



DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
LICENCIATURA EN QUÍMICA FÁRMACEUTICA BIOLÓGICA

PROYECTO DEL SERVICIO SOCIAL:
**VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAM
PURIFICADA A GRANEL Y ENVASADA, PRODUCIDA EN EL
CENTRO DE PRODUCCIÓN DE AGUA XOCHIMILCO
(CEPAX)**

ALUMNA:

Olguin Escorcia Mariana Carmin

Matrícula: 2152026967

ASESOR:

I.Q. Antonio Contreras Escalante

Fecha de inicio: 14 mayo 2018

Fecha de término: 3 diciembre 2019

CONTENIDO

	Páginas
INTRODUCCIÓN	4
JUSTIFICACIÓN	5
ANTECEDENTES	6
OBJETIVOS	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
MATERIALES	10
Reactivos.....	10
Equipos.....	10
METODOLOGÍA	14
Pruebas Fisicoquímicas	15
<input type="checkbox"/> pH.....	15
<input type="checkbox"/> Conductividad	15
<input type="checkbox"/> Dureza total.....	15
<input type="checkbox"/> Hierro total	16
<input type="checkbox"/> Nitratos	16
<input type="checkbox"/> Cloro Total	17
Pruebas microbiológicas	17
<input type="checkbox"/> Prueba presuntiva.....	17
<input type="checkbox"/> Prueba confirmativa	18
DIAGRAMA DE FLUJO	19

RESULTADOS ANALÍTICOS	20
Tabla de resultados microbiológicos	20
Tabla de resultados fisicoquímicos	21
DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	24
ANEXOS	25
REFERENCIAS	26

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos e indispensables para la vida de los seres humanos, es un líquido incoloro, inodoro e insípido que cubre cerca del 70% del planeta. Sin embargo, el 97% del agua es salada y solamente el 3% dulce, encontrándose esta última en mayor proporción congelada en los polos Norte y Sur.

Alrededor de la tercera parte del agua dulce está disponible de manera superficial en los ríos, lagos y en menor cantidad en forma subterránea. Sin embargo, gravita, en torno a este recurso, un problema creciente asociado a su forma de distribución en el mundo donde viven millones de personas y la mitad del total de la población es pobre; la carencia de este líquido vital y sus condiciones de calidad para un consumo sano.

Así, la potabilidad del agua es un tema que cada día ocupa más la atención de políticos, industriales, científicos y sociedad en general, debido a que su consumo se ha visto incrementado con los años. Y por ello, el agua se ha convertido en un bien natural en todos los países, de tal manera, que el siglo XXI está destinado a convertirse en la “Era del Oro Azul”, lo que ha motivado que la industria del agua purificada y envasada sea vista como un negocio muy rentable y de crecimiento constante. Como se muestra por un número reducido de empresas dedicadas a este sector comercial que monopolizan los mercados internacionales, nacionales o regionales. (Tornero Campante & Bonilla Fernández, 2009)

En este contexto en noviembre de 2002, la ONU declaró formalmente que el acceso al agua potable segura es uno de los derechos humanos: “El agua es fundamental para la vida y la salud. El derecho humano al agua es indispensable para llevar una vida saludable en dignidad humana. Es un prerrequisito para la realización de todos los demás derechos humanos”. (Giraldo, 2004)

Actualmente, hay una diversidad de marcas de agua purificada envasadas y muchas personas las prefieren, ya sea por moda o necesidad, pensando que son

garantía de calidad e higiene. Esto no siempre es verdad, ya que los costos de venta son altos y en ocasiones pueden presentar alguna contaminación que no se puede apreciar a simple vista.

La Secretaría de Salud a través de la Dirección de Protección contra Riesgos Sanitarios realiza acciones de prevención para garantizar que el agua purificada que consumen todos los niveles de la población se encuentra cumpliendo con los parámetros de calidad que están establecidos en la **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-201-SSA1-2015, “Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.”** (En lo sucesivo la NOM).

En concordancia con este marco sanitario es que el proyecto CEPAX ha venido teniendo continuidad en sus ciclos de producción y distribución de AGUAM Purificada – tanto a granel como envasada en garrafones - sin presentar desviaciones o riesgos de las especificaciones normativas vigentes, según lo mostrado por el trabajo analítico de verificación de calidad que se ha desarrollado y documentado en el presente informe de servicio social.

JUSTIFICACIÓN

El agua potable es uno de los recursos vitales no renovables los cuales necesitamos diariamente para vivir, a pesar de que el agua es un derecho humano, no todos tienen el privilegio de disponer de ella y, más aún, de una calidad aceptable. Esta agua potable una vez transformada en agua purificada mediante un proceso de filtración por ósmosis inversa, debe de cumplir puntualmente con toda una serie de requisitos relacionados con características organolépticas y fisicoquímicas, relativas a sustancias no deseables, sustancias tóxicas y microbiológicas.

En este punto específico, el Centro de Producción de Agua Xochimilco (CEPAX) apoyado por las instancias administrativas de Rectoría de unidad, Divisional y de Jefatura departamental, adquirió el compromiso de ser un centro de que cumpla tres propósitos específicos:

- a) Suministrar AGUAM Purificada a todas las áreas administrativas, de docencia e investigación y de áreas externas adscritas a la unidad,
- b) Garantizar la calidad del producto final envasado y
- c) Aprovechar el equipamiento del laboratorio de control de calidad para implementar y ejecutar la metodología analítica verificando la calidad del producto final mediante la participación técnica de alumnos de servicio social interesados en conocer el proceso integral de la purificación y control de calidad de AGUAM Purificada.

Es en este último apartado donde queda justificada la planeación, ejecución y concentración de información final que da forma al contenido central del informe de servicio social aquí presentado.

ANTECEDENTES

El agua (H₂O) al ser de gran importancia, además de ser considerada como disolvente universal, ya que muchas sustancias se disuelven en ella en diversos grados, también es considerada como uno de los reactivos más comunes dentro de los laboratorios, en este contexto, es de gran importancia cuidar su pureza, ya que al mantener un control sistemático de su calidad se promueve la eliminación de sesgo, se evitan interferencias y reacciones secundarias, aumentando así la confiabilidad de los resultados. (National Institutes of Health, 2013)

Existen en el mundo dos preocupaciones crecientes: la calidad y la disponibilidad del agua. Esto constituye uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la humanidad hoy en día que llegará a ser más crítico en el futuro cercano. La creciente demanda sobrepasa el suministro, y la población sigue contaminando

los ríos, lagos, arroyos y mantos acuíferos subterráneos (Cortes, 2007). Se estima que la mitad de la población del planeta bebe agua insalubre o contaminada, mientras que la otra mitad derrocha este vital líquido, que hasta hace pocos años se bebía directamente de la llave, porque si era potable, que finalmente para eso es potable. Dado que el agua es un elemento indispensable para vivir, ha orillado a la mayor parte de la población a buscar agua potable de “mejor calidad”. Muchos consumidores de agua envasada residen en naciones con modernos sistemas de abastecimiento domiciliario, aun así, optan por pagar una cantidad elevadísima (hasta 1000 veces el costo del agua de la red municipal) para adquirir agua envasada o embotellada. (Calzada, 2007)

Los sistemas públicos de agua potable suministran el líquido a 90% de la población. Hay 170000 sistemas de agua clasificados como públicos, de ellos, unos 55000 sistemas comunitarios de agua atienden a 252.5 millones de personas. Los sistemas públicos son los que dan servicio cuando menos a 25 personas por día durante 60 días o más del año. Entre 1971 y 1996, se presentaron al menos 55 brotes de enfermedades hídricas, cerca del 40% de la humanidad no tiene acceso adecuado a agua segura. Se estima que las enfermedades hídricas provocan la muerte de más de 25000 personas diariamente. (Davis & Masten, 2005)

Cerca de 40% de la raza humana no tiene acceso adecuado a agua segura. Se estima que las enfermedades hídricas provocan la muerte de más de 25000 personas diariamente. La disminución de estas enfermedades se debe a un tratamiento de los abastecimientos de agua. (Davis & Masten, 2005)

La calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas o biológicas del agua. La calidad del agua es una medida de la condición del agua en relación con su impacto en una o más especies acuáticas como peces y ranas o en usos humanos, ya sea para consumo o recreativo. Los estándares más comunes que se utilizan para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los

ecosistemas y la seguridad del contacto humano con el agua potable. (Rock & Rivera, 2014)

Respecto a los establecimientos medianos o micros de agua purificada, al igual que las grandes embotelladoras de agua purificada, están regulados por la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios, vinculada al Departamento de Regulación y Fomento Sanitario de la Secretaría de Salud. Tanto las grandes embotelladoras hasta las micro purificadoras deben de cumplir con todas las normas sanitarias en los procesos de purificación, ya que la calidad de la fuente de suministro de agua potable cambia constantemente, de ahí una necesaria inspección y nuestros para su análisis periódico. Los muestreos de las embotelladoras deben de ser frecuentes, ya que la calidad del agua cambia constantemente, de ahí una supervisión periódica.

Al parecer no existe esta supervisión de muestreo, ya que de acuerdo con datos reportados en una encuesta realizada por investigadores del Instituto Politécnico Nacional (IPN), con 122 muestras de agua envasada de 111 pequeñas purificadoras ubicadas en las 16 delegaciones de la Ciudad de México mostraron que más de la mitad de las muestras (69) contenían coliformes totales, mientras que otras 23 muestras dieron positivo en coliformes fecales y solo 30 pasaron la prueba de forma satisfactoria. Pero lo preocupante es que muchos proveedores que abastecen de agua potable a las purificadoras no cumplen con frecuencia las normas mexicanas establecidas para este fin.

Por otro lado, ya que no se conoce con certeza el origen del agua purificada que se consume, en muchos casos la toman directamente de la red pública, pero en otros las purificadoras que no siguen las condiciones sanitarias requeridas, incluso son abastecidas por pipas, por lo que la calidad final puede variar enormemente. De ahí la necesidad de conocer más a fondo el funcionamiento de este segmento que abastece de agua para beber al 30% de la población de la actual CDMX. (Montero & Cardoso, 2001)

La ingesta de agua contaminada con coliformes fecales y enterobacterias patógenas, tiene consecuencias en la salud muy graves provocando enfermedades que pueden llevar a la muerte. Las enfermedades más comunes causadas por la contaminación del agua afectan el tracto gastrointestinal como gastroenteritis por *E. coli*, *shigelosis*, cólera, fiebre tifoidea, con síntomas como vómito y diarrea que conducen a la deshidratación con riesgo de que sea mortal. También es posible contraer enfermedades por contacto del agua en la piel causadas por microbacterias. (World Health Organization, 2015)

OBJETIVOS

Objetivo General

- Validar la calidad de AGUAM purificada, a granel y envasada en garrafones la cual es producida en el Centro de Producción de agua Xochimilco (CEPAX)

Objetivos Específicos

- Realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio del CEPAX, descritos en la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015. (DOF, 2015)
- Realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos descritos en la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015 a las muestras de AGUAM. (DOF, 2015)
- Evaluar la calidad de los puntos críticos del proceso de producción para eliminar residuos de contaminación de purificación del CEPAX
- Realizar las pruebas de dureza total, nitratos y cloro total

MATERIALES

Reactivos

- Lauril Sulfato de Sodio (LSS) (BD Bioxon)
- Caldo Bilis Verde Brillante (BD Bioxon)
- Caldo EC (Difco TM)
- Capas testigo de *E. coli*
- Solución alcalina para calcio y magnesio (Test) (HACH)
- Solución indicadora para magnesio y calcio (HACH)
- solución de EDTA 1M (HACH)
- Solución EGTA (HACH)
- Reactivo de sulfuro 1 (HACH)
- Reactivo de sulfuro 2 (HACH)
- Almohada de polvo de reactivo Hierro (AccuVac)
- Almohada de polvo de reactivo Nitratos (AccuVac)

Equipos

- HACH modelo DR/890 Colorimeter
- Potenciómetro HI 2210 pH Meter
- Conductivity Meter (Hanna Instruments)
- Balanza analítica OHAUS
- General Incubator
- Autoclave Vertical Corporation
- Campana de flujo laminar VICH1
- Estufa/incubadora BOEX

VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAM PURIFICADA A GRANEL Y ENVASADA, PRODUCIDA EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN DE AGUA XOCHIMILCO (CEPAX)



Imagen 1. Equipos de laboratorio empleados en el desarrollo experimental dentro de las instalaciones del CEPAX



Imagen 2. Área de llenado de garrafones de AGUAM Purificada

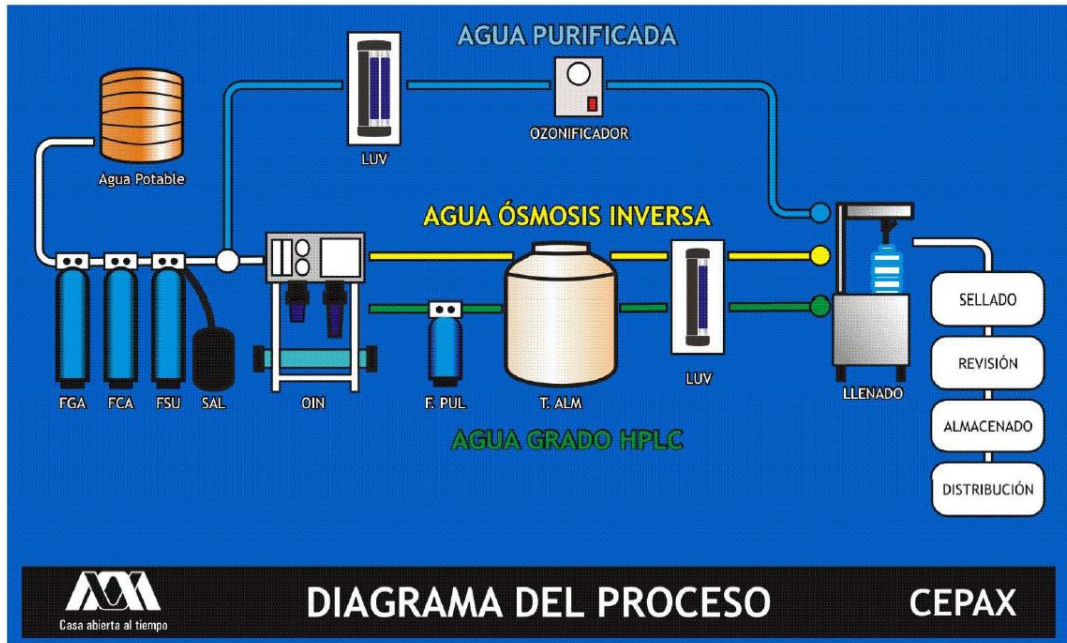


Imagen 3. Etapas del proceso de producción para AGUAM Purificada



Imagen 4. Resultados presuntivos con campana de Durham de las muestras: tubo control positivo comparado con tubo de muestra AGUAM Purificada: Lote 260919

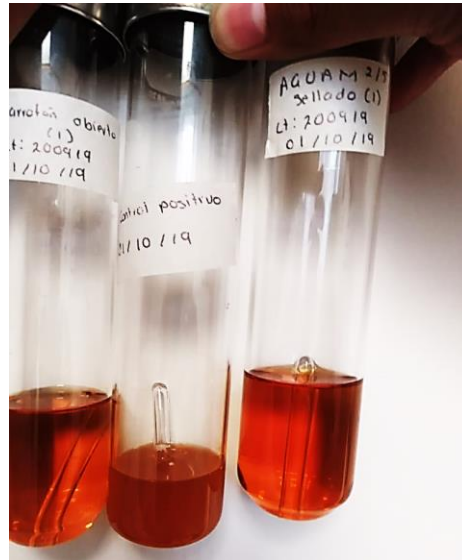


Imagen 5. Resultados presuntivos comparativos entre muestras control positivo, muestra AGUAM Purificada: Lote 200919 de garrafón abierto (A1) y AGUAM Purificada: Lote 200919 de garrafón sellado 2/5



Imagen 6. Serie de 5 tubos analizados de muestra AGUAM Purificada: Lote 200919 de garrafón abierto (A1)

METODOLOGÍA

El análisis de las muestras de agua se realizó basándose en la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015. Por otro lado, para la determinación de las pruebas fisicoquímicas se utilizó el equipo HACH modelo DR/890 Colorimeter. En cuanto la determinación de las pruebas microbiológicas se utilizaron los reactivos Lauril Sulfato de Sodio (LSS) (BD Bioxon), Caldo Bilis Verde Brillante (BD Bioxon), Caldo EC (Difco TM) y para las pruebas de controles positivos se utilizaron cepas de *E. coli* previamente tratadas para su incubación. Los resultados se reportan como NMP de coliformes/100 mL de agua, la determinación y enumeración de coliformes totales y fecales por el método del NMP se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de gas (CO₂). (Fernández Santisteban, 2017)

No. De Tubos positivos	NMP/100 mL	95% de Límite de Confianza (aproximado)	
		Inferior	Superior
0	< 1.1	0	3.0
1	1.1	0.05	6.3
2	2.6	0.3	9.6
3	4.6	0.8	14.7
4	8.0	1.7	26.4
5	>8.0	4.0	Infinito

Tabla 1. Índice del NMP para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 5 tubos con 20 mL de muestras de agua.

A continuación, se describirán cada uno de los métodos utilizados divididos en pruebas fisicoquímicas y pruebas microbiológicas.

Pruebas Fisicoquímicas

- pH

En un vaso de precipitados de 150 mL colocar una muestra de 100 mL, posteriormente se introduce el electrodo del potenciómetro, se deja estabilizar la lectura aproximadamente por 2 minutos y se registra el dato obtenido. Al terminar el procedimiento, lavar el electrodo con agua destilada y colocarlo en una solución buffer pH 4.

- Conductividad

Preparar el equipo para su uso de acuerdo con las instrucciones del fabricante y seleccionar el electrodo con la constante de celda apropiada para el intervalo de medición que se usara. Posteriormente en un vaso de precipitados de 150 mL se colocan 100 mL de la muestra, tanto la muestra como la solución de calibración deben estar a 25°C de preferencia o a temperatura ambiente. Se procede a determinar la temperatura de la muestra, previamente la celda se enjuaga con porciones de la muestra para evitar la contaminación de la muestra por electrolitos.

Sumergir la celda en la muestra, esta debe cubrir los orificios de ventilación de la celda, agitar la celda verticalmente para expulsar las burbujas de aire.

Se debe seleccionar el rango adecuado de medición en el instrumento, una vez estabilizada la lectura se procede a registrar el valor obtenido de conductividad.

Después de cada determinación se retira la celda de la muestra y se enjuaga con agua desionizada. Reportar los datos como conductancia específica o conductividad, mS/m a 25°C.

- Dureza total

En una probeta de 100 mL colocar 50 mL de la muestra a analizar, posteriormente agregar 0.5 mL de solución indicadora de calcio y magnesio y 0.5 mL de solución alcalina para magnesio y calcio (Test), agitar.

Después se coloca un 10 mL de la muestra preparada en dos celdas a la cual, a una de ellas se le agregará una gota de solución de EDTA 1M (el blanco) y en la otra celda se agregará una gota de solución de EGTA (muestra a analizar), se agitan hasta mezclar cada solución.

Se procede a analizar ambas muestras en el equipo HACH modelo DR/890 Colorimeter con sus respectivos programas dentro del equipo, la celda del blanco servirá para calibrar el equipo, se obtendrán los datos de Magnesio y Calcio total en la muestra, posteriormente estos datos se sumarán y se obtendrá la dureza total expresada en mg/L.

- Hierro total

En una celda colocar 10 mL de la muestra a analizar, esta se utilizará como el blanco para la calibración de equipo, previamente el equipo se preparó con el programa 33, el cual es el correspondiente para la determinación de la lectura, se coloca la celda del blanco en el espacio del soporte de la celda dentro del equipo y se cubre con la tapa del equipo y se presiona Zero.

En otra celda se coloca 10 mL de la muestra y se agrega el contenido de una almohada de polvo de reactivo de hierro, se tapa y se agita hasta disolver el polvo, posteriormente se coloca en el equipo y se cubre con la tapa del equipo, se presiona Time Enter y automáticamente comenzara un periodo de 3 minutos, pasando este tiempo se presiona Read y se mostrara el resultado en mg/L de hierro.

- Nitratos

En una celda colocar 10 mL de la muestra a analizar, esta se utilizará como el blanco para la calibración de equipo, previamente el equipo se preparó con el programa correspondiente a nitratos para la determinación de la lectura, se coloca la celda del blanco en el espacio del soporte de la celda dentro del equipo y se cubre con la tapa del equipo y se presiona Zero.

En otra celda se coloca 10 mL de la muestra y se agrega el contenido de una almohada de polvo de reactivo de nitratos, se tapa y se agita hasta disolver el polvo,

posteriormente se coloca en el equipo y se cubre con la tapa del equipo, se presiona Time Enter y automáticamente comenzará un período de 5 minutos, pasando este tiempo se presiona Read y se mostrará el resultado en mg/L de nitrato.

- Cloro Total

En una celda colocar 10 mL de la muestra a analizar, esta se utilizará como el blanco para la calibración de equipo, previamente el equipo se preparó con el programa 9, el cual es el correspondiente para la determinación de la lectura para cloro total, se coloca la celda del blanco en el espacio del soporte de la celda dentro del equipo y se cubre con la tapa del equipo y se presiona Zero.

En otra celda se coloca 10 mL de la muestra y se agrega el contenido de una almohada de polvo de reactivo de cloro total, se tapa y se agita hasta disolver el polvo, posteriormente se coloca en el equipo y se cubre con la tapa del equipo, se presiona Time Enter y automáticamente comenzará un período de 3 minutos para llevar a cabo la reacción, pasando este tiempo se presiona Read y se mostrará el resultado en mg/L de cloro total. Es importante mencionar que si la muestra se torna de un color rosa indica la presencia de cloro.

Pruebas microbiológicas

- Prueba presuntiva

Esta prueba permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en el agua y que sean capaces de utilizar la lactosa como fuente de carbono cuando son incubados a una temperatura de 37°C por un período de 24 a 48 horas. (Fernández Santisteban, 2017)

Se utilizan 5 tubos con caldo Lauril Sulfato de Sodio (LSS) (BD Bioxon) por cada porción de 10 mL, para inóculos de 10 mL de agua, previamente se preparó el medio de cultivo al doble de concentración.

Posteriormente se procedió a incubar los tubos a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 h y se examinaron los tubos. La producción de gas dentro de la campana de Durham se considera como una prueba presuntiva positiva de acuerdo con el método de NMP.

- Prueba confirmativa

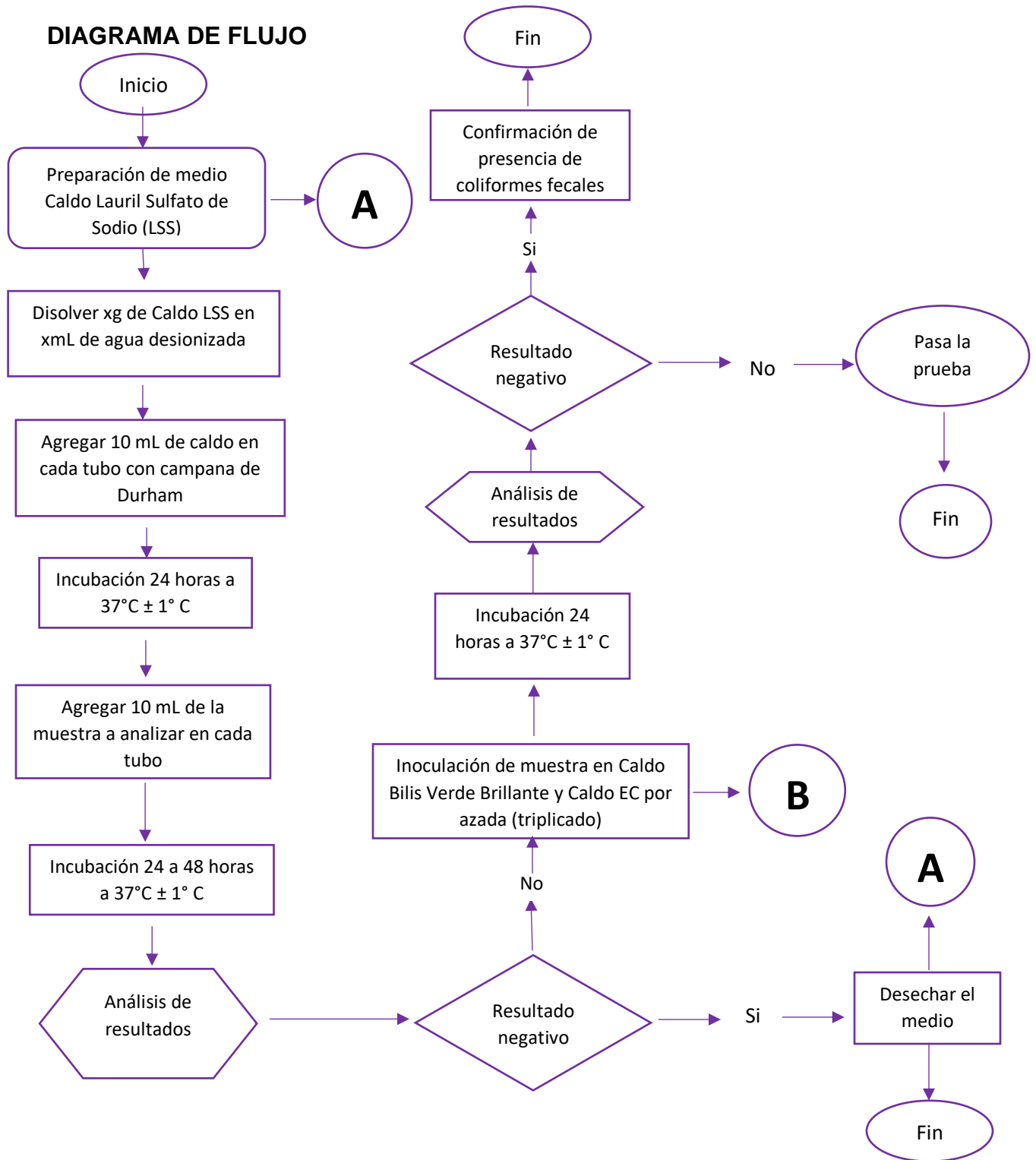
Esta prueba utiliza un medio de cultivo diferencial que contiene sales biliares y que elimina el desarrollo de microorganismos no coliformes. La diferencia de esta última prueba para determinar coliformes totales o fecales está en la temperatura de incubación. (Fernández Santisteban, 2017)

Sembrar por triplicado de azada de cada uno de los puntos positivos en Caldo Bilis Verde Brillante (BD Bioxon) y Caldo EC (Difco TM). Posteriormente se incubaron los tubos de Caldo Bilis Verde Brillante (BD Bioxon) a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y los tubos de Caldo EC (Difco TM) a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. La producción de gas dentro de la campana Durham dentro de un intervalo de 24 a 36 horas se considera como una prueba confirmativa para coliformes fecales presentes en la muestra tomando en cuenta el método de NMP.

PRUEBA PRESUNTIVA Y CONFIRMATIVA PARA ANÁLISIS DE AGUAM PURIFICADA

(REFERENCIA: NOM-201-SSA1-2015)

DIAGRAMA DE FLUJO



VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAM PURIFICADA A GRANEL Y ENVASADA, PRODUCIDA EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN DE AGUA XOCHIMILCO (CEPAX)

RESULTADOS ANALÍTICOS**Tabla de resultados microbiológicos**

Muestra analizada	Coliformes detectados (*)	Fecha de análisis (dd/mm/aaaa)	Observaciones
AGUAM Purificada Lote 240119	1.1/100 mL NMP	28/01/2019	
AGUAM Purificada Lote 200919 Garrafón Abierto 1 (A1)	1.1/100 mL NMP	20/09/2019	Tubo 5 con ligera turbiedad
AGUAM Purificada Lote 200919 Garrafón Abierto 1 (A2)	Negativo	20/09/2019	Testigo de cepa de <i>E. coli</i> nueva
AGUAM Purificada Lote 200919 Garrafón Sellado 1/5	Negativo	20/09/2019	
AGUAM Purificada Lote 200919 Garrafón Sellado 2/5	Negativo	20/09/2019	
AGUAM Purificada Lote 260929 Garrafón Sellado 1/26	Negativo	27/09/2019	Para análisis comparativo
Agua remanente del enjuague final de garrafones	Negativo	27/09/2019	Para verificar lavado interno
AGUAM Purificada Lote 141019	----	14/10/2019	
AGUAM Purificada Lote 221019	1.1/100 mL NMP	25/10/2019	
AGUAM Purificada Lote 301019	1.1/100 mL NMP	06/11/2019	
AGUAM Purificada Lote 061119	1.1/100 mL NMP	06/11/2019	
Cisterna Agua Potable 061119	1.1/100 mL NMP	06/11/2019	Para verificar la calidad de la materia prima utilizada
(*) Se utiliza el método del Número más probable (NMP)			

Tabla 2. Resultados de pruebas microbiológicas realizados a diferentes muestras de agua

VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAM PURIFICADA A GRANEL Y ENVASADA, PRODUCIDA EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN DE AGUA XOCHIMILCO (CEPAX)

Tabla de resultados fisicoquímicos

Muestras			Límites						
			pH (5-7)	Conductividad (> 1.3 uS (cm))	Dureza (36 mg/L)	Hierro (> 1 ppm/ > 1 mg/L)	Cloruros (0.0 ppm)	Olor (Inodoro)	Sabor (insípido)
AGUAM 240119	Purificada	Lote	7.22	12.4 µS	----	----	----	Inodoro	Insípido
AGUAM 200919	Purificada	Lote	7.03	11 µS	1.55 mg/L	54.7	0.04 mg/L	Inodoro	Insípido
	Garrafón Abierto 1 (A1)								
AGUAM 200919	Purificada	Lote	----	----	----	----	----	Inodoro	Insípido
	Garrafón Abierto 2 (A2)								
AGUAM 200919	Purificada	Lote	6.74	11 µS	2.11 mg/L	54.8	0.03 mg/L	Inodoro	Insípido
	Garrafón Sellado 1/5								
AGUAM 200919	Purificada	Lote	----	----	----	----	----	Inodoro	Insípido
	Garrafón Sellado 2/5								
AGUAM 260929	Purificada	Lote	6.28	11 µS	1.89 mg/L	52.4	0.03 mg/L	Inodoro	Insípido
	Garrafón Sellado 1/26								
Agua de enjuague de garrafones			----	----	----	----	----	Inodoro	Insípido
AGUAM 141019	Purificada	Lote	6.78	8.2 µS	----	----	----	Inodoro	Insípido
AGUAM 221019	Purificada	Lote	6.96	14.7 µS	----	0.03 mg/L	0.02 mg/L	Inodoro	Insípido
AGUAM 301019	Purificada	Lote	6.94	13.1 µS	----	0.19 mg/L	0.01 mg/L	Inodoro	Insípido
AGUAM 061119	Purificada	Lote	6.93	13.4 µS	----	0.00 mg/L	0.07 mg/L	Inodoro	Insípido
Cisterna Agua Potable 061119			8.18	N/D	---	0.35 mg/L	0.01 mg/L	Inodoro	Insípido

Tabla 3. Resultados de pruebas fisicoquímicas realizados a diferentes muestras de agua

DISCUSIÓN

Como se puede observar en la tabla 2 de resultados, seis muestras analizadas dieron positivo en las pruebas microbiológicas presuntivas (AGUAM Purificada lote 240119, lote 221019, lote 301019, lote 061119, garrafón abierto lote 200919 (A1)) y cisterna agua potable 061119.

Cada muestra fue analizada en 5 tubos con 20 mL de muestra, al dar positivo solo un tubo de cada muestra (1.1/100 mL NMP), la NOM indica que el intervalo de confianza de cada muestra es del 95% obteniendo un límite de confianza inferior de 0.05 y un límite de confianza superior de 6.3 en cada uno de los lotes (DOF, D., 2015), siendo así valores aceptables, es decir, que las muestras entran dentro del límite máximo de confianza para análisis microbiológicos y su consumo no representa un riesgo evidente para la salud cumpliendo los requisitos sanitarios como agua purificada.

La conductividad electrolítica es la medida de la capacidad de una solución para conducir una corriente eléctrica medida en S (Siemens) o en μS (microsiemens).

La NOM indica que la conductividad del agua purificada es de $>1.3 \mu\text{S}$ a 25°C , de tal manera, de acuerdo con los resultados en la tabla 3 se puede observar que las muestras AGUAM lote 240119, lote 141019, lote 221019, lote 301019 y lote 061119, así como, lote 200919 garrafón A1, lote 200919 garrafón sellado 1/5 y lote 260929 garrafón sellado 1/26 los niveles de conductividad se encuentran dentro del nivel especificado en la norma, sin embargo, no deja el hecho de que sean niveles muy altos, esto se puede deber a que el agua es un disolvente polar, es decir, la molécula de agua tiene una distribución desigual de los electrones, provocando una porción de la molécula positiva, y otra porción negativa, como resultado, las moléculas de agua no pueden cargarse eléctricamente, por lo tanto, el agua no es un conductor eficiente de la corriente eléctrica a menos que impurezas o sustancias disueltas están presentes. (Hach Company)

El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, su presencia es necesaria en aguas potables. En agua potable, el sabor salado producido por la concentración de cloruros es variable. (Secretaría de economía, 2001). De acuerdo con la NOM, los valores establecidos de cloruro en agua potable son <2.0 mg/L, de acuerdo con los resultados obtenidos en las muestras analizadas se puede observar que todas las muestras se encuentran dentro de este rango.

Es importante mencionar que en valores menores de 0.05 mg/L se puede deducir que el sabor salado de las muestras es imperceptible.

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de calcio y magnesio. El agua dura contiene una gran cantidad de minerales disueltos. (WaterStation, 2019).

Como se puede observar en la tabla 3, las muestras AGUAM Purificada Lote 200919 A1, Lote 200919 Garrafón Sellado 1/5 y el Lote 260929 Garrafón Sellado 1/26 se encuentran dentro de los límites establecidos en la NOM, sin embargo, para algunas de las muestras los valores no pudieron ser calculados, esto se debe a que existe una cantidad de iones metálicos en estas muestras y se tendrían que aplicar escalas relacionadas con dichas cantidades.

CONCLUSIONES

Con los análisis obtenidos se puede concluir que el total de las muestras analizadas de AGUAM Purificada en el laboratorio de control de calidad del CEPAX se encuentran dentro de las especificaciones establecidas a la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel.

Con base en ello y en cumplimiento a lo establecido por la norma (imagen 7) el CEPAX deberá realizar los análisis microbiológicos y fisicoquímicos de todos los análisis especificados ajustándose a dicha frecuencia en las distintas áreas de producción, además de controlar la calidad de producción, así como, evitar alguna contaminación externa y con ello asegurar un funcionamiento óptimo de estas y la obtención resultados óptimos para la producción de agua potable, envasado y a granel.

ESPECIFICACIÓN	FRECUENCIA
Organolépticos y físicos.	Mensual.
Coliformes totales.	Semanal.
Metales, metaloides y compuestos inorgánicos.	Anual.
Compuestos orgánicos sintéticos.	Anual.
Desinfectantes.	Cada cuatro horas.
Subproductos desinfección.	Anual.
Radiactivos.	Cada cinco años.

Tabla 4. Frecuencia mínima de análisis de agua purificada.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAM PURIFICADA A GRANEL Y ENVASADA, PRODUCIDA EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN DE AGUA XOCHIMILCO (CEPAX)

ANEXOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD		2018							2019						
		MAY	JUN	JUL	SEP	OCT	NOV	ENE	MAY	JUN	JUL	SEP	OCT	NOV	DIC
1	Inducción al sistema del CEPAX	☀	☀	☀											
2	Actualización del inventario de reactivos y medios de cultivo		☀	☀	☀										
3	Capacitación sobre metodologías de análisis para el control fisicoquímico y microbiológico			☀	☀	☀									
4	Muestreo del sistema de suministro de agua potable (cisterna)			☀	☀				☀		☀		☀	☀	
4	Muestreo y análisis del filtro de Grava y arena					☀		☀		☀		☀		☀	☀
5	Muestreo y análisis del filtro de Carbón activado								☀		☀		☀	☀	☀
6	Muestreo y análisis del filtro de Resina catiónica								☀			☀	☀		☀
7	Muestreo y análisis del filtro de Osmosis Inversa				☀	☀			☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀
8	Muestreo y análisis de AGUAM Purificada a Granel			☀	☀				☀		☀		☀		☀
9	Muestreo y análisis de lotes de AGUAM Purificada producto envasado						☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	
10	Integración de resultados y preparación del informe final del servicio social.										☀	☀	☀	☀	☀

REFERENCIAS

1. Tornero Campante, M., & Bonilla Fernández, N. (2009). Química y sustentabilidad ambiental. México, Puebla: BUAP.
2. Giraldo B. F. 2004. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. OPS / CEPIS / PUB.04.104 pp. 1-5
3. National Institutes of Health. (2013). Laboratory Water. Its Importance and application.
4. Davis, M., & Masten, S. (2005). Ingeniería y ciencias ambientales. México [etc.]: McGraw-Hill.
5. Rock, C., & Rivera, B. (2014). La calidad del agua, E. coli y su salud from <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
6. Calzada M. J. A. 2007. Estudio microbiológico del agua purificada que se expende en los establecimientos (llenadoras) de la ciudad de Puebla. Tesis de Licenciatura Químico farmacobiólogo. Fac. CQ-BUAP. Puebla, Pue. México. 50 p.
7. Cortes M. M. S. 2007. Determinación de la calidad microbiológica de los pozos en San Gregorio Zacapechpan, Pue. Tesis de Licenciatura Químico farmacobiólogo. Fac. CQ-BUAP. Puebla, Pue. México. 44 p.
8. Montero, D., & Cardoso, J. (2011). El agua embotellada y los contenedores de plástico ¿Qué tan confiables son? from http://bsqm.org.mx/pdf-boletines/V10/V10N2/7_Agua_Potable_2016_2.pdf
9. World Health Organization, 2015. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. (2015) from https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/
10. DOF, D. (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel.

Especificaciones sanitarias from
http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5420977

11. Latam.hach.com. n.d. [online] Available at: <https://latam.hach.com/cms-portals/hach_mx/cms/documents/Que-s-la-conductividad-Final.pdf>
12. Secretaría de economía, 2001. Análisis de agua - determinación de cloruros totales en agua. [online] Available at: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166789/NMX-AA-073-SCFI-2001.pdf>
13. ¿Qué es la dureza del agua? (Y problemas que ocasiona) - WaterStation. (2019) from <https://waterstation.mx/agua-y-salud/que-es-la-dureza-del-agua/>
14. Fernández Santisteban, M. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas, from <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251011.pdf>

Este informe de servicio social “**Verificación de la calidad de AGUAM Purificada a granel y envasada, producida en el Centro de Producción de Agua Xochimilco (CEPAX)**” realizado por la alumna Mariana Carmin Olguin Escorcía con matrícula 2152026967 fue asesorado y revisado por:



I.Q. Antonio Contreras Escalante 5677