

División de ciencias biológicas y de la salud  
Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica

Informe de conclusión de servicio social en modalidad de actividades  
vinculadas con la profesión

### **Control y vigilancia de la calidad del agua**

Laboratorio central de control de calidad del agua Xotepingo. Sistema  
de Aguas de la Ciudad de México SACMEX

Alumna: Lilian Ahelin Ortiz Fuentes  
Matricula: 2182029109



Asesor externo: Lic. Biología Mario Melchor Méndez  
Jefe de la unidad departamental de análisis de calidad



Asesora interna: Dra. Tomasa Verónica Barón Flores  
No. Económico: 26848

Fecha de inicio: 01 de junio de 2022  
Fecha de término: 01 de diciembre de 2022

## Índice

1. Introducción .....	1
2. Marco institucional .....	1
2.1 Misión.....	2
2.2 Visión .....	2
2.3 Compromiso social .....	2
3. Objetivos .....	2
3.1 Objetivo general .....	2
3.2 Objetivos particulares .....	2
4. Marco teórico .....	2
4.1 Determinación de fluoruros .....	2
4.2 Determinación de sulfatos .....	3
4.3 Determinación de sustancias activas al azul de metileno .....	3
4.4 Determinación de turbiedad .....	3
5. Descripción específica de actividades desarrolladas .....	3
5.1 Determinación de fluoruros .....	3
5.2 Determinación de sulfatos .....	4
5.3 Determinación de sustancias activas al azul de metileno .....	5
5.4 Determinación de turbiedad .....	6
6. Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios .....	7
7. Bibliografía .....	8

## 1. Introducción

El plan de estudios de la licenciatura en Química Farmacéutica biológica impartida en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco establece que sus objetivos son formar profesionales con conocimientos y habilidades que les permita participar en equipos interdisciplinarios que coadyuven a solucionar problemas relacionados a la salud en México, asimismo, investigar, evaluar y resolver problemas relacionados al riesgo a la salud de la población.

Por otro lado, la misión de la licenciatura es egresar profesionales con conocimientos científicos, carácter humanístico, actitud crítica y un claro compromiso social que contribuya a resolver los problemas nacionales, no solo dentro del campo farmacéutico, sino también en todo campo que pueda representar o incluir un riesgo a la salud de la población, como ejemplo se puede mencionar al campo hidrológico, puesto que el control y la vigilancia de la calidad del agua de consumo humano debe ser rigurosa.

El agua potable es un líquido vital para el ser humano, es por ello que la calidad de la misma debe controlarse y vigilarse rigurosamente, los minerales, metales y compuestos inorgánicos presentes en el agua potable pueden representar un riesgo para la población si se encuentran en concentraciones elevadas. Se han establecido parámetros que permiten evaluar la calidad del agua y establecen las concentraciones de contaminantes presentes, estas concentraciones deben encontrarse dentro de lo mínimo permitido por las normas oficiales mexicanas para considerar al agua como apta para consumo humano.

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), tiene por objetivo suministrar y distribuir los servicios de agua potable y drenaje a los habitantes del Ciudad de México con la cantidad, calidad y eficiencia necesaria, a través de acciones que contribuyan a la adecuada utilización de la infraestructura existente, y fomentar una cultura moderna de utilización que garantice el abasto razonable del recurso. Dichos objetivos son cumplidos a través de la realización de diversas pruebas que indiquen la calidad del agua como: turbiedad del agua, determinación de sustancias activas en el azul de metileno (SAAM), determinación de la concentración de fluoruros, determinación de la concentración de sulfatos, entre otros. Poner en práctica mis conocimientos y habilidades en cuando al análisis fisicoquímico realizado para la calidad de agua potable será de gran ayuda para mi formación académica.

## 2. Marco institucional

A partir del 1 de enero de 2003 entró en funcionamiento el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), por decreto del Jefe de Gobierno del Distrito Federal, Lic. Andrés Manuel López Obrador, al fusionar la entonces Dirección General de

Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y la Comisión de Aguas del Distrito Federal (CADF).

## 2.1 Misión

Prestar a los habitantes del Distrito Federal, los servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado, así como el Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales en cantidad y calidad suficiente, mediante el uso eficiente de los Recursos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

## 2.2 Visión

Satisfacer las demandas de Servicios Hidráulicos de los habitantes del Ciudad de México, de manera Eficiente, Suficiente y Sustentable.

## 2.3 Compromiso social

Prestar los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y reutilización. Operar, mantener y construir la infraestructura hidráulica; explotar, usar, aprovechar las aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y la calidad para contribuir al desarrollo integral sustentable de la Ciudad.

## 3. Objetivos

### 3.1 Objetivo general

- Evaluar la calidad de muestras de agua provenientes de diferentes partes de la Ciudad de México.

### 3.2 Objetivos particulares

- Determinar fluoruros en agua por técnica espectrofotométrica.
- Determinar sulfatos en agua por técnica espectrofotométrica.
- Detección de sustancias que reaccionen con el azul de metileno en muestras de agua.
- Calibración de turbidímetro.
- Determinación de turbiedad en agua potable del Sistema Hidráulico de la Ciudad de México utilizando la técnica analítica de agua nefelometría.

## 4. Marco teórico

### 4.1 Determinación de fluoruros

El principio de este método se basa en la reacción de entre los iones fluoruro y el complejo colorido de Zirconilo-SPADNS. Cubre la determinación de fluoruro en un intervalo de 0.1 mgF<sup>-</sup>/L a 1.4 mgF<sup>-</sup>/L. Al aumentar la concentración de fluoruro, la

intensidad de color disminuye, la reacción se lleva a cabo en ácido y la selección del colorante para este método rápido está regido en gran parte por la tolerancia a esos iones que se lee en un espectrofotómetro a 570 nm.

#### 4.2 Determinación de sulfatos

El ion sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) es precipitado con cloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ), en un medio ácido para formar cristales de sulfatos de bario ( $\text{BaSO}_4$ ) de tamaño uniforme. La absorbancia del sulfato de bario en suspensión es medida por espectrofotómetro y la concentración de sulfato es determinada por comparación de la lectura con una curva de calibración.

#### 4.3 Determinación de sustancias activas en el azul de metileno (SAAM)

El método se fundamenta en la reacción de detergentes con el azul de metileno, dando lugar a la formación de una sal azul, soluble de cloroformo, cuya intensidad de color es directamente proporcional a su concentración. Esto ocurre por la formación de un par iónico por el anión SAAM y el catión azul de metileno que es extraído por el cloroformo. La intensidad del color resultante en la fase orgánica es una medida del SAAM presente y es directamente proporcional a su concentración.

#### 4.4 Determinación de turbiedad

Este método se basa en la comparación entre la intensidad de luz dispersada por la muestra bajo condiciones definidas y la intensidad de luz dispersa por una suspensión de referencia. Bajo las mismas condiciones; a mayor dispersión de luz corresponde una mayor turbiedad. El aparato empleado en la determinación de turbiedad, consiste en un nefelómetro con una fuente de luz para iluminar la muestra y uno o varios detectores fotoeléctricos con un dispositivo de lectura exterior. Este último indica la intensidad de la luz dispersada a  $90^\circ$  de la dirección del haz de luz incidente.

### 5. Descripción específica de las actividades desarrolladas

#### 5.1 Determinación de fluoruros

El protocolo analítico es empleado en la determinación de fluoruros por espectrofotometría UV/Vis en muestras de agua y fuentes de abastecimiento de agua tomadas en diversos puntos del Sistema Hidráulico de la Ciudad de México.

La muestra debe de estar libre de turbiedad y color, si es necesario, filtrar la muestra en membrana de  $0.45 \mu\text{m}$  con la primera porción enjuagar el matraz de filtración.

Tomar una alícuota de 50 mL de la muestra. Colocar la muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 10 mL de la disolución Zirconilo-SPANDS, mezclar (Figura 1).



Figura 1. Generación de color en muestras de agua por presencia de fluoruros.

Verter en la celda del espectrofotómetro Perkin Elmer lambda 25 (Figura 2) una porción de la muestra a analizar y leer inmediatamente la absorbancia a 570 nm usando la dilución de referencia para ajustar a 0 de absorbancia o 100% de transmitancia y graficar absorbancia contra concentración de fluoruros en mg/L con un intervalo de 0.1 mgF/L a 1.4 mgF/L.



Figura 2. Espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 25.

Imprimir los resultados obtenidos de las lecturas de las muestras, en el formato establecido.

## 5.2 Determinación de sulfatos

Para la formación de turbiedad del sulfato de bario tomar con una pipeta aforada, clase A, 100 mL de muestra a una porción diluida a 100 mL cuantitativamente y transferir a un matraz Erlenmeyer de 125 mL. Agregar 20.0 mL de disolución buffer posteriormente agregar una medida de cloruro de bario, mezclar con un agitador por un minuto a velocidad constante (Figura 3).

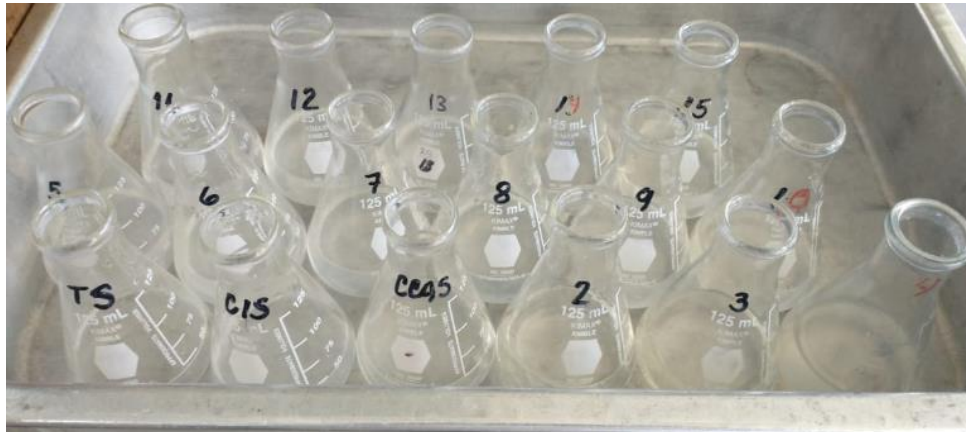


Figura 3. Formación de turbiedad por formación de sulfato de bario.

Después que el periodo de agitación ha terminado, dejar reposar por 5 minutos en el matraz, transcurrido el tiempo poner la disolución dentro de la celda de absorción de 1 cm del espectrofotómetro y medir la turbiedad a 420 nm. Ajustar a 0 de absorbancia con la solución de referencia a 420 nm y leer las muestras con un intervalo de aplicación de 10.0 a 40.0 mg/L de sulfatos.

Imprimir los resultados obtenidos de las lecturas de las muestras, en el formato pedido.

### 5.3 Determinación de sustancias activas en el azul de metileno (SAAM)

Tomar el volumen de muestra 400 o 250 mL según corresponda. Colocarla en un embudo de separación, agregar 3 gotas del indicador de fenolftaleína y alcalinizar por adición gota a gota de NaOH 1N hasta que aparezca un color rosa (Figura 4). Hacer desaparecer el color rosa goteando disolución de ácido sulfúrico 1N.



Figura 4. Presencia de color rosa por adición de fenolftaleína.

Agregar 25 mL del reactivo de azul de metileno y mezclar (Figura 5), adicionar 15 mL de cloroformo, agitar por 30 s y permitir que se separen las fases (acuosa y orgánica). Pasar la fase orgánica a un segundo embudo de separación de 500 mL, al cual previamente se le adicione 50 mL de disolución de lavado de fosfatos.



Figura 5. Adición de azul de metileno y extracción con cloroformo.

Realizar la extracción tres veces, usando 15 mL de  $\text{CHCl}_3$  filtrándola a través de un embudo con fibra de vidrio y recibir en un matraz volumétrico de 100 mL. Extraer la disolución de lavado dos veces con 15 mL de  $\text{CHCl}_3$  cada una y agregarlos al matraz aforado a través de la fibra de vidrio.

Enjuagar la fibra de vidrio y el embudo con  $\text{CHCl}_3$ . Colectar el cloroformo de lavado en el matraz aforado, diluir hasta el aforo con  $\text{CHCl}_3$  y mezclar (Figura 6).



Figura 6. Cloroformo resultante de los lavados.

Ajustar a 0 de absorbancia o 100% de transmitancia con cloroformo. Determinar la absorbancia de la muestra en el espectrofotómetro a 652 nm. Con una concentración esperada  $>1.2$  mg/L. Imprimir los resultados obtenidos de las lecturas de las muestras, en el formato pedido.

#### 5.4 Determinación de turbiedad

Para el uso y mantenimiento del turbidímetro HACH 2100N (Figura 7), deberán seguirse las instrucciones indicada en el instructivo de operación.





Figura 7. Turbidímetro HACH 2100N.

Encender el equipo y dejarlo calentar por 15 min para estabilizar.

Tomar 50 mL de muestra aproximadamente en un vaso de precipitados de 100 mL.

Calibrar con estándares  $<0.1$  UNT (agua desionizada y filtrada) y 20 UNT, enjuagar la celda dos veces con el estándar correspondiente para evitar errores de dilución.

Posteriormente verificar con agua desionizada y estándar de 20 UNT.

Para el análisis de muestras: Llenar la celda de lectura con 25 mL de muestra agitando para homogenizar y teniendo cuidado de eliminar las burbujas de aire.

Introducir la celda con muestra por analizar en el equipo y cerrar con la tapa del mismo, tomar la lectura de la muestra y registrarla en el formato de resultados de turbiedad.

6. Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios.

Como ya se estableció, es el objetivo y la misión de la licenciatura en Química Farmacéutica Biológica, formar profesionales con habilidades y conocimientos para poder participar en equipos interdisciplinarios y poder resolver problemas referentes a la salud en la población. El campo de desarrollo para los egresados de QFB es amplio, así como el plan de estudios de la licenciatura, una de las áreas de desarrollo es el análisis fisicoquímico que no se limita únicamente a los medicamentos, si no que puede extenderse a toda materia de interés para el campo de la salud.

Las actividades realizadas en el SACMEX tienen como propósito evaluar y controlar la calidad de agua para consumo humano y de ser necesario, tomar las medidas pertinentes para evitar riesgos sanitarios, de modo que, el perfil de los egresados


de la licenciatura en QFB está estrechamente relacionado con la misión y objetivos del SACMEX.

El plan de desarrollo, de estudios, el perfil del egresado de la licenciatura de QFB y el SACMEX comparten objetivos y metas, entre las cuales se incluye, el compromiso social, la evaluación de la calidad de un bien o servicio para la comunidad, la evaluación de riesgos sanitarios, el desarrollo de parámetros que permitan evaluar atributos fisicoquímicos, entre otros.

## 7. Bibliografía

- Norma Mexicana NMX-AA-038-SCFI-2001. Determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-074-SCFI-2014 ANALISIS DE AGUAS-MEDICION DEL ION SULFATO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS.
- NMX-AA-077-SCFI-2001. Análisis de Agua. Determinación de Fluoruros en aguas naturales residuales y residuales tratadas.
- NMX-Z-055-IMNC-2009.Vocabulario Internacional de metrología - Conceptos fundamentales y generales, términos asociados.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA – WEF, 2005, 21 Edition. Método 5540 C.

Aprobado



---

**Lic. Biología Mario Melchor  
Méndez**

Jefe de la unidad departamental de  
análisis de calidad

Aprobado



---

**Dra. Tomasa Verónica Barón  
Flores**

Profesor titular C de tiempo completo  
No. Económico: 26848