

Manual de técnicas

MA. Guadalupe Medina Mejía

División de Ingenierías

mg.medina@ugto.mx

PARAMETROS FÍSICOS

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AIRE EN EL SUELO

El volumen de aire constituye la reserva de oxígeno para los organismos que habitan el suelo, el aire en el suelo se localizan dentro de los poros y en un suelo seco ocupa prácticamente todo el poro.

Procedimiento.

1. Medir 10 ml de suelo seco en una probeta de 25 ml, golpear suavemente la probeta sobre la mesa, registrar el volumen de suelo contenido (V1). Probablemente disminuya una vez que se han eliminado los espacios más grandes
2. Medir 15 ml de agua en una probeta de 50 ml (V2)
3. Sumar el volumen $V1 + V2 = V3$
4. Verter la tierra en la probeta que contiene el agua, esperar 1 minuto y posteriormente registrar el volumen del contenido (agua + suelo) V4
5. Calcular la cantidad de aire de la siguiente forma:

$$\text{Vol. Aire} = V3 - V4$$

DETERMINACIÓN DE TEXTURA.

Procedimiento en campo

1. Se toma una muestra de suelo y se humedece hasta que se forma una pasta (punto de adherencia). Se trata de moldear la muestra hasta hacer un cilindro lo más delgado posible y de una longitud de 10 cm:
2. Si no es posible hacer un cilindro de, al menos, 3 mm de diámetro, el suelo será arenoso (más de un 80% de arena).
3. Si es posible hacerlo entre 1 y 3 mm de diámetro, probablemente es un suelo de textura media-gruesa (entre un 65 y un 80% de arena).
4. Si es posible hacerlo de 3 mm y, al doblarlo y formar un anillo no se rompe, el suelo será de textura equilibrada (entre un 40 y un 65% de arena).
5. Si es posible hacerlo de 1 mm y, al doblarlo y formar un anillo no se rompe, estaremos frente a un suelo de textura arcillosa (si se agrieta, predominará el limo).

CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN

La infiltración es el proceso por el que el agua atraviesa la superficie del suelo. La capacidad de infiltración de agua en el suelo es una propiedad compleja que depende de muchos factores, como su textura, su estructura, el estado de su superficie, su grado de compactación, etc.

Para estimarla solamente es preciso medir el volumen de agua que puede atravesar la superficie de un suelo, así como el tiempo en el que la infiltración se produce.

Procedimiento.

1. Cortar las dos botellas de plástico aproximadamente por su mitad. La parte superior, puesta al revés, funcionará como un embudo. Para ello, solamente es necesario practicar algunos agujeros en el tapón y rellenar esta parte de la botella con el suelo.
2. Para una mejor filtración del agua, puede colocarse entre la botella y el tapón un pedazo de gasa de tul. La parte de debajo de la botella puede utilizarse como soporte y para la recogida de la solución que pasa a través del suelo.
3. Una vez montada la columna de percolación, solamente es necesario verter el agua por arriba y esperar el tiempo necesario para recoger, por la parte de abajo, la infiltración.
4. Durante el proceso, será necesario cronometrar el tiempo necesario para que se produzca un determinado volumen de infiltración.
5. Dado que el agua no empezará a fluir por la parte de debajo de la columna de percolación hasta que el suelo no se encuentre lo suficientemente humectado, se puede, previamente, dejar pasar agua por el suelo hasta que ésta empiece a fluir por la parte inferior y empezar a medir el volumen percolado y el tiempo a partir de dicho momento.

PARAMETROS QUIMICOS.

DETERMINACIÓN DE pH.

El pH o potencial hidrógeno del suelo, es una medida de la actividad del H ionizado (H^+ , H_3O^+) La importancia de conocer el pH de un suelo radica en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas y la presencia de contaminantes como los metales pesados.

Procedimiento

- 1.- Coloque 10 g de suelo en un vaso de precipitado de 100 mL.
- 2.- Añada 50 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.- Calibre el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras correspondientes.
- 8.- Haga la lectura de las muestras.

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica representa la calidad del suelo. La capacidad de transporte de diferentes sustancias, la retención de humedad, la aireación, la porosidad, la densidad aparente entre otras variables se ven favorecidas con el incremento del contenido de materia orgánica en el suelo.

Procedimiento en campo

1. Se toma una muestra de suelo seco al aire (unos 10 gramos aprox.) y se humedece ligeramente con agua.
2. A continuación, se aplican unas gotas de agua oxigenada.
3. Si el suelo es muy orgánico se producirá una cierta efervescencia, hecho que no se produce si el suelo es pobre en materia orgánica.

Procedimiento Gravimétrico

1. Para el método de la determinación de la materia orgánica por calcinación LOI se siguió el método propuesto por Schulte & Hopkins (1996) citado por Eyherabide, et al., (2014).
2. Se pesó cinco 10 gramos de suelos depositados en capsulas de porcelana taradas
3. se secaron por 24 horas en el horno a una temperatura de $105^{\circ}C$, lo anterior para retirar la humedad remanente en las muestras, y que permanezca solo el agua constitutiva de los elementos de la muestra.
4. Transcurrido 24 horas y con las muestras estables, se enfriaron en desecador de vidrio y se obtuvo el peso inicial en una balanza analítica.
5. Luego se introdujeron en la mufla a una temperatura de $360^{\circ}C$ por 2 horas, nuevamente se enfriaron en desecador de vidrio y se pesó la muestra.
6. La materia orgánica contenida en la muestra se encuentra por la diferencia de los pesos iniciales y finales.
7. El cálculo del porcentaje de materia orgánica se presenta en la ecuación 3.

$$\% MO = \frac{\text{masa de suelo seco} - \text{masa de suelo calcinado}}{\text{masa de suelo seco}} \times 100$$

% MO: porcentaje de materia orgánica

PORCENTAJE DE HUMEDAD MÉTODO GRAVIMÉTRICO

1. Para el método de la determinación de la materia orgánica por calcinación LOI se siguió el método propuesto por Schulte & Hopkins (1996) citado por Eyherabide, et al., (2014).
2. Se pesó cinco 10 gramos de suelos depositados en capsulas de porcelana taradas
3. se secaron por 24 horas en el horno a una temperatura de $105^{\circ}C$, lo anterior para retirar la humedad remanente en las muestras, y que permanezca solo el agua constitutiva de los elementos de la muestra.
4. Transcurrido 24 horas y con las muestras estables, se enfriaron en desecador de vidrio y se obtuvo el peso inicial en una balanza analítica.

$$\% h = \frac{\text{masa de suelo seco} - \text{masa de suelo calcinado}}{\text{masa de suelo seco}} \times 100$$

CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN

La infiltración es el proceso por el que el agua atraviesa la superficie del suelo. La capacidad de infiltración de agua en el suelo es una propiedad compleja que depende de muchos factores, como su textura, su estructura, el estado de su superficie, su grado de compactación, etc.

Para estimarla solamente es preciso medir el volumen de agua que puede atravesar la superficie de un suelo, así como el tiempo en el que la infiltración se produce.

Procedimiento.

1. Cortar las dos botellas de plástico aproximadamente por su mitad. La parte superior, puesta al revés, funcionará como un embudo. Para ello, solamente es necesario practicar algunos agujeros en el tapón y rellenar esta parte de la botella con el suelo.
2. Para una mejor filtración del agua, puede colocarse entre la botella y el tapón un pedazo de gasa de tul. La parte de debajo de la botella puede utilizarse como soporte y para la recogida de la solución que pasa a través del suelo.
3. Una vez montada la columna de percolación, solamente es necesario verter el agua por arriba y esperar el tiempo necesario para recoger, por la parte de abajo, la infiltración.
4. Durante el proceso, será necesario cronometrar el tiempo necesario para que se produzca un determinado volumen de infiltración.
5. Dado que el agua no empezará a fluir por la parte de debajo de la columna de percolación hasta que el suelo no se encuentre lo suficientemente humectado, se puede, previamente, dejar pasar agua por el suelo hasta que ésta empiece a fluir por la parte inferior y empezar a medir el volumen percolado y el tiempo a partir de dicho momento.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

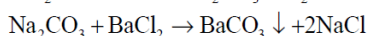
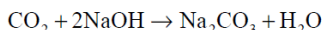
La materia orgánica y los minerales de arcilla del suelo poseen una serie de cargas negativas con capacidad para retener (adsorber) nutrientes como el potasio, el calcio, el magnesio y otros cationes que se encuentren en la fase líquida del suelo.

Procedimiento Cualitativo

1. Cortar las dos botellas de plástico aproximadamente por su mitad. La parte superior, puesta al revés, funcionará como un embudo. Para ello, solamente es necesario practicar algunos agujeros en el tapón y rellenar esta parte de la botella con el suelo.
5. Colocarse entre la botella y el tapón un pedazo de gasa de tul. La parte de debajo de la botella puede utilizarse como soporte y para la recogida de la solución que pasa a través del suelo.
6. Una vez montada la columna de percolación, solamente es necesario verter a solución de CuSO_4 0.4M por arriba y esperar el tiempo necesario para recoger, por la parte de abajo, el filtrado.
7. Resultado si el color del filtrado es azul indica que el suelo no tiene un valor bajo de CIC, por el contrario, si el filtrado es incoloro esto implica que el cobre quedo detenido en el suelo y por lo tanto tiene una buena C.I.C

DETECCIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL SUELO.

El término respiración del suelo hace referencia a la actividad global de la biota del suelo, lo que incluye microorganismos, así como macroorganismo. Los microorganismos desprenden CO_2 .



Procedimiento

1. Sobre una muestra de suelo secada al aire y tamizada a 2 mm, se toma una porción de 200 g en una bolsa de plástico.
2. Se añade agua destilada hasta alcanzar el 60% de su capacidad de retención hídrica (aproximadamente 30% humedad en peso).
1. Se deja la muestra incubar a temperatura ambiente durante al menos 3 días hasta estabilizar la actividad biológica.
2. Se pesan 65 g de suelo húmedo pre-incubado en un vial de 50 ml y se coloca en el frasco de cierre hermético.
3. En otro vial de 20 ml se introducen 10 ml de la solución de NaOH 0,5 M.
4. Se cierra el frasco herméticamente y se incuba a 25°C durante 24 horas en oscuridad.
5. En paralelo se debe preparar un blanco sin suelo que sirve como control de la concentración de CO_2 atmosférico.
6. A los viales con la solución de NaOH (muestra y blanco) se añaden 5 ml de la solución de BaCl_2 .
7. unas gotas de indicador de fenolftaleína y se valora con la disolución de HCl 0,5 N hasta el viraje de rosa a incoloro.
8. Cálculos y expresión de los resultados Los valores de respiración expresados en $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ suelo seco día}^{-1}$ se calculan mediante la expresión:

$$C - \text{CO}_2(\text{mg kg}^{-1} \text{ suelo seco día}^{-1}) = \frac{(B - S) \times M \times 6}{g \times t}$$

Donde:

B = volumen de HCl empleado en la determinación de los blancos
S = volumen de HCl empleado en la determinación de la muestra de suelo
M = molaridad exacta del HCl
6 = factor de conversión considerando que 1 ml de NaOH equivalen a 6 mg de C-CO_2
g = cantidad de suelo seco t = tiempo de incubación en días

ANIONES

Procedimiento

Extracto 1:5 suelo- agua

Procedimiento

1. Pesar 10g de suelo, depositarlo en un tubo de plástico, en seguida adicionar 50 ml de agua destilada.
2. Cerrar herméticamente la tapa del tubo y agitar mecánicamente durante una hora.
3. Dejar reposar una hora,
4. Filtrar la suspensión y determinar la presencia de aniones

Cloruros

1. Testigo: en un tubo de ensayo coloca 2mL de agua destilada y agrega algunos (pocos) cristales de algún cloruro; puede ser de sodio o potasio. Agita hasta disolver y agrega unas gotas de solución de AgNO_3 0.1N. Observarás la formación de un precipitado blanco, que se ennegrecerá al pasar unos minutos. Esta reacción química es característica de este ion.
2. Muestra de suelo: en un tubo de ensayo coloca 2 ml del filtrado. Agrega unas gotas de ácido nítrico diluido hasta eliminar la efervescencia. Agrega unas gotas de solución de AgNO_3 0.1N. Compara con tu muestra testigo.

Sulfatos

1. Testigo: en un tubo de ensayo, coloca 2mL de agua destilada y agrega pocos cristales de algún sulfato, puede ser de sodio, potasio. Adiciona unas gotas de cloruro de bario al 10%. Observarás una turbidez, que se ennegrecerá al pasar unos minutos.
2. Muestra de suelo: en un tubo de ensayo, coloca 2mL de filtrado. Adicionar unas gotas de cloruro de bario al 10 %. Compara con tu muestra testigo.

Carbonatos

1. Testigo: en un vidrio de reloj, coloca un poco de carbonato de calcio y adiciona unas gotas de ácido clorhídrico diluido. Observarás efervescencia por la presencia de carbonatos.
2. Muestra de suelo: en un vidrio de reloj, coloca un poco de la muestra de suelo seco. Adiciona unas gotas de ácido clorhídrico diluido. Compara con tu muestra testigo.

Sulfuros

1. Testigo: en un tubo de ensayo coloca 2mL de agua destilada y agrega algunos cristales de algún sulfuro. Adiciona unas gotas de cloruro de bario al 10% y un exceso de ácido clorhídrico. Observarás que se forma una turbidez, que con el paso del tiempo se ennegrecerá.
2. Muestra: coloca 2 ml de filtrado en un tubo de ensayo. Agrega tres gotas de solución de cloruro de bario al 10% y un exceso de ácido clorhídrico. Compara con tu muestra testigo.

Nitratos

1. Testigo: coloca 2 ml de agua destilada en un tubo de ensayo, adiciona algunos cristales de nitrato de sodio, y agita para disolver. Añade gota a gota H_2SO_4 3M hasta acidificar (verificar acidez con papel tornasol).
2. Agrega 2 ml de solución saturada de FeSO_4 . Inclina el tubo 45° y añade despacio y resbalando por las paredes 1 ml de H_2SO_4 concentrado. PRECAUCIÓN: ESTA REACCIÓN ES FUERTEMENTE EXOTÉRMICA. Evitar agitación innecesaria.
3. Deja reposar unos minutos y observa la formación de un anillo café.
4. Muestra: coloca 2 ml de filtrado de suelo en un tubo de ensayo. Añade gota a gota H_2SO_4 3M hasta acidificar (verificar acidez con papel tornasol).
5. Agrega 2 ml de solución saturada de FeSO_4 . Inclina el tubo 45° añadir despacio y resbalando por las paredes, 1 ml de H_2SO_4 concentrado. Sigue las indicaciones de la muestra testigo y compárala.

Cloruros método cuantitativo

1. Preparación del extracto acuoso: pesar 100g de suelo, adicionar 300 ml de agua destilada, agitar por 20 seg, dejar reposar 1 hr y volver agitar por 20 seg.
2. Filtrar la suspensión y tomar una alícuota de 50 ml del sobrenadante, en un matraz Erlenmeyer,
3. Verificar que el pH se encuentre entre 6 y 7.
4. Adicionar 1 ml de K_2CrO_4 , como indicador, mezclar
5. Titular con AgNO_3 0.014M hasta el vire de color amarillo a rojo ladrillo, medir el volumen gastado.
6. Cálculos:

$$\text{Ppm Cl} = \frac{V \text{ AgNO}_3(N \text{ AgNO}_3)(\text{Pequi CL})}{V_m}$$

Donde: V_m = volumen de muestra

pequiCl= 35.5g/pequi

V = volumen

N = normalidad

Carbonatos método cuantitativo

1. Pesar 2 gr de suelo y depositarlo en botella de plástico de 250 ml con tapón hermético, utilizar dos testigos, en los cuales no se adicione suelo en los cuales no se adiciona suelo solo HCl y otro con el compuesto de referencia 250mg CaCO_3 .
2. Adicionar 50 ml de HCl 0.1 M, agitar suavemente.
3. Tape la botella y eventualmente agitarla manualmente de manera suave. Dejar en reposo durante toda la noche.
4. Al día siguiente agite por dos horas en un agitador por vaivén.
5. Filtrar en un vaso de precipitado utilizando papel filtro del número 2.
6. Tomar 1 ml de la solución filtrada y colocarla en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
7. Adicionar 25 ml de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína

8. Titular NaOH 0.1M.

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{(M)(a-b)}{s} \times 250$$

Sulfato método Cuantitativo
 (Start 680 uv-vis Hach)

1. Llenar la celda con 10 ml del extracto 1:5 de agua-suelo de cada muestra.
2. Adicionar el reactivo contenido del sobre para sulfatos.
3. Mezclar para disolver el polvo y esperar 5 minutos
4. Preparar el blanco con 10 ml del extracto 1:5 agua-suelo de cada muestra
5. Introducir el blanco, llevar a cero, sacar,
6. Introducir la muestra y leer

DETERMINACIÓN DE METALES (Cu, Pb, Fe, Zn) POR ADSORCIÓN ATÓMICA

1. Pesar 4 g de muestra de suelo en un vaso de precipitados
2. Adicionar 10 ml de HNO₃ más 2 ml de H₂O₂
3. Mezclar por 10 min.
4. Tapar el vaso con un vidrio de reloj, calentar a reflujo dentro de una campana de extracción a 175°C por 10 min y a 50°C por 10 min, si se observa si se observa que la muestra de suelo no esta digerida y color de la solución no es amarillo paja se repite el calentamiento solo adicionando 2 ml de H₂O₂ hasta lograr el color amarillo paja.
5. Una vez que termino la concentración de los metales, aforar a 25 ml con agua desionizada.
6. Preparar los estándares para cada metal a partir de la solución patrón de acuerdo con el manual del equipo.
7. Medir la absorbancia de los estándares para establecer la línea de medición.
8. Medir la absorbancia de las muestras
9. Calcular las concentraciones de la muestra.

Bibliografía

Diario Oficial de la Federación. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM -021 -RECNAT -2000. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

López-Aguilar R., Murillo-Amador B., Benson-Rosas M., López-Arce E., Valle-Meza G. (2002). Manual de Análisis Químicos de Suelos. Editorial. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S. México.

Villas-Badía D., Oriol-Ortiz P., Dalmau-Martí C., (2016). El suelo en la educación pre-universitaria. Escuela Politécnica Superior-Huesca.

Casanova-Villareal, V.E., Santos-Chacón, N., Interián -Ku, V.M., Manual de Prácticas de Edafología, 2018.

Ahumada-Zurita C.J., Cardoza-Yamunaque, J., Sanjinez-Ayala, B, Siancas-Ipanaque, J., Silva-Aquino, D, Determinación de Cloruros en Suelos y Agregados. Método volumétrico, Universidad Nacional Piura.

López-Aguilar, R., Murillo-Amadoe, B., Berson-Rosas, M., López-Alce, E., Valle-Meza, G., Manual de Análisis Químico de Suelos. 2002