

# Contaminación de Suelos

---

**Guías de  
Laboratorio**

---



## **Visión**

Ser una de las 10 mejores universidades privadas del Perú al año 2020, reconocidos por nuestra excelencia académica y vocación de servicio, líderes en formación integral, con perspectiva global; promoviendo la competitividad del país.

## **Misión**

Somos una universidad privada, innovadora y comprometida con el desarrollo del Perú, que se dedica a formar personas competentes, íntegras y emprendedoras, con visión internacional; para que se conviertan en ciudadanos responsables e impulsen el desarrollo de sus comunidades, impartiendo experiencias de aprendizaje vivificantes e inspiradoras; y generando una alta valoración mutua entre todos los grupos de interés.



## NORMAS BÁSICAS DE LABORATORIO

### DE LOS ALUMNOS

#### A. INGRESO AL LABORATORIO.

1. Deben ingresar al laboratorio puesto el guardapolvo y equipos de protección personal, caso contrario, No Se Permitirá El Ingreso Del Alumno Al Laboratorio.
2. Debe utilizar zapatos cerrados y ropas de fibra natural.
3. No portar accesorios personales que puedan comprender riesgos de accidentes mecánicos, químicos o por fuego, como son anillos, pulseras, collares y sombreros.
4. Evitar el cabello suelto, debe recogerlo.
5. Evitar el uso de lentes de contacto dentro del laboratorio de química y biología; use anteojos de seguridad.
6. Mantener las uñas recortadas y limpias.
7. Revise las medidas y el equipo de seguridad en el laboratorio.
8. Deben presentar el EPI, que se enlista en el ítem D, para cada sesión experimental.

#### B. PERMANENCIA EN EL LABORATORIO

1. Los objetos personales o innecesarios deben guardarse en las gavetas acondicionadas para tal fin.
2. Aplicar las medidas de seguridad necesaria con los equipos, materiales y reactivos.
3. Verificar el estado de los equipos, materiales y frascos de reactivos, ANTES Y DESPUÉS DE LA PRACTICA PROGRAMADA. En el caso de tener alguna observación sobre el estado de ellos, informar inmediatamente al docente y/o a las técnicas del laboratorio; caso contrario se presumirá que fue causado por el y/o los manipuladores, lo que conllevará a su responsabilidad y reposición del bien.
4. Mantener sólo el material requerido para la práctica; sobre la mesa de trabajo.
5. Los frascos de reactivos deben ser manipulados siguiendo las normas de seguridad.
6. Trabajar adecuadamente y con responsabilidad los IQPF
7. No usar los celulares dentro de las prácticas.
8. No ingerir alimentos ni bebidas en el interior del laboratorio.
9. Respetar y obedecer las señalizaciones de seguridad. 5
10. Evitar las distracciones durante las prácticas a desarrollarse.

#### C. AL CONCLUIR LA PRACTICA

1. Disponer de los residuos y reactivos, sólidos; utilizados de manera indicada por las normas. Tacho de color rojo para residuos peligrosos, tacho de color negro para residuos generales.
2. Verter los residuos y reactivos, líquidos; utilizados en el balde para tal fin
3. Lavar el material utilizado y devuélvalo limpio y seco; conforme lo recibió.
4. Dejar la mesa de trabajo limpio y ordenado.
5. Colocar los bancos debajo de la mesa de trabajo.
6. Antes de salir del laboratorio retírese el guardapolvo y demás equipo de seguridad y guárdelo en una bolsa de plástico exclusiva para este uso.

#### D. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL OBLIGATORIO DE ACUERDO AL TIPO DE PRÁCTICA.

1. Guardapolvo blanco largo de algodón 100% y manga larga.
2. Anteojos de seguridad.
3. Protector facial transparente de 20 cm de largo.
4. Gorros y/o recogedores de cabello.



5. Guantes de seguridad.

E. DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS DETERIORADOS

1. En caso que el alumno deteriore algún material y/o equipo, que impidan su buen estado y funcionamiento, POR MALA UTILIZACIÓN DEL MISMO; se registrara los datos del alumno responsable, quien tiene un plazo de 48 horas para la reposición del material y/o equipo, de las mismas características o superior, del bien deteriorado.

2. En el caso que se incumpla lo anterior, el alumno firmará un formato de autorización de recargo a su cuenta personal; el mismo que debe hacer efectivo en caja de la universidad.



## Índice

VISIÓN	2
MISIÓN	2
NORMAS BÁSICAS DE LABORATORIO	3
ÍNDICE	5
<b>PRIMERA UNIDAD</b>	
Guía de práctica N° 1: La materia orgánica como mejorador de suelos contaminados.	6
<b>SEGUNDA UNIDAD</b>	
Guía de práctica N° 2: Necesidades de encalado de un suelo ácido contaminado	9
<b>TERCERA UNIDAD</b>	
Guía de práctica N° 3: Recuperación de suelos salinos	12



# Guía de práctica N° 1

## La materia orgánica como mejorador de suelos contaminados

Sección : .....Docente: M.Sc. Ing. Andrés Alberto Azabache Leytón.

Fecha : ...../...../2017

Duración: 6 horas (tres semanas)

**Instrucciones: Leer cuidadosamente la guía de práctica antes de ingresar al laboratorio y seguir los procedimientos propuestos.**

### 1. Objetivo:

- Determinar la influencia de la materia orgánica como mejorador de las propiedades físicas de los suelos contaminados.

### 2. Fundamento Teórico

Los contaminantes del suelo al entrar en contacto con las partículas del suelo, pueden ser retenidos por adsorción sobre la superficie de las partículas, o acumularse en los espacios intergranulares, donde pueden concentrarse reteniendo su composición química original, o pueden ser alteradas por reacciones químicas. Los contaminantes retenidos de esta manera en el suelo pueden estar en la capa superficial del suelo, o en sus espacios intersticiales, y pueden ser orgánicos, inorgánicos, o una mezcla o complejos de ambos. Ellos llegan al suelo en diferentes condiciones físicas como solutos, líquidos inmiscibles en agua o partículas suspendidas. Los mecanismos de su interacción con el suelo dependen de los parámetros físicos prevalentes en el suelo, como temperatura, humedad, así como de sus propiedades físicas y químicas (Mirsal, 2010).

La condición física de un suelo depende, en gran medida, de la porosidad y del tamaño de los poros. En los suelos de textura fina, abunda más la microporosidad frente a la macroporosidad, dominante esta última en los suelos constituidos por gravas. En ambos casos los suelos presentan poca variación en sus dimensiones. En los suelos agregados la porosidad es de carácter intermedio, es decir, los poros son grandes y pequeños. El aporte de las aguas residuales industriales modifica la porosidad del suelo, aumentando o disminuyendo la distribución y tamaño de los poros en función de la escasez de los sólidos disueltos, del volumen del líquido aplicado y de las condiciones climáticas. Los residuos químicos, si están presentes en las aguas residuales, pueden también actuar sobre los agregados del suelo, produciendo modificaciones estructurales que repercuten en la porosidad. Estas variaciones, que operan en detrimento de las características del suelo, pueden ser compensadas por la presencia de materia orgánica, que aumenta y estabiliza los agregados (Seoanez, 1999).

Una razón principal de la agregación de materiales orgánicos al suelo es el incremento de la tasa de infiltración y la capacidad de retener agua. La materia orgánica agregada al suelo tiene un efecto especialmente pronunciado sobre la capacidad de retener agua de muchos suelos de textura gruesa, los cuales pueden ser frecuentemente mejorados por estas enmiendas orgánicas. El compost, y el humus de lombriz, se constituyen en fuentes orgánicas ambientalmente sostenibles para su uso (Weil and Brady, 2016).

En los movimientos del agua en el suelo actúan dos fuerzas de origen diferente: por una parte la fuerza gravitacional, causa del movimiento descendente del agua a través de los horizontes edáficos, y por otra, las fuerzas de succión, de origen capilar, que provocan los movimientos ascendentes del agua,



ayudados por los procesos de evaporación o de absorción a nivel radicular. La penetración del agua a través del suelo está asociada a un arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas que van siendo adsorbidas, en mayor o menor cuantía, según el producto de que se trate y según el tipo de suelo. Esta capacidad de adsorción es mayor en los suelos de textura fina que en los de textura gruesa, aumentando la capacidad de adsorción por muchos productos en función del mayor contenido de materia orgánica del suelo receptor (Seoanez, 1999).

### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 3 ejes	1

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Suelo contaminado	Seco al aire	200 g
2	Arena	Seco al aire	200 g
3	Estiércol de lombriz	100 ml	200 g
4	Papel Kraft	Pliego	6
5	Espátula tipo cuchara	De metal	6
6	Probeta	De 100 ml	6
7	Embudos de vidrio	Tallo corto	6
8	Papel filtro	Whatman N° 42	6
9	Tampón circular de jebe	10 cm de diámetro	6
10	Matraces	250 ml	6
11	Tamiz	N° 10 (2 mm $\phi$ )	6

#### 3.2. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Agua destilada	Agua	6 litros

### 4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 Ante de iniciar el experimento tamizar el suelo y la materia orgánica.
- 2.2 Utilizar guantes y mascarilla y evitar el contacto directo con el suelo contaminado

### 5. Procedimiento:

#### Primero:

##### Influencia de la materia orgánica sobre la densidad y porosidad del suelo contaminado

- Pese las siguientes muestras sobre una superficie de papel liso, colóquelo en la mesa del laboratorio:
  - A. 50 g de suelo en estudio
  - B. 50 g de arena
  - C. 50 g de suelo en estudio + 40 g de estiércol de lombriz
  - D. 50 g de arena + 40 g de estiércol de lombriz
- Mezcle uniformemente las muestras con la ayuda de una espátula tipo cuchara.
- Coloque las mezclas de cada tratamiento dentro de una probeta.
- Calcule la densidad aparente, densidad real y porosidad de cada tratamiento

#### Segundo:

##### Influencia de la materia orgánica sobre las relaciones de humedad

- Transfiera 25 g de muestra de cada tratamiento, sobre las cuales se ha determinado densidad aparente a los embudos colocados sobre los matraces erlenmeyer, a los cuales previamente se ha colocado papel filtro humedecido.
- Agregue 80 ml de agua a cada tratamiento.
- Observe la velocidad de drenaje en cada tratamiento.
- Después que ha cesado el drenaje, anote los datos de agua de drenaje y calcule la humedad retenida en cada tratamiento.



## 6. Resultados

Registre los resultados en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 1. Influencia de la materia orgánica sobre la densidad y porosidad del suelo.

Tratamiento	Arena	Arena + MO	Suelo	Suelo + MO
Peso de muestra (g)				
Volumen de muestra (ml)				
Densidad aparente				
Cambio de la densidad aparente debido a la MO				
Densidad real				
Cambio de la densidad real debido a la MO				
Porosidad total				
Cambio de la porosidad debido a la MO				

Cuadro N° 2. Influencia de la materia orgánica sobre la retención de humedad.

Datos	Arena	Arena + MO	Suelo	Suelo + MO
1. Peso de muestra (g)				
2. Agua añadida (ml)				
3. Agua drenada (ml)				
4. Agua retenida (ml) (2-3)				
5. Agua retenida (g)				
6. Capacidad retentiva de humedad (%)				
7. Cambio de capacidad retentiva debido a la MO				

## 7. Conclusiones

7.1 Redacte sus conclusiones sobre el efecto de la materia orgánica sobre la densidad aparente, densidad real y porosidad del suelo.

7.2 Redacte sus conclusiones del efecto de la materia orgánica sobre la retención de humedad.

## 8. Sugerencias y/o recomendaciones

Redacte sus recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

### Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Mirsal, I.A. (2010). Soil pollution. Origin, monitoring & remediation (2<sup>nd</sup> ed.). Berling, Germany: Springer.
- Seoanez Calvo (2001). Contaminación del suelo: estudios, tratamiento y gestión. Edit. Mundi prensa.
- Weil R.R. and N.C. Brady. (2016). The nature and properties of soils (15<sup>th</sup> ed.). USA: Pearson.





## Guía de práctica N° 2

### Necesidades de encalado de un suelo ácido contaminado

Sección : .....Docente: M.Sc. Ing. Andrés Alberto Azabache Leytón.

Fecha : ...../...../2017

Duración: 6 horas (tres semanas)

**Instrucciones: Leer cuidadosamente la guía de práctica antes de ingresar al laboratorio y seguir los procedimientos propuestos.**

#### 1. Objetivo

Determinar las necesidades de encalado de suelos ácidos contaminados en base a la acidez intercambiable.

#### 2. Fundamento Teórico

Es muy frecuente que la disponibilidad de los metales disminuya o que aumente la adsorción cuando sube el pH del suelo. Esto puede ser debido a las precipitaciones de óxidos de manganeso o de hidróxidos de metales pesados, a los efectos de la concentración de fosfatos y carbonatos en la solución del suelo, a la disolución y precipitación de los óxidos de Fe y Mn, o finalmente, al grado de adsorción de los metales por la materia orgánica y por los hidróxidos. En estudios realizados con ciertos metales, como el Mn, se han comprobado diversos fenómenos. Concretamente, la actividad de los iones Mn en solución aumenta cien veces por cada disminución del pH. Un hecho que demuestra la influencia de la solubilidad de los metales, es que, cuando se vierten productos al suelo, como aguas o lodos residuales, la concentración y movilidad de los metales pesados se altera más de lo que cabría suponer si solo actuara el simple contenido de metales. Si el pH desciende a causa de la nitrificación que se produce después de una aplicación, aparece en la solución suelo una concentración de Mn muy superior a la que tendría que haber simplemente a causa del Mn existente en el vertido. Lo mismo se puede afirmar para otros metales, como el Zn o el Cu. En lo que respecta al plomo, parece ser que el alto grado de inmovilización (adsorción) del metal por el suelo es inversamente proporcional al pH del suelo. La solubilidad de las sales de plomo aumenta al bajar el pH del suelo (Seoanez, 1999).

El encalado consiste en la aplicación al suelo de sales básicas que neutralizan la acidez. Los materiales que se utilizan como alcalinizantes o correctivos de acidez son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y magnesio. El hidróxido de calcio, que se conoce también como cal apagada o cal hidratada es una sustancia blanca, polvorienta, difícil y desagradable de manjar. Este material reacciona rápidamente en el suelo. El pH, determinación rutinaria de análisis de suelo, es un buen indicador de la acidez, sin embargo este parámetro no determina el requerimiento o cantidad de cal necesaria para llegar al rango de pH requerido. La mayor parte de la acidez de los suelos tropicales (excluyendo los suelos orgánicos) proviene del aluminio, pero generalmente se habla de acidez intercambiable ( $H^+ + Al^{+3}$ ) (Espinoza y Molina, 1999).

#### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

##### 3.1 Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 3 ejes	6
2	Balanza	De precisión (0.001 g)	1
3	Tamiz	De 2 mm de malla (N° 10)	6
4	Potenciómetro	De suelo	6

##### 3.2 Materiales



Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Suelo contaminado de pH ácido	Seco al aire	500 g
2	Vasos de precipitación	250 ml de capacidad	36
3	Probeta graduada	De 100 ml	6
4	Espátula tipo cuchara	De metal	6
5	Embudos de vidrio	De tallo corto	6
6	Pipetas graduadas	10 ml	6
7	Papel filtro	Whatman N° 42	12
8	Buretas graduadas	50 ml	6
9	Matraces	250 ml	6
10	Soporte de buretas	De metal	6
11	Pizetas	De plástico, 500 ml	6
12	Varillas de vidrio	10 cm de largo	6

### 3.3 Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Agua destilada	Agua	6 litros
2	Solución de KCl	1 Normal	1200 ml
3	Solución de fenolftaleína	Contenida en un frasco gotero	100 ml
4	Hidróxido de sodio	0.1 N	1000 ml
5	NaF	1 Normal	200 ml
6	HCl	0.1 Normal	1000 ml
7	Hidróxido de Calcio	Calidad reactivo	200

#### 4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 Ante de iniciar el experimento tamizar el suelo, el cual debe estar seco.
- 2.2 Utilizar guantes y mascarilla y evitar el contacto directo con el suelo contaminado

#### 5. Procedimiento:

##### Primero:

##### Determinación del pH del suelo (método del potenciómetro)

- Pesar 20 g de TFSA y colocarlo en un vaso de 100 ml
- Agregar 20 ml de agua al vaso conteniendo el suelo.
- Agitar por cinco minutos con una varilla de vidrio y dejar en reposo hasta la lectura del pH. Inmediatamente antes de la lectura del pH mezclar la suspensión.
- Hacer la lectura del pH en el potenciómetro, calibrando previamente el equipo, lavando los electrodos con agua destilada y limpiando con papel filtro, muy cuidadosamente.
- Registrar los resultados.

##### Segundo:

##### Determinación de la acidez intercambiable (Método de Yuan)

- Colocar 10 g de muestra de suelo en un vaso de 100 ml, agregar 20 ml de KCl 1N y agitar durante 20 minutos.
- Verter el contenido del vaso en un Erlenmeyer de 200 ml, colocando previamente un embudo con papel filtro humedecido.
- Realizar lavados sucesivos con un volumen total de 150 ml de KCl 1N (incluyendo los 20 ml iniciales)
- Sacar el embudo con papel filtro.
- Agregar al filtrado 10 gotas de fenolftaleína y titular con NaOH 0.1 N hasta la aparición de un color rosado. Anotar el gasto.
- Posteriormente, agregar 20 ml de NaF al extracto de color rosado y titule con HCl 0.1 N hasta que se torne incoloro. Esta condición debe durar como mínimo un minuto.
- Realice los cálculos considerando la siguiente información:  
El  $Al^{+3} + H^+$  es igual a la titulación con NaOH  
El  $Al^{+3}$  es igual a la titulación con HCl

$$\text{Acidez Intercambiable} \left( \frac{\text{cmol}}{\text{kg}} \right) = \frac{Nxb}{M} \times 100$$

Donde:

N = normalidad de la solución que se titula

b = ml de solución gastados en la titulación



M = masa de suelo utilizado

**Tercero:**

**Prueba de incubación**

- Esta prueba constituye una adaptación del método de incubación realizada con fines práctico experimentales.
- Pesar 6 muestras de suelo, cada una de 50 g y colocarlas en vasos de 250 ml.
- En el caso del material encalante, se utilizará dosis crecientes de  $\text{Ca(OH)}_2$ , por ser una enmienda de reacción rápida. Los niveles serán 0, 1, 2, 3, 4 y 5  $\text{cmol Ca}^{+2}.\text{kg}^{-1}$ , para cada muestra de suelo.
- Agregar cada uno de los niveles de la enmienda en las muestras de suelo ya pesadas y luego agua destilada, para trabajar con la dilución 1:2.5
- Las lecturas de pH se harán a los siguientes tiempos, después de aplicada la enmienda: 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 6.0, 12.0, 24.0, 48.0, 72.0 horas, hasta obtener valores constantes.
- Anotar los datos y preparar cuadro de resultados.

**6. Resultados**

- Con los datos obtenidos en la prueba de incubación se confeccionarán curvas para cada nivel de encalado (regresionadas), con los valores de pH en las ordenadas y tiempo de lectura en las abcisas.
- Asimismo, graficar las curvas de variación del pH en función de los niveles de encalado.

**7. Conclusiones**

7.1 Redacte sus conclusiones en base al objetivo de la práctica.

**8. Sugerencias y /o recomendaciones**

Redacte sus recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

- Espinoza J., y E. Molina. (1999). Acidez y encalado de los suelos (1ª ed.). IPNI. International Plant Nutrition Institute.
- Seoanez C., M. (1999). Contaminación del suelo: estudios, tratamiento y gestión. Edit. Mundi prensa.



## Guía de práctica N° 3

### Recuperación de suelos salinos

Sección : .....Docente: M.Sc. Ing. Andrés Alberto Azabache Leytón.

Fecha : ...../...../2017

Duración: 6 horas (tres semanas)

**Instrucciones: Leer cuidadosamente la guía de práctica antes de ingresar al laboratorio y seguir los procedimientos propuestos.**

#### 1. Objetivo:

- Caracterizar y recuperar un suelo salino.

#### 2. Fundamento Teórico

Los suelos salinos están caracterizados por tener una conductividad eléctrica (CE) mayor de 4 dS/cm a 25°C, y un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) menor de 15. El pH del suelo es normalmente menor de 8.5. Debido a la presencia de exceso de sales y baja cantidad de iones sodio en posición de intercambio, los suelos usualmente están en estado floculado, y su permeabilidad es considerada igual o mayor que los suelos sódicos o salino-sódicos. La acumulación de sales solubles en los suelos inhibe severamente el crecimiento de la planta. Induce a la plasmólisis, por el cual el agua se mueve desde la planta hacia la solución suelo. La mayoría de científicos solo toman en cuenta el peligro del efecto osmótico a los cultivos por la salinización (Tan, 2011). Sin embargo, según Stewart y Howell (2003), los siguientes efectos de iones especiales pueden también ser muy perjudiciales para el crecimiento de los cultivos. Los iones cloro y sodio son absorbidos por la planta y se mueven con el flujo transpiratorio desde las raíces hacia los tejidos de las hojas donde se acumulan. Stewart y Howell indican que las hojas viejas exhiben mayor transpiración que las hojas jóvenes; por lo tanto, los ápices y márgenes, en particular, de las hojas viejas desarrollarán primero lesiones debido a la acumulación de los iones mencionados.

La fase líquida del suelo, así como el agua que llega al suelo, está caracterizada por un contenido específico de sal. La distribución de los iones entre las fases sólida y líquida del suelo está gobernada por las propiedades de intercambio de la fase sólida y controlada por el proceso de intercambio iónico. Como por ejemplo, el examen químico de soluciones extractadas de suelos de áreas climas áridos y semiáridos revela la presencia de sodio, calcio, magnesio, potasio, cloruro, sulfato, bicarbonato y carbonato como principales componentes iónicos. Bajo especiales condiciones, principalmente como resultado de la actividad humana, la presencia de sales en el suelo, reflejado por la cantidad y su tasa iónica pueden perjudicar al ambiente. Entre los aniones con potencial contaminante, podrían considerarse al azufre y cloro, así como al magnesio y sodio, entre los cationes (Yaron et al., 1996).

La cantidad de agua necesaria para remover el exceso de sales de los suelos salinos, denominado requerimiento de lavado (RL), está determinado por las características del cultivo a desarrollar, el agua de riego, y el suelo. Una aproximación de los requerimientos de lavado para condiciones de salinidad relativamente uniformes está dado por la relación de la salinidad del agua de riego (expresado como  $CE_{iw}$ ) a la máxima salinidad aceptable de la solución suelo para el cultivo a desarrollar (expresado como  $CE_{dw}$ , la conductividad del agua de drenaje).  $LR = (CE_{iw}/CE_{dw})$ . Donde LR indica el agua que debería ser agregada en exceso para cubrir las necesidades del suelo y cubrir las necesidades de evapotranspiración (Weil and Brady, 2016).



### 3. Equipos, Materiales y Reactivos

#### 3.1. Equipos

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	De precisión de 3 ejes	6
2	Conductómetro	De suelos	6

#### 3.2. Materiales

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Suelo salino	Seco al aire	400 g
3	Estiércol de lombriz	100 g	200 g
4	Papel Kraft	Pliego	6
5	Espátula tipo cuchara	De metal	6
6	Probeta	De 100 ml	6
7	Pipeta graduada	10 ml	6
7	Embudos de vidrio	Tallo corto	24
8	Papel filtro	Whatman N° 42	72
10	Matraces	250 ml	24
11	Tamiz	N° 10 (2 mm $\phi$ )	6

#### 3.3. Reactivos

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Agua destilada	Agua	6 litros
2	NaCl	Calidad reactivo	100 g

### 4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 Ante de iniciar el experimento tamizar el suelo y el estiércol de lombriz.
- 2.2 Utilizar guantes y mascarilla y evitar el contacto directo con el suelo contaminado

### 5. Procedimiento:

- Pesar 50 g de suelo y colocarlo sobre el papel kraft.
- Repetir el paso anterior 4 veces, lo que constituye 4 tratamientos d suelo.
- Agregar a cada suelo: (i) 4% de NaCl, (ii) 20% de estiércol de lombriz, (iii) 4% NaCl + 20% estiércol de lombriz, (iv) solo suelo.
- Mezclar uniformemente utilizando la espátula.
- Utilizar 10 g de suelo de cada mezcla y medir CE
- Poner un papel filtro en cada uno de los 4 embudos colocados en un erlenmeyer.
- Humedecerlos con agua destilada
- Pesar 10 g de la mezcla de suelo y colocarlos en cada uno de los embudos ya preparados.
- Adicionar 10, 20, 30 y 40 ml de agua destilada a cada embudo.
- Filtrar y desechar el filtrado.
- Una vez que ha cesado el filtrado, agregar nuevamente 10 ml de agua destilada a cada embudo.
- Determinar la CE en el filtrado.
- Determinar la eficiencia de lavado, usando la siguiente fórmula:

$$EL = \frac{CE_i - CE_f}{CE_i} \times 100$$

Donde:

EL = Eficiencia de lavado

CE<sub>i</sub> = conductividad eléctrica inicial del suelo

CE<sub>f</sub> = conductividad eléctrica final del filtrado



**6. Resultados**

Registre los resultados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1. Lavado de sales en un suelo salino.

Tratamiento (ml de agua)	CEi	CEf	EL
10			
20			
30			
40			

**7. Conclusiones**

7.1 Redacte sus conclusiones en base al objetivo de la práctica.

**8. Sugerencias y/o recomendaciones**

Redacte sus recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

**Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados**

Stewart, B.A., and T.A. Howell (2003). Encyclopedia of water science. Marcel Dekker, New York.

Tan, K.H. (2011). Principles of soil chemistry (4<sup>th</sup> ed.). CRC Press.

Yaron B., R. Calvet, and R. Prost. (1996). Soil pollution. Germany: Processes and Dynamics. Springer.

Weil R.R. and N.C. Brady. (2016). The nature and properties of soils (15<sup>th</sup> ed.). USA: Pearson.