

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

**Unidad Xochimilco**

**División Ciencias Biológicas y de la Salud**

**Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica**

**Servicio Social**

**Verificación de la calidad microbiológica del agua purificada producida en el Centro  
de Producción de Agua de la UAM-Xochimilco**

**Asesores:** M. en C. María Cristina Fresán Orozco

Dra. Ana Laura Esquivel Campos

**Analista:** Avidan Alexander Chávez Frausto

**Matrícula:** 201362040

**Fecha:** Noviembre 2016

## INDICE

	<b>Página</b>
Resumen	3
Introducción	3
Marco Teórico	4
Objetivos	6
Metodología	7
Resultados	11
Discusión de resultados	12
Programa de Verificación	13
Conclusiones	16
Objetivos y metas alcanzadas	16
Referencias	17

## **RESUMEN**

El agua es fundamental para la vida por lo que se debe contar con un suministro adecuado, seguro y accesible. Las heces de humanos o animales son las principales fuentes de microorganismos patógenos, los cuales representan un riesgo para la salud. La purificación del agua permite remover patógenos y sustancias tóxicas para obtener agua limpia y segura para su consumo. Existen distintos métodos para la purificación del agua como son, filtro de carbón activado, rayos UV o purificación por ozono. Las Normas Oficiales Mexicanas establecen los procedimientos que se deben llevar a cabo para evaluar la calidad del agua, así como las especificaciones sanitarias necesarias que deben cumplir los establecimientos de abastecimiento de agua purificada para el consumo humano. Se realizaron pruebas de calidad microbiológica al agua a granel obtenida de las distintas etapas del sistema de purificación del CEPAX y al agua purificada que es producida, envasada y distribuida por el CEPAX. Los estudios de identificación de coliformes por técnica del número más probable, coliformes totales en placa y método de filtración cumplieron con los límites permisibles establecidos por la NOM-201-SSA1-2012. Se estableció un programa de verificación que permitirá evaluar de manera continua el Sistema de Purificación de Agua del CEPAX, lo que garantiza un producto de calidad y seguro para la salud.

## **INTRODUCCIÓN**

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud. Esta no debe ser totalmente pura para ser segura, ya que el agua es un buen solvente, obtenerla completamente pura es casi imposible. Lo que si es necesario es obtener agua potable para la población en general. No debe contener concentraciones dañinas de químicos o microorganismos patógenos e idealmente debe ser estéticamente agradable en apariencia, color y olor (NRMMC 2011).

El énfasis primario que se debe dar a la mejora de los sistemas de abastecimiento es la prevención o bien reducción, de la entrada de patógenos. Los mayores riesgos microbianos son los asociados con la ingesta de agua que se ha contaminado con heces de humanos o animales. Estas heces son la fuente de microorganismos patógenos como bacterias, virus, protozoos y helmintos (WHO 2011).

La Secretaría de Salud en México emite Normas Oficiales, las cuales se encargan de establecer los requisitos básicos que garantizan la calidad bacteriológica del agua producida en los diferentes establecimientos públicos o privados por medio de la evaluación sistemática desde su origen hasta su distribución al consumidor, y determinan las especificaciones sanitarias que debe cumplir para el consumo humano (NOM-201-SSA1-2002).

La NOM-230-SSA1-2004 se encarga de establecer los requisitos sanitarios que se deben cumplir para preservar la calidad del agua, así como el procedimiento para su muestreo. Una vez obtenida la muestra de agua, se somete a los procedimientos descritos en la NOM-112 (Cálculo del Número Más Probable), y NOM-113-SSA1 (Coliformes totales en placa). Los resultados deben cumplir con los límites permisibles especificados en la NOM-127. La aplicación en conjunto de estas normas conlleva a mejorar el acceso a agua potable proporcionando beneficios tangibles para la salud.

En el presente trabajo se documenta la verificación de la calidad del agua producida, envasada y distribuida por el CEPAX en la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco con la finalidad de demostrar que el sistema de producción opera en condiciones seguras, y .Se estableció un programa de verificación que conduce a la evaluación de forma continua, considerando inocuidad y aceptabilidad del sistema de purificación de agua y producto terminado.

## **MARCO TEÓRICO**

El agua para consumo humano se define como toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud. Se considera que no causa efectos nocivos a la salud cuando se encuentra libre de patógenos y de sustancias tóxicas y cumpla, además con los requisitos que se señalan en las Normas Oficiales (NOM-201-SSA1-2015).

Entre las distintas Normas Oficiales emitidas por la Secretaría de Salud empleadas para la evaluación del agua potable se encuentran:

- NOM-112-SSA1-1994. Establece el método microbiológico para estimar el número de coliformes presentes en productos alimenticios por medio del cálculo del número más probable (NMP), la cual proporciona una estimación estadística de la densidad microbiana presente.

- NOM-113-SSA1-1994. Enuncia el método microbiológico para determinar el número de microorganismos coliformes totales presentes en productos alimenticios por medio de la técnica de cuenta en placa.
- NOM-127-SSA1-1994. Especifica los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano

Otras normas empleadas son: NOM-230-SSA1-2002 (Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo), NOM-110-SSA1-1994 (Preparación y dilución de muestras para su análisis microbiológico y la NOM-201-SSA1-2002 (Especificaciones sanitarias).

La purificación del agua remueve contaminantes del agua a granel. Esto ayuda a obtener agua limpia y pura para el consumo humano. El agua purificada se puede emplear para otros propósitos como son, químicos, médicos, industriales, y farmacológicos (Daniels, 2014).

Hay diferentes métodos para la purificación del agua, entre los que se encuentran (Profeco 2004):

Filtro de carbono activado: En este sistema el agua pasa por un filtro que contiene millones de agujeros microscópicos que capturan y rompen las moléculas de los contaminantes. Este método es muy eficiente para eliminar el cloro, el mal olor, los sabores desagradables y los sólidos pesados en el agua. También retiene contaminantes orgánicos, como insecticidas y pesticidas (Profeco 2004).

Purificación por ozono, el ozono es un gas muy efectivo en la purificación porque descompone los organismos vivos sin dejar residuos químicos que puedan dañar la salud o alterar el sabor del agua (Profeco 2004).

Rayos ultravioleta (UV), se encargan de eliminar las bacterias, es un método automático, efectivo y de fácil manejo. Puede purificar hasta 200 litros de agua al día (Profeco 2004).

Osmosis Inversa: Utiliza una membrana semipermeable que separa y elimina del agua sólidos, sustancias orgánicas, virus y bacterias disueltas en el agua. Puede eliminar alrededor del 95% de los sólidos disueltos totales y 99% de las bacterias. Las membranas solo dejan pasar las moléculas de agua (Profeco 2004).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Realizar pruebas de calidad microbiológica establecidas en la NOM-201-SSA-2002 al “Aguam Purificada” que es producida, envasada y distribuida por el CEPAX.

### **Objetivos Específicos**

- Tomar muestras de agua en las distintas etapas de purificación
- Determinar coliformes totales en placa
- Determinar bacterias coliformes por la técnica del número más probable
- Determinar bacterias coliformes por el método de filtrado en membrana
- Elaborar un programa de verificación de la calidad del agua

## **METODOLOGIA**

La metodología fue llevada a cabo con base en los Procedimientos Normalizados de Operación descritos en “Control de calidad microbiológica de “Aguam Purificada” del Centro de Producción de Agua-Xochimilco (CEPAX)” por Pacheco, 2015.

### **PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO**

Agua peptonada: Se disolvió Peptona (1 g), cloruro de sodio (8.5 g) en un litro de agua. Se distribuyó en tubos de ensayo en porciones de 90 mL y 9 mL. Se esterilizó por autoclave a  $121\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  por 15 minutos.

Agar-rojo-violeta-bilis-lactosa (RVBA): Se disolvieron 41.5 g en un litro de agua. Se calentó con agitación constante y se hirvió durante 2 minutos. Se enfrió inmediatamente el medio en un baño de agua hasta que llegue a  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . No se esteriliza en autoclave. El medio se utiliza dentro de las tres primeras horas después de su preparación.

Caldo lactosado (medio de enriquecimiento): Se disolvieron 13 g en un litro de agua. Se distribuyeron en volúmenes de 90 mL en tubos de 3 cm de diámetro y 10 mL en tubos de 16 x 160 mm. A cada tubo se le agrega una campana de fermentación (tubo de Durham). Se esterilizó en autoclave por 15 minutos a  $121\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ .

Agar de cuenta estándar: Se disolvieron 23.5 g en un litro de agua. Se esterilizó en autoclave por 15 minutos a  $121\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ . Se distribuyó en cajas de Petri y se dejó solidificar.

### **SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Se seleccionaron muestras de agua envasada correspondientes a:

- Últimos dos lotes del trimestre 15-O
- Primeros lotes posteriores a la limpieza del equipo de purificación de agua del CEPAX.
- Primeros lotes de cada semana con una frecuencia de entre 15-20 días.

Las muestras a granel se seleccionaron de la siguiente manera:

- Muestras de agua a granel correspondientes a las distintas etapas del sistema de purificación: Cisterna (Cis), Filtro 1 (F1), Filtro 2 (F2), Filtro 3 (F3) y Enjuague (En).

El análisis de estas muestras se realizó durante la primera semana del trimestre 16-I y durante la primera semana del trimestre 16-P, posteriores a la limpieza del equipo de purificación de agua del CEPAX.

## **MUESTREO**

Con base en el Procedimiento Sanitario para el Muestreo de Agua para Consumo Humano en el Centro de Producción de Agua-Xochimilco (PSM00), el muestreo se realizó de la siguiente manera para cada caso:

### **Muestra a granel**

Se limpió el orificio de salida del grifo con una torunda de algodón que contenga solución de hipoclorito de sodio (100 mg/L).

Se dejó correr el agua aproximadamente 3 minutos o hasta estar seguro que el agua almacenada haya salido por completo.

Se llenó el recipiente a un 90% de capacidad y tapar de inmediato.

Se etiquetó el frasco con un número de registro para identificar cada muestra, fecha y hora y tipo de análisis a efectuar.

Se realizaron de inmediato las pruebas correspondientes a la muestra.

### **Agua envasada**

Se tomó la muestra directamente del envase.

Se etiquetó el frasco con un número de registro para identificar cada muestra, fecha y hora y tipo de análisis a efectuar.

Se realizaron de inmediato las pruebas correspondientes a la muestra.

## **PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Con base en el Procedimiento Para la Preparación y Dilución de Muestra de Agua para su Análisis Microbiológico (PPD00), la preparación de las muestras se realizó de la siguiente manera:

### **Dilución primaria:**

Se agitó la muestra por 7 segundos. Se tomaron 10 mL de la muestra y se diluyeron en 90 mL (10-1) de agua peptonada.

### **Diluciones decimales:**

Se transfirió 1 mL de la dilución primaria a un tubo de ensaye con 9 mL (10-2 de agua) de agua peptonada y se mezcló.



Se transfirió 1 mL de la dilución 10-2 a un tubo de ensaye con 9 mL (10-2 de agua) de agua peptonada y se mezcló.

Se transfirió 1 mL de la dilución 10-3 a un tubo de ensaye con 9 mL (10-2 de agua) de agua peptonada y se mezcló.

### **COLIFORMES TOTALES EN PLACA**

Con base en el Procedimiento para la Cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa (PCM00) se realizó el siguiente análisis:

Con una pipeta estéril se transfirieron en cajas de Petri por duplicado 1 mL de la muestra líquida y de las diluciones.

A cada caja se agregaron 15 a 20 mL de agar-rojo-violeta-bilis, mezclando con 6 movimientos circulares y 6 movimientos de lado a lado. Se dejó solidificar.

Para la caja control se agregaron aproximadamente 4 mL de agar-rojo-violeta-bilis en la superficie del medio y se dejó solidificar.

Se invirtieron las cajas y se incubaron a 35 °C durante 24 horas. Una vez pasadas las 24 horas se seleccionaron las cajas que contuvieran 15-20 colonias. Para el cálculo de número de coliformes por mL de muestra se multiplicó el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente.

### **COLIFORMES - TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE**

Con base en el Procedimiento para la Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del Número más Probable (PDB00) se realizó el siguiente análisis:

#### **Prueba presuntiva:**

Inoculación (dilución primaria): Se agitó la muestra por 10 segundos. Se tomaron 10 mL de la muestra y se diluyeron en 90 mL (10-1) de caldo lactosado.

Diluciones decimales: Se transfirió 1 mL de la dilución primaria a un tubo de ensaye con 10 mL (10-2) de caldo lactosado y se mezcló.

Se transfirió 1 mL de la dilución 10-2 a un tubo de ensaye con 10 mL (10-2 de agua) de caldo lactosado y se mezcló.

Se transfirió 1 mL de la dilución 10-3 a un tubo de ensaye con 10 mL (10-2 de agua) de caldo lactosado y se mezcló.

Se incubaron los tubos a 35 °C. Se examinaron a las 24 horas y se seleccionaron las muestras que presentan formación de gas. Si no presenta formación de gas en este tiempo, incubar 48 horas.

Se emplearon 5 tubos por cada dilución.

Se calcularon los resultados correspondientes con base en los cuadros de NMP de la NOM-112-SSA1-1994.

### **COLIFORMES TOTALES Y FECALES - MÉTODO DE FILTRACIÓN POR MEMBRANA**

Con base en el Procedimiento para la Determinación de Bacterias Coliformes Totales y Coliformes Fecales – Método de Filtración por Membrana (PCT00) se realizó el siguiente análisis:

El volumen de cada muestra fue de 100 mL. Se filtró bajo vacío parcial, con el filtro aún en su lugar. Al terminar la filtración se retiró la membrana con pinzas estériles y se colocó sobre el medio de cuenta estándar con un movimiento circular. Se incubó la membrana sin invertir la caja de Petri durante 15 – 20 horas a 35 °C.

## RESULTADOS

### Muestras de agua granel de las Distintas Etapas del Sistema de Purificación

**Tabla 01.-** Resumen de los resultados de pruebas de identificación de coliformes en agua a granel

Muestra de agua		Fecha	NMP/ 100 mL	UFC	Filtrado en membrana (UFC/100 mL)
<b>Inicio del trimestre 16-I (Enero – 2016)</b>					
<b>Cisterna</b>		13/01/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>F1</b>		13/01/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>F2</b>		13/01/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>F3</b>		13/01/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>En</b>		13/01/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Inicio del trimestre 16-P (Mayo – 2016)</b>					
<b>Cisterna</b>		11/05/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>F1</b>		11/05/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>F2</b>		11/05/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>F3</b>		11/05/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>En</b>		11/05/16	-	no desarrollo de coliformes por mL	-

F1: Filtro de grava y arena, F2: Filtro de carbón activado, F3: Filtro suavizador, En: Enjuague.

Los resultados de las pruebas realizadas para la identificación de coliformes en agua a granel se resumen en la Tabla-01. En ninguno de los tres métodos realizados en las diferentes muestras de agua a granel hubo presencia de coliformes.

### Muestras de agua envasada

**Tabla 02.-** Resumen de los resultados de pruebas de identificación de coliformes en agua envasada

Muestra de agua	NMP/ 100 mL	UFC	Filtrado en membrana (UFC/100 mL)
<b>Lt 011215</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 111215</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 160116</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 030216</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 170216</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 250216</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 090316</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 230316</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 010416</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 200416</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-
<b>Lt 040516</b>	-	no desarrollo de coliformes por mL	-

Lt = Lote. DD/MM/AA de fabricación del lote.

La Tabla-02 expresa los resultados de las pruebas realizadas para la identificación de coliformes en agua envasada. Los resultados de las pruebas realizadas arrojan que los lotes evaluados no presentan desarrollo de coliformes.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La NOM-127-SSA1-1994 establece que los límites permisibles de calidad bacteriológica para organismos coliformes totales resultantes del examen de una muestra simple de agua es de 2 NMP/100 mL para la técnica del número más probable y 2 UFC/100 mL para la técnica de filtración por membrana. Por lo tanto, los resultados obtenidos de los estudios realizados en las muestras de agua a granel en las diferentes etapas del Sistema de Purificación de Agua del CEPAX (Tabla 01) demuestran que las políticas de mantenimiento y limpieza del CEPAX son adecuadas para el correcto funcionamiento del equipo, ya que cumplen con los criterios previamente mencionados.

Todas las muestras de agua envasada (Tabla 02) cumplen también con los criterios establecidos por la NOM-127-SSA1-1994 por lo que se asegura la calidad bacteriológica del producto fabricado y distribuido por el CEPAX.

La NOM-113-SSA1-1994 para el método de cuenta de microorganismos coliformes totales en placa establece que para la expresión de resultados deben seleccionarse las placas que contengan entre 15 y 150 colonias sin embargo, tanto las muestras de agua a granel como las muestras de agua envasada no mostraron desarrollo de colonias, por lo tanto cumplen con el criterio establecido para su aceptación.

## PROGRAMA DE VERIFICACION

Con base en la metodología llevada a cabo y los resultados obtenidos se propone el siguiente programa de verificación de calidad del agua purificada:

**Tabla-03.-** Etapas del programa de verificación de la calidad microbiológica

Semana	Etapa	Procedimientos a realizarse
0	Lavado de los filtros del Sistema de Purificación de Agua del CEPAX.	Las descritas en las políticas de limpieza y mantenimiento de equipo del personal del CEPAX.
1	Análisis de muestra de agua envasada.*	PCM00, PDB00 y PCT00
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12	Análisis de las muestras de agua a granel de Cisterna (Cis), Filtro 1 (F1), Filtro 2 (F2) y Filtro (F3) y Enjuague (En) o último lote de agua envasada obtenido durante trimestre en curso.	
13		

\*A disposición del responsable del CEPAX

Este programa corresponde a 12 semanas habituales del calendario trimestral de la UAM-Xochimilco, más una semana extra al principio y al final de cada trimestre. Las semanas que componen este programa se explican de la siguiente manera:

- Semana 0 y con base en las políticas internas de limpieza y mantenimiento de equipo del CEPAX, se estableció que al inicio de cada trimestre de la Universidad Autónoma Metropolitana se llevará a cabo el procedimiento para el correcto acondicionamiento del equipo que compone al Sistema de Purificación de Agua del CEPAX.
- Semanas 1 y 2 se realizarán las pruebas descritas en los PNO's, PCM00, PDB00 y PCT00 a cada una de las muestras de agua a granel, esto con la finalidad de revisar el adecuado mantenimiento y funcionamiento del Sistema de Purificación de Agua del CEPAX. En caso de no cumplir con los límites microbiológicos establecidos por las normas correspondientes, se deberá de notificar de inmediato al responsable del CEPAX y al personal de trabajo del CEPAX para reevaluar la limpieza y mantenimiento del sistema de purificación
- Entre la semana 3 y 11 y a disposición del responsable del CEPAX se elegirá el lote o los lotes de agua envasada que se consideren necesarios, a los cuales se les realizarán las pruebas descritas en los PNO's, PCM00, PDB00 y PCT00. Cada

muestra deberá cumplir con las especificaciones fijadas por las normas oficiales. Esto con la finalidad de verificar la integridad del correcto funcionamiento del sistema de purificación a lo largo del trimestre. En caso de no cumplir con los criterios de aceptación se sigue el siguiente procedimiento:

1. Realizar las pruebas descritas en los PNO's PCM00, PDB00 y PCT00, en una muestra diferente de agua envasada del mismo lote. Esto con la finalidad de descartar que la contaminación se haya debido a un error durante el procedimiento.
  2. En caso de confirmar la contaminación del lote, notificar al personal de trabajo del CEPAX y detener cualquier producción de lotes de agua envasada posteriores al lote contaminado. Realizar análisis de las muestras de agua a granel correspondientes a cada etapa del sistema de purificación para identificar la etapa del sistema donde haya ocurrido la contaminación.
  3. Una vez confirmada la contaminación. El personal deberá reevaluar la limpieza y mantenimiento del sistema de purificación.
  4. Realizar análisis de las muestras de agua a granel correspondientes a cada etapa del sistema de purificación y de una muestra de producto final de agua envasada, esto para asegurar el correcto funcionamiento del equipo.
- Durante las semanas 12 – 13, se realizarán las pruebas descritas en los PNO's, PCM00, PDB00 y PCT00 a cada una de las muestras de agua a granel o a una muestra de agua envasada correspondiente al último lote obtenido durante el trimestre en curso, esto con el objetivo de evaluar la integridad del Sistema de Purificación de Agua del CEPAX al finalizar el trimestre.
- 

#### **Frecuencia del Programa de Verificación**

La calidad microbiológica del “Agua Purificada” deberá ser verificada con una frecuencia de por lo menos un trimestre al año.

### **Criterios adicionales**

La reevaluación de la calidad microbiológica del “Agua Purificada” debe ser considerada en los siguientes casos:

1. Al haber cualquier modificación o reparación del Sistema de Purificación de Agua del CEPAX.
2. Al hacer cualquier cambio en un componente del Sistema de Purificación de Agua del CEPAX que pueda afectar el rendimiento del equipo.

En estos casos se deberán llevar a cabo las siguientes pruebas para asegurar el correcto funcionamiento del equipo y la calidad microbiológica del producto:

- Prueba de NMP en las distintas etapas del sistema de purificación y producto final.
- Prueba de coliformes totales en placa en las distintas etapas del sistema de purificación y producto final.
- Prueba de identificación de coliformes por el método de filtrado en membrana en las distintas etapas del sistema de purificación y producto final.

### **Sugerencias**

Es responsabilidad del personal del CEPAX asegurar el correcto mantenimiento y funcionamiento del Sistema de Purificación de Agua. Cualquier irregularidad durante el procedimiento deberá ser notificada al responsable del CEPAX y al analista.

Este programa de verificación queda a disposición del responsable del CEPAX, quien en pleno uso de su autoridad puede solicitar en cualquier momento análisis adicionales a cualquier etapa del sistema de purificación o de cualquier lote de agua envasada.

## **CONCLUSIONES**

Los estudios de identificación de coliformes por medio de técnica del número más probable, coliformes totales en placa, y método de filtración por membrana verificaron y aseguraron la calidad del “Agua Purificada” producida, envasada y distribuida por el Centro de Producción de Agua Purificada de la UAM-Xochimilco (CEPAX) al cumplir esta con todos los criterios establecidos por la NOM-201-SSA1-2012.

Por medio del procedimiento llevado a cabo en este documento se implementó un programa de verificación que permitirá evaluar de forma continua el Sistema de Purificación de Agua del CEPAX para que este cumpla los requerimientos necesarios para brindar un producto de calidad.

## **OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS**

Se realizaron las pruebas de calidad microbiológica establecidas en la NOM-201-SSA-2002 al agua purificada” que es producida, envasada y distribuida por el CEPAX. Se realizó la determinación de coliformes totales por medio de la técnica del número más probable, por el método de filtrado en membrana y coliformes totales en placa. Los resultados arrojaron que se cumple con los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas. Se elaboró satisfactoriamente un programa de verificación de la calidad del agua para evaluar de manera rutinaria el agua producida en el CEPAX.



## REFERENCIAS

- WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition. 2011.
- Australian Drinking Water Guidelines 6. 2011. Updated February 2016.
- Huerta, M. Leonardo, Métodos para purificar agua, Revista electrónica de PROFECO, 2004.
- Daniels, Noah. Water Purification. The Methods And Processes To Have Clean Water, BookRix GmbH & Co, Germany, 2014.
- Normal Oficial Mexicana-230-SSA1-2002, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
- Normal Oficial Mexicana-110-SSA1-1994, bienes y servicios. “Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico”
- Normal Oficial Mexicana-112-SSA1-1994, bienes y servicios. “Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable”.
- Normal Oficial Mexicana-113-SSA1-1994, bienes y servicios. “Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa”.
- Normal Oficial Mexicana-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. “Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”.
- Normal Oficial Mexicana-201-SSA1-2002, Productos y servicios. “Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias”
- Borgonio Daniela Monserrat. 2015. Control de calidad microbiológica de “Agua Purificada” del Centro de Producción de Agua-Xochimilco (CEPAX). Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México.