



Erika Esperanza Arbeláez Silva / Erika Alejandra Suárez Agudelo / Claudete Gindri Ramos

Manual de Prácticas de Laboratorio de Tratamiento y Gestión del Suelo I



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970
VIGILADA MINEDUCACIÓN

Manual de Prácticas de Laboratorio de Tratamiento y Gestión del Suelo I.
Erika Esperanza Arbeláez Silva, Erika Alejandra Suárez Agudelo,
Claudete Gindri Ramos. Barranquilla: Editorial Universitaria de la Costa
Sociedad por Acciones Simplificadas SAS, 2021

ISBN: 978-958-56772-6-5

58 páginas

- 1. Manuales de laboratorio**
- 2. Mecánica de suelos**
- 3. Gestión de Suelos**

624.I514 A795

Co-BrCuC

Esta obra es propiedad intelectual de sus autores y los derechos de publicación han sido legalmente transferidos al editor. Queda prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright©



Manual de prácticas de laboratorio de tratamiento y gestión del suelo

Erika Esperanza Arbeláez Silva
Erika Alejandra Suárez Agudelo
Claudete Gindri Ramos

ISBN: 978-958-56772-6-5

Primera Edición

Corporación Universidad de la Costa,
CUC

Diseño, diagramación y corrección de
estilo

Editorial Universitaria de la Costa
Sociedad por Acciones Simplificadas

SAS, Teléfono: (575) 336 2222

educosta@cuc.edu.co

Alfonso Romero Conrado
Director Editorial Universitaria de la
Costa Sociedad por Acciones
Simplificadas SAS

Hecho el depósito que exige la ley.

PRESENTACIÓN

El diseño de este Manual de Laboratorio fue planificado por los profesores del área de Procesos Industriales Sostenibles sobre la documentación de las practicas del Laboratorio para los estudiantes de ingeniería ambiental de la Universidad de la Costa. Como resultado profesores de la asignatura de Tratamiento y Gestión del Suelo diseñaron este manual que es la compilación de practicas de laboratorio para la determinación de propiedades físicas y químicas del suelo, y la elaboración de enmiendas del suelo. El suelo como un importante recurso natural para la vida y el equilibrio de ecosistemas.

Este manual se convierte en un producto de extensión que aportara en el proceso de enseñanza -aprendizaje a los estudiantes y profesores del área de las ciencias ambientales. Fue entonces que para cumplir con esta obra se realizó una revisión exhaustiva de métodos de análisis de propiedades del suelo.

Con la publicación de este Manual de Practicas de Laboratorio se convertirá en un aliado para aplicar los conocimientos teóricos en Tratamiento y Gestión del suelo.

Erika Suárez Agudelo

CONTENIDO

Introducción	2
1. Objetivo	3
2. Responsabilidades	3
3. Reglamento del Laboratorio	4
4. Identificación de Riesgos y Peligros	5
5. Modelo de Informe	6
6. Prácticas de Laboratorio	
6.1 Práctica 1: Reconocimiento de Materiales y Equipos	8
6.2 Práctica 2: Toma de Muestra de Suelo	10
6.3 Práctica 3: Preparación de la Muestra de Suelo para Análisis Físicoquímicos	12
6.4 Práctica 4: Determinación del Color del Suelo	15
6.5 Práctica 5: Determinación del Contenido de Humedad	18
6.6 Práctica 6: Determinación de la Materia Orgánica y Cenizas por Ignición	21
6.7 Práctica 7: Determinación de la Densidad Real - Aparente y Porosidad	24
6.8 Práctica 8: Determinación del pH del Suelo	29
6.9 Práctica 9: Determinación de la Conductividad Eléctrica del Suelo	31
6.10 Práctica 10: Capacidad de Intercambio Catatónico	33
6.11 Práctica 11: Determinación del Nitrógeno Total en el Suelo	36
6.12 Práctica 12: Enmiendas del Suelo	40
Bibliografía	50

INTRODUCCIÓN

Este manual de prácticas de laboratorio es una excelente herramienta para afianzar los conocimientos adquiridos durante las clases de Tratamiento y Gestión del Suelo en la Universidad de la Costa del programa de Ingeniería Ambiental.

La asignatura de Tratamiento y Gestión del Suelo está orientada a estudiantes de áreas de conocimiento en ciencias ambientales constituida por un componente teórico y práctico. Este manual de prácticas se constituye de 12 experiencias de laboratorio cuyas temáticas estimulan las competencias investigativas.

Se recomienda que el estudiante lea cuidadosamente cada guía de laboratorio antes de realizar la experiencia, tenga mucho cuidado al preparar las soluciones y sobre todo durante el desarrollo de cada práctica.

I. OBJETIVO

Establecer los lineamientos para las prácticas de laboratorio en Tratamiento y Gestión del Suelo para la comunidad académica en ciencias ambientales.

2. RESPONSABILIDADES

DIRECTOR DE LABORATORIOS

Gestionar los recursos necesarios para la ejecución y cumplimiento del Manual de Seguridad. Gestionar los implementos necesarios para ejecutar un trabajo seguro y que la planta física cumpla con las condiciones de seguridad pertinentes.

PROFESOR RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Debe conocer el Manual de Seguridad del Laboratorio.

Debe informar a los demás profesores sobre los requerimientos de seguridad en equipos, máquinas o herramientas que puedan afectar la salud.

Debe atender las intervenciones de regulación ambiental, seguridad y salud en el trabajo.

PROFESORES

Son los responsables de velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad en el laboratorio durante las prácticas.

Deben dar las instrucciones necesarias a los estudiantes sobre los riesgos si no cumplen las normas de seguridad.

Verificar que los estudiantes cumplan con el uso de los elementos de protección personal requerido según la práctica de laboratorio.

ESTUDIANTES

Deben cumplir con el Manual de Seguridad del laboratorio.

Debe cumplir con el Reglamento del laboratorio.

3. REGLAMENTO DEL LABORATORIO

- El uso de la vestimenta adecuada, deberá ser pantalón largo, zapato cerrado, el uso de la bata blanca manga larga anti fluidos es de carácter obligatorio, así como los elementos de protección requeridos para la práctica estipulada por el docente.
- Presentarse en todas las sesiones de laboratorios teniendo conocimientos de las prácticas o ensayos que van a realizar por lo que se deben revisar las guías de laboratorio previamente.
- Cada grupo de estudiantes o usuario es responsable de los materiales y equipos que le sean asignados.
- Verificar el buen estado de los equipos y elementos de laboratorios antes de iniciar las experiencias a realizar.
- Es responsabilidad del usuario informar al docente el estado del material recibido.
- Entregar los equipos e instrumentos en el estado en que fueron recibidos al docente de laboratorio e informar cualquier inconveniente.
- Deben llevar el material de trabajos solicitados por el docente respectivo, estos deben ser solicitados en la clase anterior.
- Mantener una conducta acorde al lugar sin juegos y un tono de voz moderado.
- Permanecer en el puesto de trabajo asignado durante el tiempo que dure la práctica o ensayo y sin abandonarlo previo consentimiento del docente o encargado de la práctica; el estudiante es responsable del cuidado del área de trabajo.
- Manipular y operar las maquinas, equipos, herramientas, reactivos y elementos en general, con la debida prudencia y precaución técnica, para garantizar la seguridad y mejor conservación de los mismos, según las indicaciones del docente.
- Reconocer y coadyuvar al cumplimiento del Protocolo de Seguridad en caso de accidentes realizado por Aseguradora de Riesgos Profesionales de la institución, así como portar el carné del seguro estudiantil.
- Es obligatorio en el momento de terminar las clases o ensayos la evacuación de todos de las instalaciones y hacer entrega del material completo y en las condiciones que fueron entregados (limpios y funcionales), salvo aquellos implementos que sean fungibles (papel filtro, tiritas de pH, etc.)
- Cuando se realicen prácticas extemporáneas (por fuera del horario de clase) se deben tener en cuenta los horarios disponibles en el laboratorio para esto. Se debe informar vía correo electrónico al docente de laboratorio y al docente con 72 horas previas a la realización de la práctica.

4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS

- **PELIGRO:** Es el origen con potencial de afectar la salud de los profesores y estudiantes durante las prácticas de laboratorio.
- **RIESGO:** Es la combinación de la contingencia de una situación o evento que afecte la integridad de los profesores y estudiantes con el rigor del daño que este pueda causar.

4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

- **Riesgo químico:** Es aquel producido cuando hay contacto sin uso de elementos de protección personal requeridos para manejo de sustancias químicas.
- **Riesgo biológico:** Contacto con las bacterias, los virus por la manipulación inadecuada de los desechos infecciosos.
- **Riesgo físico:** Es aquel que ocurre cuando nos exponemos a ruidos, vibraciones y altas temperaturas, principalmente cuando no se usan los elementos de protección personal.
- **Riesgos tecnológicos:** Se suele relacionar con las instalaciones industriales o equipamientos de alta tecnología.
- **Riesgos ambientales:** Afectación al medio ambiente por eventos de derrames de sustancias químicas, manejo inadecuado de residuos sólidos, contaminación del agua y del aire.

Se recomienda que para el manejo de residuos se cumpla lo siguiente:

Verde: Residuos de podas, servilletas sucias, papel aluminio, envolturas de alimentos, papel engrasado, papel y cartón húmedo, engrasados.

Gris: Papel, cartón, revistas, periódico y publicidad seco y sin grapas.

Azul: Tetrapack, botellas PET, desechables, bolsas limpias y secas.

Rojo: Elementos de protección personal desechables, material cortopunzante, biológico y todo aquel que tenga características de corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, inflamable, infeccioso o Patológico.

5. MODELO DE INFORME

TÍTULO DE LA PRÁCTICA

*Nombre de los estudiantes. En orden alfabético y de la siguiente forma: Pérez-Peréz, P.
Nombre de la asignatura, Grupo XX, Programa de XXX, Universidad de la Costa*

Correo electrónico de los integrantes del grupo.
Debe ser correo institucional

Nombre del profesor
Fecha de realización de la experiencia

RESUMEN

Deben incluir un resumen de toda la práctica, desde el inicio de la misma hasta los resultados obtenidos y si se cumplió o no con la experiencia. Máximo 180 palabras.

Palabras claves:

ABSTRACT

Resumen en inglés.
Ojo con los copy-paste de Google

Keywords:

<p>1. Introducción</p> <p>Esta debe incluir los objetivos inmersos.</p> <p>2. Marco Teórico</p> <p>Debe estar abreviado y redactado, máximo 2 páginas</p> <p>3. Metodología</p> <p>En esta se deben incluir: Materiales, Insumos, Equipos y Reactivos que se utilizaron en la práctica. Además de la descripción de cada uno de los métodos que se utilizaron. También debe incluir fotos de la experiencia realizada.</p> <p>4. Análisis y Discusiones</p> <p>En esta se debe incluir: Los resultados de la práctica, análisis de los resultados comparándolos con la normatividad vigente y otras referencias bibliográficas que DEBEN consultar. La lectura de resultados no cuenta como análisis.</p> <p>5. Cuestionario</p> <p>Se deben responder las preguntas que se incluyen en cada guía. Se debe redactar la respuesta y NO COPIAR Y PEGAR.</p>	<p>6. Conclusiones</p> <p>En esta se deben incluir los apartados finales del informe del cumplimiento de los objetivos y de qué manera se cumplieron.</p> <p>7. Bibliografía</p> <p>Las referencias deben ir en formato APA, y deben adicionar más referencias de las que aparecen en la guía. Se exige un mínimo de 10 referencias que se deben evidenciar durante el desarrollo del informe.</p> <p>Anexos</p> <p>En esta sección se adicionan todas las tablas, cálculos y gráficas que se generen de la práctica. Adicionalmente, estos deben estar debidamente referenciados y estar interconectadas con las secciones anteriores.</p> <p>Criterios de evaluación para informes de laboratorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de las normas • Marco Teórico • Metodología • Resultados y análisis de los resultados • Conclusiones • Anexos <p>Nota: Cada profesor es libre de establecer la rubrica para la evaluación.</p>
---	--

6. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

6.1 PRÁCTICA 1: RECONOCIMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Identificar los materiales y equipos en un laboratorio ambiental de suelos.

1.2 Objetivos Específicos

- Reconocer el uso y función de materiales y equipos de laboratorio.
- Implementar las normas de seguridad al manipular los materiales y equipos del laboratorio.

2. Marco Teórico

Actualmente, es indispensable impulsar al estudiante a desarrollar las capacidades indagatorias y de investigación a partir de la comprobación de la práctica con la teoría. Para ello, es importante el reconocimiento de las normas de seguridad en el laboratorio asociada a la naturaleza de los materiales y equipos con el propósito de saberlo usar correctamente en el momento oportuno.

Para las prácticas asociadas a los análisis del suelo se debe propender por garantizar que los resultados en los estudios de suelos tengan la menor variabilidad posible, que no solamente va a depender del estricto cumplimiento de las normas de ensayo sino también del buen estado de los materiales y equipos.

3. Materiales e insumos

- Todos los materiales necesarios para toma de muestra y análisis de la calidad del suelo, que se describen en cada una de las prácticas de este manual.

4. Procedimiento

- Los estudiantes se organizarán en grupos de trabajo.
- Los estudiantes deben reconocer el material y equipos de laboratorio.
- Tome nota y responda al cuestionario.

5. Cálculos

No aplica

6. Cuestionario

6.1 ¿Cuáles materiales y elementos de laboratorio identificaste? Diga su nombre y utilidad.

6.2 ¿Cuál es el manejo adecuado de residuos sólidos en el laboratorio?

6.3 ¿Cuál es la vestimenta adecuada para el trabajo en el laboratorio?

6.4 ¿Que recomendaciones generales de seguridad se deben tener en cuenta en un laboratorio?

6.5 ¿En qué consiste el Sistema Globalmente Armonizado?

7. Formato pre informe

No aplica.

6.2 PRACTICA 2: TOMA DE MUESTRA DE SUELO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Obtener una muestra de suelo por medio del cual se pueda diagnosticar correctamente su estado de “salud”.

1.2 Objetivos Específicos

- Reconocer las clases de muestreo de suelo.
- Considerar la exactitud en la toma de muestra de suelo, ante las determinaciones físico y químicas.

2. Marco Teórico

La toma de muestra es fundamental para el adecuado análisis de los resultados en la práctica de laboratorio. Considerando que el suelo es heterogéneo, con diferentes características de origen, topografía y tipos de vegetación entre otros. Es indispensable definir unidades más o menos similares, lo que permitirá establecer las unidades de muestreo (IGAC, 2006).

La unidad de muestreo se define como la fracción de un área homogénea, en cuanto al material parental, clima, relieve, vegetación, uso del suelo, manejo de tierras, tipo y grado de erosión. Existen varias clases de toma de muestras para determinar la contaminación de un suelo; el método seleccionado depende del objetivo, clase de contaminante e indicador (biológico, físico y/o químico). Entre los diferentes tipos de muestreo tenemos: muestreo en transecto, muestreo al azar, y muestreo en cuadrilla o rejilla. (ICONTEC, 1994).

3. Materiales e insumos

- Pala rectangular de aproximadamente 30 cm de longitud.
- Balde o recipiente para pesos hasta de 5 Kg.
- Cuchillo con pala ancha.
- Bolsas plásticas para empacar las muestras con capacidad para 2 Kg.
- Marcador permanente.
- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Barreno.
- Neveras tipo picnic.
- Planillas para recoger información.

4. Procedimiento

Método: Plan de muestreo en zigzag completamente al azar.

- Una vez de seleccionar y delinear las unidades prácticas de muestreo, establecer la profundidad de muestreo. Se recomienda en general; el patrón de muestreo es de 0 - 20 cm.
- Según el área de la unidad, establecer el número de sitios de muestreo, la distancia aproximada de separación entre cada uno y la ruta en zigzag que se seguirá para cubrir la unidad.
- Abrir un hueco a la profundidad de 0- 20 cm en forma de V o triángulo invertido; cortar una tajada uniforme en espesor (2 a 3 cm es lo indicado); eliminar unos dos centímetros de los lados y el borde superior y poner la muestra en el balde. Si la cobertura es de pastos, antes de tomar la muestra se debe retirar el césped para descubrir el suelo; de igual manera, se debe limpiar la capa de hojarasca del suelo cuando se encuentra bajo árboles.
- Repetir el paso anterior para cada sitio de muestreo dentro de la ruta zigzag establecida. Tener en cuenta el ir homogeneizando manualmente la muestra en el balde.
- Empacar en una bolsa plástica y cerrarla herméticamente y rotular.

5. Cálculos

No aplica

6. Cuestionario

6.1 Describa el lugar de la toma de muestra. Acompañelo de un mapa con su respectiva localización.

6.2 Realice una narración fotográfica de los elementos y momentos de la toma de muestra del suelo.

6.3 ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta para un muestreo del suelo?

6.4 ¿Cuáles son las precauciones que debes tener para una buena toma de muestra?

6.5 ¿Cuál es la diferencia entre unidad natural de muestreo y unidad practica de muestreo?

6.6 ¿En qué consiste los métodos de muestreo en transecto y cuadrícula o rejilla?

7. Formato de pre informe

No aplica.

6.3 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO PARA ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Preparar adecuadamente las muestras de suelo para sus posteriores análisis químicos y físicos.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad de fragmentos gruesos de una muestra de suelo.
- Aprender a acondicionar una muestra de suelo para la realización de análisis fisicoquímicos.

2. Marco Teórico

La muestra de suelo, al llegar al laboratorio, debe ser acondicionada como primer paso para la determinación de distintas propiedades constitutivas. Los tipos de pre tratamiento para este fin pueden ser: secado, tamizado, triturado, división y molienda en algunos casos.

Siendo esta una fase previa al análisis podría decirse que es gran importancia para poder obtener datos analíticos confiables en otras palabras datos de calidad sobre los cuales tomar decisiones o dictaminar algún tipo de contaminación.

Se debe tener en cuenta que existen metodologías de determinaciones analíticas que no requieren preparación de la muestra del suelo, es decir la muestra debe ser inalterada.

3. Materiales e insumos

Es importante resaltar que el uso de los implementos para la preparación de la muestra, no aporten contaminación a esta. Hay que tener especial cuidado que el material que utilizamos sea pertinente para el análisis que vayamos a realizar. Para esta práctica de laboratorio utilizaremos lo siguiente:

- Balanza de sensibilidad 0.01 g.
- Horno de secado, preferiblemente con ventilación forzada que mantenga una temperatura constante de 40°C.
- Martillo de goma.
- Bandejas metálicas o plásticas según requerimiento.
- Tamiz de 2 mm en acero inoxidable.
- Recipientes de plástico o de vidrio con tapa.
- Cuarteador.
- Pala pequeña.
- Espátula

4. Procedimiento

- En cuanto la muestra es ingresada al laboratorio, se procede con su registro y se hace una breve descripción de ella usando la terminología adecuada.
- Posteriormente se separa una porción de 500 g de la muestra de suelo, y se esparce sobre un recipiente plano (metal o plástico), una capa que tenga un espesor de aproximadamente 15 mm.
- Coloque la muestra a secar al aire libre y que no esté contaminado por 24 horas. La muestra no debe exponerse a la luz solar directa.
- Coloque una segunda muestra a secar en el horno y se deja a una temperatura de 40°C hasta que se pierda un máximo de 5% de la masa, por un tiempo de 24 horas.
- Nota: Tener en cuenta que la variación en el tiempo de secado depende de la muestra de suelo, se espera que para un suelo arenoso el tiempo de secado es de 24 horas máximo, para suelos arcillosos es de 48 horas y para suelos con alto contenido orgánico sea de 72 a 96 horas (ICONTEC, 2002).
- Eventualmente retirar la muestra del horno para homogeneizarla y deshace los terrones de la muestra del suelo de forma manual o con un martillo de goma; retirar las piedras, los restos de vegetales, trozos de vidrio y huesos.
- Tamice la totalidad de la muestra con el tamiz de 2 mm y registre el peso del material que pasa el tamiz y el que se retiene.
- Triturar el material mayor a 2 mm (terrones), volver a tamizar y mezclar con el material menor a 2 mm. Conservar los fragmentos gruesos que retiene el tamiz para determinar su porcentaje en la muestra.
- La muestra de fracción <2 mm se homogeneiza y se almacena en el recipiente plástico o de vidrio para ser sometidos a procedimientos analíticos. El remanente de la muestra del suelo es almacenado en un recipiente plástico como contra muestra.

5. Cálculos

El porcentaje de fragmentos gruesos retenidos en el tamiz y de suelo fino se calculan con las siguientes expresiones:

$$\%FG = \frac{PFG}{PFG+PSF} \times 100\%$$

$$\%FG = \frac{PSF}{PFG+PSF} \times 100\%$$

PFG= Peso en gramos de fragmentos gruesos

PSF= Peso en gramos de suelo fino

6. Cuestionario

6.1 Mencione los tipos de pretratamientos para muestras de suelo.

6.2 ¿En qué análisis se emplean muestras de suelo secadas al aire y en cuales secadas al horno a 40°C? Explique.

6.3 ¿Qué precauciones se deben tener para muestras de suelos contaminados?

7. Formato de pre informe

Integrantes:

Grupo:

Profesor:

Muestra	
Procedencia	

Peso (Kg)	Peso de suelo fino	Peso de Fragmentos Gruesos	% Suelo Fino	% de Fragmentos Gruesos

Muestra	
Procedencia	

Peso (Kg)	Peso de suelo fino	Peso de Fragmentos Gruesos	% Suelo Fino	% de Fragmentos Gruesos

6.4 PRÁCTICA 4: DETERMINACIÓN DEL COLOR DEL SUELO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar la determinación del color de una muestra de suelo con base en la carta Munsell.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar la presencia de materia orgánica, Hierro, Carbonatos y compuestos de Magnesio a partir del color del suelo.
- Describir el color del suelo utilizando la Tabla de Colores Munsell.

2. Marco Teórico

El color, es una de las más conspicuas y más elementales características propiedades del suelo, depende principalmente del tipo, cantidad y distribución de materia orgánica y varias sustancias minerales, esencialmente compuestos de hierro (J.M.Hodgson, 1987, pág. 36): La materia orgánica (humus y turba), el hierro en su estado de oxidación, reducción e hidratación; el magnesio y el material parental aportan color al suelo.

Por la coloración del suelo podemos asumir algunos de sus compuestos (Jiménez, 2001, pág. 55), como los siguientes:

El color rojizo que se desarrolla por el estado de oxidación del hierro, indicándonos que es un suelo con buena aireación. Algunas veces este color es porque tiene un buen drenaje porque es heredado del material parental.

- El color amarillo se debe a la presencia de óxidos de hierro hidratado (limonita).
- El color grisáceo se debe a la abundancia de cuarzo con ausencia de materia orgánica e incipiente meteorización química.
- El gris verdoso se presenta por la reducción de hierro y/o saturación de agua.
- El color oscuro se debe a la presencia de materia orgánica, así mismo, el color pardo se debe a la turba y el negro al humus.
- El color del suelo es importante para poder hacer predicciones sobre el comportamiento de ese suelo en cuanto a grado de evolución, cantidad y distribución de materia orgánica, drenaje del suelo y productividad.

Para ser más objetivo, preciso, abreviar en la descripción de campo y crear un lenguaje común internacional, se creó un sistema ordenado de descripción de color de un suelo denominado Munsell, el cual describe el color en base a tres variables que se obtienen al comparar el color del suelo con colores estándar que están ordenados en un libro denominado "Tabla Munsell". Las variables definidas son: matiz, denominada HUE en la tabla, la cual se refiere al color dominante reflejado por el suelo y es definido en base a cinco colores o mezclas de estos: azul, verde, amarillo, rojo y morado. La pureza o CHROMA es determinada por el número de longitudes de onda que refleja el suelo. La luminosidad o VALUE es una medida de lo claro u oscuro del color del suelo y tiene una escala de 0 a 10, siendo el 0 el color negro puro y el 10 el blanco puro. (Olivo, 2005, pág. 171).

3. Materiales e insumos

- Tabla Munsell.
- Espátula.
- Bandeja.
- Agua destilada.
- Muestra de suelo.
- Gotero.

4. Procedimiento

- Tomar con una espátula una porción de la muestra de suelo y colocarla en la bandeja.
- Por comparación, identificar la coloración en la carta Munsell con la que más se asemeje a la muestra de suelo.
- Realizar la lectura del color tomando del ángulo superior derecho la identificación "Hue" (Matiz), luego tomar de ordenadas la identificación "Value" (Brillo), tomar en abscisas la identificación "Chroma" (Saturación) para que finalmente se integren estas tres características e identificar el nombre asignado a ese valor en la página adyacente.
- La lectura debe realizarse con el suelo seco y húmedo.

5. Cálculos

No aplica

6. Cuestionario

6.1 ¿A qué se deben los rasgos negros u oscuros, rojos, amarillo, blanco, grises, azulados y verdosos de una muestra de suelo?

6.2 ¿En que influye el color en la temperatura del suelo?

7. Formato de pre informe

Muestra	Suelo Húmedo				Suelo Seco			
	HUE (Matriz)	VALUE (Brillo)	CHROMA (Saturación)	Notación Munsell	HUE (Matriz)	VALUE (Brillo)	CHROMA (Saturación)	Notación Munsell
1								
2								
3								
4								

6.5 PRÁCTICA 5: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar el porcentaje de humedad de una muestra de suelo con base en su masa.

1.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar el porcentaje de agua y de la muestra seca.
- Comprobar la correlación entre el comportamiento del suelo y sus demás propiedades.

2. Marco Teórico

La humedad en el suelo es una característica muy variable en el tiempo y en profundidad. Su disponibilidad es de suma importancia para mantener altos rendimientos agrícolas y su control es también fundamental en el manejo de procesos de transformación de la biomasa. (Lozano-Rivas, 2018). Esta se encuentra en la zona no-saturada, donde el suelo está formado por diferentes capas u horizontes (perfil de suelo) cada uno con diferentes propiedades (Arnell, 2002). Al ser la humedad del suelo una de las variables principales del ciclo del agua, su papel en la hidrología y meteorología es fundamental, (Western et al., 2002). En el caso de la hidrología, la humedad del suelo controla: escurrimiento, infiltración, almacenamiento y drenaje y es determinante en el agua que se pierde a la atmósfera a través de la evapotranspiración del suelo incluyendo la transpiración de la vegetación presente y la evaporación de los suelos desnudos. En meteorología, determina la energía de partición de la radiación solar incidente en la superficie terrestre al impactar los flujos de energía latente y sensible (Aura Torres, 2014).

En esta práctica se realizará la determinación de esa fase líquida del suelo. La fase líquida o agua ocupa total o parcialmente esos espacios porosos del suelo. En estos espacios no solo se estima tener agua si no también, sustancias en disolución o en suspensión el cual es muy variable a lo largo del día. Adicionalmente, en esta fase se permite que haya reacciones químicas y otras transformaciones en el suelo con el objetivo de suministrar agua y nutrientes a las plantas.

3. Materiales e insumos

- Horno de secado a $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, preferiblemente de convección forzada que pueda mantener una temperatura uniforme.
- Balanza analítica (0.0001 g).
- Cápsulas con tapa.
- Desecador.
- Guantes resistentes al calor.
- Espátula.
- Pinzas.
- Muestra de suelo.

4. Procedimiento

Para determinar la humedad, la muestra de suelo debe prepararse conforme a la **PRÁCTICA 3: PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS** de este manual.

- Se registra la masa de la cápsula vacía con tapa, esta debe estar limpia y secada previamente.
- Pese aproximadamente 10 g de suelo húmedo en la cápsula, registre los dígitos significativos que se requieran.
- Coloque la cápsula con la muestra húmeda de suelo en el horno de secado a una temperatura de 105 °C por 15 h; no cubrir completamente la cápsula.
- Se retira la muestra del horno y se coloca en un desecador hasta que se equilibre la temperatura con la del ambiente del laboratorio.
- Finalmente pesamos la cápsula con la muestra de suelo seco y hacemos el registro.

5. Cálculos

La humedad se calcula de la siguiente manera:

$$pW\% = \frac{(P_{mh} - P_c) - (P_{ms} - P_c)}{(P_{ms} - P_c)} \times 100$$

Donde,

pW = Porcentaje de humedad expresado con base en muestra de suelo seco a 105°C

P_{mh} = Peso de la cápsula con la muestra antes del secado a 105°C, en g.

P_{ms} = Peso de la cápsula con la muestra después del secado a 105°C, en g.

P_c = Peso de la cápsula, en g.

6. Cuestionario

6.1 ¿A qué propiedades físicas del suelo se le atribuye la capacidad de retener humedad?

6.2 ¿Cuáles fueron las precauciones que se tuvieron en cuenta para realizar la practica?

6.3 ¿En qué consiste el método de determinación de contenido de humedad con base en el volumen?

7. Formato de pre informe

Integrantes:

Grupo:

Profesor:

Muestra	P_{mh} (g)	P_{ms} (g)	P_c (g)	P_w (g)
1				
2				
3				
4				

6.6 PRÁCTICA 6: DETERMINACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA Y CENIZAS POR IGNICIÓN

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar el porcentaje de materia orgánica de una muestra de suelo.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de materia orgánica disponible en el suelo.
- Reconocer la importancia de la materia orgánica del suelo.

2. Marco Teórico

La materia orgánica, es una mezcla de diferentes sustancias orgánicas las cuales cumplen un importante papel en los suelos agrícolas. Aun, cuando constituye una pequeña porción de los suelos, es un componente complejo con influencia en muchas propiedades y procesos del suelo que tiene múltiples beneficios. (Sierra, 2015).

La materia orgánica tiene la propiedad de absorber sustancias peligrosas (Vangestel, 1996). Entre tanto la aplicación de enmiendas orgánicas aumenta la degradación de estas.

Para el propósito que nos ocupa la determinación de materia orgánica en la muestra de suelo se realiza por el método de pérdida de peso por ignición. El método se basa en la ignición de una porción de suelo seco y molido en una mufla, a una temperatura en la que causa la pérdida de la materia orgánica del suelo en forma de CO₂ y vapor de agua. (Rodríguez, 2015)

3. Materiales e insumos

- Mufla que establezca la temperatura en 550°C.
- Balanza analítica (0.0001 g).
- Crisol o cápsula.
- Desecador.
- Guantes resistentes al calor.
- Espátula.
- Pinzas para crisol.
- Muestra de suelo.

4. Procedimiento

- Se toma la muestra utilizada para determinación de la humedad a 105 °C sin la tapa.
- Con la muestra en la mufla se eleva la temperatura hasta alcanzar los 550°C por 4 horas.
- Transcurrido el tiempo se retira la muestra de la mufla y se coloca en el desecador hasta que se pueda igualar la temperatura con la del laboratorio y se determina su masa.

5. Cálculos

Para determinar la cantidad de ceniza, se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de ceniza} = (C \times 100) / A$$

Donde,

C = Es la masa de la ceniza, expresada en g.

A = Es la masa de la muestra original tomada de la determinación de la humedad (aprox. 10.0g)

Posteriormente, para determinar la materia orgánica se refiere a la diferencia del porcentaje de humedad y porcentaje de ceniza.

$$\text{Porcentaje de materia orgánica} = 100 - (D + E)$$

Donde:

D = Es el porcentaje en masa de la humedad con respecto a la masa de la muestra original.

E = Es el porcentaje en masa de cenizas con respecto a la masa inicial de la muestra original.

6. Cuestionario

6.1 ¿En que difiere propiedad y estado?

6.2 ¿Cómo se clasifica la materia orgánica del suelo?

6.3 ¿Cómo afecta la materia orgánica al pH?

6.4 ¿Cuáles son las fases de descomposición de los residuos orgánicos?

7. Formato de pre informe

Integrantes:

Grupo:

Profesor:

Muestra	Peso del crisol o cápsula (g)	Humedad del suelo (%)	Suelo Seco (g)	% Cenizas (g)	% Materia orgánica

6.7 PRACTICA 7: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD REAL - APARENTE Y POROSIDAD

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar la densidad aparente y real del suelo y a partir de estas calcular la porosidad.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la densidad real del suelo mediante el método del picnómetro.
- Determinar la densidad aparente del suelo por el método de la parafina.
- Calcular la porosidad de la muestra de suelo.

2. Marco Teórico

En el suelo encontramos dos tipos de densidades: la densidad real y la densidad aparente. La densidad real se define como la relación entre la unidad de peso y la de volumen de la fase sólida del suelo, mientras que la densidad aparente es el peso de la unidad de volumen del suelo con su espacio poroso. Por lo anterior, podemos definir que la porosidad es el volumen ocupado por la fase líquida y/o gaseosa y esta puede ser calculada de la densidad real y aparente. (Rodríguez, 2015).

En los suelos arcillosos encontramos que los poros son pequeños y estrechos, mientras que, los suelos arenosos tienen los poros grandes y forman canales continuos. (SENA, 2013). La densidad aparente que tienen los suelos está influenciada por: la materia orgánica, el material parental y el nivel de compactación. (Solís, 2006), mientras que la densidad real está determinada por los compuestos químicos y minerales de la fase sólida del suelo.

Para el estudio de esta práctica utilizaremos el método del picnómetro para determinar la densidad real de una muestra de suelo y el método de la parafina para la densidad aparente, a partir de estas dos variables calcularemos la porosidad de la muestra.

3. Materiales e insumos

- Balanza analítica 0.0001 g
- Picnómetro.
- Termómetro.
- Plancha de calentamiento.
- Agua destilada.
- Embudo.
- Beaker de 250 ml
- Espátula
- Muestra de suelo secada a 105 °C.
- Parafina con densidad de 0.9 g/cm³.
- Terron de suelo que tenga un diámetro aprox. de 2 - 5 cm

4. Procedimiento

- Registrar el peso de un picnómetro limpio y seco con su tapa.
- Agregue 10 gramos de suelo previamente secado.
- Registre el peso del picnómetro con la muestra de suelo y su tapa.
- Luego agregue agua destilada hasta el medio del picnómetro y colóquelo en la placa calefactora.
- Empiece a calentar y remueva el aire de su interior haciendo movimientos suaves, hasta su ebullición.
- Retire el picnómetro de la placa y enfríe; agregue agua destilada hasta colmar el picnómetro nuevamente.
- Coloque la tapa y seque el picnómetro.
- Registre el peso del picnómetro con el agua, el suelo y la tapa.
- Desocupe el picnómetro completamente y llénelo con agua destilada.
- Mida la temperatura del agua.

Densidad aparente

- Tomar una muestra de terrón de suelo inalterado
- Registrar la masa del terrón seco
- Amarrar el terrón con un hilo
- Derretir cantidad suficiente de parafina y sumergir los terrones hasta que se cubran completamente

- Retirar los terrones y dejarlos secar al aire
- Después de secos los terrones con parafina se pesan
- Llenar con agua una probeta de 100 ml. hasta la marca de 50 ml.
- Sumergir el terrón con parafina en el agua
- Registrar el dato del volumen desplazado

5. Cálculos

Densidad real

Para determinar la densidad real, tener en cuenta hacer la corrección por la temperatura del agua.

$$Dr = \frac{dW(Ws - Wa)}{(Ws - Wa) - (Wsw - Ww)}$$

Donde:

Dr = Densidad real.

Dw = Densidad del agua a la temperatura observada.

Ws = Peso del picnómetro más el suelo.

Wa = Peso del picnómetro vacío.

Wsw = Peso del picnómetro más suelo más agua.

Ww = Peso del picnómetro más agua.

Temperatura °C	Densidad del agua g/ml
18	0.99897
20	0.99862
22	0.99823
24	0.99780
26	0.99732
28	0.99681

Densidad aparente

$$Da = \frac{A}{C \left[\frac{(B) - (A)}{0.9} \right]}$$

Da = Densidad aparente.

C = Volumen desplazado.

B = Peso del terrón de suelo parafinado.

A = Peso del terrón sin parafinar

0.9 = Densidad de la parafina.

Porosidad

$$\%P = 100 - \frac{Da}{Dr} \times 100$$

Donde:

%P = Porosidad

Da = Densidad aparente

Dr = Densidad real

6. Cuestionario

6.1 ¿Cuál es la importancia de la densidad real, aparente y porosidad del suelo?

6.2 ¿Cuáles son las densidades aparentes de los suelos arcillosos, arenosos y francos?

6.3 ¿Como varia la densidad aparente en los suelos con la profundidad?

6.4 ¿Anote tres métodos utilizados para determinar densidad aparente?

6.5 ¿Cuál es la razón por lo que la densidad real difiere tanto de la densidad aparente?

6.6 ¿Porque razones la textura, la estructura y la materia orgánica influyen en la densidad aparente en el suelo?

7. Formato de pre informe

Integrantes:

Grupo:

Profesor:

DENSIDAD REAL						
Muestra	Dw	Ws	Wa	Wsw	Ww	Dr
1						
2						
3						
4						

DENSIDAD APARENTE					
Muestra	A	B	C	Densidad de la parafina	Da
1					
2					
3					
4					

POROSIDAD			
Muestra	Densidad Aparente	Densidad real	Porosidad
1			
2			
3			
4			

6.8 PRACTICA 8: DETERMINACIÓN DEL pH DEL SUELO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar del pH o acidez activa de los suelos, a través de método potenciométrico.

1.2 Objetivos Específicos

- Aprender a utilizar el equipo medidor de pH del suelo.
- Realizar la medición de pH de la muestra y clasificarla.

2. Marco Teórico

El pH es una de las determinaciones basadas en la medida de actividad de hidrogeno ionizado en la solución del suelo, el cual se lleva a cabo con bastante frecuencia por ser el más indicativo de las propiedades químicas del suelo.

El valor de pH determinado indica la acidez y la basicidad del suelo, adicionalmente determina la disponibilidad de muchos otros elementos indispensable para el buen desarrollo de las plantas. La acidificación del suelo es un indicador de un exceso de aplicaciones de fertilizantes ricos en nitrógeno, y pérdida de este por lixiviación.

Para la determinación de la concentración del pH utilizamos metodologías volumétricas, colorimétricas o potenciométricas. De estas metodologías, el método potenciométrico es el más preciso y exacto (Thomas, 1996).

3. Materiales e insumos

- Medidor de pH.
- Equipo de agitación magnética.
- Varilla de vidrio.
- Termómetro.
- Beaker de 150 ml.
- Agua debe ser desionizada o destilada con un pH mayor a 5,6 y una conductividad eléctrica menor a 0,2 mS/m ($2 \mu\text{S}/\text{cm}$) a 25°C.
- Muestra de suelo secada a 40°C.

4. Procedimiento

Método Potenciométrico

- Se toma una porción representativa del suelo, entre 10 g y 20 g y se deposita en el recipiente de la muestra.
- Se adiciona un volumen de agua equivalente al peso de la muestra (relación 1:1 (peso/volumen)). Si el suelo genera una solución demasiado pastosa esta puede modificarse empleando relaciones 1:2 a 1:5, según sea el caso.
- Se agita la suspensión con el equipo de agitación durante 20 min o intermitentemente durante 1 hora, si la agitación se realiza manualmente.
- Se mide el pH en la suspensión, inmediatamente después o durante la agitación. Se realiza la lectura cuando el pH cuando sea estable.

5. Cálculos

No aplica

6. Cuestionario

- 6.1 Mencione la disponibilidad de nutrientes del suelo según el pH.
- 6.2 ¿Cómo contribuye el Al^{3+} a la acidez del suelo?
- 6.3 ¿Cuál fue la lectura del método potenciométrico directo y con dilución?
- 6.4 Mencione cuáles son los rangos óptimos de pH para el crecimiento de las plantas.
- 6.5 ¿Qué efecto tiene en los cultivos, los suelos fuertemente ácidos o alcalinos?
- 6.6 ¿Cómo puede afectar la lluvia el pH del suelo?

7. Formato de pre informe

No aplica

6.9 PRÁCTICA 9: DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar de la conductividad eléctrica del suelo a través de un método electrométrico.

1.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar la concentración de sales disponibles en la muestra del suelo.
- Clasificar el suelo según el resultado obtenido de conductividad.

2. Marco Teórico

La conductividad que es la forma indirecta de la medida de salinidad del suelo. Además, mide la capacidad de conducción de corriente eléctrica de un material. Los altos contenidos de sales en el suelo afectan considerablemente la salud de las plantas y dificultan la penetración del agua en el suelo compactándolo superficialmente. Estas aparecen de forma natural y también son el resultado del uso y manejo del suelo. Los sustratos deben tener una conductividad eléctrica menor a $1 \text{ dS m}^{-1} (1+5 \text{ v/v})$ para evitar la fitotoxicidad y tener un mejor programa de manejo de fertilización del suelo. (Lorena A. Barbaro). La conductividad eléctrica de la solución de suelo cambia dependiendo del contenido de humedad presente en este.

La medida de conductividad eléctrica del suelo debe reportarse con una cifra decimal y expresada en dS/m .

3. Materiales e insumos

- Medidor de conductividad.
- Equipo de agitación magnética.
- Varilla de vidrio.
- Termómetro.
- Beaker de 150 ml.
- Agua debe ser desionizada o destilada con un pH mayor a 5,6 y una conductividad eléctrica menor a $0,2 \text{ mS/m}$ ($2 \text{ }\mu\text{S/cm}$) a 25°C .
- Papel filtro.
- Embudo.
- Muestra de suelo secada a 40°C .

4. Procedimiento

- Se toman 20g del suelo y se deposita en el beaker.
- Se adiciona 100 ml de agua y agitar por 30 minutos.
- Dejar reposar por mínimo de 12 horas para luego filtrar.
- Se mide la conductividad eléctrica de acuerdo con lo establecido en el manual del equipo.
- Realice las mediciones con la temperatura corregida a 25°C.

5. Cálculos

No aplica

6. Cuestionario

6.1 ¿Cuáles son los factores que afectan la medición de la conductividad eléctrica del suelo?

6.2 ¿Cómo puede la Conductividad Eléctrica de un suelo afectar un cuerpo de agua cercano?

6.3 ¿Cómo es la conductividad eléctrica en diferentes tipos de suelos?

7. Formato de pre informe

No aplica

6.10 PRÁCTICA 10: CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar la Capacidad de Intercambio Cationico (CIC) en una muestra de suelo.

1.2 Objetivos Específicos

- Reconocer los diferentes métodos de determinación de capacidad de intercambio cationico.
- Interpretar la información de las aplicaciones de la CIC del suelo.

2. Marco Teórico

El intercambio cationico es una propiedad importante del suelo, los cationes cambiables intervienen en la estructura, el régimen hídrico y gaseoso, la actividad biológica y la reacción del suelo. (Fassbender, 1994). Entre los cationes más importantes para el desarrollo de los cultivos tenemos el calcio, magnesio, potasio y sodio y los cationes ácidos como lo son el hidrógeno y el aluminio.

El termino capacidad de intercambio, hace referencia al equilibrio químico entre la absorción de cationes de la fase acuosa y la liberación iones en cantidades equivalentes (la suma de los cationes intercambiables). Es decir, que hay una relación directamente proporcional entre la CIC y la retención de cationes, este dependerá del contenido de arcillas y materia orgánica.

La CIC, es indicadora de la fertilidad del suelo porque interviene en la presencia de nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Además, afecta la cantidad y frecuencia del uso de fertilizantes. (INTAGRI S.C., s.f.)

3. Materiales e insumos

- Agitador recíproco.
- Balanza analítica (0.0001 g).
- Bomba de vacío
- Frascos o Erlenmeyer de 250 ml.
- Montaje de filtración al vacío.
- Papel filtro.
- Bureta de 50 ml.
- Soporte universal.
- Gancho para bureta

- Beaker de 250 ml.
- Varilla de vidrio.
- Acetato de amonio 1N o 1M pH 7.0
- Alcohol etílico de 95%
- Cloruro de Sodio al 10%
- Formaldehído del 37 % en dilución 1:1 en agua destilada, neutralizado a pH 7 con hidróxido de sodio.
- Hidróxido de sodio 0,2 N.
- Fenolftaleína 1 % preparada en etanol al 96%.

4. Procedimiento

- Pesar 5 g de suelo, transferir a un Erlenmeyer de 200 ml y adicionar 30 ml de Acetato de Amonio 1 N, se agita por 30 min en el agitador reciproco o dejar en contacto con la solución toda la noche.
- Filtrar la suspensión al vacío. Si el filtrado obtenido es turbio debe repetirse la filtración.
- Realizar lavado de la muestra de suelos contenida en el Buchner, con una solución de etanol al 95% en 5 porciones de 10 ml. por cada adición.
- Realizar paralelamente un blanco de proceso.
- Luego se realizan lavados con Cloruro de Sodio 10% en 5 porciones de 10 ml. recibiendo el filtrado en un Erlenmeyer limpio.
- Agregar al filtrado 20 ml de Formaldehído.
- Agregar 5 gotas de fenolftaleína al filtrado y titular con Hidróxido de Sodio 0.2 N hasta un cambio a color rosa pálido que permanezca más de un minuto.

5. Cálculos

La CIC se expresa como 1 meq / 100 g. y se calcula de la siguiente manera:

$$CIC = \frac{(Vm-Vb) \times N_{NaOH} \times (100 \times Pw)}{W_{ms}}$$

En donde:

V_m es el volumen (ml) del NaOH consumido en la titulación de la muestra.

V_b es el volumen (ml) del NaOH consumido en la titulación del blanco.

N_{NaOH} es la normalidad de la solución de NaOH.

W_{ms} es el peso en gramos de la muestra seca.

P_w es la humedad de la muestra a 105 °C, expresada sobre base seca.

6. Cuestionario

6.1 ¿Cómo varia la determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico con la clase de suelo?

6.2 ¿Cuáles son los factores que controlan el intercambio iónico?

7. Formato de pre informe

Integrantes:

Grupo:

Profesor:

Muestra	Volumen de NaOH consumido en la titulación de la muestra	Volumen de NaOH consumido en la titulación del blanco	Humedad de la muestra a 105 °C, expresada sobre base seca P_w	Volumen en mililitros del NaOH
1				
2				
3				
4				

6.II PRÁCTICA II: DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL EN EL SUELO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar el Nitrógeno Total en una muestra de suelo por el método Kjeldahl.

1.2 Objetivos Específicos

- Implementar las técnicas de digestión, destilación y titulación para un correcto análisis de Nitrógeno
- Comparar los niveles de Nitrógeno de muestras de suelo que hayan recibido tratamiento químico y otra muestra con tratamiento orgánico.

2. Marco Teórico

El Nitrógeno total (Nt) es una propiedad fundamental para la evaluación de la fertilidad del suelo, para ello el método Kjeldahl es el más usado (Bremner y Mulvaney, 1982), el cual consiste en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico H_2SO_4 y una serie de catalizadores. (Jarquín-Sánchez, Salgado-García, Palma-López, Camacho-Chiu, & Guerreto-Peña, 2011).

El Nitrógeno del suelo presenta un ciclo continuo, cambiando de una forma química a otra. (USDA, 1999). Por tal razón existen otros métodos para determinar el contenido de Nitrógeno en sus otras formas.

Los microorganismos del suelo fijan el nitrógeno y lo convierten en nitrógeno orgánico, que hace parte de la materia orgánica del suelo. Cada transformación del nitrógeno depende de los microorganismos en condiciones ambientales óptimas. (USDA, 1999).

3. Materiales e insumos

En esta práctica se analizarán dos muestras de suelo, una en la que el suelo haya recibido tratamiento químico y otro tratamiento orgánico.

- Balanza analítica (0.0001 g.)
- Equipo de digestión y de destilación para Nitrógeno.
- Agitador magnético.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Bureta de 50 ml.
- Beaker de 250 ml. y de 100 ml.

- Varilla de vidrio.
- Probeta de 100 ml. y 50 ml.
- Soporte Universal.
- Agua destilada.
- Solución de Hidróxido de Sodio al 40 %.
- Ácido Sulfúrico al 98% (H₂SO₄).
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N
- Solución de ácido sulfúrico 0.01 N
- Ácido Clorhídrico.
- Ácido Bórico 4%.
- Catalizador o pastillas Kjeldahl.
- Indicador mixto: disuelva en 100 ml de alcohol etílico de 95 %, 0,5 g de verde de bromocresol y 0,1 g de rojo de metilo. Ajuste el pH a 4,5 con HCl o NaOH diluidos (0,01N) según el caso.

4. Procedimiento

Método Kjeldahl (oxidación por vía húmeda).

Etapas de Digestión de la muestra.

Esta etapa de digestión ocurre en presencia de sustancias catalizadoras para convertir el nitrógeno del suelo a nitrógeno amoniacal.

- Pese entre 0,1 g y 0,5 g de muestra seca de suelo a 40 °C.

Nota: Desde 0,1 g para muestras predominantemente orgánicas y hasta 0,5 g para muestras predominantemente minerales.

- Coloque la muestra en el tubo de Kjeldahl usado para la digestión.
- Agregue 0,2 g de la mezcla catalizadora de Kjeldahl y 3 ml de ácido sulfúrico al 98%.
- Realice la digestión de la muestra calentándola gradualmente hasta 400 °C por 2 horas.
- Enfríe el recipiente de digestión hasta una temperatura aproximada de 60 °C.

Etapa de destilación de la muestra

Configure el equipo de destilación para que adicione a la muestra 20 ml de agua y cuidadosamente 20 ml de solución de Hidróxido de Sodio al 40 %.

- Inicie la destilación, recibiendo el destilado dentro de la solución receptora de ácido bórico al 4 % o en la solución de ácido bórico que contiene indicador mixto, hasta que hayan destilado mínimo 100 ml y el destilado obtenido tenga pH neutro.

Nota: La solución receptora de ácido bórico debe permanecer por debajo de los 45 °C para prevenir la pérdida de amonio.

Etapa de titulación de la muestra

- Titule el destilado con una solución valorada de HCl o H₂SO₄ 0,01 N a 0,2 N, hasta que el indicador vire a rojo.

Nota: Se lleva un blanco con los reactivos, el cual se somete al mismo proceso de la muestra.

5. Cálculos

El contenido de nitrógeno total se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$\%N \text{ total} = \frac{1,4 (A - B)N}{M}$$

A = Volumen de solución titulante usado en la muestra, en mililitros.

B = Volumen de solución titulante usado en el blanco, en mililitros.

N = Normalidad de la solución titulante de ácido sulfúrico o clorhídrico.

M = Peso de la muestra en gramos.

1,4 = Peso miliequivalente del nitrógeno por 100

6. Cuestionario

6.1 ¿Cómo se determinan los nitratos y nitritos en suelos salinos?

6.2 ¿En qué consiste el método Dumas para determinar nitrógeno en suelos?

6.3 ¿Cuál es la importancia del nitrógeno en el suelo?

7. Formato de pre informe

Integrantes:

Grupo:

Profesor:

Muestra (g)	Volumen de solución titulante (ml) en la muestra	Volumen de solución titulante (ml) en el blanco

6.12 PRÁCTICA 12: ENMIENDAS DEL SUELO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Evaluar las características de una muestra de compost.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar las metodologías utilizadas para determinación de características del compost.
- Determinar las características de una muestra de compost en el laboratorio.
- Analizar la caracterización de una muestra de compost para su correcta utilización en los suelos.

2. Marco Teórico

Los residuos orgánicos en general, cuentan con la presencia de nutrientes. Como lo indica su nombre, estos provienen de una gran cantidad de desechos que son generados día a día; el compostaje es una de las técnicas que aparece como una forma de mantener un equilibrio sustentable y moderado del recurso suelo, devolviendo así en forma de pago un poco de esos nutrientes que son disminuidos por la constante explotación de dicho recurso.

Teniendo en cuenta lo anterior, de acuerdo con las características y condiciones que tenga el compost producido, así será su potencial uso en el proceso de recuperación de suelos y para el crecimiento de flora y microorganismos.

3. Materiales e insumos

Preparación de la muestra y determinación de humedad

- Horno de secado de la muestra.
- Molino.
- Balanza analítica (0.0001 g.).
- Recipiente para el secado de la muestra.
- Cuarteador manual.
- Tamiz No. 35 ASTM (0.5 mm).
- Desecador.

Densidad

- Balanza analítica (0.0001 g.).
- Probeta de 50 ml.
- Espátula.
- Embudo de vidrio.

pH

- Equipo medidor de pH.
- Balanza analítica (0.0001 g.).
- Beaker de 150 ml.
- Espátula.
- Agua destilada.
- Varilla de vidrio.

Carbono Orgánico oxidable Total

- Balanza analítica (0.0001 g.)
- Cabina extractora de gases y humos.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Bureta de 50 ml.
- Pipetas 10 ml.
- Probeta de 50 ml. y 100 ml.
- Beaker de 100 ml.
- Espátula.
- Agua destilada.
- Ácido Sulfúrico al 98%.

- Solución de Dicromato de Potasio 1.0 N.
- Ácido ortofosfórico concentrado.
- Ortofenantrolina.
- Solución de sulfato ferroso amónico 0,5 N

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

- Balanza analítica (0.0001 g.).
- Bomba de vacío.
- Agitador recíproco.
- Montaje para realizar filtración al vacío.
- Varilla de vidrio.
- Papel filtro.
- Frascos de vidrio.
- Bureta de 50 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Beaker de 250 m.
- Agua destilada.
- Solución de Acetato de Amonio 1N de pH 7.0.
- Etanol al 95%.
- Solución de Hidróxido de Sodio 0.1 N.
- Solución de Formaldehido neutralizado al 37%.
- Fenolftaleína al 1% en solución alcohólica.

Nitrógeno Total Kjeldahl

- Balanza analítica (0.0001 g.).
- Equipo digestor de Kjeldahl.
- Destilador de Kjeldahl.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Varilla de vidrio.
- Probeta de 100 ml.
- Beaker de 250 ml.
- Espátula.
- Bureta de 50 ml.
- Soporte universal.
- pH metro.
- Agitador magnético.
- Ácido Sulfúrico al 98%.
- Tabletas de Kjeldahl.
- Solución de Hidróxido de Sodio al 45%.
- Solución de Ácido Clorhídrico o Sulfúrico al 0.3 – 0.5 N.
- Indicador Rojo de Metilo.
- Solución de Hidróxido de Sodio al 0.3 – 0.5 N.

4. Procedimiento

Preparación de la muestra y determinación del contenido de Humedad

- Cuartear la muestra original.
- Pesar el recipiente vacío donde se colocará la muestra para determinar la humedad.
- Se pesan aproximadamente 400 g de muestra.
- Colocar el recipiente en el horno a una temperatura constante de 70 °C durante 24 h.
- Cumplido el tiempo retirar del horno, y dejarlo en el desecador hasta que la muestra registre un peso constante.
- Se retira del desecador y se pesa.
- Posteriormente se muele la muestra.
- Tamizar la muestra de suelo (tamiz No. 35 ASTM (05, mm).
- Empacar la muestra en recipientes rotulados.

Densidad

- Pese la probeta de 50 ml. vacía, limpia y seca.
- Tare la balanza.
- Agregue una cantidad de material hasta alcanzar 30 ml.
- Registre la lectura del volumen ocupado por la muestra.
- Determine el peso de la probeta con el material.
- Se realizan tres valores con porciones de muestras diferentes.

pH

- Realizar la calibración del equipo medidor de pH con las soluciones reguladoras de pH 7,0 y pH 4,0 (soluciones buffer).
- Se introduce el electrodo de vidrio en la pasta saturada y se registra la lectura.

- Luego filtrar al vacío y realizar lavados del residuo con 5 porciones de 10 ml de acetato de amonio.
- Luego se lava con 5 porciones de 10 ml cada una de etanol al 95 %.
- Se sustituye el Erlenmeyer por otro limpio.
- Lavar nuevamente el residuo que está en el papel filtro con 5 porciones de 10 ml cada una, de solución de NaCl al 10%.
- Desconecte el Erlenmeyer de la bomba de vacío y adicione al filtrado 10 ml de formaldehído al 37%, unas gotas de fenolftaleína.
- Titule el filtrado con NaOH 0,1N.
- Se lleva simultáneamente un blanco de reactivos.

Nitrógeno Total Kjeldahl

- Pesar entre 0.7 g. a 2.2 g de muestra y colocarlo en el tubo de Kjeldahl y llevarlo al digestor de Nitrógeno.
- Cuando las muestras contienen nitratos, adicionar 40 ml de ácido sulfúrico que con 2 ml de ácido salicílico. Agitar y se dejar reaccionar durante 30 minutos mezclando periódicamente, posteriormente se le agregan 5 g de Tiosulfato de sodio.
- Esta mezcla se agita y se le deja en reposo 5 minutos se le hace un leve calentamiento hasta que disminuya la espuma.
- Se agrega al tubo de Kjeldahl 2.0 g de la mezcla catalizadora y 5 ml de ácido Sulfúrico.
- Colocar el tubo en posición inclinada y se calienta hasta que no halla presencia de espuma.
- Se calienta el tubo de Kjeldahl por dos horas.
- Después de la digestión, se enfría el tubo de Kjeldahl y se programa el destilador para que agregue automáticamente 200 ml de agua destilada y 60 ml. de Hidróxido de Sodio al 45% y se coloca el Erlenmeyer donde se recibirá la muestra con una cantidad conocida de la solución de ácido Clorhídrico o Sulfúrico 0.3 a 0.5 N usando como indicador Rojo de Metilo.
- Se realizará un blanco de procesos para corregir el ensayo.
- Se recogerán 150 ml del destilado como mínimo.
- Finalmente se valora la solución destilada con una alcalina de Hidróxido de Sodio 0.3 o .05 N. usando como indicador 2 gotas de rojo de metilo.

5. Cálculos

Preparación de la muestra y determinación del contenido de Humedad.

Expresar en porcentaje y calcular según la ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso muestra húmeda}) - (\text{Peso muestra seca})}{\text{Peso muestra húmeda}} \times 100$$

Densidad

Expresar en g/cm³ y calcular según la ecuación:

$$\% \text{ Densidad en base seca g/ cm}^3 = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Donde,

W₂ = Peso de la probeta de 50 ml. vacía.

W₁ = Peso de la probeta con la muestra seca.

V = Volumen ocupado por la muestra en la probeta.

pH

No aplica.

Carbono Orgánico oxidable Total

Expresar en porcentaje y calcular según la ecuación:

$$\% \text{C.O oxidable total} = \left[\frac{(V_b - V_m) \times N \times 0.003 \times 100}{W_m} \right] \left[\frac{100 - \% \text{ humedad}}{100} \right]$$

Donde,

V_b = Volumen de la solución de Sulfato Ferroso amoniacal consumido en el blanco.

V_m = Volumen de la solución de Sulfato Ferroso amoniacal consumido en la muestra.

N = Normalidad de la solución de Sulfato Ferroso amoniacal.

% humedad = Contenido de humedad de la muestra.

0.003 = Peso equivalente del carbono orgánico.

Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)

No aplica.

Carbono Orgánico oxidable Total

Expresar en meq/100g. y calcular según la ecuación:

$$\text{C.I.C } \left(\frac{\text{meq}}{100 \text{ g}} \right) = \left[\frac{(V_{\text{NaOH muestra}}) - (V_{\text{NaOH blanco}}) \times \text{NaOH} \times 100}{W_m} \right] \left[\frac{100 - \% \text{ humedad}}{100} \right]$$

Donde,

V NaOH muestra = Volumen de la solución de NaOH consumido en la titulación de la muestra.

V NaOH blanco = Volumen de la solución de NaOH consumido en la titulación del blanco.

NNaOH = Normalidad de la solución de NaOH.

W_m = Peso en gramos de la muestra seca.

% humedad = Contenido de humedad de la muestra.

Nitrógeno Total Kjeldahl

$$\% \text{ N} = \frac{(V_a N_a - V_b N_b) - (V_{ab} N_a - V_{bb} N_b)}{M} - 1.4$$

6. Cuestionario

6.1 De acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras de abono ¿para qué tipo de suelo, flora y microorganismos es óptima la muestra analizada?

6.2 Investigue que ciudades del mundo producen compost para tratamiento de sus residuos orgánicos y como subsisten estos sistemas.

6.3 Elabora una propuesta de fabricación de compost para la ciudad de Barranquilla, teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas, sostenibilidad de esta y los residuos generados.

7. Formato de pre informe

Integrantes:

Grupo:

Profesor:

PROCEDENCIA	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	
MATERIA PRIMAR DE FABRICACIÓN	

PARÁMETRO	RESULTADO
Carbono orgánico oxidable total (%C)	
Contenido de Humedad (%)	
Capacidad de intercambio catiónico cmol (+) Kg-1 (meq/100g)	
pH	
Contenido de nitrógeno total (%)	
Densidad (peso específico) (g/cm ³)	

BIBLIOGRAFÍA

IGAC. (2006). Metodos analiticos del laboratorio de suelos. En I. G. Codazzi, GUIA DE MUESTREO (pág. 674). Bogota: IGAC.

Arnell, N. (2002). Hydrology and Global Environmental Change: Understanding Global Environmental Change. Edinburg, Reino Unido: Person Education Limited.

Aura Torres, J. R. (2014). Evaluación de mediciones in situ de humedad de suelo a escala puntual: sensores alámbricos e inalámbricos. SOMI CONGRESO DE INSTRUMENTACION, 8.

Bremmer, J., & C, a. S. (1982). Nitrogen Total. En Methods of soil Analysis. (págs. 595-624). Madison, Wisconsin.: Part II Am. Soc. Agron No 9 In Agronomy Series.

Collazos, R. D. (1998). Residuos Solidos. En A. C. Sanitaria, Introducción a la ciencia del suelo. Bogotá D.C.: ACODAL.

CREMLYN, R. J. (1991). Agrochemicals preparation and mode of action. England: John Wiley & Sons Ltd.

Elias, X., Altadill, R., Andres, A., Bruno, A., & J, B. (2009). Reciclaje de residuos industriales: Residuos Solidos Urbanos y Fangos de Depuradora. En E. X, A. R, A. A, B. A, & B. J., Reciclaje de residuos industriales: Residuos Solidos Urbanos y Fangos de Depuradora. Madrid: Diaz de Santos.

Fassbender, H. (1994). Quimica de suelos. En H. Fassbender, Quimica de suelos. Costa Rica: Bib. Orton IICA / CATIE.

Forsythe, W. (1975). Física de suelos: manual de laboratorio. En W. Forsythe, Física de suelos: manual de laboratorio (pág. 212). IICA.

G., K. (2001). "Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión". En K. G., "Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión". Madrid (España): McGraw-Hill. .

GAN, J., YATES, S. R., CROWLEY, D. Y., & BECKER, J. O. (1998). Acceleration of 1,3-dichloropene degradation by organic amendments and potential application for emissions reduction. . Journal of Environmental Quality.

ICONTEC. (07 de 09 de 1983). NTC 1886 Ingeniería civil y arquitectura. Suelos. Determinación de humedad, cenizas y materia orgánica. BOGOTÁ, CUNDINAMARCA, COLOMBIA: ICONTEC.

ICONTEC. (23 de 11 de 1994). Gestión Ambiental. Suelo: Toma de muestras de suelo para determinar contaminación. Norma Técnica Colombiana NTC 3656. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (27 de 08 de 1997). NTC 370 Abonos o fertilizantes, determinación del nitrógeno total. Bogotá, cundinamarca, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (2002). NTC 11464 Gestión Ambiental. Calidad del suelo. Pretratamiento de las muestras de suelo para análisis físicoquímicos. 12. ICONTEC.

ICONTEC. (26 de 03 de 2008). NTC 5264 Calidad del suelo. Determinación del pH. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (26 de 03 de 2008). NTC 5596 Calidad del suelo. Determinación de la conductividad eléctrica . Bogotá, Cundinamarca, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (30 de 11 de 2011). NTC 5889 Análisis de suelos. Determinación del nitrógeno total . Bogotá, Cundinamarca, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (2011). Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (29 de 01 de 2014). NTC 5268 Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (21 de 06 de 2017). NTC 6230 Calidad del suelo. Determinación de la humedad y del factor de corrección (pW), expresados en base seca. Bogotá, Cundinamarca, Colombia:

ICONTEC.

INTAGRI S.C. (s.f.). Obtenido de INTAGRI S.C.: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo> -

J.M.Hodgson. (1987). Muestreo y descripción de Suelos . En J.M.Hodgson, Muestreo y descripción de Suelos (pág. 229). Barcelona: Reverté.

Jarquín-Sánchez, A., Salgado-García, S., Palma-López, D., Camacho-Chiu, W., & Guerrero-Peña, A. (2011). Análisis de nitrógeno total en suelos tropicales por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometría. SCIELO, 653-662.

Jimenez, A. C. (2001). Suelos Tropicales. En A. C. Jimenez, Color del Suelo (pág. 55). San José, Costa Rica: EUNED.

Juan Carlos Zamora Cardona, F. C. (2008). La Humedad en las Propiedades Físicas del Suelo. En F. C. Juan Carlos Zamora Cardona, La Humedad en las Propiedades Físicas del Suelo. Bogotá: Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia.

Lorena A. Barbaro, M. A. (s.f.). Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. En M. A. Lorena A. Barbaro, Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. INTA.

Lozano-Rivas, W. A. (2018). Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y en laboratorio. En W. A. Lozano-Rivas, Ciencias ambientales, agrícolas y afines. Universidad Piloto de Colombia .

Lund H, Tejero J. . (1996). Manual de Reciclaje. Volumen I y II. . En T. J. Lund H, Manual de Reciclaje. Volumen I y II. . Bogotá: ACODAL McGraw Hill .

Olivo, E. F. (2005). Introducción a la Ciencia del Suelo. En E. F. Olivo, Introducción a la Ciencia del Suelo (pág. 393). Caracas : UCV, CDCH.

PA, T. S., RH, L., PN, S., MA, T., CT, J., & ME, S. (1996). Soil pH and Soil Acidity. En Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. (págs. 475-490). Soil Science Society of America Book .

Pineda, S. (1998). Manejo y disposición de residuos sólidos urbanos . En A. C. Ambiental, Manejo y disposición de residuos sólidos urbanos. Bogotá D.C.: ACODAL.

Porta, J., López, M., & Poch, R. (2014). Edafología: Uso y protección de suelos. Tercera edición. En J. Porta, M. López, & R. Poch, Edafología: Uso y protección de suelos. Tercera edición. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Rodriguez, M. A. (2015). Practicas de edafologia. En M. A. Rodriguez, A. M. Aramendia, & A. M. Rodriguez, Metodos Didacticos para Analisis de Suelos. (pág. 78). Universidad de la Rioja.

SENA. (2013). Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos. En J. C. Giraldo, Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos. Espinal, Tolima: SENA.

Sierra, C. (2015). La materia organica y su efecto en las características Fisico-Químicas y Biológicas del Suelo.

Solis, J. N. (2006). Fundamentos de Edafologia. En J. N. Solis. San Jose, Costa Rica: EUED.

Tchobanoglous, G. (2003). Gestion Integral de residuos solidos. Madrid: McGraw- Hill/ Interamericana de España S.A.

USDA. (1999). Guia para la Evaluacion de la Calidad y Calud del Suelo. En U. D. AGRICULTURA, Guia para la Evaluacion de la Calidad y Calud del Suelo.

VANGESTEL, C. A. (1996). Phytotoxicity of some chloroanilines and chlorophenols in relation to bioavailability in soil. Water, Air and Soil Pollution.

Western, A.W; Grayson, R.B; Bloschl, G. (2002). En Scaling of soil moisture -a hydrologic perpestive Annu. Rev. Earth Planet (págs. 30,149-180).

Erika Esperanza Arbeláez Silva



Técnico Profesional en Laboratorio de la Corporación Instituto de Artes y Ciencias - CIAC (Ahora Corporación Universitaria Latinoamericana – CUL), Ingeniera Ambiental de la Universidad de la Costa, Profesor Asistente y responsable del Centro de Investigaciones en Tecnologías Ambientales – CITA de la Universidad de la Costa, miembro del grupo de investigación en Gestión y Sostenibilidad Ambiental GESSA.



Erika Alejandra Suárez Agudelo

Ingeniera Ambiental y Especialista en Gestión Ambiental Empresarial de la Universidad de la Costa, Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales, Profesor Asistente y responsable del Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad de la Costa, Investigador Junior por Colciencias y miembro del grupo de investigación en Gestión y Sostenibilidad Ambiental GESSA.



Claudete Gindri Ramos

Graduado en Química del Centro Universitario La Salle - Unilasalle - Canoas / RS (2011), Máster en Evaluación de Impacto Ambiental del Centro Universitario La Salle - Unilasalle - Canoas / RS (2014) y doctorado en Ingeniería de Minas, Materiales y metalurgia - PPGE₃M de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS) - Porto Alegre / RS (2019). Tiene experiencia en el campo de la fertilización del suelo con el uso de subproductos industriales.