

# **“AGUAS BEBEMOS, CONTAMINANTES NO SABEMOS”**

## **RESUMEN**

En la presente investigación se analizaron y compararon tres muestras diferentes de agua, una fue el agua embotellada marca Bonafont y dos de los de bebederos del CCH – Plantel Sur; esto con la finalidad de determinar su calidad general de acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994. Escogimos trabajar con el agua Bonafont por ser el agua de mayor consumo de los alumnos de esta escuela, esto según datos que arrojó una encuesta que realizamos entre la comunidad.

Con sensores, se realizaron pruebas para determinar el pH y así mismo, medimos la conductividad eléctrica; el agua de los bebederos registró un pH más ácido y menor conductividad.

Cada una de las muestras se sembró en un medio de cultivo, en este caso el extracto de carne, todas se incubaron y a las colonias que se obtuvieron se les realizó la tinción de Gram y posteriormente se visualizaron en el microscopio óptico con el fin de determinar su forma y su tipo de tinción; además se comparó la cantidad de colonias que crecieron en cada una de las muestras. Se encontró que en el agua embotellada hubo la mayor cantidad de colonias.

Con estos resultados pretendemos en un futuro planear y poner en marcha una campaña para fomentar el uso de los bebederos y disminuir considerablemente el consumo de PET en nuestro Plantel, además de disminuir el gasto económico que éste produce.

## **INTRODUCCIÓN**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **IMPORTANCIA DE TOMAR AGUA**

El agua es fundamental para que el cuerpo funcione correctamente; por ejemplo, sirve como medio de transporte de los nutrientes que requiere el organismo o como medio de eliminación de las sustancias que no requiere el cuerpo, en ella se llevan a cabo diversas reacciones químicas necesarias durante el metabolismo, lubrica algunas zonas del cuerpo como las articulaciones, la boca y el estómago, además regula la temperatura de nuestro cuerpo.

## CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-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" algunos de los parámetros que debe cumplir el agua para su consumo se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Algunos parámetros y sus límites permisibles del agua para consumo humano según la NOM-127-SSA1-1994.

Parámetro	Límites permisibles	
<b>Bacteriológicas</b>	Organismos	2 NMP <sup>1</sup> /100 mL
	coliformes totales	2 UFC <sup>2</sup> /100 mL
<b>Organolépticas</b>	Color	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
	Sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
<b>Fisicoquímicas</b>	pH	6.5 – 8.5
	Conductividad	Hasta 500µS/cm a 25 °C.

### EL pH(POTENCIAL DE HIDRÓGENO)

Se refiere a la mayor o menor concentración de iones hidrógeno [ H<sup>+</sup> ] presentes en una disolución y define la acidez o basicidad de la misma. Para medir el pH de manera cuantitativa se puede recurrir a la escala de pH, la cual se divide en tres regiones tal como se muestra en la figura 1.

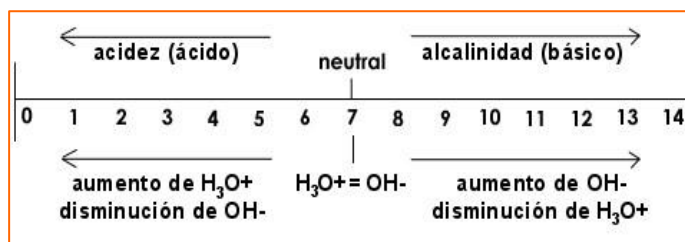


Fig. 1. Escala de pH.

### CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica de una muestra de agua es la conductancia de una columna de agua comprendida entre dos electrodos metálicos de 1 cm<sup>2</sup> de superficie y separados el uno del otro por 1 cm. Medir la conductividad es saber de forma indirecta la cantidad de iones que hay en una muestra, en este caso, en el agua. Para medir la conductividad se utilizó un conductímetro.

<sup>1</sup>NMP: Número más probable.

<sup>2</sup>UFC: Unidad Formadora de Colonia.

## TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

El PET se prepara a partir de etilenglicol y ácido tereftálico o éster dimetílico del ácidotereftálico. La estructura química del PET se presenta en la figura 2.

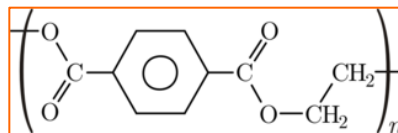


Fig. 2. Estructura del tereftalato de polietileno.<sup>3</sup>

El PET tiene propiedades que ofrecen una gran ventaja para los envases, entre ellas se encuentra la resistencia, la excelente transparencia, el alto índice de transmisión de gas y vapor de agua, y la posibilidad de esterilización por las distintas modalidades principales. Los frascos PET se utilizan para una amplia variedad de alimentos y bebidas y como envases farmacéuticos.

El PET tiene ventajas, pero también desventajas, las cuales se señalan en la tabla 2.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del PET

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Liviano y buena resistencia a la deformación.	Tarda cientos de años en degradarse.
Tiene propiedades dieléctricas.	Es un contaminante difícil de moldear.
Costo moderado.	Levemente tóxico.
	En el reciclado generan contaminantes nocivos.

## MICROORGANISMOS

Los microorganismos son seres vivos diminutos que individualmente suelen ser demasiado pequeños para ser observados a simple vista; están dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental. En su mayoría son unicelulares. Prácticamente los microorganismos pueden colonizar todo tipo de ambiente, sólo deben de contar con una fuente de carbono y una fuente de energía para poder reproducirse y llevar a cabo sus procesos metabólicos para poder sobrevivir.

Por lo general, las personas solo asociamos a los microorganismos con las enfermedades, infecciones desagradables, o el deterioro de los alimentos. Sin embargo, la mayoría de los microorganismos realizan contribuciones fundamentales al bienestar de los habitantes del mundo, pues ayudan a mantener el equilibrio de los organismos vivos y las sustancias químicas en nuestro ambiente.

<sup>3</sup>Imagen tomada de: Polietileno Tereftalato.[http://edu.jccm.es/ies/losolmos/TECNOLOGIA/Tecno/PlasticosRGG\\_PMG/pet.htm](http://edu.jccm.es/ies/losolmos/TECNOLOGIA/Tecno/PlasticosRGG_PMG/pet.htm)

Un grupo importante de microorganismos son las bacterias, las células bacterianas individuales no se pueden observar sin un microscopio, sin embargo, poblaciones grandes de bacterias se vuelven visibles en forma de agregados en medio líquido, como biofilms en plantas, suspensiones viscosas taponando los vasos de las plantas, o como colonias en placas de Petri en el laboratorio. Generalmente se requieren poblaciones de 10<sup>6</sup> UFC

(Unidades Formadoras de Colonia/mililitro) o mayores para que las bacterias funcionen como agentes de control biológico, con fines beneficiosos, o como patógenos, causando enfermedades infecciosas.

Una bacteria se puede representar como aparece en el modelo de la figura 3.

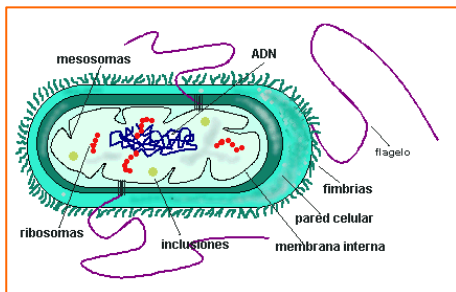


Fig. 3 Modelo de una bacteria.<sup>1</sup>

Las bacterias tienen diferente morfología, tal como puede verse con el microscopio con una amplificación de 40x a 100x. Inicialmente, estas formas son una manera simple de diferenciarlas. Hay bacilos (bastones), cocos (esféricas), bastones pleomórficos (tendencia hacia formas irregulares) y formas espiraladas, tal como se aprecia en la figura 4.

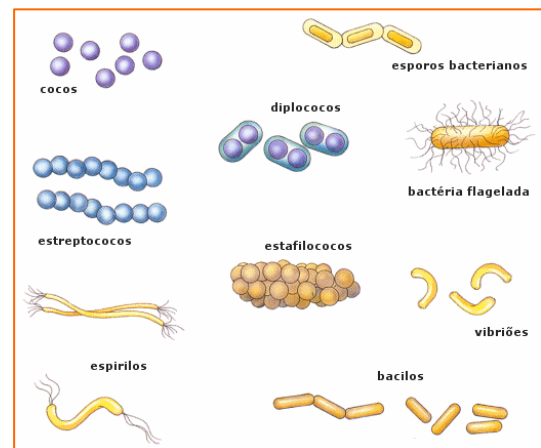


Fig.4. Clasificación bacteriana de acuerdo a su morfología.<sup>4</sup>

## MEDIO DE CULTIVO

Para el estudio de estos microorganismos se deben obtener de manera in-vitro en medios de cultivo, donde la mayoría de éstos tienen como base un agente gelificante como lo es el agar y dependiendo su formulación se pueden clasificar como:

- Medios nutritivos
- Medios selectivos
- Medios diferenciales.

El medio de cultivo extracto de carne es un medio nutritivo, rico en compuesto proteico, libre de carbohidratos que se obtiene a partir de carne libre de tendones, y de grasa predigerida enzimáticamente. Cada colonia que crece en un medio de cultivo tiene aproximadamente de 10<sup>7</sup> a 10<sup>8</sup> células.

## TINCIÓN

<sup>4</sup>Tomada de: AxelMontalvo. <http://alexmontalvo.wikispaces.com/Clasificaci%C3%B3n+de+las+bacterias>

La tinción es un procedimiento en el cual se tiñen las bacterias, para que éstas puedan colorearse y sean visibles al microscopio. Por ejemplo la tinción de Gram. Esta tinción debe su nombre al bacteriólogo Danés Christian Gram que la desarrolló en 1844. Es una tinción que clasifica a las bacterias en Gram + y Gram -, de acuerdo a las propiedades de su pared celular.

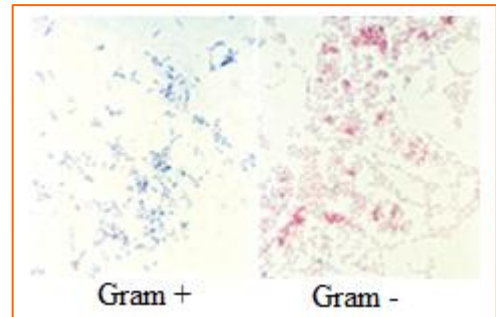


Fig. 5. Ejemplos de Gram positivo y negativo<sup>5</sup>

En microbiología, se denominan bacterias Gram positivas a aquellas bacterias que se tiñen de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram y la bacterias Gram negativas a aquellas bacterias que no se tiñen de azul oscuro o violeta, tal como se aprecia en la figura 5.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Determinar a partir de una encuesta qué idea tienen los alumnos a cerca de la calidad de agua de los bebederos.
- Determinar si el agua de los bebederos del CCH Sur es una opción viable para que la consuman los alumnos, comparada con el agua embotellada Bonafont.

## PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Nosotros consumimos agua porque es una necesidad fisiológica, para poder seguir viviendo. Es el líquido vital para la vida en nuestro planeta. Hay muchas compañías embotelladoras de agua, que nos ofrecen sus servicios diciéndonos que el agua que ellos venden, es la mejor y la más limpia. Pero, ¿realmente esto es cierto?

En diferentes áreas del CCH Plantel Sur, se encuentran disponibles bebederos en el que los alumnos pueden consumir agua sin necesidad de gastar al comprarla y además disminuir la contaminación por el uso del PET, pero ¿es realmente una alternativa de calidad?

Las respuestas a ambas preguntas en realidad no las sabemos, pero por medio de pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas sí lo podremos saber.

<sup>5</sup> Imagen obtenida en : <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/BacteriaEspanol.aspx>

En nuestro país existen normas que controlan el nivel permitido de bacterias, olor y sabor del agua, la mayoría de las empresas embotelladoras de agua siguen estas normas, o incluso pueden hacer mejores normas para su control.

Los envases que se usan para embotellar agua, es el Tereftalato de polietileno mejor conocido como PET que es un plástico que se usa generalmente para embotellar. Ya que tiene una alta transparencia en cuanto poder visualizar el producto, una alta resistencia al desgaste y corrosión, y una buena resistencia térmica y química, además de su muy lenta degradación natural, de entre 180 y 500 años. La radiación del sol es la única forma de degradación natural a mediano plazo. Por tanto, si no se garantiza su reutilización o reciclado, se convierte en un fuerte problema de contaminación ambiental por las grandes cuantías de basura que origina. La manufactura y el reciclado del plástico pueden emitir productos tóxicos.

## **HIPÓTESIS**

Después de que realicemos la actividad experimental, esperamos que el agua de los bebederos del Plantel Sur cumpla con los requisitos para el consumo humano, y pueda ser de mejor o igual calidad que la embotellada (menor o igual cantidad de bacterias y además que el pH y la conductividad sean los adecuados).

## **DESARROLLO**

### **IDEA DE LOS ALUMNOS A CERCA DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS BEBEDEROS**

1. Se diseñó una breve encuesta para determinar qué tipo de agua consumen en el Plantel (embotellada o de los bebederos) y además averiguar la idea general que tienen los alumnos del Plantel acerca de la calidad del agua de los bebederos. Las preguntas y opciones fueron las siguientes:

**¿Qué tipo de agua sueles consumir cuando estás en el Plantel?**

- Embotellada
  - B=Bonafont
  - E=Electropura
  - S=Sata María
  - C=Ciel
  - O=Otra
- Bebederos

**¿Por qué?**

- Limpieza
- Sabor
- Desconocimiento
- Tiempo
- Economía

**¿Cuál crees que es la calidad del agua de los bebederos del Plantel?**

- Buena
- Regular
- Mala

2. Se aplicó la encuesta al azar a 100 alumnos del Plantel de diferentes semestre y turno.

### **ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO, FISICOQUÍMICO Y ORGANOLÉPTICO**

En la tabla 3, se detallan los materiales, equipos y reactivos que se utilizaron durante toda la investigación experimental.

Tabla 3. Materiales, equipos y reactivos que se utilizaron en la investigación experimental.

<b>Material:</b>	<b>Equipo:</b>	<b>Reactivos:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 12 cajas de Petri</li><li>• Pipetas y propipetas</li><li>• Probetas</li><li>• Papel de estraza</li><li>• Mecheros Bunsen y Fisher</li><li>• Encendedor</li><li>• Porta objetos y cubre objetos</li><li>• Lámpara de alcohol</li><li>• Frascos de vidrio</li><li>• Agitador magnético y de vidrio</li><li>• Matraz Erlenmeyer</li><li>• Asa microbiológica</li><li>• Algodón</li><li>• Papel aluminio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potenciómetro</li><li>• Conductímetro</li><li>• Autoclave</li><li>• Microscopio óptico</li><li>• Parrilla</li><li>• Balanza</li><li>• Cronómetro</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medio de cultivo extracto de carne</li><li>• Agua destilada</li><li>• Muestras de aguas; Bonafont, bebedero de las canchas del CCH-Sur y bebedero que está entre los edificios R y Q</li><li>• Solución de hipoclorito de sodio</li><li>• Detergente</li><li>• Alcohol con acetona</li><li>• Lugol</li><li>• Cristal violeta</li><li>• Safranina</li></ul>

#### **Preparación del medio de cultivo**

1. Comenzamos el trabajo preparando nuestro medio de cultivo, el extracto de carne, hicimos el cálculo adecuado y preparamos 250 mL de agua destilada con 5.5 g de agar. Pusimos el agua a ebullición en un vaso de precipitado y cuando alcanzó su punto de ebullición, agregamos lentamente el medio de cultivo y agitamos hasta que lo disolvimos todo.

2. Cuando obtuvimos el medio, lo transferimos a un matraz Erlenmeyer que tapamos y lo metimos a la autoclave con el fin de esterilizarlo. Adentro colocamos otros materiales que utilizamos en nuestro experimento: cajas Petri, agitadores y frascos de vidrio con tapadera hermética los cuales envolvimos en papel estraza previamente lavados con agua y detergente. Aseguramos la tapa de la autoclave en pares opuestos con la misma fuerza cada uno de los seguros.

3. Con ayuda de los mecheros Bunsen y Fisher calentamos la autoclave hasta llegar a una presión de 15 lb; vigilamos que la presión no subiera más de lo contrario podría ser peligroso. En esta presión se dejó 15 min, regulando la temperatura colocando y quitando mecheros. Posteriormente se retiraron los mecheros para dejar enfriar, aproximadamente a los 30 minutos se abrió la válvula para dejar escapar el vapor (se purga). Quitamos los seguros de la tapa de la autoclave de par en par para poder retirar con cuidado el material ya esterilizado.



### **Vaciado en cajas Petri**

1. Ya retirado el medio de cultivo de la autoclave, lo vaciamos en cajas Petri estériles en una zona séptica (se limpió con una solución de hipoclorito de sodio y se colocaron dos mecheros encendidos a una distancia de 45 cm aproximadamente). No olvidamos quitar el algodón de la boca del matraz y flameamos la boquilla y en cuanto destapamos vaciamos en las cajas.

2. Vaciamos procurando que nuestras cajas, las cuales sostuvimos con una sola mano, sólo se abrieran una cuarta parte, donde sólo entrará la boquilla sin tocar la caja directamente. Una vez vaciado a tres cuartas parte de la capacidad de la caja tapamos y con mucho cuidado colocamos sobre la mesa.

3. Ese mismo procedimiento repetimos con cada una de nuestras cajas todo con delicadeza para que estos no se pegarán o derramarán. Cuando se enfriaron las cajas de inmediato marcamos con una cinta adhesiva con el nombre del medio y la fecha y metimos al refrigerador para la conservación de éstos.

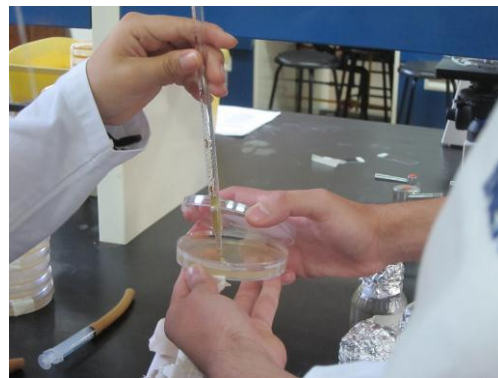


## Toma de muestras

1. Decidimos tomar las muestras de los bebederos que se encuentran en el CCH-SUR, específicamente de las canchas y entre los edificios R y Q, las muestras se tomaron directamente de la llave, sin embargo antes de colocar el agua en los frascos estériles flameamos la boca de la llave con una lámpara de alcohol para tratar de erradicar algunas bacterias presentes y que pudieran contaminar nuestra muestra. Se taparon e inmediatamente las etiquetamos.
2. Para el agua embotellada, vaciamos el agua en el frasco estéril en una zona séptica que se limpió previamente con hipoclorito y ubicada entre dos mecheros a una distancia considerable.

## Siembra

1. Para la siembra de nuevo lo hicimos en una zona séptica. Con una pipeta estéril y con ayuda de una propipeta medimos cada una de las diferentes muestras en cada uno de los medios 1 mL de agua la cual distribuimos moviendo lentamente la caja. Decidimos sembrar por triplicado cada una de las muestras, para estar más seguros de nuestros resultados.



## Incubación

1. Una vez que sembramos en cada caja por triplicado, se les cambió la etiqueta con la fecha y especificamos qué muestra se sembró y después metimos todas nuestras cajas a la incubadora que tenía una temperatura de 36°C a 37°C durante 48 horas aproximadamente, pues a esa temperatura las bacterias crecen y se reproducen adecuadamente.
2. Para verificar que no hubo contaminación se metieron a la incubadora cajas con medio de cultivo pero sin sembrar, con la finalidad de tener cajas testigo.

## **Tinción**

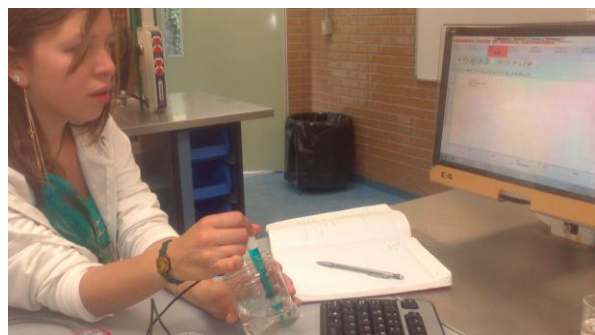
1. Después de 48 horas de haber sembrado e incubado las muestras, las retiramos de la incubadora que se mantuvo en todo momento a una temperatura constante. Notamos que hubo un crecimiento de bacterias en algunas cajas, así que de cada caja en la que crecieron, tomamos una muestra de alguna colonia y la teñimos. Para teñir de nuevo hicimos una zona séptica y con mucho cuidado quemamos la asa hasta conseguir un color rojo cobrizo esto nos indicó que se habían eliminado las bacterias al carbonizarlas.
2. Una vez flameada el asa, se abrió parcialmente la caja y posteriormente tomamos una pequeña muestra de la colonia la cual colocamos en una gota de agua destilada que pusimos en un portaobjetos de inmediato cerramos la caja, por seguridad flameamos de nuevo el asa; ya colocada la muestra de la colonia se fijó pasándola sobre la flama del mechero en seguidas ocasiones, esto con el fin de que se adhiriera la muestra.
3. Teniendo la muestra ya seca y adherida al portaobjetos le colocamos una gota de cristal violeta, después de 1 min exactamente enjuagamos con agua destilada, se realizó este mismo procedimiento con lugol, después de este sólo para enjuagar se le aplicó alcohol con cetona y por último agregamos safranina y de nuevo enjuagamos con agua.
4. Este proceso de tinción se realizó con cada una de las muestras. Teniendo todas teñidas cada una fue marcada con la fecha y la caja de la cual fue obtenida. Las tinciones sólo las realizamos con los resultados de Bonafont, y en las demás no fue necesario pues no hubo presencia de bacterias.

## **Observación al microscopio óptico.**

1. Destapamos con mucho cuidado las tinciones la cual colocamos en la platina del microscopio óptico y comenzamos por enfocar con el lente de aumento 10x, ya bien localizada el lugar de las bacterias subimos el aumento con cada uno de ello.
2. Utilizamos cuatro diferentes aumentos 10x, 20x, 40x y por último 100x donde antes de enfocar colocamos una gota de aceite de inmersión y un cubreobjetos en la parte superior y observamos.

## **Medición de conductividad y pH**

1. Para medir el pH; el sensor LESA se conectó a una computadora, después de ser calibrado, procedimos a medir pH en el agua Bonafont. Posteriormente realizamos lo mismo con las muestras restantes.



2. La medición de la conductividad del agua, fue similar a la del pH, pero ahora, se conectó el conductímetro; antes de comenzar, calibramos con agua destilada. Lo introducimos en el recipiente de agua Bonafont, los datos se mostraron en la computadora, que a su vez, nos dio información de la conductividad en una gráfica.

3. En los dos casos, tuvimos que mover el potenciómetro y el conductímetro, dejando que alcanzará uniformidad en las mediciones; para que fuera información más confiable.

### Determinación de características organolépticas

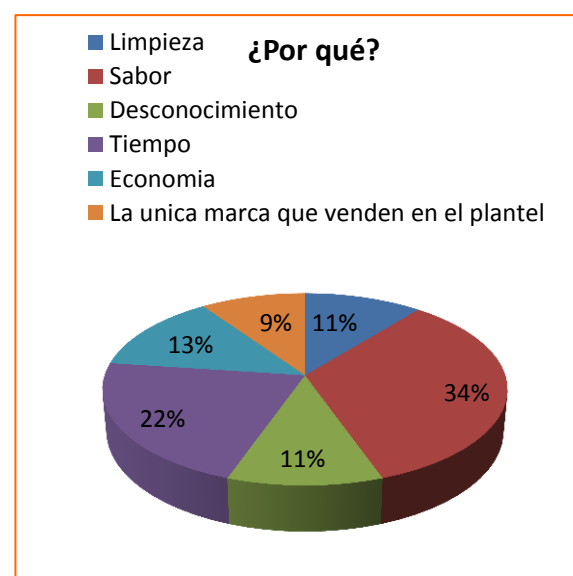
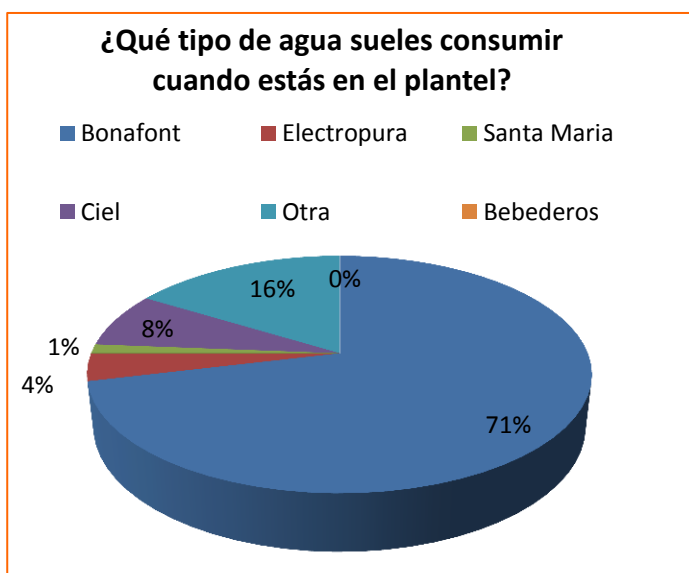
1. Para determinar el color observamos a simple vista en un lugar iluminado las muestras contenidas en un recipiente de vidrio transparente.

2. Para determinar el sabor probamos las muestras.

## RESULTADOS

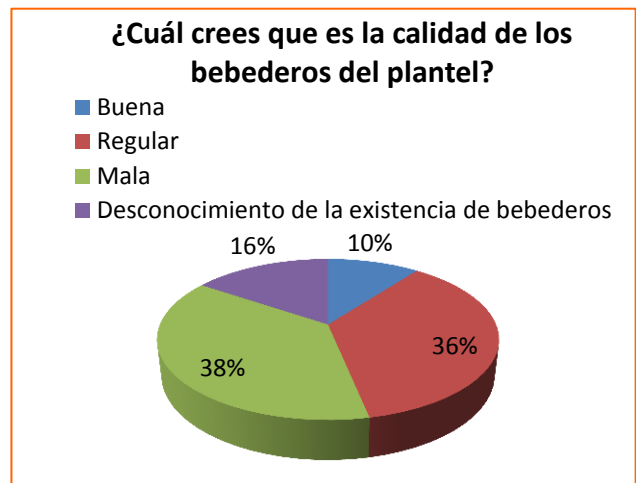
### IDEA DE LOS ALUMNOS A CERCA DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS BEBEDEROS

Se presentan las gráficas de los resultados que surgieron de la encuesta que realizamos a 100 alumnos del Plantel. En el por qué, tuvimos que agregar una nueva respuesta pues varios alumnos lo comentaron.



En esta pregunta también tuvimos que agregar una respuesta, pues varios ni siquiera los conocían.

Como se puede apreciar la mayor parte de los alumnos consume agua Bonafont y que seguramente compra dentro del Plantel; las razones de su preferencia por esta agua, es porque les agrada el sabor, porque van a la cafetería y la obtienen ahí o porque consideran que es agua de buena calidad o porque es la única que venden en esos espacios. Ante estos resultados, nosotros decidimos comparar esta marca con el agua de los bebederos, que además según la encuesta los alumnos creen que esta agua es de regular a mala calidad y hasta un 16% afirma desconocer que la existencia de los bebederos.



## ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO, FISICOQUÍMICO Y ORGANOLÉPTICO

### Análisis Bacteriológico

Sobre el análisis bacteriológico, cabe destacar que todos nuestros blancos o testigos, que se trataron igual que a las muestras, sólo que no les sembramos nada, resultaron sin crecimiento alguno, tal como se muestra en la Figura 6.

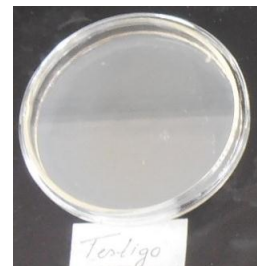
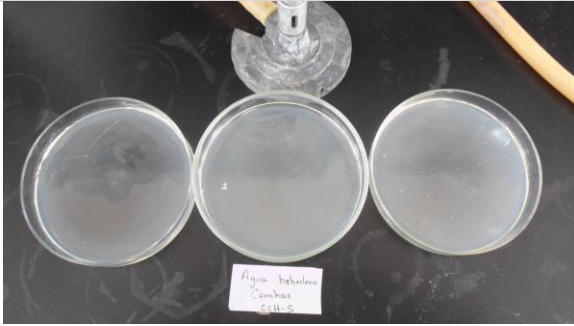



Fig.6. Resultado de un Testigo.

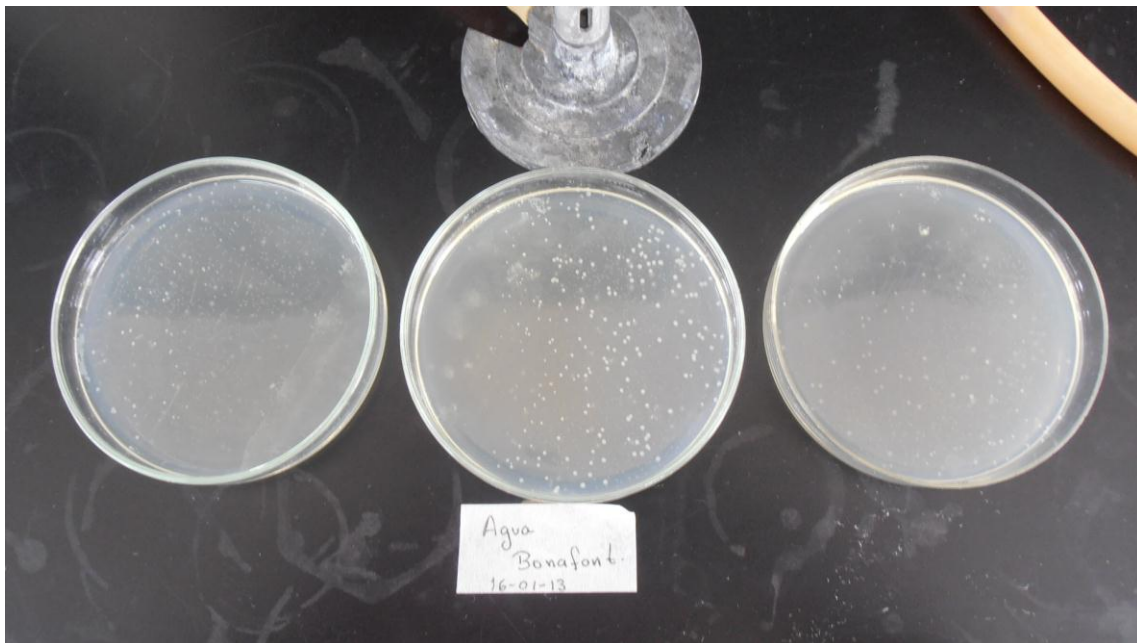
En la tabla 4 se presentan nuestros resultados después de sembrar e incubar nuestras muestras.

Tabla 4. Resultados del análisis cualitativo microbiológico de tres muestras diferentes de agua.

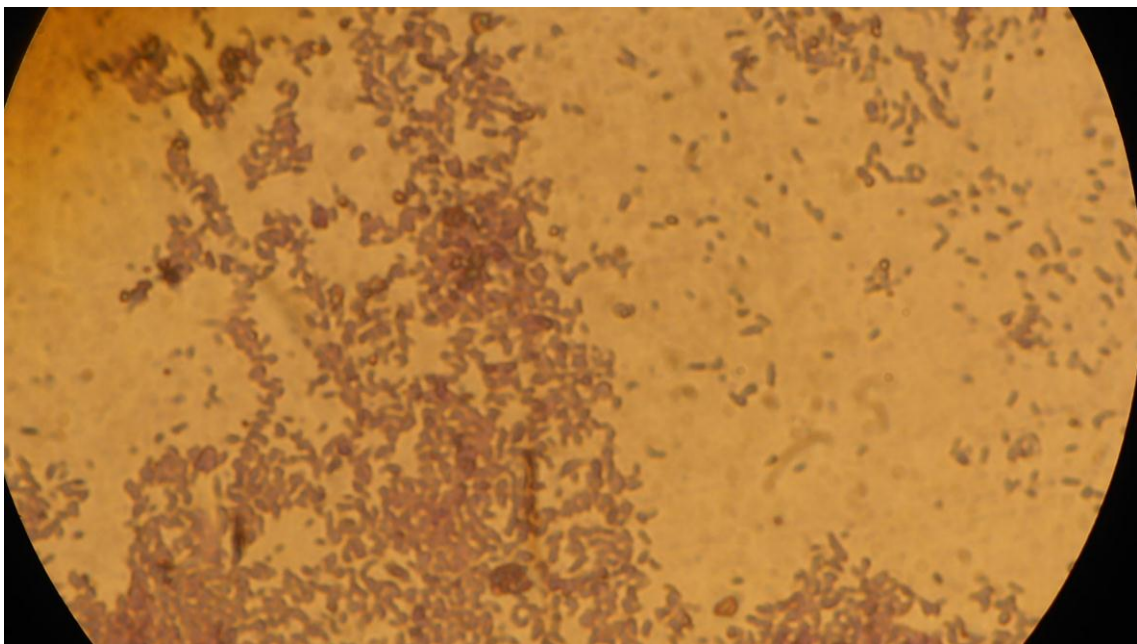
MUESTRA	RESULTADOS EN LAS CAJAS PETRI	OBSERVACIONES
BONAFONT		<p>Presencia de algunas colonias blancas, pequeñas y circulares, hicimos tinciones de Gram para saber si los microorganismos eran Gram + o Gram -.</p>
BEBEDERO 1 CANCHAS DEL CCH-SUR		<p>Sin presencia de microorganismos, no hubo necesidad de hacer tinción.</p>
BEBEDERO 2 ENTRE EDIFICIOS R Y Q		<p>Sin presencia de microorganismos, no hubo necesidad de hacer tinción.</p>

Decidimos mostrar una imagen más grande de las cajas Petri donde se sembró el agua Bonafont para que el lector pueda apreciar el crecimiento de las colonia (Figura 7), así mismo anexamos una foto de una de las tinciones de Gram que en este caso resultaron ser Gram -, ya que el color que tomaron las bacterias fue rojo, ver Figura 8.





*Fig. 7. Resultados de los cultivos de Agua Bonafont.*



*Fig. 8. Resultados de la tinción de Gram de Bonafont, que fue negativo.*

Por lo tanto las bacterias encontradas en el agua Bonafont son Gram-, al parecer bacilos por su morfología, de ser células alargadas.

### **Análisis Organoléptico**

En la tabla 5 se pueden apreciar los resultados de las propiedades organolépticas de las tres diferentes muestras de agua que analizamos.

Tabla 5. Resultados de las propiedades organolépticas de las tres muestras de agua que analizamos.

MUESTRA	Color	Sabor
BONAFONT	Transparente	Sin sabor
BEBEDERO 1	Transparente	Sabe a cloro, pero no es desagradable
CANCHAS CCH SUR		
BEBEDERO 2	Transparente	Sin sabor
ENTRE EDIFICIOS		
R Y Q		

### Análisis Físicoquímico

En la tabla 6 se presentan los resultados de pH y de conductividad de las muestras de agua, en este caso, cabe destacar que tomamos como referencia al agua destilada sobre todo para calibrar nuestro sensor en el caso de la conductividad, ya que ésta debe tener ausencia de iones.

Tabla 6. Resultados de pH y conductividad de nuestras tres muestras de agua.

MUESTRA	pH	Conductividad
BONAFONT	6.60	179 (us/cm)
BEBEDERO 1	6.35	140 (us/cm)
BEBEDERO 2	6.35	140 (us/cm)

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### *Sobre la encuesta*

A pesar de que los alumnos cuentan con espacios como los bebederos, prefieren hacer un gasto económico al comprar y consumir agua embotellada y además muestran su preferencia por una marca en particular debido a que es la que venden en el plantel y porque confían en su calidad, creemos que esta preferencia también está ligada a que es la marca más comercial.

A pesar de que los bebederos se encuentran en distintas partes del Plantel el 16% de los encuestados desconocen su existencia; y quienes la conocen en su mayoría creen que el agua es de mala calidad; es decir, pocos la consumen o la consumirían.

### *Sobre el análisis bacteriológico*

*Sobre los blancos o testigos.* Los blancos o testigos no presentaron crecimiento de bacterias, los tres que colocamos tuvieron resultados idénticos, como los de la imagen 1. Con este resultado, podemos asegurar que no hubo contaminación externa al trabajar, manipular y sembrar, por lo que las bacterias que crecieron en algunas cajas provienen de la muestra misma que se sembró.

### *Sobre las muestras.*

De acuerdo a nuestros resultados, podemos decir que en el agua de los bebederos no se identifica la presencia de microorganismos, entonces el agua de ambos bebederos está libre de bacterias y en este caso podemos decir que es segura para el consumo de la comunidad del CCH-Sur. En el agua marca Bonafont encontramos gran cantidad de colonias con apariencia redonda y de color blanco (*Figura 7*). En este caso hicimos tinciones y elegimos el método de tinción de Gram, para identificar si las colonias que encontramos eran Gram positivas o Gram negativas y así poder distinguir en función de esa tinción el tipo de bacterias están presentes en agua embotellada Bonafont, en este caso encontramos bacilos Gram negativos (*Figura 8*).

De acuerdo con la bibliografía algunos bacilos Gram- causan principalmente enfermedades respiratorias, urinarias y gastrointestinales; sin embargo, sin tener un dato concluyente al respecto, creemos que los microorganismos que encontramos en el agua Bonafont no son patógenos para el ser humano ya que hasta la fecha no se conoce ningún caso de intoxicación por beber agua Bonafont o cualquier otra agua embotellada; o la cantidad que se encuentra no es suficiente para producir una enfermedad, ya que como se mencionó en el marco teórico se requieren poblaciones de 10<sup>6</sup> UFC/mL o mayores y en éste no es el caso. Sin embargo habría que identificar el tipo de bacteria que encontramos realizando más pruebas, sembrando en otros medios y realizando otro tipo de tinciones.

La razón de que el agua embotellada esté contaminada con los microorganismos que encontramos no significa que la empresa sea culpable, es decir, que esta no tenga el método adecuado al momento de embotellar o de purificar el agua. Nuestros argumentos a esta situación de que el agua embotellada tenga bacterias y los planteamos a manera de hipótesis y que puede dar lugar a seguir investigando son:



- El agua embotellada pasa mucho tiempo almacenada y el proceso de embotellamiento se lleva a cabo en medios limpios pero no estériles, además de que durante su traslado de un lugar a otro, el producto puede ser sometido a muchas condiciones que pueden dañar el producto.

#### *Sobre las propiedades organolépticas*

Las tres muestras de agua no tuvieron algún parámetro fuera de la Norma, las tres tienen un sabor agradable y son transparentes.

#### *Sobre el pH y la conductividad*

El agua de los bebederos tiene un pH bajo, incluso de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994, esto quiere decir que tiene una concentración de iones H<sup>+</sup> mayor, EL pH del agua Bonafont sí está dentro de los rangos de dicha Norma. Es probable que el agua de los bebederos, sin embargo es agua que tiene un sabor agradable. Sobre la conductividad, las tres muestras de agua se ajustan a la Norma, y la que tienen más sales disueltas es la bonafont, por tanto su conductividad es mayor.

## **CONCLUSIONES**

La importancia de este trabajo es que identificamos que el agua de nuestra escuela es de calidad, no teníamos la certeza de que el agua potable del CCH-Sur fuera totalmente segura para consumirla. Para nosotros fue interesante conocer los resultados, ya que la comparamos con el agua embotellada más popular que en este caso es la marca Bonafont.

En los resultados bacteriológicos ahora estamos totalmente seguros de que el agua de nuestro plantel está libre de bacterias y la podemos ingerir sin temor a enfermarnos por la presencia de alguna bacteria patógena, y en el caso de Bonafont ya no lo pensaremos ni dos veces para consumirla, ya que la presencia de colonias después de incubar, nos generó cierta desconfianza, aun cuando no hemos detectado que alguien enferme por consumirla.

También queremos decir que nuestro trabajo se limitó a hacer un análisis sobre si hay bacterias o no, ya que solicitamos una cepa de *Escherichia coli*, para identificarla y con ello saber si en las muestras de agua que estudiamos estaba o no esa bacteria. Pero en el SILADIN de nuestro Plantel nos indicaron que no podíamos trabajar con bacterias por

el riesgo que éstas representan, particularmente porque esta es una enterobacteria. Nos interesaba esa bacteria porque sabemos que se encuentra en heces fecales y según las Normas Mexicanas, es una de las que se buscan en aguas y alimentos.

Pretendemos dar seguimiento a la investigación, haciendo una campaña para la promoción del uso de bebederos en la comunidad. Así como despertar una conciencia ecológica para disminuir el uso del PET.

Después de analizar nuestros resultados, elaboramos una tabla, la número 7, en la que colocamos ventajas de tomar agua de los bebederos del Plantel Sur y del agua embotellada.

Tabla 7. Ventajas de consumir agua de los bebederos y embotellada.

<b>Ventajas de consumir agua de los bebederos del Plantel</b>	<b>Ventajas de consumir agua embotellada</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se reduce el impacto ambiental en la generación de botellas PET.</li> <li>• Se ve beneficiada la economía, porque el agua es un servicio escolar gratuito.</li> <li>• Se consume agua limpia y con un agradable sabor.</li> <li>• Hay tres bebederos en la escuela distribuidos en toda la escuela, por tanto, está al alcance de toda la comunidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con esta investigación no reconocemos ventajas sobre la de los bebederos.</li> </ul>

## **REFLEXIÓN FINAL**

Cabe mencionar que repetimos la parte experimental dos veces, esta experiencia nos acercó al trabajo experimental de una manera más formal ya que en ocasiones nos encontramos con situaciones en las que tuvimos que tomar decisiones, replantear la metodología, pero lo más valioso es que en el transcurso del trabajo adquirimos más habilidades y conocimientos y además tenemos la certeza de haber realizado un trabajo de calidad acorde al espacio, condiciones y tiempo.

Además aprendimos a usar el microscopio óptico, conocimos colonias de bacterias y a hacer diferencias entre ellas por su color y su morfología. Y descubrir que la clave de una buena observación es realizar una buena tinción de lo contrario sólo veíamos cristales de los colorantes (Figura 9) y teníamos que repetir todo el proceso. Sin embargo al repetir una y otra vez generamos habilidades que en un futuro servirán cuando desarrollemos estas actividades en el siguiente nivel educativo.

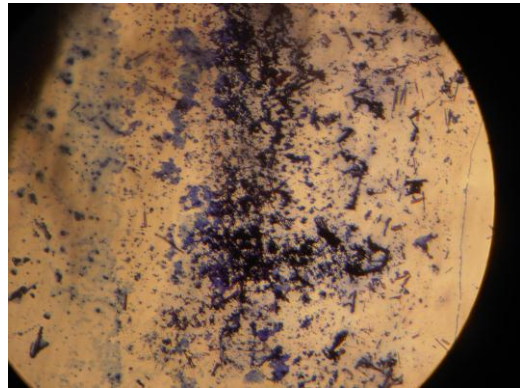


Fig. 9. Tinción con exceso de cristal violeta

Y lo que más nos dejó este proyecto es que aprendimos a colaborar en equipo y a seguir una metodología experimental y algunos aprendizajes ponerlos en práctica en la vida cotidiana, como que en nosotros se fomentó la conciencia de disminuir el consumo de PET y lo que más nos enorgullece es poder relatar nuestro trabajo y contagiar esas ganas de conocer y de cuidar el ambiente.

La importancia de trabajar en equipo es una experiencia bastante buena, convivir con personas que tienen un interés en común por las ciencias, poder escuchar sus ideas y propuestas acerca de un mismo tema, y obtener resultado. También que cuando realizas un experimento debe repetirse varias veces para tener certeza y obtener los resultados correctos. Además que la ciencia debe hacerse con el fin de beneficiar a todos (seres humanos y al ambiente).

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Remington. "Farmacia". 20ª edición. Tomo I. Médica Panamericana, Buenos Aires. 200, p 1131.
- Zumdahl, S. "Fundamentos De Química". 5ª edición. Mc Graw Hill. México, 2007, p 471.
- De la Rosa, M., Prieto, J. "Microbiología en ciencias de la salud. Conceptos y aplicaciones". 2ª edición. El Seiver. España. 2003, p 9.
- Wayne, N., Lewis, J., Jeff, H. "El mundo de la célula". Pearson Educación. Madrid. 2007, p 87.
- Tortora, G., Funke, B., Case, C. "Introducción a la microbiología" .Ed. Médica Panamericana. 2007, p 17.
- Higashida, B. "Ciencias de la Salud". Mc Graw Gill, 6ª edición. México. 2008, p 434.
- Phillips, J., et al. "Química conceptos y aplicaciones". Mc Graw Hill. México. 2000, p 857.

- Norma Oficial Mexicana **NOM-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". Fecha de última actualización: 20 de octubre de 2000. Fecha de consulta 5 de marzo de 2013 a las 11:42 pm. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html> Secretaría de Salud.
- APSnet. Las Bacterias como Patógenos Vegetales. Fecha de última actualización: 2013. Fecha de consulta: 6 de marzo de 2013. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/BacteriaEspañol.aspx>