

Guía de Laboratorio

**Química Ambiental**

Olga Kostenko De Caparó



# Contenido

<b>Presentación</b>	<b>3</b>
<b>Primera Unidad</b>	<b>5</b>
<b>Química de la atmósfera</b>	
<b>Semana 2:</b> Sesión 2	
Operaciones básicas en un laboratorio. Cálculos estequiométricos y manejo de unidades	9
<b>Semana 3:</b> Sesión 2	
Lluvia acida. Titulación acido-base. Curva de titulación	10
<b>Segunda Unidad</b>	<b>13</b>
<b>Química del agua</b>	
<b>Semana 5:</b> Sesión 2	
Determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua	14
<b>Semana 6:</b> Sesión 2	
Determinación de cloruros en una muestra de agua	15
<b>Tercera Unidad Geoquímica del suelo</b>	<b>19</b>
<b>Semana 9:</b> Sesión 2	
Determinación de pH, CE y humedad del suelo	20
<b>Cuarta Unidad</b>	<b>27</b>
<b>Toxicología ambiental</b>	
<b>Semana 13:</b> Sesión 2	28
Determinación de los metales en una muestra de agua y evaluación de su toxicidad	
<b>Referencias</b>	<b>32</b>

# Presentación

La guía laboratorio de la asignatura Química Ambiental es una herramienta muy importante porque contiene las indicaciones para el desarrollo de la parte práctica del curso, que a su vez complementa y refuerza las sesiones teóricas de aprendizaje. Esta guía describe las actividades y los procedimientos que se realizan en el laboratorio con la finalidad de alcanzar los objetivos del curso.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de explicar los componentes del ambiente y los problemas ambientales con enfoque químico.

Primera unidad se centra en química de la atmosfera y los mecanismos de contaminación, por ejemplo, formación de la lluvia acida y medición de acidez o alcalinidad. En la segunda unidad se relacionan las propiedades del agua con las presencias de los contaminantes, se lleva a cabo análisis de las muestras de agua para identificar los contaminantes específicos.

La tercera unidad abarca la Geoquímica del suelo, donde se analizan las muestras para entender el transporte y el destino de los contaminantes en el suelo, así como el comportamiento de las especies químicas en el suelo, los mecanismos y los efectos de la contaminación.

En la cuarta unidad se aplican los procedimientos para la identificación y cuantificación de xenobióticos, especialmente los metales, con la finalidad de fundamentar los posibles riesgos y formular las estrategias básicas de protección de los diferentes componentes del ambiente.

Es sumamente importante que los estudiantes lean la guía con anticipación. Las consultas permanentes y el acompañamiento del docente serán de vital importancia para el logro de los objetivos de la asignatura.

Docente Olga Kostenko

# Primera **Unidad**

**Química de la atmósfera**

## Semana 2: Sesión 2

# Operaciones básicas en un laboratorio. Cálculos estequiométricos y manejo de unidades

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 120 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### **Instrucciones:**

El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo indicaciones del docente y la guía de práctica. Los alumnos realizan la parte experimental y elaboran informe grupal de la práctica. El informe de práctica se presenta por aula virtual y es evaluado según la rúbrica correspondiente.

### **I. Propósito**

Al finalizar la sesión, el estudiante realiza las operaciones básicas y los cálculos correctamente, utilizando adecuadamente las unidades.

### **II. Fundamentos teóricos**

En un laboratorio de análisis ambiental se realizan diferentes operaciones y se utiliza una amplia variedad de instrumentos o herramientas que, en su conjunto, se denominan material de laboratorio. Es importante conocer función de cada uno, debido a que los resultados de medición obtenidos experimentalmente dependen de su uso correcto y de la ejecución de los procedimientos en forma correcta. Operaciones básicas incluyen pesado, medición de volumen, preparación de las soluciones, titulación, evaporación, filtración, etc.

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

**Tabla 1:** Equipos necesarios por grupo

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza analítica	Calibrada	1
2	Balanza digital	Calibrada	1
3	Cocinilla eléctrica (estufa)	Con termostato	1

#### 3.2 Materiales

**Tabla 2:** Materiales necesarios por grupo

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Vasos de p/p de 100 ml		2
2	Fiola de 100 ml		1
3	Bureta	25 ml	1
4	Soporte universal		1
5	Pinza para bureta		1
6	Probeta graduada	25 ml	1
7	Pipeta calibrada	10 ml	1
8	Pipeta graduada	5 ml	1
9	Espátula/cucharita de metal	Pequeña (para pesar)	1
10	Luna de reloj	vidrio	1
11	Propipeta		1
12	Piseta con agua destilada		1
13	Capsula de porcelana		1
14	Pinza de madera		1
15	Varilla de vidrio		1

#### 3.3 Reactivos

**Tabla 3:** Reactivos necesarios por grupo

<b>1</b>	NaCl	sólido	5 g
<b>2</b>	NaCl	Solución al 10%	10 ml

#### **IV. Indicaciones y procedimientos**

1. Realizar las siguientes operaciones según las indicaciones del docente:

- a) Pesado
- b) Medición de volumen
- c) Preparación de una solución
- d) Titulación (uso de bureta, determinación del gasto)
- e) Evaporación de una solución

#### **2. Preparación de una solución**

- 1) Pesar en la balanza analítica cierta cantidad del reactivo, colocándolo en un vaso de precipitados de 100 ml usando espátula.
- 2) Agregar un poco de agua destilada y disolver el reactivo.
- 3) Traspasar la solución del vaso a una fiola de 100 ml y homogenizar
- 4) Rotular la fiola.
- 5) Calcular la concentración molar, normalidad, %m/v y mg/L de la solución preparada.

#### **3. Medición de volumen**

- 1) Con las pipetas realizar la medición de volumen, prestando atención al uso correcto de la pipeta y propipeta.

#### **4. Titulación**

- 1) Armar el equipo de titulación.
- 2) Llenar con agua destilada y expulsar la burbuja.
- 3) Abrir la llave de la bureta y realizar la titulación en forma lenta.
- 4) Determinar el gasto.

## 5. Evaporación de una solución

- 1) Pesar la cápsula de porcelana y anotar la masa ( $M_1$ ).
- 2) Medir 10 ml de la solución de NaCl (10%) con la pipeta volumétrica y colocar a la cápsula.
- 3) Evaporar la solución hasta obtener el residuo seco.
- 4) Pesar la capsula con el residuo seco ( $M_2$ ).
- 5) Calcular la masa del residuo seco (solute)  $M_3$ .
- 6) Calcular la concentración molar, normalidad, mg/L de la solución inicial.

7) Presentar los resultados de medición en la tabla 4 y los cálculos detallados en la tabla 5.

## V. Resultados

Presentar los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 4: Resultados de medición

Operación	Resultado de medición		
Pesado			
Medición de volumen			
Titulación			
Evaporación de una solución	M1 (g)	M2 (g)	M3 (g)

Tabla 5: Cálculos (detallado)

Masa de soluto (g)	Volumen de solución	Molaridad	Normalidad	%m/v	mg/L

## VI. Recomendaciones sobre Informe de la práctica 1



**Presentar su informe grupal según el siguiente formato:**

1. Nombre la práctica, fecha
2. Materiales usados: dibujar 10 materiales (como mínimo) utilizados en la práctica indicando el nombre, el uso y el tipo de material del que está hecho. (6 puntos)
3. Resultados obtenidos (completar tabla 4). (4 puntos)
4. Cálculos (completar tabla 5). (6 puntos)
5. Conclusiones de la práctica. (4 puntos)

## Semana 3: Sesión 2

# Lluvia acida. Titulación acido-base. Curva de titulación

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 120 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo indicaciones del docente y la guía de práctica. Los alumnos realizan la parte experimental y elaboran informe grupal de la práctica. El informe de práctica se presenta por aula virtual y es evaluado según la rúbrica correspondiente.

#### I. Propósito

Realizar la valoración de tipo neutralización y construir la curva de titulación.

#### II. Fundamentos teóricos:

Los ácidos y las bases son muy importantes en el medio ambiente. La lluvia ácida, que cae en los lagos y los ríos, hace que estos se vuelvan ácidos y representen graves problemas para la flora y fauna.

Para determinar la concentración de analitos ácidos o bases, se emplean valoraciones ácido-base o de neutralización. Las valoraciones o titulaciones se basan en una reacción entre un analito y un reactivo patrón, conocido como valorante. La reacción tiene una estequiometría conocida y reproducible.

En una valoración, se determina el volumen del valorante necesario para reaccionar de manera completa con el analito y se emplea dicho volumen para obtener la cantidad o concentración del analito. La valoración se realiza

agregando lentamente la disolución patrón desde una bureta a una disolución del analito, hasta que la reacción entre los dos se completa.

El punto de equivalencia de una valoración es un punto teórico que se alcanza cuando la cantidad de valorante añadido es químicamente equivalente a la cantidad de analito en la muestra. Resulta imposible determinar experimentalmente el punto de equivalencia de una valoración; en su lugar, se determina un cambio físico (visual) relacionado con la condición de equivalencia y a este cambio se le llama punto final de la valoración. Es muy común agregar indicadores a la disolución del analito para producir un cambio físico observable (punto final) cerca del punto de equivalencia.

**La curva de titulación** consiste en graficar el pH (o el pOH) de la solución contra los mililitros del titulante (gasto).

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

**Tabla 3**

*Equipos necesarios por grupo*

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Ninguno		

#### 3.2 Materiales

**Tabla 4**

*Materiales necesarios por grupo*

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Bureta de 25	25 ml	1
2	Soporte universal		1
3	Pinza para bureta		1
4	Embudo para bureta	Pequeño, para llenar la bureta	1

5	Piseta con agua destilada		1
6	Pipeta volumétrica	5 ml	1
7	Matraz de Erlenmeyer	250 ml	3
8	Vaso de precipitado	100 ml	2

### 3.3 Reactivos

**Tabla 3**

*Reactivos necesarios por grupo*

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	KOH	Solución 0,1 M	200 ml
2	HCl	Solución 0,2 M	100 ml
3	Azul de bromotimol	Solución en gotero	20 ml

### IV. Indicaciones y procedimientos

1. Armar equipo de titulación (ver imagen 1).
2. Medir 5 ml de HCl 0,2 M en un matraz Erlenmeyer.
3. Agregar 2 gotas del indicador azul de bromotimol.
4. Titular con la solución de KOH hasta que cambie el color de amarillo a azul.
5. Escribir la reacción química que corresponde a titulación.
6. Calcular: gasto teórico.
7. Elaborar informe de la práctica.
8. Tarea académica obligatoria:

- 1) Calcula el pH al agregar 1 ml, 2 ml, 3 ml, ... hasta 12 ml de NaOH de 0,1 M a 5 ml de HCl 0,2 M.
- 2) Elaborar curva de titulación en EXCEL.

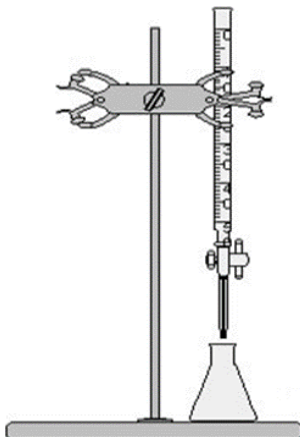


Imagen 1: Equipo de titulación

## V. Resultados

Presentar los resultados en tabla 4:

**Tabla 4**

N°	Nombre de alumno	Gasto (ml)	Gasto Promedio (ml)
1			
2			
3			
4			

## VI. Conclusiones

Cada grupo elabora las conclusiones de la práctica realizada.

## VII. Sugerencias / recomendaciones

Presentar su informe grupal según el siguiente formato:

1. Nombre la práctica, fecha, nombre de los integrantes del grupo.
2. Escribir las reacciones de formación de la lluvia ácida, explicar su origen y las consecuencias. (5 puntos)

3. Resultados obtenidos en la parte experimental
  - A. Escribir la reacción química correspondiente a titulación. (1 punto)
  - B. Calcular el gasto teórico. (2 puntos)
  - C. Calcular error relativo de medición (en %) de gasto experimental promedio (Tabla 4), considerando el gasto teórico. (2 puntos).
4. Tarea académica (8 puntos)
  - A. Completar la siguiente tabla:

N°	Volumen (ml) de NaOH agregado	pH (desarrollar el cálculo)	pOH
1	0		
2	1		
3	2		
4	3		
5	4		
6	5		
7	6		
8	7		
9	8		
10	9		
11	10		
12	11		
13	12		

- B. Graficar (usando EXCEL) pH (eje Y) en función de volumen (ml) de NaOH (eje X).
5. Bibliografía consultada. (2 puntos)



Segunda

**Unidad**

**Química del agua**



## Semana 5: Sesión 2

# Determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua

Sección: ..... Fecha: .../.../..... Duración: 120 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo indicaciones del docente y la guía de práctica. Los alumnos realizan la parte experimental y elaboran informe grupal de la práctica. El informe de práctica se presenta por aula virtual y es evaluado según la rúbrica correspondiente.

### I. Propósito

Determinar los parámetros del agua y relacionarlos con las especies contaminantes.

### II. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

**Tabla 5**

*Equipos necesarios por grupo*

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	pH-metro	portátil	1
2	Conductímetro	calibrado	1
3	Turbidímetro	calibrado	1
4	Estufa eléctrica	con termostato	1
5	Balanza analítica	calibrada	1

### 3.2 Materiales

Tabla 6

*Materiales necesarios por grupo*

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cápsula de porcelana	De 25 ml	1
2	Desecador		1
3	Pipeta	De 10 ml	1
4	Muestra de agua	250 ml	1
5	Vaso de precipitado	250 ml	1
6	Vaso de precipitado	100 ml	2

### III. Indicaciones y procedimientos

#### 1. Determinación de sólidos totales

- A. Marcar la cápsula de porcelana en la parte inferior con lápiz de grafito.
- B. Colocar la cápsula en la estufa eléctrica a T° 105 °C por 5 min.
- C. Enfriar en un desecador y pesar en la balanza analítica.
- D. Repetir el procedimiento hasta llevar la cápsula de porcelana a peso constante. **(¡Anotar todas las mediciones!). M1**
- E. Colocar 10 ml de muestra de agua a la cápsula que está a peso constante.
- F. Calentar la capsula con la muestra a una temperatura de 105°C hasta la evaporación completa.
- G. Sacar la cápsula con la pinza y colocarla en el desecador, dejar enfriar.
- H. Pesar la capsula totalmente fría. (Una sola vez). **M2**
- I. Calcular la concentración de sólidos totales en la muestra en mg/l

#### 2. Medición de la turbiedad

- A. Medir usando turbidímetro (previa autorización del docente) y anotar los resultados.

#### 3. Medición de pH

- A. Colocar 50 ml de la muestra en un vaso de precipitado.
- B. Colocar el sensor (pH-metro) dentro de la muestra y anotar los resultados.

#### 4. Medición de la conductividad eléctrica CE

- A. Colocar 50 ml de la muestra en un vaso de precipitado.
- B. Colocar el sensor (conductímetro) dentro de la muestra y anotar los resultados.

### IV. Resultados

Presentar sus resultados en la tabla 3:

**Tabla 3**

Parámetro	Valor de medición/ calculo	Unidades	Método de análisis
Solidos totales (ST)	M1		
	M2		
	ST		
Conductividad eléctrica (CE)			
Turbiedad			
pH			

### V. Conclusiones

Realizar la búsqueda de información y completar la tabla 4:

**Tabla 4**

Parámetro	Valor referencial SEGÚN ECA (MINAM 2017)	Especies químicas que se determinan	Posible origen de contaminación
Solidos totales (ST)			
Conductividad eléctrica (CE)			

<b>Turbiedad</b>			
<b>pH</b>			

## **VI. Sugerencias / recomendaciones**

**Presentar su informe grupal según el siguiente formato:**

1. Nombre de la práctica, fecha, nombre de los integrantes del grupo.
2. Resultados obtenidos (completar tabla 3, desarrollar el cálculo de ST).  
(5 puntos)
3. Conclusiones (completar tabla 4, indicar la categoría de ECA para agua). (10 puntos)
4. Indicar la bibliografía consultada (5 puntos)

## Semana 6: Sesión 2

# Determinación de cloruros en una muestra de agua

Sección: ..... Fecha: .../.../..... Duración: 120 minutos

Docente: ..... Unidad: 2

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo indicaciones del docente y la guía de práctica. Los alumnos realizan la parte experimental y elaboran informe grupal de la práctica. El informe de práctica se presenta por aula virtual y es evaluado según la rúbrica correspondiente.

### I. Propósito

Determinar el contenido de cloruros en una muestra del agua e interpretar los resultados.

### II. Fundamentos teóricos

Los cloruros son aniones derivados del cloruro de hidrógeno, su origen en el agua es diverso, puede ser natural o antropogénico.

Para determinar los cloruros en el agua, la muestra, a un pH neutro o ligeramente alcalino, se titula con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), usando como indicador el cromato de potasio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ). El cloruro de plata  $\text{AgCl}$  (una sal de color blanco) se precipita primero y luego, al terminarse los cloruros, el  $\text{AgNO}_3$  reacciona con el  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , formando un precipitado de color rojo ladrillo de  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Esquema de las reacciones se muestra a continuación:



El pH óptimo para determinar los cloruros está en intervalo entre 7.0 y 8.3 debido que a pH mayores a 8.3, se forma Ag (OH). Cuando la muestra tiene un pH menor que 7.0, el cromato de potasio se oxida a dicromato, afectando el análisis.

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Materiales

**Tabla 1**

*Materiales necesarios por grupo*

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Soporte universal		1
2	Pinza para bureta		1
3	Bureta	25 ml	1
4	Embudo para la bureta		
5	Pipeta volumétrica	10 ml	1
6	Matraz de Erlenmeyer	250 ml	3
7	Vaso de precipitados	100 ml	3
8	Muestra de agua		100 ml
9	Pipeta volumétrica	10 ml	1
10			

#### 3.2 Reactivos

**Tabla 2**

*Reactivos necesarios por grupo*

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	AgNO <sub>3</sub>	Solución 0,01 N	200 ml
2	NaCl	Solución 0,01 N	50 ml
3	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Solución 5%	En gotero
4	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Solución 0.1 N	En gotero
5	Fenolftaleína	Solución 0,25%	En gotero
6	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Solución 0.1 N	En gotero

## IV. Indicaciones y procedimientos

### 4.1 Estandarización

1. Colocar 5 ml de la solución de NaCl 0.01N en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
2. Agregar 3 gotas de cromato de potasio. La muestra adquiere un color amarillo.
3. Titular con la solución de AgNO<sub>3</sub> hasta observar a color melón (rojo ladrillo suave).
4. Anotar Gasto 1.
5. Calcular la normalidad de AgNO<sub>3</sub>:

$$N_{AgNO_3} = \frac{5 \text{ ml} \times 0,01N}{\text{Gasto 1}}$$

Donde:

5 ml = Volumen de la solución de NaCl

0,01 = Normalidad de la solución de NaCl

Gasto 1 = Volumen de la solución de AgNO<sub>3</sub> gastado en la titulación

N AgNO<sub>3</sub> = Normalidad de la solución de AgNO<sub>3</sub>

### 4.2 Titulación de muestra

1. Colocar 5 ml de la muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
2. Agregar 2 gotas de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (0.1 N) y 2 gotas de Fenolftaleína (0.25

- %).
3. Si se observa color rosado, agregar las gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1 N necesarias hasta que la solución se vuelve incoloro.
  4. Agregar 3 gotas  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  al 5 %.
  5. Titular con  $\text{AgNO}_3$  0.01 N hasta observar a color melón (rojo ladrillo suave).
  6. Anotar gasto 2.

## V. Resultados

### 5.1 Calcular el contenido (mg/l) de cloruros en la muestra según el esquema:

1. Calcular la Normalidad de  $\text{AgNO}_3$ . (usando gasto 1).
2. Calcular el número de moles de  $\text{AgNO}_3$  que reaccionado (usando Gasto 2).
3. Calcular el número de moles de cloruros que han reaccionado.
4. Calcular la masa de cloruros en gramos.
5. Calcular la concentración de cloruros en mg/L

## VI. Conclusiones

Cada grupo formula las conclusiones de la práctica realizada.

## VII. Sugerencias / recomendaciones

### Presentar su informe grupal según el siguiente formato:

1. Nombre la práctica, fecha, nombre de los integrantes del grupo.
2. Resultados de titulación: gasto 1, gasto 2.
3. Cálculos desarrollados según esquema (12 puntos)
4. Buscar información sobre posible origen de cloruros en el agua, diferenciar origen natural y antropogénico. (6 puntos)
5. Conclusiones de la práctica. (1 punto)
6. Bibliografía consultada. (1 punto)



# Tercera **Unidad**

**Geoquímica del suelo**

## Semana 9: Sesión 2

# Determinación de pH, CE y humedad del suelo

Sección: ..... Fecha: .../...../..... Duración: 120 minutos

Docente: ..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo indicaciones del docente y la guía de práctica. Los alumnos realizan la parte experimental y elaboran informe grupal de la práctica. El informe de práctica se presenta por aula virtual y es evaluado según la rúbrica correspondiente.

### I. Propósito

Determinar pH, CE y humedad del suelo e interpretar los resultados.

### II. Fundamentos teóricos

**Potencial de hidrogeno (pH) del suelo** es una propiedad importante debido a que controla muchas de las actividades químicas y biológicas que ocurren en el suelo y tiene una influencia indirecta en el desarrollo de las plantas. La escala de pH se encuentra en el rango de 1 a 14, siendo valor 1 extremadamente ácido y 14 extremadamente básico, un pH igual a 7 se considera neutro. El pH influye en la disponibilidad de ciertos elementos como nutrientes de las plantas, por ejemplo, el fósforo. El pH del suelo depende de su composición y de los factores como el clima, vegetación e hidrología del lugar donde el suelo se ha formado, también de la acidez de la lluvia, las prácticas de manejo del suelo y las actividades de los organismos (plantas, animales y microorganismos) que habitan en el suelo. Clasificación del suelo en cuanto a su valor de pH se presenta en la tabla 1:

Suelo	pH
Fuertemente ácido	Menor de 5
Moderadamente ácido	5,1 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 – 8,5
Fuertemente alcalino (suelos sódicos)	Mayor de 8,5

Tabla 1: características del suelo en función de su pH

### Conductividad eléctrica

La determinación de la conductividad eléctrica se utiliza normalmente para conocer la concentración total de iones en la solución. En el suelo son comunes los cationes de calcio, magnesio, sodio, potasio y los aniones: carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, etc. La conductividad eléctrica está relacionada con la suma de los cationes y aniones.

### Humedad del suelo

La humedad del suelo es un factor de vital importancia para un adecuado desarrollo de las plantas. La capacidad del suelo de retener la humedad depende del tipo de suelo y las prácticas agrícolas, conocerla permite establecer la frecuencia de los riegos y la cantidad de agua aplicada para cada especie de vegetación.

## III. Equipos / Materiales

### 3.1 Equipos

Tabla 2

*Equipos necesarios por grupo*

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	pH-metro	Calibrado	1
2	Barra magnética		1
3	Conductímetro	Calibrado	1
4	Balanza analítica		1
5	Estufa eléctrica	Con termostato	1

### 3.2 Materiales

**Tabla 3***Materiales necesarios por grupo*

<b>Ítem</b>	<b>Material</b>	<b>Característica</b>	<b>Cantidad</b>
<b>1</b>	Desecador		1
<b>2</b>	Tamiz	Con malla de 5 mm	1
<b>3</b>	Vaso de precipitado	100 ml	3
<b>4</b>	Vaso de precipitado	250 ml	1
<b>5</b>	Probeta graduada	50 ml	1
<b>6</b>	Cápsula de porcelana		1
<b>7</b>	Pinza de madera		1
<b>8</b>	Papel (hojas grandes)	Para tamizar el suelo	1
<b>9</b>	Suelo		500 g

#### **IV. Indicaciones y procedimientos**

##### **4.1 Medición de pH**

1. Tamizar la muestra con el tamiz de 5 mm
2. Colocar en un vaso de precipitado 20 g de suelo y 50 ml de agua destilada (relación 1:2.5)
3. Agitar durante 5 minutos con la barra magnética la mezcla.
4. Apagar la barra magnética.
5. Medir el pH con el pH-metro y anotar el resultado.
6. Enjuagar el electrodo para eliminar todo exceso de partículas de suelo y secarlo con papel absorbente.

##### **4.2. Medición de CE**

1. Pesar 50 g de muestra del suelo tamizado aun vaso de precipitación de 250 ml.
2. Añadir agua destilada hasta formar una masa homogénea (No exceder en agua)
3. Remover por espacio de unos 5 minutos
4. Medir la CE con el conductímetro.
5. Lavar y secar el equipo cuidadosamente.

### 4.3. Medición de humedad

1. Llevar la capsula de porcelana a peso constante a  $T=105^{\circ}\text{C}$ . Anotar  $M_1$ .
2. Pesar con la balanza analítica 10 g (aproximado) de suelo en la capsula ( $M_2$ ).
3. Colocar en la estufa y secar destapado a  $80^{\circ}\text{C}$  hasta llegar a peso constante. Para la mayoría de los suelos, 16 a 24 horas son suficientes para alcanzar un peso constante.
4. Retirar de la estufa, enfriar y luego pesar en la balanza analítica (anotar peso  $M_3$ , recipiente + suelo seco).

## V. Resultados

Cálculos:

Contenido de humedad del suelo expresado como porcentaje:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(M_2 - M_3)}{(M_3 - M_1)}$$

Presentar los resultados en la tabla 4:

Tabla 4: Resultados de análisis de suelo

Parámetro	Valor de medición o cálculo	Unidades	Interpretación/comentario
pH			
CE			
% humedad			

## VI. Conclusiones

Cada grupo formula las conclusiones de la práctica realizada.

## VII. Sugerencias / recomendaciones

Presentar su informe grupal según el siguiente formato:

1. Nombre la práctica, fecha, nombre de los integrantes del grupo
2. Resultados de medición, unidades y cálculo (Tabla 4) (5 puntos)
3. Interpretación de los resultados (Tabla 4) (10 puntos)

4. Conclusiones de la práctica (1 punto)
5. Bibliografía consultada. (1 punto)
6. Cuestionario:
  - a) ¿Qué tipo de cationes predominan en suelos ácidos y en suelos alcalinos? (1 punto)
  - b) ¿Qué tipo de suelo retiene más humedad: arcilloso, limoso o arenoso? ¿Por qué? (1 punto)
  - c) ¿Cómo se relaciona la humedad del suelo con la humedad relativa del aire? (1 punto)

# Cuarta **Unidad**

**Toxicología ambiental**

## Semana 13: Sesión 2

# Determinación de los metales en una muestra de agua y evaluación de su toxicidad

Sección: ..... Fecha: .../.../..... Duración: 120 minutos

Docente: ..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo indicaciones del docente y la guía de práctica. Los alumnos realizan la parte experimental y elaboran informe grupal de la práctica. El informe de práctica se presenta por aula virtual y es evaluado según la rúbrica correspondiente.

### I. Propósito

Determinar la concentración de metales (cobre) en una muestra de agua e interpretar los resultados.

### II. Fundamentos teóricos

Determinación de metales se lleva a cabo con el método espectrofotométrico. Este método se basa en la medida de la absorción de radiación de luz ultravioleta o visible por la muestra coloreada. Si la muestra no posee color por sí misma es necesario agregar algún reactivo químico para que se produzca color al formar un compuesto metálico. En general, las medidas se realizan dentro del espectro comprendido entre 220 y 800 nm, y este espectro, a su vez, puede dividirse en dos amplias zonas: la zona de la radiación visible, situada por encima de 380 nm, y la zona de la radiación ultravioleta situada por debajo de estos 380 nm. La región del infrarrojo se sitúa por encima de los 800 nm.

El método se basa en la ley de Lambert- Beer, que dice que la absorbancia



A es directamente proporcional a la concentración:  $A = kC$  .

La absorbancia no tiene unidades y puede tomar valores desde 0 (cuando la muestra no absorbe nada) hasta infinito (cuando la muestra absorbe toda la luz incidente).

La concentración se determina utilizando la curva de calibración. Elaboración de curva de calibración consiste en determinar la relación entre la absorbancia y la concentración de los estándares. Para una calibración eficiente, es necesario aproximarse lo más posible a las condiciones de la muestra real y abarcar un rango razonable de concentraciones.

### **Curvas de calibración:**

El método de la curva de calibración permite determinar la concentración de una sustancia, mediante la preparación de una serie de patrones y realizando una lectura de la absorbancia a una longitud de onda específica. De igual manera, se debe determinar la absorbancia de la muestra para luego construir una curva y calcular la concentración de la muestra a partir de los datos obtenidos. Pasos necesarios:

1. Preparar cinco soluciones de concentraciones conocidas (solución patrón).
2. Medir la absorbancia de las soluciones preparadas.
3. Graficar, colocando en la en el eje X las concentraciones conocidas y en el eje Y la absorbancia medida de cada una de las soluciones, incluir el punto 0, donde absorbancia cero corresponde a la solución que no contiene la sustancia a determinar.
4. Medir la absorbancia de la muestra.
5. Usando la gráfica determinar la concentración de la muestra.

## **III. Equipos / Materiales**

### **3.1 Equipos**

#### **Tabla 7**

### Equipos necesarios por grupo

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Espectrofotómetro		1
2	Cubetas de espectrofotómetro		2

### 3.2 Materiales

**Tabla 8**

#### Materiales necesarios por grupo

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Fiola	25 ml	5
2	Vaso de precipitados	100 ml	2
3	Vaso de precipitados	250 ml	1
4	Piseta con agua destilada		1
5	Papel tisú		4
6	Pipeta automática	1 ml	1
7	Pipeta automática	0,1 ml	1

### 3.3 Reactivos

**Tabla 3**

#### Reactivos necesarios por grupo

Ítem	Reactivo	Característica	Cantidad
1	Solución estándar de $\text{Cu}^{2+}$	Solución 1 mg/ml	20 ml
2	$\text{NH}_4\text{OH}$	Solución (1:1)	20 ml

## IV. Indicaciones y procedimientos

1. Preparar una serie de patrones agregando una solución patrón de Cobre  $\text{Cu}^{2+}$  de 1ml; 2ml; 3 ml; 4 ml; 5 ml a un matraz aforado (fiola) de 25 ml o de 50 ml.
2. Agregar 2 ml de amoníaco a cada fiola.
3. Esperar 10 min para que se desarrolle el forme complejo amoniacal de

cobre y se desarrolle el color azul.

4. Aforar hasta la marca con agua destilada.
5. Medir la absorbancia a 650 nm.
6. Elaborar la curva de calibración.
7. Medir la absorbancia de las muestras (proporcionadas por el docente).
8. Determinar la concentración de cobre en las muestras 1 y 2 usando la curva de calibración.

## V. Resultados

5.1 Presentar los resultados en tabla 4.

**Tabla 4:** Resultados de medición

N.º Fiola	Concentración mg/L	Absorbancia
1		
2		
3		
4		
5		
Blanco	0	0
Muestra 1		
Muestra 2		

5.2 Graficar (usando EXCEL), colocando en la en el eje X las concentraciones en mg/L y en el eje Y la absorbancia medida.

5.3 Determinar la concentración de cobre en las muestras 1 y 2 usando la curva de calibración.

### 5.4 Cuestionario:

- a) ¿Es tóxico o no el cobre, qué efectos produce en el organismo humano y en los ecosistemas? (5 puntos).

## VI. Conclusiones

Cada grupo formula las conclusiones de la práctica realizada.

## **VII. Sugerencias / recomendaciones**

**Presentar su informe grupal según el siguiente formato:**

1. Nombre la práctica, fecha, nombre de los integrantes del grupo
2. Resultados de medición, unidades y cálculo (Tabla 4) (3 puntos)
3. Presentación del gráfico de curva de calibración en Excel (5 puntos)
4. Determinar la concentración de cobre en las muestras 1 y 2 usando la curva de calibración. (5 puntos)
5. Cuestionario:
  - a. ¿Es tóxico o no el cobre, qué efectos produce en el organismo humano y en los ecosistemas? (5 puntos)
6. Conclusiones de la práctica (1 punto)
7. Bibliografía consultada (1 puntos)

# Referencias

- Black, C. (1995). *Chemical and Microbiological Properties in cheid in the series Agronomy*. American society of Agronomy inc. Editorial Madison, Wisconsin, USA. Methods of Soil Analysis. Part 2-3.
- Mirsal, I. (2010). *Soil Pollution. Origin, Monitoring & Remediation*. Second Edition. Springer.
- Soriano, M., Pons, V. (2004). *Prácticas de Edafología y Climatología*. Editorial Alfaomega, Universidad Politécnica de Valencia.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (2017). 23th Edition. American Public Health Assotiation. USA.
- Tan, K. (2011). *Principles of Soil Chemistry*. Fourth Edition. CRC Press.
- Weil., B. (2017). *The nature and properties of soils*. Fifteenth edition. Pearson. USA.