaciones importantes desde el punto de vista climático (energía radiante recibida, temperatura, precipitación). Hay que consultar el mapa topográfico de la zona y si es posible, hacerse con unas fotografías aéreas.

Vegetación. Describir las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que existan y su frecuencia, la proporción de unas y otras y la calidad de las mismas. En una superficie con estratos arbóreo indicar el número de pies por hectárea. La vegetación será un reflejo del suelo, y el tipo de vegetación dependerá de la calidad y la cantidad de los despojos orgánicos que se incorporan en el terreno.

Climatología. Deben conocerse los datos climáticos principales de la zona de estudios. Estos son: precipitación mensual y anual, temperatura media mensual y anual, evapotranspiración potencial mensual y anual, número de meses con déficit de agua, etc.

### **Descripción de perfil y toma de muestras.**

Apertura del pozo agrologico. La toma de muestra se efectuara en un pozo, para cuya apertura es necesario eliminar, en primer lugar, las hierbas, matas y restos orgánicos que cubran el suelo. El pozo tendrá una profundidad alrededor del metro y medio o hasta que se alcance la roca madre si el suelo es poco profundo y una anchura de un metro. Es útil dejar tres paredes verticales y una de ellas es forma de rampa para poder entrar fácilmente; el suelo se describirá en la pared opuesta. Es muy importante tapar el pozo en cuanto se acabe el muestreo para evitar que animales puedan caer dentro.

Diferenciación de horizontes. El estudio del perfil del suelo y la toma de muestras del mismo están basados en la diferenciación e identificación de los horizontes que lo forman, teniendo por lo tanto esta operación gran importancia. La diferenciación de horizontes se fundamenta sobre todo, en el color, la pedregosidad, el grado de presencia de raíces o la ausencia de ellas, la textura al tacto y la estructura de las diferentes capas, así como cualquier rasgo que nos pudiera indicar la presencia de cambios

Color. El color del suelo esta relacionado con los minerales que lo componen y con el contenido de agua y materia orgánica, lo que determina algunas de sus propiedades físicas y químicas.

Dos capas que aparezcan de distintos colores deberán muestrearse como horizontes diferentes ya que, lógicamente, el grado de presencia de algunos materiales puede variar de una a otra.

Si la persona que realiza la diferencia es poco experta, puede ocurrir que considere diferenciadas dos capas por el color, sin que esta distinción tenga su origen mas que en un grado distinto de humedad o en un error subjetivo de apreciación. Sin embargo, esta equivocación se subsanara fácilmente al obtener resultados analíticos similares en todas las determinaciones que se efectúen en el laboratorio.

La apreciación de diferentes colores en el perfil se realiza con la tabla de color Munsell.

Pedregosidad.La cantidad de elementos gruesos en el perfil, así como su distribución dentro de el, resultan fundamentales en la determinación de horizontes. A igualdad de color, pueden distinguirse, y por lo tanto muestrearse, diferentes capas.

También la forma y el tamaño de los elementos gruesos son criterios a tener en cuenta para estos fines, así como su mineralogía y consistencia.

La pedregosidad afecta considerablemente a las propiedades hídricas del perfil del suelo, la densidad aparente y el desarrollo radicular.

Raíces. El comportamiento de las raíces a lo largo del perfil, su abundancia a diferentes profundidades, la presencia de raíces secundarias, forma de ramificarse, etc. Son factores que refuerzan el criterio de identificación de horizontes y que, en casos de gran uniformidad de perfil, pueden ser criterios selectivos.

Textura al tacto. La proporción de los componentes del suelo, arcilla, limo y arena, nos indican la textura del mismo. Si bien la correcta obtención de la granulometría debe realizarse en el laboratorio, con el tacto podemos inferir si se trata de un horizonte arenoso, limoso o arcilloso. En aquellos casos en los que el perfil sea muy uniforme en cuanto a los apartados anteriores esta práctica será de mucha utilidad, no obstante se requiere algo de experiencia para su interpretación. Como normas generales, un suelo arcilloso nos permitirá moldearlo sin romperse o agrietarse, será limoso si nos mancha mucho las manos, los suelos arenosos se identifican bien al

aproximar la muestra al oído y friccionar con los dedos, en cuyo caso oiremos chirridos, lo que nos indicara la naturaleza arenosa de la muestra.

Estructura. La estructura expresa la forma de agruparse de los componentes elementales del suelo en particular de un mayor tamaño (conocido como agregados o, mas vulgarmente terrones) y de los huecos asociados a ellas.

En el perfil del suelo pueden existir diferentes estructuras en las distintas capas, apreciándose esta característica, principalmente, por la forma de los gramos o agregados terrosos. A igualdad de los restantes caracteres en todo el perfil, la apreciación de capas con diferentes estructuras será criterio suficiente para la identificación de horizontes.

Una vez diferenciados los horizontes y antes de proceder a la toma de muestras en cada uno de ellos, es preciso describir el perfil del suelo como se indica.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Con la descripción de los horizontes del suelo, identifique los procesos formadores del suelo que se están dando en la génesis. Clasifique los horizontes según la nomenclatura de los horizontes (A, B, E, C, R). Al realizar la descripción el alumno entenderá como el recurso suelo es producto de la interacción de los factores clima, relieve, biota, litología y tiempo y que cada uno de ellos puede incidir en los procesos de formación.

## **CUESTIONARIO.**

- 1.¿Cuál es el proceso de formación del suelo mas dominante en la génesis de tu suelo descrito?
- 2.¿Cuál es el factor formador de suelo que esta repercutiendo en la evolución de tu suelo?
- 3.¿Es posible encontrar suelos con horizontes que no representen a los factores climáticos actuales?
- 4.¿Como influye el relieve en los suelos de la zona de estudio?

## **EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.**

Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas. Se anexa.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

S.W. Buol; F.D. Hole; R J. McCracken.1981. Génesis y clasificación de suelos. Traducido y revisado por AgustinContin. Editorial trillas. México, Argentina y España.

Ortiz S.C.A. 1995. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo. Edo. México.