

UNICA



Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria de Occidente
Departamento de Biología



“Determinación de la presencia de coliformes y Pseudomonas en aguas envasadas de marca comercial de la zona occidental de El Salvador”

Trabajo de Graduación Presentado Por:

Max Alfredo Carranza Martínez
María Isabel Herrera Flores
Nelson Alberto Rodríguez Leiva

Para optar al grado de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Mayo de 1999

Santa Ana

El Salvador

Centroamérica



Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria de Occidente
Departamento de Biología



“Determinación de la presencia de coliformes y *Pseudomonas* en aguas envasadas de marca comercial de la zona occidental de El Salvador”

Trabajo de Graduación Presentado Por:

Max Alfredo Carranza Martínez
María Isabel Herrera Flores
Nelson Alberto Rodríguez Leiva

Para optar al grado de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Mayo de 1999

Santa Ana

El Salvador

Centroamérica

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria de Occidente
Departamento de Biología



**“Determinación de la presencia de coliformes y *Pseudomonas* en
aguas envasadas de marca comercial de la
zona occidental de El Salvador”**

Trabajo de Graduación Presentado Por:

Max Alfredo Carranza Martínez
María Isabel Herrera Flores
Nelson Alberto Rodríguez Leiva

Para optar al grado de:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Asesor: Lic. Carlos Mauricio Linares Hernández
Asesor Adjunto: Lic. José Salvador Pineda

Mayo de 1999

Santa Ana

El Salvador

Centroamérica

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria de Occidente
Departamento de Biología



**“Determinación de la presencia de coliformes y *Pseudomonas* en
aguas envasadas de marca comercial de la
zona occidental de El Salvador”**

Trabajo de Graduación Presentado Por:

Max Alfredo Carranza Martínez
María Isabel Herrera Flores
Nelson Alberto Rodríguez Leiva

Para optar al grado de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Asesor: Lic. Carlos Mauricio Linares Hernández

F. _____

Asesor Adjunto: Lic. José Salvador Pineda

F. _____

Mayo de 1999

Santa Ana

El Salvador

Centroamérica

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:
DR. BENJAMÍN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL:
LIC. ENNIO ARTURO LUNA



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO:
LIC. JORGE MAURICIO RIVERA

SECRETARIO:
LIC. LUIS ROLANDO HURTADO GUERRERO

ASESORES:
LIC. JOSE SALVADOR PINEDA
LIC. CARLOS MAURICIO LINARES

OBSERVADORES:
LIC. JOSÉ SANTOS ORTEZ SEGOVIA
LIC. RICARDO FIGUEROA CERNA

MAYO DE 1999

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMÉRICA



DEDICATORIA

- A Dios por concederme vida, luz y energía para alcanzar esta meta.

- A mis padres Maximiliano Carranza y Marta Lidia Martínez por sus consejos, su apoyo y amor incondicional.

- A mis hermanos Luis Angel, Rodrigo, y Marta Lidia por su comprensión.

- A mis abuelos Rodrigo Hidalgo y Dolores Martínez por sus palabras de fe, y esperanza y por grato recuerdo de mi niñez.

- A mis buenos maestros por sus conocimientos compartidos con dedicación.

- A los buenos amigos y compañeros que confiaron en mí y me alentaron para alcanzar esta meta.

Max Alfredo Carranza Martínez



DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María, por haberme dado la sabiduría y el entendimiento necesario para salir adelante.

A mis padres Regino Herrera y Petrona Flores, por haberme dado la vida, sus oraciones y apoyo ilimitado.

A mis hermanos, por su cariño y ayuda incondicional especialmente a Gregorio que con su ejemplo me enseñó el camino de la superación.

A todas las personas que me ayudaron a alcanzar esta meta, especialmente al Presbítero José David Guardado, por sus oraciones y apoyo en todo momento hasta lograr este triunfo.

María Isabel Herrera Flores



DEDICATORIA

Este triunfo lo dedico a todos aquellos que contribuyeron a materializar este logro, pues fueron el punto de apoyo, fe, confianza, tolerancia, esperanza y amor.

A DIOS TODOPODEROSO: Por haberme iluminado mi mente y proyectar mis objetivos en términos de logros.

A MIS PADRES: César Leiva y Bernarda Rodríguez, que con sus sabios consejos y sinceridad confiaron en Dios y en mi persona, y que en circunstancias venturosas y adversas, siempre están conmigo.

A MIS HIJOS: Kevin Alberto y Nelson Antonio Rodríguez Valenzuela, Angelitos de la guarda, que siempre me esperaban y son la razón de mi triunfo.

A MI ESPOSA: Daisy Valenzuela de Rodríguez; por ser muy tolerante y por apoyarme en los momentos más difíciles.

A MIS HERMANOS: Héctor, Henry, Danilo, Aída, Yesenia, Hermes y César, por depositar su confianza en mí.

Nelson Alberto Rodríguez Leiva



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que colaboraron y nos apoyaron en la realización de este trabajo, especialmente a nuestros asesores: Lic. José Salvador Pineda y al Prof. Juan Amaya Nolasco por sus enseñanzas de microbiología y por guiarnos en forma segura y acertada en la parte práctica.

Al lic. Carlos Mauricio Linares por su ayuda para mejorar la calidad del trabajo.

Al Lic. René Alberto Mazariego por su apoyo y comprensión.

Al Prof. Franklin Hidalgo por su contribución en la toma de microfotografías.

A los Ingenieros: Julio Alvarado, Indira Vaquerano, por facilitarnos información esencial para la realización de este trabajo.



IX

TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDOS IX

LISTA DE CUADROS XI

LISTA DE FIGURAS XIV

RESUMEN XV

INTRODUCCIÓN 1

LITERATURA REVISADA 4

IMPORTANCIA DEL AGUA 4

SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA POTABLE 5

CONTAMINACIÓN DEL AGUA 8

DESCRIPCIÓN DE LAS BACTERIAS COLIFORMES 12

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE **Escherichia Coli** 15

TAXONOMÍA DE LA FAMILIA DE LAS COLIFORMES 16

PATOLOGÍA Y DATOS CLÍNICOS DE **Escherichia Coli** 17

RELACIÓN ENTRE BACTERIAS ENTEROPATÓGENAS Y CUADRO CLÍNICO 19

DESCRIPCIÓN DE LAS BACTERIAS DEL GÉNERO **Pseudomonas** ... 20

DATOS TAXONÓMICOS DE **Pseudomonas** 21

PREVENCIÓN Y DATOS CLÍNICOS DE **Pseudomonas** 23

METODOLOGÍA 24

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS 34

RESULTADOS DE LOS EXÁMENES MICROBIOLÓGICOS 43

X

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS	50
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	

XI
LISTA DE CUADROS



<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
1. RELACIÓN ENTRE LAS BACTERIAS ENTEROPATÓGENAS Y CUADRO CLÍNICO	19
2. TOTALES Y PORCENTAJES DE LA RESPUESTA A LA PREGUNTA No. 1 DE LA ENCUESTA	34
3. TOTALES Y PORCENTAJES DE PREFERENCIAS PARA LAS DIFERENTES MARCAS DE AGUA	34
4. TOTALES Y PORCENTAJES PARA LOS LUGARES DONDE SE COMPRA AGUA ENVASADA	35
5. TOTALES Y PORCENTAJES DE LA OPINIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA	35
6. TOTALES Y PORCENTAJES DE AGUA EN ESTUDIO	36
7. TOTALES Y PORCENTAJES PARA EL CRITERIO, SI EL AGUA ENVASADA ES BUENA PARA LA SALUD	36
8. TOTALES Y PORCENTAJES PARA LA OBSERVACIÓN DE PARÁMETROS ANORMALES DEL AGUA	37
9. TOTALES Y PORCENTAJES PARA PERSONAS QUE CREEN QUE SE HAN ENFERMADO POR TOMAR AGUA ENVASADA	37
10. TOTALES Y PORCENTAJES SOBRE SI LAS PERSONAS SABEN DONDE DENUNCIAR LA MALA CALIDAD DEL AGUA ENVASADA ..	38

XII

11.TOTALES Y PORCENTAJES PARA EL CRITERIO SI ES NECESARIO EL CONSUMO DE AGUA ENVASADA	38
12.TOTALES Y PORCENTAJES PARA EL CRITERIO SI ES NECESARIO ELIMINAR EL AGUA ENVASADA	39
13.CONTEO BACTERIANO PARA EL AGUA ENVASADA DE LA MARCA AQUAVITA	43
14.RESULTADOS DEL CONTEO BACTERIANO TOTAL PARA EL AGUA ENVASADA DE LA MARCA LA FUENTE	45
15.RESULTADOS DEL CONTEO BACTERIANO NÚMERO MÁS PROBABLE DE COLIFORMES EN AGUA ENVASADA DE LA MARCA AQUAVITA	46
16.RESULTADOS DEL CONTEO BACTERIANO, NÚMERO MÁS PROBABLE DE COLIFORMES TOTALES EN EL AGUA ENVASADA DE LA MARCA LA FUENTE	47
17.RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS QUE DETERMINAN LA PRESENCIA O NO DE E. coli EN AGUA DE LA MARCA AQUAVITA	50
18.RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS QUE DETERMINAN LA PRESENCIA O NO DE E. coli EN AGUA DE LA MARCA LA FUENTE	51
19.RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS QUE DETERMINAN LA PRESENCIA O NO DE Pseudomonas EN AGUA DE LA MARCA AQUAVITA	53



XIII

20.RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS QUE DE-
TERMINAN LA PRESENCIA O NO DE **Pseudomonas** EN AGUA
DE LA MARCA LA FUENTE 53

XIV

LISTA DE FIGURAS

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
1. FIG. 1 ESQUEMA PARA LA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES Y NMP	31
2. GRÁFICO DE LOS PORCENTAJES DE LAS RESPUESTAS PARA LA PREGUNTA 1	40
3. GRÁFICO DE LOS PORCENTAJES PARA LOS LUGARES DONDE SE COMPRA AGUA ENVASADA.....	40
4. GRÁFICO DE LOS PORCENTAJES SOBRE LA OPINIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	41
5. GRÁFICO DE LOS PORCENTAJES PARA EL CRITERIO SI EL AGUA ENVASADA ES BUENA PARA LA SALUD	41
6. GRÁFICO DE LOS PORCENTAJES PARA LA OBSERVACIÓN DE LOS PARÁMETROS ANORMALES DEL AGUA ENVASADA	42
7. GRÁFICO DE LOS PORCENTAJES SOBRE SI LAS PERSONAS SABEN DONDE DENUNCIAR LA MALA CALIDAD DEL AGUA ENVASADA.....	42
8. FIG. 2 MICROFOTOGRAFÍAS DE BACTERIAS COLIFORMES EXPUESTAS A TINCIÓN DE GRAM	49
9. FIG. 3 FOTOGRAFÍAS DE PRUEBAS BIOQUÍMICAS APLICADAS A LA FUENTE Y AQUAVITA	52
10. GRÁFICO DEL CONTEO BACTERIANO TOTAL PARA LAS MARCAS DE AGUAS ENVASADAS LA FUENTE Y AQUAVITA	54
11. GRÁFICO DE LOS RESULTADOS DEL NÚMERO MÁS PROBABLE DE COLIFORMES TOTALES EN TRES MUESTREOS SUCEIVOS PARA LA MARCA AQUAVITA	55
12. GRÁFICO DE LOS RESULTADOS DEL NÚMERO MÁS PROBABLE DE COLIFORMES TOTALES EN TRES MUESTREOS SUCEIVOS PARA LA MARCA LA FUENTE	56

XV

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los meses de agosto y septiembre de 1998, este constituye un estudio microbiológico, en búsqueda de bacterias coliformes, pseudomonas y otros, en el agua envasada producida en la zona occidental de El Salvador, las cuales son Aquavita (de Santa Ana) y La Fuente (de Sonsonate)

Se realizaron tres muestreos y se practicaron los siguientes exámenes microbiológicos, para determinar la contaminación o no de este producto.

1. Conteo Bacteriano Total (CBT).
2. Número Más Probable (NMP).
3. Pruebas Bioquímicas para determinar Escherichia coli.
4. Pruebas para determinar pseudomonas.

Basados en los resultados del CBT se puede decir que el agua de estas dos marcas no es apta para el consumo humano, ya que las concentraciones de bacterias encontradas en ellos superan los valores máximos permisibles que establece la norma salvadoreña que rige la explotación de este producto. Además en ambas marcas se determinó la presencia del grupo coliforme en concentraciones que superan el valor máximo permisible que establece el Ministerio de Salud



XVI

Pública y Asistencia Social y la Norma Salvadoreña para el Agua Envasada.

La presencia de Eschirichia coli se determinó y se comprobó por medio de pruebas bioquímicas, lo cual es preocupante ya que estas bacterias son indicadores de contaminación focal.

La determinación de las pseudomonas fue positiva para las dos marcas en los tres muestreos en los diferentes exámenes microbiológicos realizados. Se puede concluir entonces que el agua envasada producida en la zona occidental está contaminada y no es apta para el consumo humano.



INTRODUCCION

El aumento de la población en El Salvador ha generado una mayor demanda de servicios básicos; siendo uno de los principales, la provisión de agua potable para consumo humano. Motivo por el cual en el país han surgido empresas envasadoras de agua para consumo humano que se han dedicado a "purificar" y comercializar este producto, ya que el agua suministrada a la población, por acueductos puede ser un medio de propagación de bacterias y virus que pueden producir enfermedades de origen hídrico tales como: disentería, fiebre tifoidea, cólera, hepatitis, poliomielitis, etc., afectando a grandes sectores de la población humana.

La importancia que tiene para la salud humana un suministro de agua potable libre de microorganismos patógenos es invaluable.

Toda agua que se encuentra en estado natural contiene microorganismos vivos que varían en tamaños; desde virus, bacterias, algas, protozoos, etc. Algunos de los cuales invalidan a sus víctimas y otros causan enfermedades infectocontagiosas, que a menudo resultan fatales.

En ese sentido el presente trabajo constituye un estudio microbiológico en búsqueda de bacterias coliformes,

Pseudomonas y otras en las aguas envasadas para consumo humano, de las marcas producidas en la Zona Occidental de El Salvador; como un indicador de la peligrosidad que puede representar este producto. Las marcas que se examinaron fueron: AQUAVITA de Santa Ana que es un producto de PROSABE¹ S.A. de C.V., (inspeccionado por el Ministerio de Salud) y LA FUENTE, que es un producto de la Cooperativa Ganadera de Sonsonate de R.L, (inspeccionado por IPOA², MAG³ y Ministerio de Salud). En la ejecución del proyecto se tomaron en consideración las normas de calidad internacional de la IBWA⁴ y la FDA⁵, contenidas en el Manual de Capacitación para la inspección de Plantas "Embotelladoras" de agua potable, del Ministerio de Salud (1997) y las normas salvadoreñas que rigen la explotación de este producto. Esto obedeció a que a partir del año de 1978, han aparecido en el mercado salvadoreño, aguas envasadas, de diferentes marcas comerciales, aunque los números de registro sanitario otorgados por el Ministerio

¹ PROSABE: Procesadora de Alimentos y Bebidas.

² IPOA: Inspección de Productos de Origen Animal.

³ MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

⁴ IBWA: Asociación Internacional de Embotelladoras de Agua.

⁵ FDA: Administración de Alimentos y Drogas de EE.UU.



de Salud, se obtuvieron a partir del 5 de diciembre de 1994, siendo la marca Alpina la primera en registrar.

Las aguas envasadas se han incrementado en los últimos años existiendo a la fecha más de 20 marcas comerciales, y al no aplicarles exámenes bacteriológicos, control de normas de calidad y la legislación adecuada representan un verdadero peligro para la salud humana, es por eso que en la ejecución de este proyecto, se hizo un estudio analítico experimental en el cual se verificaron los siguientes exámenes microbiológicos para determinar, la presencia o ausencia de bacterias en el agua envasada producida por las empresas de occidente:

1. Número más probable (NMP).
2. Conteo bacteriano total (CBT).
3. Prueba de **Escherichia coli**.
4. Pruebas para determinar **Pseudomonas**.

* El Anexo 1 y 2 muestra el formato de solicitud para obtener número de registro sanitario del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para el agua envasada.





LITERATURA REVISADA

IMPORTANCIA DEL AGUA

El agua es el recurso natural más importante del mundo, ya que sin ella no podría existir la vida y la industria no funcionaría. A diferencia de muchas otras materias primas, el agua no tiene sustituto en muchas aplicaciones. El agua tiene un papel vital en el desarrollo de las comunidades, ya que depende de que su abastecimiento sea seguro para que una comunidad se establezca.

El agua como un recurso natural debe administrarse cuidadosamente, ya que las poblaciones en desarrollo y los complejos industriales tienen demandas de agua siempre creciente (Harvey, 1966)

Según Tebbutt (1990) citado por Rosales (1997), el agua para beber debe ser adecuada para el consumo humano o sea potable y agradable al paladar, es decir, estrictamente atractiva. Además, tanto como sea factible, debe ser adecuada para otros usos domésticos.

Para Edelweiss (1998), la importancia del agua no solo se basa en que es altamente necesaria para satisfacer la mayor parte de las necesidades humanas; sino también porque es una sustancia que sirve como vehículo de muchas enfermedades, por contener virus, bacterias y protozoos,

los cuales pueden causar desde simples desarreglos gastrointestinales hasta disentería amibiana. Las bacterias causan el cólera, tifus, disentería, neumonía, colibacilosis y otras enfermedades. Los virus producen la hepatitis A y la poliomielitis entre otras.

SITUACIONACTUAL DEL AGUA POTABLE

Controlar el estado sanitario del agua de los cuerpos hídricos superficiales a los que llegan descargas urbanas e industriales, es de primordial importancia, ya que frecuentemente sus aguas son utilizadas para usos domésticos y potables. Además de que la contaminación puede afectar las capas subterráneas subyacentes; que dependiendo de su extensión, pueden ser zonas más o menos amplias de las que se extrae agua destinada al consumo humano, Repetto (1991).

Los problemas relativos al acceso y calidad del agua potable han adquirido una importancia significativa en las organizaciones de consumidores de muchos países en desarrollo, lo cual es resultado de una mayor toma de conciencia ciudadana que observa con preocupación como el costo del servicio y posibilidades de disponer de agua limpia y segura son cada vez más escasas para importantes

segmentos de la población (Revista CDC⁶, 1998).

Una reciente investigación hecha por la CDC (1998) ha permitido constatar que en términos de calidad, algunas de las marcas de agua envasada, comercializadas en El Salvador no son mejores que el agua distribuida públicamente por la ANDA.⁷

A raíz de esta situación el CDC desarrolló el proyecto "Investigación de la calidad de aguas embotelladas comercializadas en el área metropolitana de San Salvador", con el objeto de determinar si esta clase de agua cumple con las normas y estándares que rigen la producción y comercialización de este producto, para lo cual analizaron 10 marcas entre nacionales e importadas; siendo una de éstas "La Fuente" de Sonsonate. Los resultados que se obtuvieron, muestran que el agua envasada de la marca "La Fuente" de Sonsonate, es 100% no apta para el consumo humano.

Por otro lado, el CDC (1998), los resultados obtenidos en sucesivos análisis sobre la calidad del agua distribuida por la ANDA⁸ en cuatro departamentos del país (Santa Ana, San Miguel, La Paz y San Salvador); han puesto al

⁶ CDC: Centro para la Defensa de los Derechos del Consumidor.

⁷ ANDA, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.





descubierto grandes deficiencias sanitarias en el agua distribuida por esta institución y como consecuencia de ello muchos consumidores se han visto en la necesidad de adquirir aguas envasadas para el consumo doméstico y oficina.

Los resultados determinaron graves deficiencias sanitarias en el agua distribuida en los cuatro departamentos habiéndose detectado la presencia de coliformes arriba de los límites permisibles, sin que las instituciones pertinentes hayan realizado los esfuerzos necesarios para encontrar solución a este problema de salud pública nacional.

El CDC determinó además que en términos relativos el 59.38% de las muestras analizadas resultaron no aptas para el consumo humano, y su ingestión, en estas condiciones, representa un permanente riesgo para la salud de los consumidores.

Un ejemplo claro fue el análisis microbiológico efectuado en San Miguel, en donde el 77% de 87 muestras resultaron no aptas para el consumo humano. Se pudo detectar la presencia recurrente de **E. coli**. Al descubrir los resultados en forma general, encontraron que en Santa



Ana el 55% del agua (de 113 muestras) no es apta para el consumo humano; en La Paz el 75.86% (de 39 muestras) y San Salvador el 26% (de 153 muestras).

CONTAMINACION DEL AGUA

Contaminar el agua es alterar sus características naturales originales ya sean estas física, químicas microbiológicas y radiológicas. (Brock 1988, Ministerio de Salud 1997).

Una característica de la mayoría de las aguas naturales es que contienen una amplia variedad de microorganismos, Harvey (1966). Los tipos y números de los diferentes grupos presentes están relacionados con la calidad del agua.

La diversidad de microorganismos que se transmiten al humano por vía del agua incluye bacterias, virus y protozoarios. Muchos de ellos crecen en el tracto intestinal y salen del cuerpo en las heces. La contaminación de los suministros de agua con dichos microbios puede ocurrir entonces por la vía fecal y, si el agua no se trata de un modo adecuado, los microorganismos entran a un nuevo hospedero cuando este consume el agua y debido al elevado consumo de ésta, puede ser dañina, aun si contiene sólo un pequeño número de patógenos (Carpenter 1967).



Las bacterias patógenas más importantes que se transmiten son: Coliformes, **Pseudomonas**, **Salmonella** y **Vibrio cholerae**. Esto puede constatarse con los anexos 3, 4, 5 que muestran los gráficos de las enfermedades de origen hídrico, reportadas por el departamento de epidemiología de la zona occidental (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social).

La mayoría de especies que se encuentran en el agua natural y en el agua residual son inocuas para el hombre. Sin embargo, ciertos microorganismos causan varias enfermedades y su presencia en el agua representa un problema de salud. Por esta razón, es necesario conocer los principios básicos de la microbiología y así comprender como participan los microorganismos en el control de la calidad del agua. Tebbutt (1990), citado por Rosales (1997).

El método ideal de analizar el agua respecto a la seguridad o sanidad bacteriológica incluye la búsqueda de patógenos transmitidos por ella.

En la actualidad esto es poco práctico. El agua que contenga pocos patógenos por litro puede estar lo suficientemente contaminada para causar enfermedades; así por ejemplo, en la excreta de una persona enferma de fiebre

tifoidea, los patógenos inmersos suelen ser pocos, por lo que es necesario examinar grandes muestras para encontrarlos. Aún más, las especies patógenas en el agua contaminada con "aguas negras" muchas veces son ocultadas por gran cantidad de bacterias de la flora intestinal normal.

El reconocimiento de los microorganismos patógenos del agua o aguas negras, en consecuencia es muy difícil. Se han empleado varios grupos de bacterias que aparecen normalmente en el intestino del hombre o los animales para indicar la contaminación del agua potable por aguas negras; siendo los dominantes estreptococos fecales, algunos anaerobios esporógenos y las bacterias coliformes, que son los indicadores de contaminación fecal más empleados (Carpenter, 1967); quien además considera que el agua para ser potable, es necesario que sea limpia, fresca, sin sabores y olores desagradables o que causen rechazo de quien la consume, y sin sustancias químicas o microorganismos nocivos.

Para Kemmer & McCallion (1982) **Agua potable:** Es toda aquella que está libre de contaminantes físicos químicos y biológicos, no causan ningún daño al ser humano. Mientras que para el Ministerio de Salud (1997), el agua potable es

toda aquella que se destina al consumo directo sin que sea necesario someterla a un tratamiento o proceso adicional. El agua potable envasada o el agua potable destinada a ser envasada se considera un alimento.

El agua potable envasada de acuerdo a la IBWA en el manual para plantas embotelladoras de agua del Ministerio de Salud, (1997); debe cumplir con el siguiente requisito:

A- El CBT⁸ para HPC⁹ no debe ser mayor de 30UFC¹⁰ por muestra.

- Esta norma recomienda las siguientes pruebas de control de calidad obligatoria para el agua envasada:

Conteo en placa:

- Para menos de 200 muestras deberá encontrarse el 90% de las muestras de análisis bajo el nivel permisible.

- La frecuencia de análisis y muestreos deberá ser a diario o semanalmente según lo recomienda la IBWA.

B- Para el CONACYT¹¹ (1998), en la prueba de Coliformes:

⁸ CBT: Conteo Bacteriano Total.

⁹ HPC: Conteo Heterotrófico en Placa.

¹⁰ UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

- El nivel permisible será menor de 2.2 coliformes por 100ml (NMP).
- La técnica empleada será la de tubo múltiple.
- Deberá efectuarse semanalmente según la FDA.

El Ministerio de Salud (1996) hace las siguientes consideraciones:

- 1- Que para el agua envasada no debe existir presencia de coliformes.
- 2- Que cuando por el método de tubos múltiples de fermentación se examinen 5 porciones de 10cm³, cada una; la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como NMP menor 2.2 coliformes totales en 100cm³, lo que significa que, esa muestra satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

DESCRIPCION DE LAS BACTERIAS COLIFORMES.

Son bacilos cortos gram negativos que fermentan la lactosa, formando ácido y gas. Son anaerobios facultativos y se multiplican con mayor rapidez a temperaturas entre 30 y 37 °C. Crecen en abundancia en medios de cultivo corrientes como, caldo y agar nutritivo.

¹¹ CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.



Se sabe que dos especies aparecen con frecuencia suficiente para mencionarse: **Escherichia coli** y **Aerobacter aerogenes** suelen encontrarse en el tracto intestinal del hombre y otros animales de sangre caliente.

E. coli muy pocas veces, si es que acontece, se le encuentra fuera del intestino, excepto cuando ha ocurrido contaminación con excretas humanas o de animales homeotérmicas (Carpenter, 1967).

E. coli y la mayor parte de todas las bacterias intestinales forman colonias circulares, convexas y lisas con bordes definidos. Las colonias de **Enterobacter** son semejantes pero un poco más mucoides.

E. coli produce de manera típica pruebas positivas a indol, descarboxilasa de la lisina y fermentación del manitol, lo mismo que gas a partir de la glucosa. El microorganismo aislado de la orina se puede identificar con rapidez como **E. coli** porque produce hemólisis en agar sangre, morfología típica de las colonias con un "resplandor" iridiscente en los medios diferenciales como Agar Eosina Azul de Metileno y prueba de mancha del indol positiva. Más del 90% de **E. coli** aisladas son positivas para la β -glucuronidasa usando el sustrato 4-



metilumbeliferol- β -glucurónido.

Se utilizan de modo frecuente algunas pruebas como por ejemplo producción de índol a partir del triptófano en los sistemas de identificación rápida, en tanto que se usa menos a menudo otros como la reacción de Voges-Proskauer, producción de acetilmetilcarbinol a partir de la Dextrosa. El cultivo en medios diferenciales que contienen colorantes especiales y carbohidratos (por ejemplo, Eosina Azul de Metileno, medio de MacConkey o medio desoxicolato) distingue entre las colonias que no fermentan (no se pigmentan) y puede permitir la identificación presuntiva rápida de las bacterias intestinales.

E. coli produce fermentación rápida de la lactosa con un resplandor metálico en los diferentes medios; microorganismos con motilidad, colonias planas y no viscosas (Jawetz et al, 1990).

Una manera fácil de identificar a **E. coli** es por el aspecto de sus colonias en medios diferenciales en placas. Las colonias de **E. coli** en Agar EMB (Eosina Azul de Metileno) tienen de 2 a 4 mm de diámetro, un centro grande de color oscuro e incluso negro, y tienen brillo metálico cuando se observa con luz refleja (Carpenter, 1967).

Las bacterias se identifican hasta cierto punto por su aspecto morfológico y el color de las colonias y por la tinción diseñada por el médico danés Christian Gram.

Las bacterias también se identifican por sus propiedades bioquímicas, probando los tipos de sustancias que necesitan para crecer y los materiales que producen, por ejemplo el bacilo **E. coli** se encuentra en el colon humano en condiciones normales, pero no el bacilo de la tifoidea y **Shigella** que producen infecciones intestinales, y no son huéspedes comunes del intestino.

Los bacilos normales y patógenos no pueden distinguirse morfológicamente, la **E. coli** fermenta la lactosa lo que no hacen las formas patógenas (Villem, 1988).

**CLASIFICACION TAXONÓMICA DE Escherichia coli DE ACUERDO
A JAWETZ et al, (1996).**

Reino : Procariote
División : Graciculate
clase : Escotobacteria
Orden : Eubacteriales
Familia : Enterobacteriaceae
Género : **Escherichia**
Especie : **coli**

Para Edwards & Ewing (1973), citado por Aguirre (1977), las enterobacterias coliformes se clasifican por las características de sus propiedades de virulencia, ya que cada grupo causa enfermedad por mecanismo distinto, por lo que se han clasificado de la siguiente forma.

TAXONOMIA DE FAMILIA DE LAS COLIFORMES
Familia Enterobacteriaceae

<i>Tribu I</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Tribu IV</i>	<i>Klebsielleae</i>
<i>Género 1</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Género 1</i>	<i>Klebselleae</i>
<i>Especie</i>	<i>coli</i>	<i>Especie</i>	<i>pneumoniae</i>
<i>Género 2</i>	<i>Shigela</i>		<i>ozaenae</i>
<i>Especies</i>	<i>dysenteriae</i>		<i>rhinoschleromatic</i>
	<i>Boydii</i>		
	<i>Sonnei</i>		
<i>Tribu II</i>	<i>Edwarsielleae</i>	<i>Tribu V</i>	<i>Proteae</i>
<i>Género 1</i>	<i>Edwarsiella</i>	<i>Género 1</i>	<i>Proteus</i>
<i>Especie</i>	<i>tarda</i>	<i>Especies</i>	<i>vulgaris</i>
			<i>mirabilis</i>
			<i>morganii</i>
			<i>rettgueri</i>
		<i>Género II</i>	<i>providencia</i>
		<i>Especie</i>	<i>alcali faciens</i>
			<i>stuartii</i>
<i>Tribu III</i>	<i>Salmonellae</i>	<i>Tribu VI</i>	<i>Erwiniae</i>
<i>Género 1</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Género 1</i>	<i>Erwinia</i>
<i>Especies</i>	<i>cholerae-suis</i>	<i>Especie</i>	<i>amylovora</i>
	<i>Typhi</i>	<i>Género II</i>	<i>pectobacterium</i>
	<i>Enteritidis</i>	<i>Especie</i>	<i>carotovorum</i>
<i>Género</i>	<i>Arizona</i>		
<i>Especie</i>	<i>hinshawii</i>		
<i>Género III</i>	<i>Citrobacter</i>		
<i>Especies</i>	<i>diversas</i>		
	<i>Freundii</i>		



PATOLOGIA Y DATOS CLINICOS DE Escherichia coli

Jawetz et al (1990) afirma que las infecciones por **E. coli** y otras enterobacterias dependen del sitio de infección y no se pueden distinguir por los síntomas o signos de los procesos causados por otras bacterias, por lo que afirman que:

1. **E. coli** es la causa más común de infección de las vías urinarias y representan casi el 90% de las infecciones primarias de las mismas en mujeres jóvenes. Los signos y síntomas consiste en micción frecuente, disuria, hematuria y piuria.

La infección de vías urinarias puede dar por resultado bacteremia con signos clínicos de sepsis.

2. **E. coli**, es causante de diarreas en extremo comunes en todo el mundo. Las variedades de **E. coli** se clasifican por las características de sus propiedades de virulencia y cada grupo causa una enfermedad por un mecanismo distinto. Las propiedades de adherencia a las células epiteliales del intestino delgado y grueso son codificados por genes en plásmidos. De manera similar, las toxinas suelen ser mediadas por plásmidos.



Una descripción más amplia de las enfermedades que causan **E. coli** y otras bacterias enteropatógenas, pueden observarse en el siguiente cuadro:



CUADRO 1: RELACION ENTRE BACTERIAS ENTEROPATOGENAS Y CUADRO CLINICO

Agentes	Enfermedades	Período de Incubación	Sitio de infección En el tracto GI	Patogénesis	Síntomas y signos más comunes	Infección asintomática
Shigella	Disentería	1 - 3 días	Colon	Invasión y enterotoxina	Diarrea o disentería, dolor abdominal, fiebre y malestar	Común
E.coli	Diarrea aguda	6 horas a 3 días	Intestino delgado	Enterotoxinas Lt y/o ST causan diarrea secretora	Diarrea líquida, vómitos, dolor abdominal	Común
E.coli	Disentería	6 horas a 3 días	Colon e ileon terminal	Invasión	Diarrea o disentería, dolor abdominal fiebre (poca)	?
E.coli	Diarrea	6 horas a 3 días	Duodeno yeyuno, ileon y colon	No identificado factor virulencia (toxina)	Diarrea, vómitos	Común
Salmonella sp (no identificado)	Diarrea aguda y vómitos	6 horas a 3 días (depende del tamaño del inoculo)	Intestino delgado y colon	Invasión y enterotoxina	Diarrea o disentería y vómitos, dolor abdominal, fiebre y malestar	Muy común
Campylobacter Jejuni	Diarrea, Disentería	2 - 7 días	Intestino delgado y Colon	Invasión y enterotoxina y citoxina	Diarrea o disentería y vómitos, dolor abdominal, fiebre malestar	Poco común (común en países con clima tropical)
Yersinia Enterocolitica	Diarrea Adenitis Mesentérica	2 - 7 días	Colon, ileon terminal	Invasión y enterotoxina	Diarrea, fiebre dolor abdominal (puede sugerir apendicitis) eritema nodoso	Poco común
Vibrio Cholerae	Cólera	6 horas a 5 días	Intestino delgado	Enterotoxina, causa diarrea secretora	Diarrea líquida profusa, vómitos	Muy común

Ecet: *Escherichia coli* enterotoxigénica, E.coli: *E. coli* enteroinvasora, E.coli: *E. coli* enteropatógena.
 Tomado de Jawetz, et al (1990).



DESCRIPCION DE LAS BACTERIAS DEL GENERO Pseudomonas**GENERALIDADES:**

De acuerdo a Aguirre (S.A.). Son bacilos rectos o curvos, (Gram-negativos), móviles por flagelación lofotrica. Su metabolismo es quimioorganotrófico oxidativo. No fijan nitrógeno, utilizan compuestos de 1 ó 2 átomos de carbono, son aerobios estrictos, catalasa y oxidasas generalmente positivos, crecen entre 4 a 43 °C. El contenido de Guanina-Cita en su ADN varía de 57 a 70 moles por ciento.

CARACTERISTICAS ESPECIFICAS:

Suele estar en cantidades pequeñas en la flora intestinal normal y en la piel humana son los patógenos más importante del grupo. Se encuentran distribuidas con amplitud en la naturaleza, en el suelo, en el agua, los animales, en los ambientes húmedos de los hospitales. Pueden colonizar al ser humano normal, son saprofíticos que producen enfermedades en las personas que tienen bajas defensas (anormales).

Mide $\pm 0.6 \times 2 \mu\text{m}$, pueden encontrarse aisladas en pares y a veces en cadenas cortas. Crecen con facilidad en muchos medios de cultivo y produce en ocasiones olor a nixtamal, dulzón o de uvas, forman colonias redondas, lisas de color

verdoso fluorescente. Con frecuencia producen piocianina, pigmento azuloso no fluorescente que se difunde en agar.

Algunas especies sin embargo no producen piocianina. Muchas cepas elaboran además, el pigmento fluorescente pioverdina que imparte un color verde al agar. Pero algunas cepas producen color verde oscuro causado por la piorrubina o por el pigmento negro piomelanina (Jawetz, et al 1971).

Carpenter (1967) manifiesta que son las bacterias más primitivas que existen, son Gram-negativas, tienen paredes rígidas y muchas especies se mueven por flagelos polares, aunque algunas son inmóviles. Incluye este género formas cocoides, bacilos rectos y curvos o espirales.

Un suborden incluye aproximadamente 50 especies que contienen bacterioclorofila o clorofila clorótica, esta última puede acompañarse de pigmentos carotenoides amarillos y rojos y de ello resulta que el color de la bacteria es rojo, pardo, violeta o verde.

DATOS TAXONOMICOS DE PSEUDOMONAS

Pertenecen al orden pseudomonadales, el cual se divide en 10 familias con 72 géneros, se encuentran principalmente en la tierra y el agua, las bacterias fotosintéticas se agrupan en las primeras tres familias, Thiordaceae (bacteria de azufre rojas y violetas), Arthiorhodaceae

(bacterias no sulfurosas de color rojo, violeta y pardo) y chlorobacteriaceae (bacterias sulfurosas verdes) (Carpenter, 1967).

Brock, et al(1988), establece los siguientes subgrupos y especies:

Grupo	Especie
Subgrupo fluorescente	Pseudomonas aeruginosa, Pseudomonas flourescens, Pseudomonas putida, Pseudomonas syringae
Subgrupo acidovorans	Pseudomonas acidovorans Pseudomonas testoteroni
Subgrupo Pseudomonalleicepacia	Pseudomonas cepacia Pseudomonas psedomallei, Pseudomonas mallei
Subgrupo Diminutavesicularis	Pseudomonas diminuta, Pseudomonas vesicularis
Especies misceláneas	Pseudomonas solanacearum, Pseudomonas sachasophila, Pseudomonas maltophilia

Para Jawets et al, (1992), las especies de **Pseudomonas** aisladas de las muestras de seres humanos se clasifican así:

GRUPO	GÉNERO Y ESPECIE
Fluorescente	P. aeruginosa, P. flourescens, P. putida
Pseudomallei	P. mallei, P. pseudomaleii P. cepacia
Otros	P. maltophilia P. pseudoalcalígenes P. putrefaciens P. stutzeri



PREVENCION Y DATOS CLINICOS DE *Pseudomonas*

De acuerdo a Jawetz et al (1996) las especies del género ***Pseudomonas*** están esparcidas y por lo general se encuentran en el suelo, agua y el tracto intestinal de humanos y animales. La especie que se relaciona principalmente con la enfermedad en el hombre es la ***P. aeruginosa***, que es un oportunista que causa infecciones peligrosas en hospederos inmunocomprometidos.

Estas infecciones son similares a las causadas por los bacilos entéricas.

Las infecciones por ***P. aeruginosa*** pueden presentarse en cualquier tejido pero frecuentemente se les ve en quemaduras y heridas. La neumonía y las infecciones sistémicas que también causa este microbio tienen un alto porcentaje de mortalidad. ***P. aeruginosa*** produce un pigmento verde azulado, con "olor dulce" descrito como aroma a nixtamal (distintivo). Este pigmento con frecuencia proporciona un color característico a pus, que junto con el olor distintivo sirve para hacer un diagnóstico firme con aislamiento de la bacteria.

Las infecciones por ***P. aeruginosa*** son de las más difíciles de tratar, ya que son resistentes a la mayoría de los agentes quimioterapéuticos. Se emplean combinaciones

frecuentes de agentes antimicrobianos para el tratamiento, con mayores probabilidades de éxito.

El control y la profilaxis se basan en las técnicas asépticas adecuadas cuando se manejan quemaduras y heridas abiertas. Las especies de **Pseudomonas** son capaces de crecer en el agua con mínimas cantidades de nutrientes que fácilmente se encuentran en sitios como el recipiente que se utiliza para calentar los biberones de los niños, y floreros para flores recién cortadas.

Por lo anterior es que se toman ciertas precauciones, como no permitir las flores en áreas críticas de los hospitales y una vigilancia de rutina del agua de baños y sistemas de aire, a fin de disminuir el peligro de estas infecciones. Las especies de **Pseudomonas** además se encuentran entre las más resistentes a los desinfectantes químicos que normalmente destruyen células bacterianas vegetativas.

METODOLOGIA

Para el estudio de la probable presencia de coliformes y **Pseudomonas** en aguas envasadas producidas en la zona occidental se tomaron en cuenta las marcas "Aquavita" de Santa Ana y "La Fuente" de Sonsonate. En Ahuachapán no se

cuenta con ninguna envasadora de agua, por lo que en ese departamento se comercializan las marcas anteriores y otras.

El trabajo se realizó durante los meses de agosto y septiembre de 1998, se dividió en dos partes:

1- TECNICA DE CAMPO:

Esta constó de dos fases.

A- Encuesta:

Se encuestaron 50 personas en Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán respectivamente (150 en total). En el desarrollo de las misma, se entrevistaron a personas en Autobuses, Supermercados, Chalets, en la calle y otros lugares, con el objetivo de obtener información directa e inmediata sobre diferentes aspectos en el consumo de agua envasada. Finalmente se procedió a analizar cada respuesta a las preguntas de dicha encuesta (ver anexo 6).

B- Colecta de muestras de agua:

Se hicieron tres colectas a intervalos de 15 días para lo cual se visitaron las 3 cabeceras departamentales de la Zona Occidental y se colectaron diez bolsas de 500 ml, para cada marca de agua en cada cabecera con lo cual se obtenían 30 bolsas para cada marca por cada

muestreo; que se colocaban luego en bolsas plásticas para ser transportados hasta el laboratorio de análisis.

Algunos de los criterios básicos que se tomaron en cuenta para el muestreo de agua envasada fueron los recomendados por el Ministerio de Salud (1996).

- a. Tomar por lo menos dos muestras por cada zona o punto de muestreo.
- b. El transporte de las muestras al laboratorio de análisis se realizó en el menor tiempo posible y en condiciones de temperatura ambiente.
- c. Al momento de obtener las muestras o transferir muestras a recipientes; éstos se enjuagaron con agua destilada estéril para evitar posibles interferencias con algún residuo del lavado.
- d. Se utilizaron recipientes previamente lavados y esterilizados para la obtención y homogenización de las muestras.

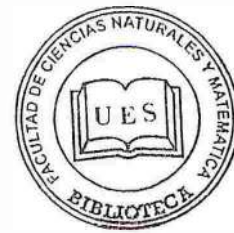
2- TECNICA DE LABORATORIO.

Consta de las siguientes fases:

A- Homogenizado:

De cada una de las unidades (10 bolsas de 500 ml) se tomaron 50 ml y se homogenizaron, con lo cual se obtuvo un





volumen de 500 ml por cada ciudad.

Luego, de cada una de esas 3 muestras de 500 ml se tomaron 333.33 ml que se vertieron en otro recipiente previamente lavado y esterilizado. Así se obtuvo el volumen muestral de 1000 ml. recomendado por el Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES¹² (Ver anexo 7 y 8).

B- Diluciones:

Las muestras de 1000 ml de ambas marcas obtenidas en el procedimiento anterior se utilizaron para preparar diluciones seriadas de 10 ml cada una; lo cual se hizo de la siguiente manera:

Se tomó (al inicio), 1.0 ml de la muestra de 1000 ml y se agregó a un tubo que contenía 9.0 ml de agua destilada estéril, se homogenizó, y se denominó Tubo No. 1 (T.1); de concentración 1×10^{-1} .

Seguidamente se tomó 1.0 ml de la dilución 1×10^{-1} y se agregó al tubo No. 2 (T.2), que también contenía 9.0 ml de agua destilada estéril, se obtuvo así la dilución 1×10^{-2} y así se procedió para obtener la dilución 1×10^{-3} del tubo No. 3 (T.3), de la misma forma se obtuvieron las diluciones para los muestreos No. 2 y 3.

¹² FUSADES: Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social.

Para que los análisis fueran representativos se realizaron 5 repeticiones de cada dilución por cada muestreo para cada marca.

Los procedimientos de la dilución se ilustran en el anexo. No. 9.

C- Incubación y técnica de cultivo

Para determinar la presencia de **Pseudomonas** y coliformes; se siguió la metodología sugerida por Brock et al (1988), la cual considera las siguientes pruebas para la determinación de bacterias en el agua.

1. El Número Más Probable (NMP) y.
2. El Conteo Bacteriano Total (CBT).

1. El Número Más Probable (NMP).

Este método se vale de Medios de Cultivo líquidos, en este caso se utilizó el caldo lactosado en tubos de ensayo; y las porciones de agua de concentración conocidas se añadieron a dichos tubos.

El método NMP consta de tres etapas en el procedimiento, estas son:

- a. Prueba Presuntiva.
- b. Prueba Confirmada.
- c. Prueba Completada.

Para la determinación de las concentraciones de las



bacterias por mililitro (NMP), se utilizó la tabla sugerida por Brock et al (1988). Ver anexo 13.

Prueba presuntiva.

En esta etapa las diluciones de la muestra de agua (1.0 ml.), se inocularon en tubos que contienen Medio de Cultivo (Caldo Lactosado) estéril con sus respectivos tubos de fermentación (como se muestran en la figura 1) los cuales se prepararon y se esterilizaron previamente a 121 °C y 15 lbs. de presión por 15 minutos, en un autoclave.

Al inicio se inocularon 3 series de 5 tubos. De la muestra 10^0 , se inocularon 5 tubos con 1.0 ml. cada uno; de la dilución 10^{-1} se inocularon otros 5 tubos y de la dilución 10^{-2} se inocularon también 5 tubos que hicieron un total de 15 tubos con caldo lactosado inoculado por muestreo, más un tubo sin inocular (Testigo).

Los tubos así inoculados se incubaron a 35 °C durante 48 horas. Si había producción de gas en los tubos de cultivo después de este tiempo, la prueba se considera una prueba presuntiva positiva y se continuaba con la siguiente etapa o sea la prueba confirmada.

Prueba Confirmada.

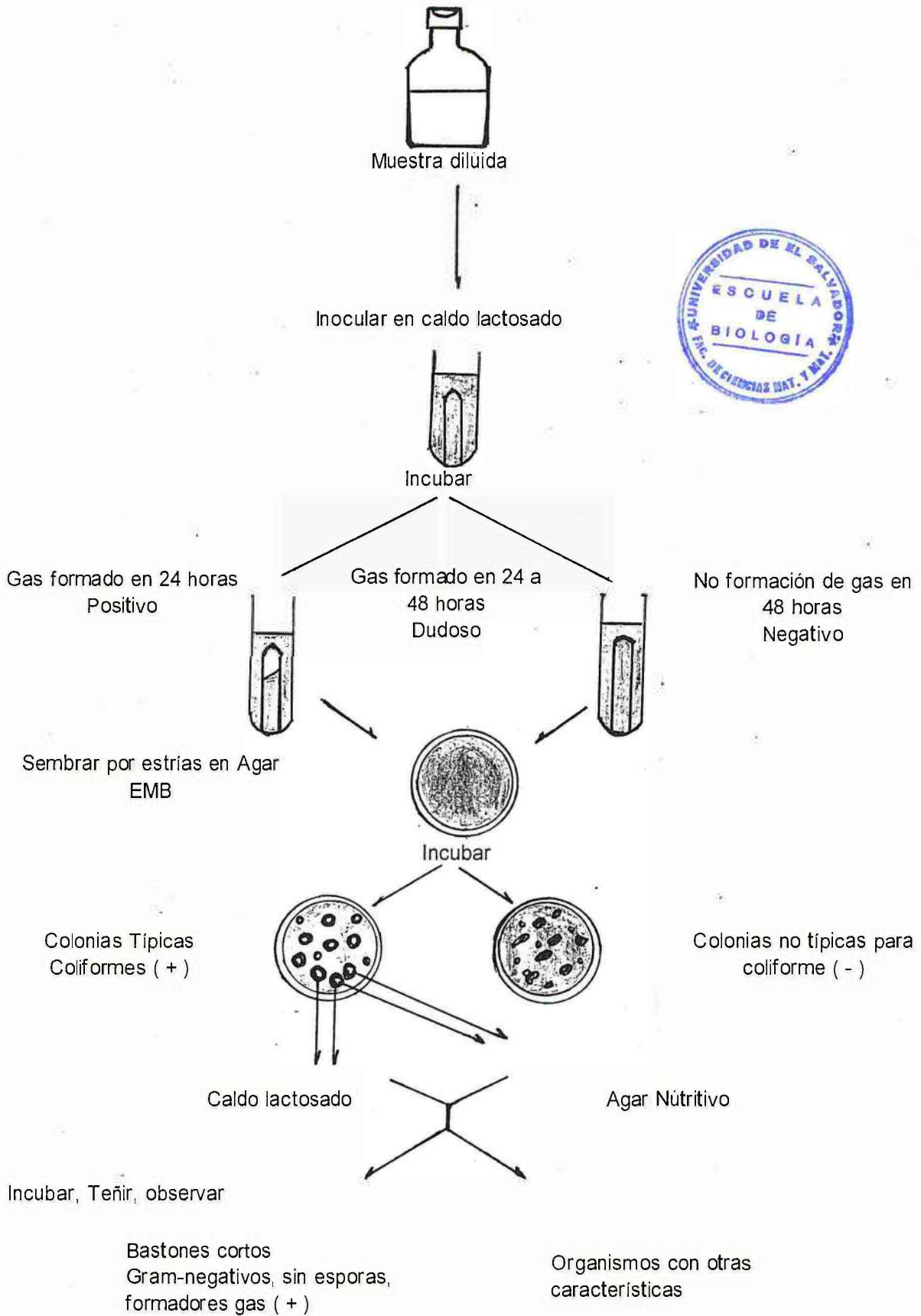
En esta etapa el inóculo (muestra), se tomó de los tubos que dieron resultados positivos en la dilución de

concentración más alta de la etapa presuntiva. Se inocularon por estrías con asas bacteriológicas en cajas de petri con medio cultivo de Agar Eosina Azul de Metileno (EMB); por ser éste, un medio selectivo para coliformes puesto, que éstos producen ácido a partir lactosa, formando colonias de color muy oscuro (verde) con brillo metálico y con una pústula negra en el centro, debido a la acumulación de los colorantes eosina y azul de metileno en condiciones ácidas. La presencia de estas colonias se considera una prueba confirmada positiva.

Prueba Completada.

Para esta prueba, se seleccionaron las colonias típicas de las placas de cultivo en EMB, con crecimiento positivo(+) de la etapa anterior y se inocularon con asas bacteriológicas en caldo Lactosado con tubos de fermentación.

En los que se produjo gas, se práctico tinción de Gram para asegurarse que los microorganismos aislados en realidad fueran bastones del grupo coliforme. (Ver Fig. 1).



(Fig.1) Esquema para la determinación de coliforme y número más probable (NMP) (Hunter 1997)

Conteo Bacteriano Total (CBT)

Este método se utilizó para determinar el número de bacterias de diferentes especies que el agua envasada contiene, para lo cual se utilizó agar nutritivo en placas de petri como Medio Cultivo, para cada una de las diluciones; 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} se hicieron cuatro siembras; (ver anexo 9). Para ello cada una de las cajas fue inoculada con 1 ml. de agua de la dilución utilizando pipetas estériles; más una caja con medio de cultivo que no se inoculó (Testigo).

El número total de bacterias, se determinó por el conteo en placa; multiplicando el número de colonias por el recíproco de la dilución correspondiente. Este método se basa en la suposición que cada colonia que crece en la placa después de 12 a 48 horas de incubación a 37°C , se ha originado a partir de la multiplicación de una sola bacteria, de tal forma que el número total de las diferentes colonias indica la concentración y variedad de las bacterias existentes en la muestra de agua. Este procedimiento se realizó simultáneamente con la prueba presuntiva del número más probable (NMP).

Determinación de la Presencia de *Escherichia coli* en las Muestras de Aguas Envasadas.

Para esta actividad, se seleccionaron colonias bacterianas de algunas placas de EMB que resultaron positivas en la etapa confirmada del método para determinar el Número Más Probable (NMP) y se sometieron a pruebas bioquímicas específicas para determinar ***Escherichia coli***; estas fueron:

1. Prueba de Indol (para detectar presencia de *E. coli* debe resultar positiva).
2. Prueba de Vogesproskouer (para detectar presencia de *E. coli* debe resultar negativa).
3. Prueba de Rojo de Metilo (para detectar presencia de *E. coli* debe resultar positiva).
4. Prueba de Citrato (para detectar presencia de *E. coli* debe resultar negativa).

Estas pruebas se amplían en los anexos 12, 13 y 14.



RESULTADOS**RESULTADOS DE LA ENCUESTA:**

CUADRO 2: Muestra de los totales y porcentajes del consumo de agua envasada (pregunta 1).

RESPUESTAS	TOTALES	PORCENTAJES
SI	100	66.67%
NO	50	33.33%

El 66.67% respondió que sí habían consumido agua envasada y el 33.33% respondió que no.

CUADRO 3: Muestra los totales y porcentajes de preferencias para las diferentes marcas de agua (pregunta 2).

MARCA	TOTALES	PORCENTAJES
AQUAVITA	34	22.60%
LA FUENTE	24	16.00%
OTRAS	92	61.33%

El 22.6% respondió haber consumido agua de la marca Aquavita, el 16% de la marca La Fuente; en tanto que el 61.33% ha consumido agua de diferentes marcas comerciales.

CUADRO 4: Muestra los totales y porcentajes para los lugares donde se compra agua envasada (pregunta 3)

LUGAR	TOTALES	PORCENTAJES
SUPERMERCADOS	39	26.00%
CALLES	34	22.66%
BUSES	56	37.34%
OTROS	21	14.00%

Respecto a los lugares donde compra el agua envasada, el 26.00% respondió que en Supermercados, el 22.66% en la calle, el 37.34% dijo haberla comprado en los buses; y un 14% que manifestó haber comprado agua envasada en otros lugares.

CUADRO 5: Representa los totales y porcentajes de la opinión sobre la calidad del agua (pregunta 4)

CRITERIO	TOTALES	PORCENTAJES
SI	21	14.00%
NO	58	38.66%
NO SE	41	27.33%
TALVEZ	30	20.00%

Con relación a si creen que el agua envasada está libre de

contaminación el 14.00% de los encuestados respondió afirmativamente, el 38.66% sostiene que está contaminada y el 37.33% no sabe si está contaminada, y el 20.00% manifestó que tal vez lo está.

CUADRO 6: Muestra los totales y porcentajes para las diferentes marcas de agua en estudio (pregunta 5)

MARCA	TOTALES	PORCENTAJES
AQUAVITA	17	11.33%
LA FUENTE	28	18.66%
OTRAS	101	67.33%
NINGUNA	4	2.66%

Para Aquavita el porcentaje de personas que la consumen es 11.33%, para La Fuente un 18.66%, para otras marcas un 67.33% y un 2.66% manifestó que no consumen este producto.

CUADRO 7: Contiene los totales y porcentajes para el criterio si el agua envasada es buena para la salud (pregunta 6)

RESPUESTA	TOTALES	PORCENTAJES
SI	91	60.66%
NO	29	19.33%
NO SE	17	11.33%
TALVEZ	13	8.66%

El 60.66% manifestó que tomar agua envasada es mejor para la salud, el 19.33% aduce que no, el 11.33% manifestó no saber.

CUADRO 8: Muestra los totales y porcentajes para la observación de parámetros anormales del agua (pregunta 7).

RESPUESTA	TOTALES	PORCENTAJES
SI	98	65.33%
NO	52	34.66%

Para la pregunta 7, sí ha detectado mal olor, sabor o suciedad; el 65.33% manifestó haber detectado mal sabor, mal olor o suciedad en el agua envasada; a diferencia del 34.66% que no detectaron nada.

CUADRO 9: Muestra los totales y porcentajes para personas que creen que se han enfermado por tomar agua envasada (pregunta 8).

RESPUESTA	TOTALES	PORCENTAJES
SI	2	1.33%
NO	102	68.00%
NO SE	24	16.00%
TALVEZ	22	14.66%

Acerca de si se ha enfermado por tomar agua envasada, el 1.33% respondió haberse enfermado por consumir agua envasada, el 68% manifestó lo contrario; el 16% no sabe si se ha enfermado o no, en tanto que el 14.66% que talvez pudo haberse enfermado.

CUADRO 10: Muestra los totales y porcentajes sobre si las personas saben dónde denunciar la mala calidad del agua envasadas (pregunta 9).

RESPUESTA	TOTALES	PORCENTAJES
SI	19	12.00%
NO	132	88.00%

Quando se interrogó si se conocían las instancias dónde denunciar la mala calidad de este producto, el 12.00% manifestó conocerlos, el 88% restante no conoce las instituciones para hacerlo.

CUADRO 11: Muestra los totales y porcentajes para el criterio si es necesario el consumo de agua envasada (pregunta 10).

RESPUESTA	TOTALES	PORCENTAJES
SI	51	34.00%
NO	99	66.00%

Sobre la pregunta 10, si es necesario consumir agua envasada el 34% manifestó que es necesario consumir agua envasada; en tanto que el 66% opinó lo contrario.

CUADRO 12: Muestra los totales y porcentajes para el criterio de si es necesario eliminar las aguas envasadas (pregunta 11).

RESPUESTA	TOTALES	PORCENTAJES
SI	0	00.00%
NO	100	100.00%

Sobre si se considera necesario eliminar las aguas envasadas el 100% de los encuestados respondió que no es necesario eliminarlas.

Para visualizar con mayor facilidad los resultados en porcentajes respecto a la encuesta, se presentan las gráficas siguientes:

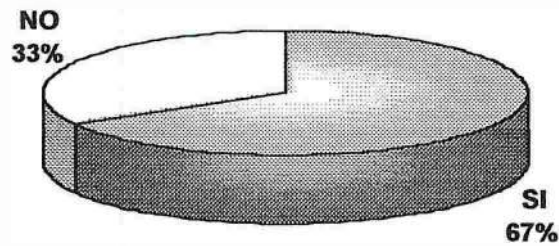


GRAFICO 1: Muestra los porcentajes de las respuestas para la pregunta No. 1 de la encuesta (ver anexo 6)

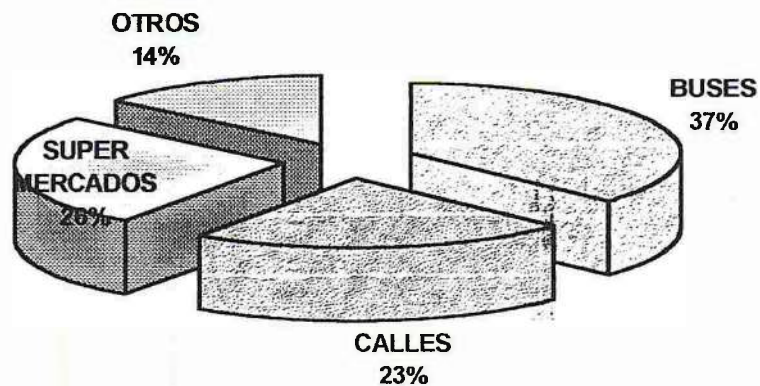


GRAFICO 2: Muestra los porcentajes para los lugares donde se compran agua envasada.

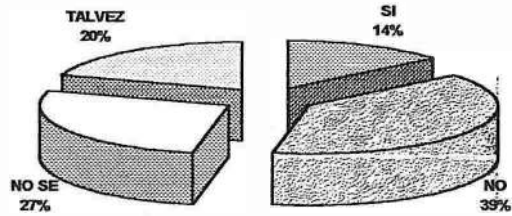


GRAFICO 3: Muestra los porcentajes sobre la opinión de la calidad del agua.

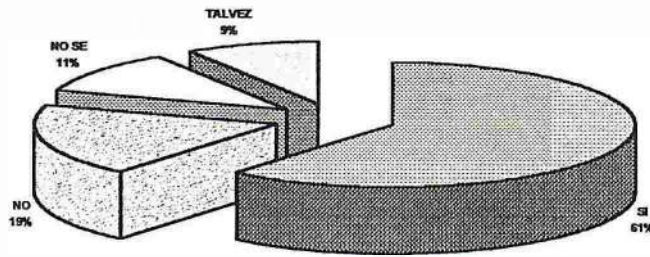


GRAFICO 4: Contiene los porcentajes para el criterio si el agua envasada es buena para la salud.

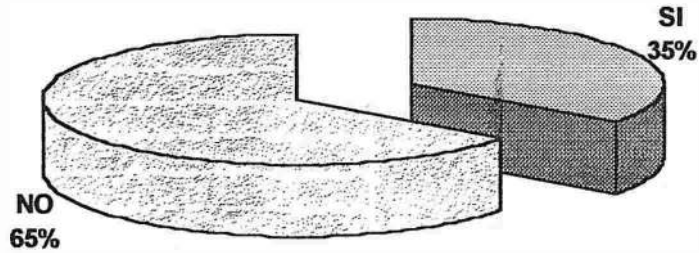


GRAFICO 5: Contiene los porcentajes para la observación de los parámetros anormales del agua.

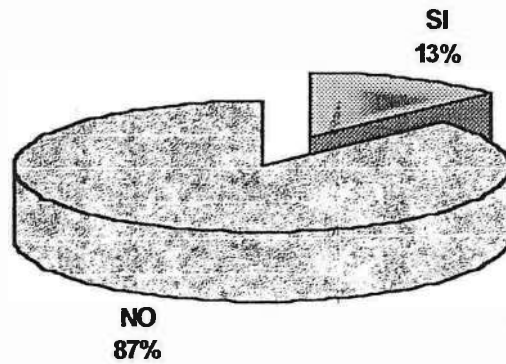


GRAFICO 6: Muestra los porcentajes sobre si las personas saben dónde denunciar la mala calidad del agua.

RESULTADOS DE LOS EXAMENES MICROBIOLÓGICOS.

Los siguientes cuadros muestran los resultados del Conteo Bacteriano Total (CBT) para las marcas Aquavita y la Fuente en tres muestreos consecutivos utilizando Agar Nutritivo como medio de cultivo.

CUADRO No. 13 CONTEO BACTERIANO TOTAL PARA EL AGUA ENVASADA DE LA MARCA AQUAVITA

# DE MUESTREO	DILUCION DE LA MUESTRA	# DE CAJAS/PETRI INOCULADAS	# PROMEDIO DE COLONIAS	# TOTAL DE BACTERIAS (CBT) PROMEDIO		
				Por/1ml	Por/100ml	Por/500ml
1	-[10 ⁻¹]	4	Demasiado numerosas	Demasiado numerosas para contar	Demasiado numerosas para contar	Demasiado numerosas para contar
	-[10 ⁻²]	4	29	2.9x10 ³	2.9x10 ⁵	1.45x10 ⁸
	-[10 ⁻³]	4	129	1.29x10 ⁵	1.29x10 ⁷	6.45x10 ⁹
2	-[10 ⁻¹]	4	47	4.7x10 ²	4.7x10 ⁴	2.35x10 ⁷
	-[10 ⁻²]	4	37	3.7x10 ³	3.7x10 ⁵	1.85x10 ⁸
	-[10 ⁻³]	4	5	5.0x10 ³	5.0x10 ⁵	2.5x10 ⁸
3	-[10 ⁻¹]	4	100	1.0x10 ³	1.0x10 ⁵	5x10 ⁷
	-[10 ⁻²]	4	10	1.0x10 ³	1.0x10 ⁵	5x10 ⁷
	-[10 ⁻³]	4	7	7.0x10 ³	7.0x10 ⁵	3.5x10 ⁸

El cuadro 1, muestra los resultados del Conteo Bacteriano Total (CBT) para la marca, Aquavita en 3 muestreos sucesivos, utilizando 3 diluciones.

En el muestreo No. 1, el crecimiento fue positivo en

todas las placas, pero en las correspondientes a la dilución 10^{-1} fue tan grande que el conteo de las colonias no fue posible en virtud de que dichas colonias quedaron tan juntas que en varios sectores de la placa había coalescencia. El promedio de colonias de las placas correspondientes a la dilución 10^{-2} fue de 29 y de 129 para la dilución 10^{-3} ; a lo cual corresponde un Conteo Bacteriano Total (CBT) de 2.9×10^3 bacterias/ml según la dilución 10^{-2} y 1.29×10^5 bacterias/ml de acuerdo a la dilución 10^{-3} . Con base a dichos datos se determinó también el CBT por cada 100 y 500 ml de agua los cuales fueron 2.9×10^5 y 1.45×10^8 según la dilución 10^{-2} y 1.29×10^7 y 6.45×10^9 según la dilución 10^{-3} , respectivamente.

Las concentraciones bacterianas (CBT) para los muestreos 2 y 3 se obtuvieron de igual forma que en el muestreo 1, por lo que se pueden interpretar en forma similar.



**CUADRO No.14: RESULTADO DEL CBT.
PARA EL AGUA ENVASADA DE LA MARCA LA FUENTE**

# DE MUESTREO	DILUCION DE LA MUESTRA	# DE CAJAS/PETRI INOCULADAS	# PROMEDIO DE COLONIAS	# TOTAL DE BACTERIAS (CBT) PROMEDIO		
				Por/1ml	Por/100ml	Por/500ml
1	-[10 ⁻¹]	4	200	2.0x10 ³	2.0x10 ⁵	
	-[10 ⁻²]	4	23	2.3x10 ³		1.00x10 ⁸
	-[10 ⁻³]	4	78	7.8x10 ⁴	2.3x10 ⁵ 7.8x10 ⁶	1.15x10 ⁸ 3.90x10 ⁹
2	-[10 ⁻¹]	4	62	6.2x10 ²	6.2x10 ⁴	3.1x10 ⁷
	-[10 ⁻²]	4	20	2.0x10 ³		1.0x10 ⁸
	-[10 ⁻³]	4	5	5.0x10 ³	2.0x10 ⁵ 5.0x10 ⁵	2.5x10 ⁸
3	-[10 ⁻¹]	4	97	9.7x10 ²	9.7x10 ⁴	4.85x10 ⁷
	-[10 ⁻²]	4	21	2.1x10 ³	2.1x10 ⁵	1.05x10 ⁸
	-[10 ⁻³]	4	11	1.1x10 ⁴	1.1x10 ⁶	5.50x10 ⁸

En los resultados que muestra el cuadro No. 14 de la marca Fuente. Se observa que en el muestreo No. 1 el crecimiento fue positivo en las doce cajas inoculadas; y en todas ellas fue factible el conteo.

En las placas procedentes de la dilución 10⁻¹ se obtuvo un promedio de 200 colonias por placa de petri, del crecimiento generado a partir de la dilución 10⁻² el promedio fue de 23 colonias por placa de petri, y fue de 78

colonias por placa procedente de la dilución 10^{-3} . En consecuencia los conteos bacterianos por mililitro de la muestra original resultaron ser 2×10^3 , 2.3×10^3 y 7.8×10^4 respectivamente. Por cada 100 y 500 ml del agua de la muestra original fueron también respectivamente 2.0×10^5 y 1.0×10^8 ; 2.3×10^5 y 1.15×10^8 y, 7.8×10^6 y 3.9×10^9 .

Los resultados del CBT para los muestreos 2 y 3 se obtienen de igual forma que en el muestreo 1 explicado anteriormente y las concentraciones obtenidas se encuentran en el orden de 10^4 , 10^5 y 10^6 por cada 100 ml de agua envasada y de 10^7 y 10^8 por cada 500 ml.

Los cuadros 15 y 16 muestran los resultados para los Número Más Probable (NMP), de coliformes.

CUADRO No.15: RESULTADOS DEL CONTEO BACTERIANO "NUMERO MAS PROBABLE" (NMP) DE COLIFORMES. EN AGUA ENVASADA DE LA MARCA AQUAVITA.

Concentración No. de muestreo	Diluciones			NMP/100ml
	10^0	10^{-1}	10^{-2}	
1	0	0	0	<1.1
2	4	2	1	260
3	5	5	5	16000

El cuadro 15 concretamente da a conocer los NMP para los 3 muestreos de la marca "Aguavita".

Para el primer muestreo el NMP/100ml es menor que 2.0; esto debido a que en ninguno de los 15 tubos (5 de concentración 10^0 ; 5 de 10^{-1} y 5 de 10^{-2}), hubo formación de gas como indicador de la presencia de coliformes. En el muestreo 2; 4 tubos dieron positivo para coliformes en la concentración 10^0 ; 2 para la de 10^{-1} y 1 para la de 10^{-2} ; siendo en consecuencia el Número Más Probable por 100 ml igual a 260. En el muestreo 3 los 15 tubos dieron resultados positivos (5,5,5), correspondiéndole a esta secuencia numérica el valor 16,000 como NMP/100ml. (Ver anexo No. 13)

Algunos de los coliformes encontrados en este producto pueden observarse en las microfotografías de figura 2.

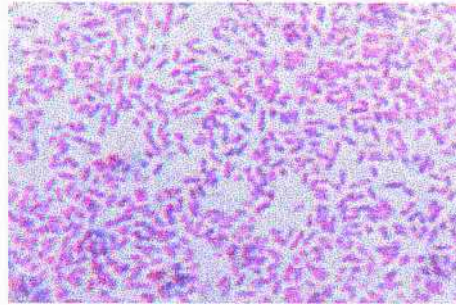
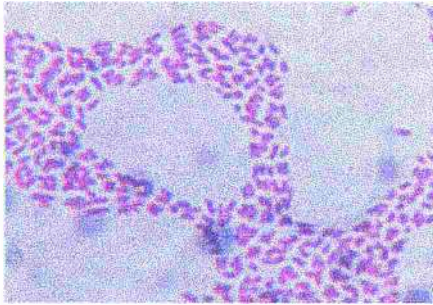
CUADRO No.16: RESULTADOS DEL CONTEO BACTERIANO "NUMERO MAS PROBABLE (NMP) DE COLIFORMES TOTALES. AGUA ENVASADA DE LA MARCA LA FUENTE

Concentración No. de muestreo	Diluciones			NMP/100ml
	10^0	10^{-1}	10^{-2}	
1	0	0	0	<1.1
2	5	5	1	3500
3	4	2	0	220

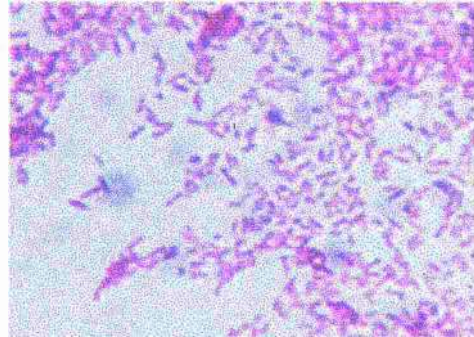
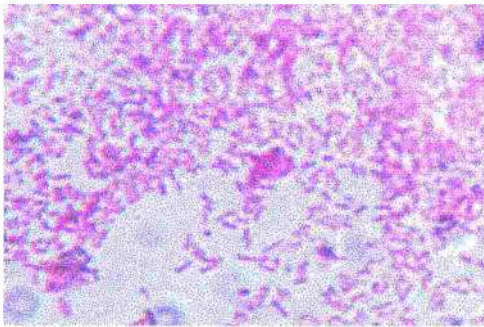
En el cuadro 16 se presentan los resultados de los Números Más Probables por 100 ml de agua originaria de la marca "La Fuente". En el primer muestreo el NMP/100ml fue menor que 2.0 coliformes, el crecimiento fue 0,0,0 para las concentraciones 10^0 , 10^{-1} y 10^{-2} . En el segundo muestreo el resultado fue positivo en 11 tubos; los 5 de la concentración 10^0 , los 5 de la concentración 10^{-1} más 1 de la concentración 10^{-2} ; siendo por tanto la secuencia 5-5-1 lo que implicó como NMP/100ml un valor de 3,500. En el muestreo 3 dieron resultado positivo 4 tubos de la dilución 10^0 , 2 de la dilución 10^{-1} y 0 de la dilución 10^{-2} ; siendo por tanto de acuerdo a ésta secuencia numérica (4,2,0) el NMP/100ml igual a 220.0, de acuerdo a la tabla sugerida por Brock et al (1988), para determinar el Número más probable de coliformes. Ver anexo N° 13.

En la siguiente página se pueden observar algunos coliformes encontrados en el agua de la marca La Fuente y Aquavita.

FIG. 2



Microfotografías de bacterias coliformes encontradas en el agua de la marca AQUAVITA, expuestas a tinción de Gram (1000x)



Microfotografías de bacterias coliformes encontradas en el agua de la marca LA FUENTE, expuestas a tinción de Gram (1000x)



RESULTADOS DE LAS PRUEBAS BIOQUIMICAS

Los resultados de las pruebas bioquímicas para la determinación de **Escherichia coli**, en las marcas Aquavita y La Fuente de tres muestreos sucesivos se muestran y los cuadros siguientes.

CUADRO No.17: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUIMICAS QUE DETERMINAN LA PRESENCIA O NO DE E. coli EN AGUA DE LA MARCA AQUAVITA

# de muestreo	PRUEBAS BIOQUIMICAS				Presen cia de E. coli (+)
	Indol (+)	Rojo de Metilo (+)	Voges- Proskauer (-)	Citrato Simons (-)	
1	-	-	+	+	-
2	+	+	-	-	+
3	+	+	-	-	+

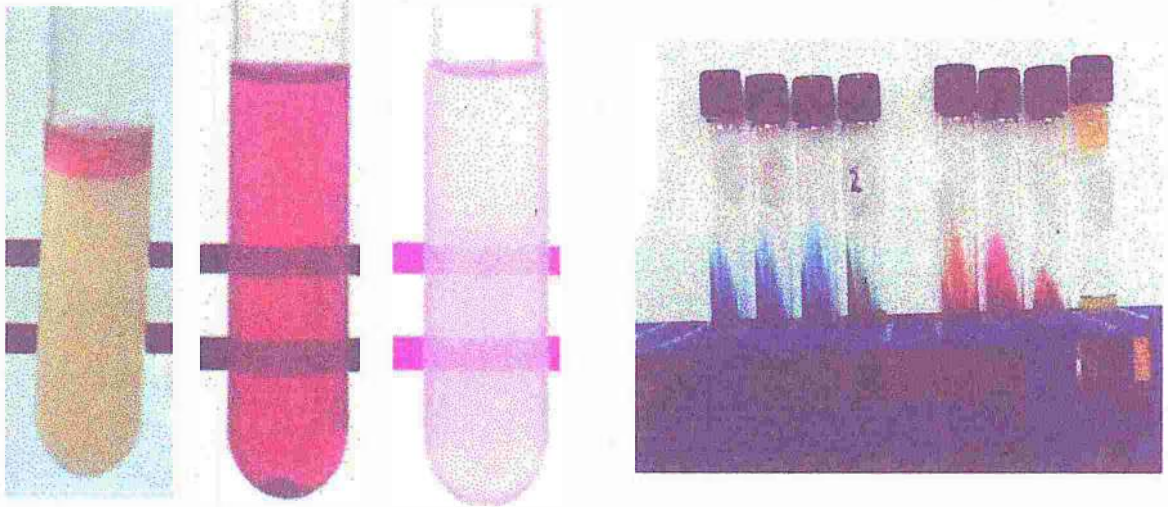
En el muestreo No. 1 no se detectó la presencia de bacterias, mientras que en los muestreos dos y tres los resultados de las pruebas bioquímicas muestran evidentemente la presencia de **E. Coli**. (Ver figura3).

CUADRO No.18: RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUIMICAS QUE DETERMINAN LA PRESENCIA O NO DE E. coli EN AGUA DE LA MARCA LA FUENTE.

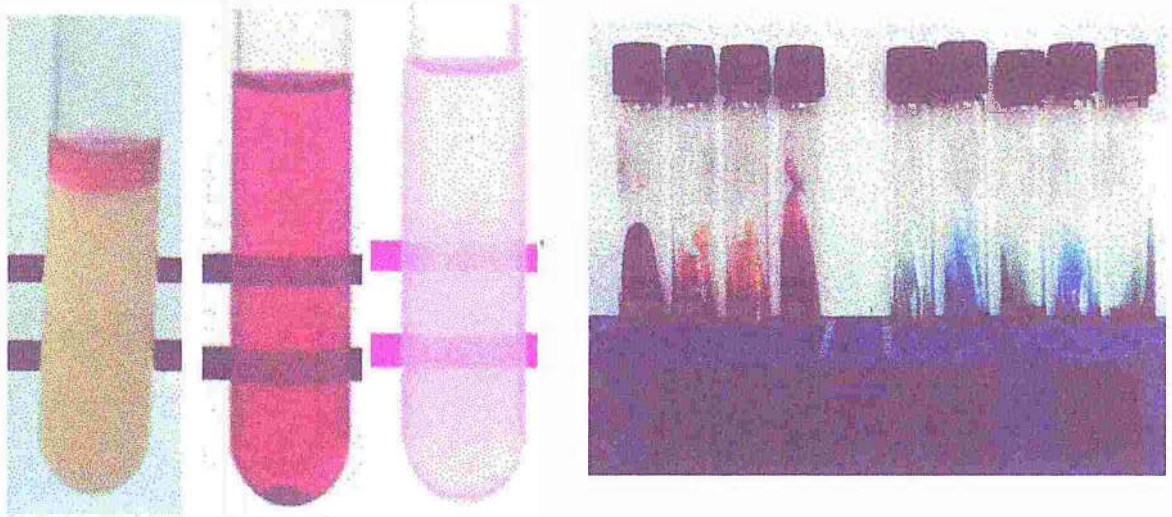
# de muestreo	PRUEBAS BIOQUIMICAS				Presencia de E. coli (+)
	Indol (+)	Rojo de Metilo (+)	Voges-Proskauer (-)	Citrato Simons (-)	
1	-	-	+	+	-
2	+	+	-	-	+
3	+	+	-	-	+

El cuadro No. 18 de igual forma que el anterior muestra la ausencia de **E. Coli** en el primer muestreo de acuerdo a los resultados de las pruebas bioquímicas, mientras que se hace evidente la presencia de esta bacteria en los muestreos 2 y 3. Las pruebas bioquímicas realizadas se pueden observar en la figura 3.

FIG. 3



Indol Rojo de M. Voges-P. Citrato y TSI
Pruebas bioquímicas para el agua de la marca AQUAVITA.



Indol Rojo de M. Voges-P. TSI y Citrato
Pruebas bioquímicas para el agua de la marca LA FUENTE.

CUADRO 19: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS QUE DETERMINAN LA PRESENCIA O NO DE PSEUDOMONAS EN AGUA DE LA MARCA AQUAVITA.

# de muestreo	DETERMINACIÓN DE PSEUDOMONAS EN AQUAVITA					Presencia de Pseudomonas
	TSI	Crecimiento en Mackonkey	Pigmento piocianina en Muller Hinton	Olor Característico	Ureasa	
1	+	+	+	+	-	+
2	+	+	+	+	-	+
3	+	+	+	+	-	+

Este cuadro muestra el resultado de las pruebas para determinar la presencia de **Pseudomonas** en el agua distribuida con el nombre de Aquavita, en el se puede observar que para los 3 muestreos el crecimiento de esta bacteria fue positivo. De igual forma el cuadro número 20 muestra idénticos resultados para el agua distribuida con el nombre de La Fuente.

CUADRO No. 20: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE PSEUDOMONAS

# de muestreo	DETERMINACIÓN DE PSEUDOMONAS EN LA FUENTE					
	TSI	Crecimiento en Mackonkey	Pigmento piocianina en Muller Hinton	Olor Característico	Ureasa	Pseudomonas
1	+	+	+	+	-	+
2	+	+	+	+	-	+
3	+	+	+	+	-	+

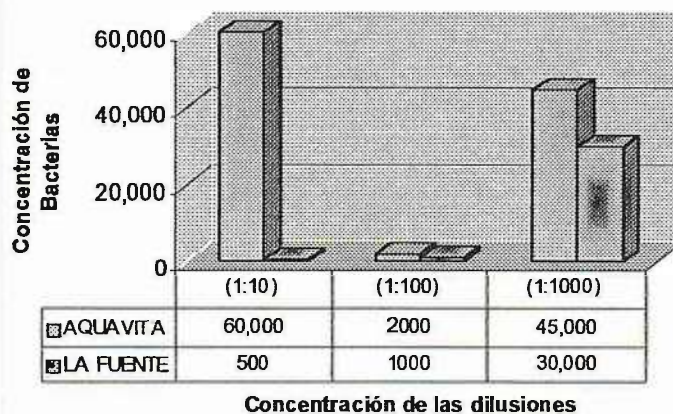


GRAFICO 7: Conteo Bacteriano Total, promedio de Colonias Vrs. promedio de Diluciones en tres muestreos sucesivos para las marcas de aguas envasadas Aquavita y la Fuente.

El gráfico N° 7, del Conteo Bacteriano Total para, Aquavita; en la dilución 10^{-1} , muestra una concentración mayor de 200 colonias de bacterias por ml de dilución de 10^{-1} ; para la dilución 10^{-2} el promedio correspondiente es 25.33 colonias por ml, para la dilución 10^{-3} el promedio de colonias de 47.63 colonias.

Para el agua de la marca "La Fuente" el promedio de colonias que fue de 119.6 en la dilución 10^{-1} , 21.3 en la dilución 10^{-2} y de 31.3 para la dilución 10^{-3} .

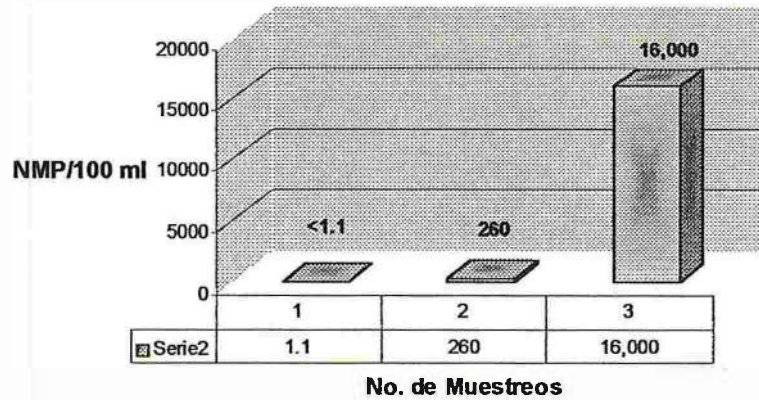


GRAFICO 8: Resultados del NMP de Coliformes totales en tres muestreos sucesivos para la marca Aquavita.

El gráfico No. 8 muestra los resultados del NMP de coliformes totales en 3 muestreos sucesivos para el agua envasada de la marca Aquavita. El comportamiento de la gráfica muestra una tendencia creciente, en cuanto a concentración de bacterias. Para el muestreo No. 1 donde la concentración es <1.1 coliformes el rectángulo correspondiente a esta concentración queda solo indicado (marcado) sobre el eje "X". Para los siguientes muestreos (2 y 3) el gráfico muestra una tendencia creciente, que indica concentraciones muy elevadas de coliformes (260 y 16,000) NMP (100 ml.), correspondientemente según cuadro No. 15.

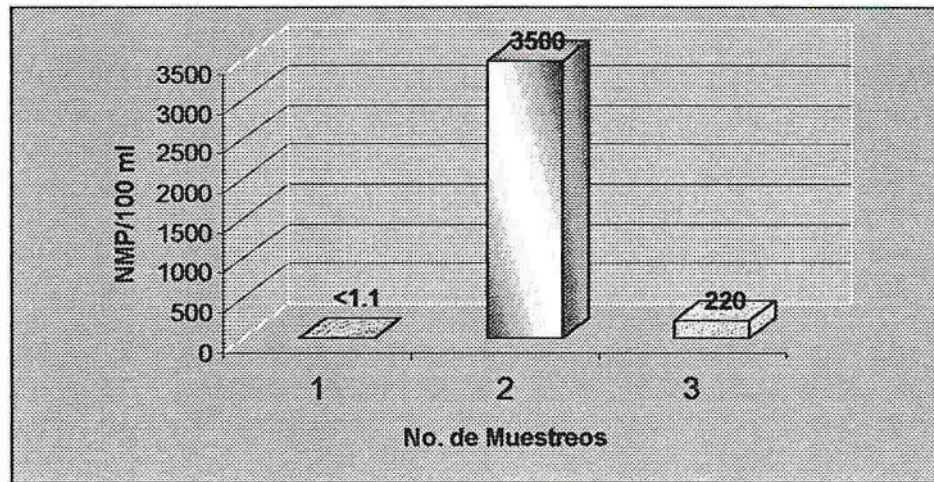


GRAFICO 9: Gráfica de resultados del NMP de coliformes totales en tres muestreos sucesivos para la marca La Fuente.

El gráfico No. 9 muestra los resultados del NMP en 3 muestreos para el agua envasada de la marca "La Fuente". La concentración correspondiente al muestreo No. 1 es menor que 1.1 coliformes, el rectángulo que corresponde a esta concentración, está solo indicado (marcado) sobre el eje "X".

El rectángulo del muestreo No. 2 es el de mayor tamaño ya que muestra la concentración de bacterias coliformes más alta que se obtuvo en estos exámenes (3500 NMP/100 ml.); para el muestreo número 3 la concentración es de 220 NMP/100 ml. por lo que el correspondiente rectángulo es relativamente más pequeño que el del muestreo No. 2.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En los resultados obtenidos del Conteo Bacteriano Total para la marca AQUAVITA, se presentaron diferentes especies de bacterias, en los tres muestreos realizados; se determinaron concentraciones, que superan los niveles máximos permisibles, recomendados por la Norma Salvadoreña para Aguas Envasadas, esto puede constatarse en gráfico No. 7 del CBT, donde el rectángulo de la dilución 10^{-1} sobrepasa la concentración máxima permisible 100 UFC/ml establecido por CONACYT para el Conteo Bacteriano Total (CBT).

En el muestreo No. 1, hecho a la marca Aquavita, la dilución 10^{-2} presenta una concentración promedio de 29 colonias y la dilución 10^{-3} un promedio de 129 colonias, la cual no es un resultado lógico, ya que se esperaba que el mayor promedio correspondiera a la dilución más concentrada (10^{-2}), como puede observarse en las diluciones de los muestreos 2 y 3, donde los promedios de las colonias bacterianas son menores cuando las diluciones son menos concentradas. Esto se debe a que la probabilidad de encontrar las bacterias en el mililitro de dilución con el que se inocula la caja de petri es de 1/10; ya que, cada tubo de dilución contiene 1.0 mililitros de muestra diluida.



La explicación anterior es válida también para los promedios obtenidos en las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} del muestreo No.1 del cuadro 14 que muestra los resultados obtenidos en el conteo bacteriano total para la marca La Fuente.

Las concentraciones de bacterias encontradas en los tres muestreos consecutivos realizados en ambas marcas demostraron que no cumplen con las normas consideradas por el Ministerio de Salud, contenidas en el Manual de Capacitación para Inspección de Plantas Embotelladoras de Agua Potable; que establece el valor de 30 colonias por muestra como límite máximo permisible, el cual es además; el valor recomendable por la IBWA en HPC; lo que puede observarse en el gráfico No. 7 del CBT, en donde la dilución [10^{-1}] y [10^{-3}] sobrepasan la máxima permisible para esta norma.

No obstante la norma salvadoreña recomienda el valor de 100 UFC/ml, como límite para considerar como apta el agua para consumo humano, el que es superado por las concentraciones bacterianas encontradas en el CBT para esta marca; aunque el límite microbiológico que considera el laboratorio de calidad integral de FUSADES para agua potable es no mayor de 500 UFG/ml para CBT.

Este estudio considera que los niveles máximos permisibles, 100 UFC/ml; establecido por CONACYT (1998), 500 UFC/ml considerada por FUSADES y 30 colonias/muestra considerados por Ministerio de Salud son demasiado altos; ya que una persona normalmente ingiere un promedio de 500 ml que al multiplicarse por las concentraciones antes mencionadas se obtiene; 50000, 250000, 15000 UFC respectivamente; por lo que estos niveles mínimos no parecen ser saludables.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo; para el caso de la marca Aquavita, la mayor concentración factible que se determinó fue de $6.45 \times 10^9 / 500$ ml lo que es igual a 6450000000 de bacterias/bolsa de agua envasada.

Para la marca La Fuente, la mayor concentración fue $3.9 \times 10^9 / 500$ ml, lo que es igual a 3900000000 de bacterias/bolsa de agua envasada; el manual de capacitación sobre inspección a plantas embotelladoras de agua potable advierte que no existe Estándar de la FDA sobre HPC para productos de agua potable embotellada; ya que, en el agua pueden haber ciertas bacterias no patógenas, no coliformes, las cuales pueden vivir y multiplicarse en agua limpia incluyendo agua destilada o libre de minerales.



Por otra parte la presencia de microorganismos no indica que el producto sea nocivo, pero si que existen fallas en el proceso o método de purificación de este producto. La presencia de bacterias en el agua envasada podría representar peligro, en cuanto que existen algunas de ellas que pueden estar infectadas por virus (bacteriófagos) que muchas veces son causantes de enfermedades en humanos. Esto puede comprobarse con los resultados de la encuesta donde el 38.66 de las personas consideran que el agua envasada está contaminada (pregunta 4) y un 1.33% afirma haberse enfermado (pregunta 8) manifestando presentar dolor estomacal y nauseas a los pocos minutos de ingerir dicha agua y un 65.33% manifestó detectar mal sabor, mal olor y suciedad de acuerdo a la pregunta 7(turbidez en el agua envasada).

Estas personas manifestaron haber observado partículas en suspensión en el agua; así como, también sabor amargo, olor fétido, además de olor a plástico; ambos muy desagradables, sin embargo muchas personas (34% de los encuestados) manifestaron que es necesario consumir agua envasada por las razones siguientes:

- El suministro de agua potable en los hogares muchas veces es irregular.
- Consideran que está libre de contaminación.
- Para las personas que viajan es factible adquirirla en el momento oportuno.

Estas mismas razones expusieron las personas a la pregunta 11 en cuanto a que no era necesario eliminar las aguas envasadas.

El cuadro 15 presenta los resultados del Número Más Probable de tres muestreos consecutivos realizados a la marca Aquavita, en los cuales se observa que en primer muestreo, el número más probable es menor que 1.1/100 ml, lo que se interpreta comúnmente, como un indicador de que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano (Ministerio de Salud pública y Asistencia Social, 1996).

La norma salvadoreña para agua envasada, establece el valor máximo permisible < 1.1 NMP/100 ml. Por lo que según Pineda (Comunicación Personal)*, este examen se considera negativo para la prueba de coliformes, por la ausencia de

* Pineda J.C. 1998. Profesor de Microbiología y Parasitología, Coordinador de la Cátedra Enfermedades Transmisibles II en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente Universidad.

gas en todos los tubos Durham del cultivo. Sin embargo, se observó turbidez en la mayoría de tubos, lo que indica presencia de otras bacterias no coliformes que bien podrían ser *Pseudomonas* u otros géneros, lo que se confirmó con el Conteo Bacteriano Total donde fue evidente la presencia de un gran número de colonias de diferentes especies.

Para los muestreos 2 y 3 el NMP/100 ml sobre el nivel permisible el cual es menor que 1.1 NMP/100 ml establecido por CONACYT (1998), ya que los resultados obtenidos en este estudio fueron 260 NMP/100 ml y 1600NMP/100 ml correspondiente. Al cuadro 15, por lo que se confirma que el agua de la marca Aquavita no es apta para el consumo humano.

Básicamente un resultado idéntico se obtuvo para el agua de la marca La Fuente, donde la concentración de bacterias coliformes obtenidas en el primer muestreo fue menor que 1.1, 3500 y 220 NMP/100 ml, para los muestreos 2 y 3 por lo cual este producto se considera no apta para el consumo humano, esto se puede asegurar con base a lo establecido por CONACYT.

Los resultados del cuadro 16 para el NMP en agua de la marca La Fuente muestran la presencia de coliformes en cantidades más allá del límite permisible; en términos de



concentración en los muestreos 2 y 3 por lo que se considera no apta para el consumo humano; mientras que en el muestreo número uno del mismo cuadro muestra un Número Mas Probable <1.1 lo que es una concentración aceptable para considerar como apta una muestra de agua para el consumo humano.

El cuadro 17 para la determinación de *E. coli* en la marca Aquavita muestra la presencia de esta bacteria en el segundo y tercer muestreo, por lo que el agua producto de esta marca se puede considerar no apta para el consumo humano, pues la sola presencia de una o más bacterias por 100 ml la vuelve inaceptable para el consumo humano; por lo que la norma salvadoreña establece que el valor máximo permisible para *Escherichia coli* es 0.0 UFC/100 ml.

La presencia de *E. coli* se presumió por la formación de colonias circulares de color verde con brillo metálico de 0.5 a 2 mm de diámetro en un medio de EMB. Al tomar una muestra para tinción se comprobó que eran bacterias Gram negativas no espuruladas en forma de bastón (ver pag.). Además los resultados de las pruebas bioquímicas confirmaron la presencia del género y la especie de *E. coli* también fue evidente en la marca "La Fuente" en dos muestreos consecutivos lo cual se comprobó por medio de las



pruebas bioquímicas que se muestran en el cuadro 18; lo que también fue evidente por aparición de colonias diminutas con brillo verde metálico característico de *E. coli* cuando se cultiva en agar EMB, esto coincide con MERCK, 1982.

Microscópicamente también se comprobó, después de hacer la tinción de Gram, que las colonias están formadas por bacilo Gram-negativos no esporulados; lo cual se muestra en la figura 2.

Los resultados del cuadro 19 para la determinación de la presencia de *Pseudomonas* en el agua envasada de la marca Aquavita, muestran la presencia de esta bacteria en los tres muestreos consecutivos.

La presencia y crecimiento de esta bacteria se comprobó con diferentes medios de cultivo, como TSI, Mac-Conkey y especialmente Müller-Hinton recomendada por Pineda (Comunicación Personal), para observar la producción del pigmento piocianina como indicador de la presencia de *Pseudomonas*, las colonias identificadas con dicho pigmento se cultivaron en TSI inclinado.

En TSI se observó que en la columna vertical de este medio de cultivo no hubo crecimiento, lo que es característico para esta bacteria, mientras que si se observó crecimiento en la superficie inclinada, donde

aparecieron colonias color oscuro con brillo plateado sin viraje de color del medio, lo que presume la presencia de ***Pseudomonas***, coincidiendo con MERCK, 1982.

Las mismas pruebas y técnicas se emplearon para determinar ***Pseudomonas*** en el agua envasada "La Fuente", lo cual se realizó simultáneamente con la marca "Aquavita", encontrándose la presencia de estas bacterias en los tres muestreos consecutivos, los resultados pueden observarse en el cuadro 20 para determinar presencia de ***Pseudomonas***.

CONCLUSIONES

Del análisis microbiológico que se realizó para efecto del presente trabajo se concluye que:

- Las aguas analizadas de marca Aquavita de Santa Ana y La Fuente de Sonsonate, no son aptas para el consumo humano por presentar contaminación por coliformes, habiéndose identificado ***E. coli***, así como también ***Pseudomonas*** e incontables bacterias aeróbicas.
- El agua envasada Aquavita y La Fuente no son aptas para el consumo humano, por haberse encontrado que las concentraciones de bacterias totales están por encima de los niveles máximos permisibles para el consumo de este producto, según parámetros establecidos en la norma salvadoreña para aguas envasadas.

RECOMENDACIONES

- Que el Ministerio de Salud exija el cumplimiento obligatorio de la Norma Salvadoreña para el agua envasada y otras que consideren necesarias para que este producto ofrezca mayor seguridad para el consumidor.
- Controlar y vigilar a través de las autoridades de salud las condiciones de higiene o de salubridad de las respectivas instalaciones de las empresas envasadoras de Agua potable ya que ésta es una importantísima causa de contaminación del producto.
- Que las instancias estatales que tengan jurisdicción asuman un papel protagónico en cuanto a implementar medidas que tengan como objetivo principal controlar a aquellos productores y distribuidores que no cumplen con los mínimos requisitos de salubridad estipulados en los códigos o leyes de salud.
- Implementar campañas educativas y de control a través de las instituciones gubernamentales; tendientes a concientizar a los productores, distribuidores y consumidores, sobre las graves repercusiones que tiene para el consumidor el mal manejo y la contaminación por bacterias patógenas en productos envasados.

- La Universidad de El Salvador debería hacer estudios continuos de aguas envasadas a través de cursos de microbiología y dar a conocer los resultados a las instituciones correspondientes y prensa.
- Que además, de los exámenes microbiológicos, físicos y químicos, que también se realicen exámenes radiológicos por lo menos una vez al mes.
- Que toda empresa, que se dedique a "purificar", envasar y comercializar agua (potable), deberá tener el cuidado de utilizar envases biodegradables o reciclables para no contaminar el medio ambiente.

**BIBLIOGRAFÍA**

AGUIRRE. s.a. Bacteriología Manual de laboratorio. editorial Persa de Puebla, 124 pp.

BROCK, T.D. et al, 188. Microbiología 4^a Edición, Prentice-Hall. Hispanoamericana, S.A. México 906 pp.

CARPENTER, P.L. 1967. Microbiología. 2^a Edición, Editorial Interamericana S.A., México. 421 pp

CENTRO PARA LA DEFENSA DEL CONSUMIDOR (C.D.C), 1998 Año 4 N° 22 mayo-junio; Revista Consumo Derecho. Publicación bimensual del Centro para la Defensa del Consumidor. 17 pp.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT), 1998 Norma Salvadoreña. Agua Envasada. Editada por el Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología. 28 pp.

EDELWEISS @alba.mssl.es.1998 <http://www.some-edelweiss.com/catalogo/beber/potable.htm>; INTERNET 4 pp.

HUNTER, P. 1997. General Microbiology. The C.V. Mosby Saint Louis. 366 pp.

JAWETZ, E. et al. 1971. Manual de Microbiología Médica, 4ª Edición, Editorial Manual Moderno S.A. de C.V. México D.F. 617 pp.

_____ 1992. Microbiología Médica, 13ª Edición, Editorial Manual Moderno S.A. de C.V. México D.F 700 pp.

_____ 1994. Microbiología Médica. 14ª Edición, Editorial Manual Moderno S.A. de C.V. México D.F. 705 pp.

_____ 1996. Microbiología Médica, 15ª Edición, Editorial Manual Moderno S.A. de C.V. México D.F 700 pp.

KEMMER, F. & J. McCALLION. 1982. Manual de Agua: Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones, Nalco Chemical Company. Mc Graw-Hill, México D.F. 751 pp.

HARVEY, L. 1966. El Agua, Métodos Modernos de su uso y Conservación. Intercontinental Publications, Inc. Stanford Connecticut, E.U.A. 94 pp.



- MARA. 1974. Bacteriology for Sanitary Engineers University of Westr Ontario. 209 pp.
- MERCK. 1982, Manual de Cultivo para microbiología, 189 pp.
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 1997, Manual de Capacitación sobre Inspección a Plantas Embotelladoras de Agua. Sección de Saneamiento Básico, El Salvador, C.A. 53 pp.
- _____ 1996, Normas de Calidad para Agua Potable, Departamento de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección de medicina Preventiva. 29 pp.
- REPETTO. 1991. Apuntes sobre las aguas negras. Departamento de saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud pública y asistencia Social, República de El Salvador. 97 pp.
- ROSALES, D.E. 1997. Purificación de Aguas de Río para Uso Doméstico utilizando Destiladores Solares. Departamento de Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador, 60 pp.
- VILLEE, C. 1988, Biología, Editorial Mc Graw-Hill Interamericana de México 875 pp.

ANEXOS

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
SECCION HIGIENE DE ALIMENTOS

SOLICITUD DE REGISTRO Y/O REVALIDACION
(en original)

USO OFICIAL	FUNDAMENTO LEGAL
No. DE REGISTRO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Art. 95 Código de Salud
FECHA DE REGISTRO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
FECHA DE VENCIMIENTO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
No. COMPROBANTE DE PAGO REG. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
No. COMPROBANTE PAGO ANALISIS <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	

Sr. Director General de Salud

(información del solicitante)

Nombre: _____

Profesión: _____ Nacionalidad: _____

Documento de Identificación _____

Dirección para recibir notificación: _____

Teléfono: _____ Fax: _____

ante usted comparezco a solicitar en representación de: _____

(nombre del distribuidor, importador o productor) cuya dirección es: _____

Tel. _____ Fax: _____

El Registro Sanitario del producto siguiente: (ver cuadro de información técnica), elaborado por: _____

ubicado en: _____

Tel. _____ Fax: _____

Lugar y fecha: _____

Firma del solicitante: _____

ADJUNTAR LA SIGUIENTE INFORMACION:

- A) LISTADO DE INGREDIENTES (por producto) POR DUPLICADO
- B) LISTADO DE ADITIVOS (cuantificar por producto) POR DUPLICADO
- C) DOS ETIQUETAS O BOCETOS POR DUPLICADO DE CADA PRODUCTO
- D) MUESTRAS DE LOS PRODUCTOS DE TAMAÑO Y PESO DÉTERMINADOS POR ESTE DEPARTAMENTO DE ACUERDO A LAS NORMAS PARA REALIZAR SU ANALISIS, LAS CUALES DEBERAN SER TOMADAS POR TECNICOS DE ESTA OFICINA.
- E) CERTIFICADO DE REGISTRO SANITARIO DE LOS PRODUCTOS DEL PAIS EXPORTADOR, DEBIDAMENTE AUTENTICADO; EN CASO DE VENIR EN OTRO IDIOMA ADJUNTAR TRADUCCION LEGALIZADA.
- F) PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DEL ESTABLECIMIENTO PARA PRODUCTOS NACIONALES, EXTENDIDO POR LA REGION DE SALUD CORRESPONDIENTE Y PARA PRODUCTOS IMPORTADOS EL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO DE LA BODEGA (original y copia en ambos casos).
- G) LA SOLICITUD SE PRESENTARA EN FOLDER TAMAÑO OFICIO CON SU RESPECTIVO FASTENER.
- H) INFORMACION TECNICA DEL PRODUCTO (ver anexo)

LUGAR Y FECHA:

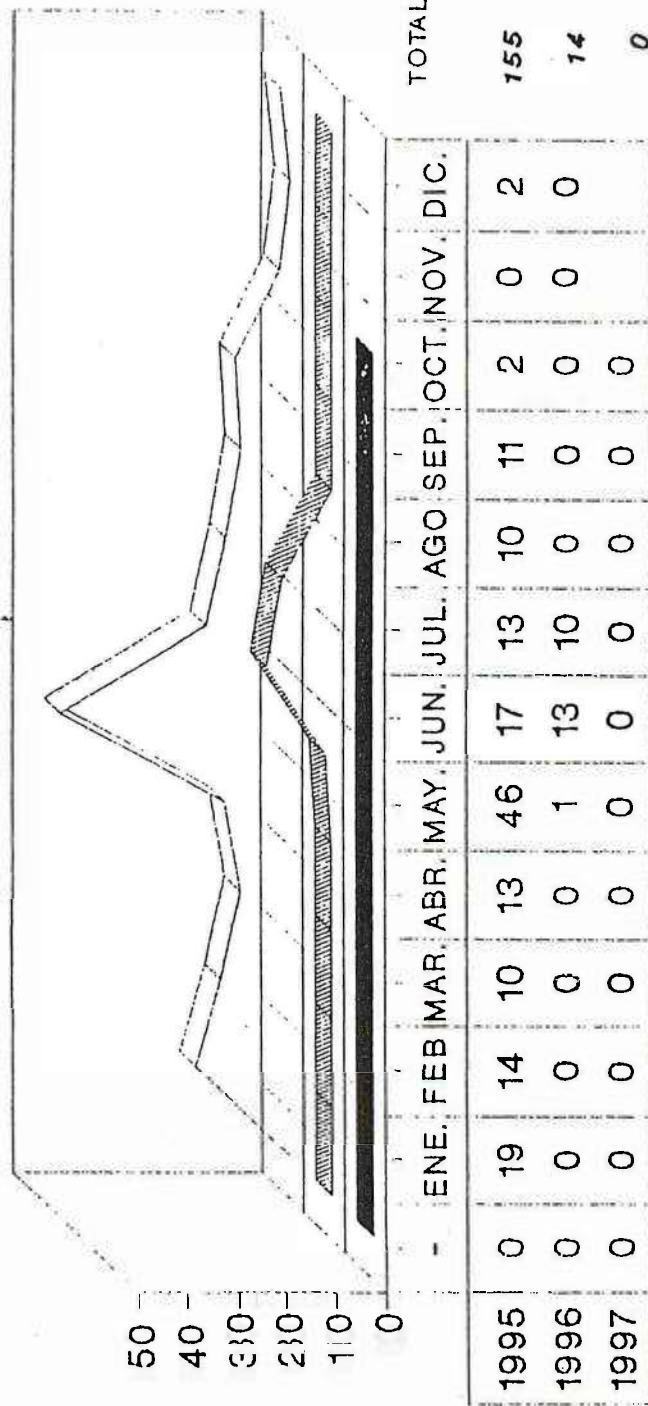
F

RESPONSABLE

RECIBIDO EN LA SECCION.
FECHA, FIRMA Y SELLO.

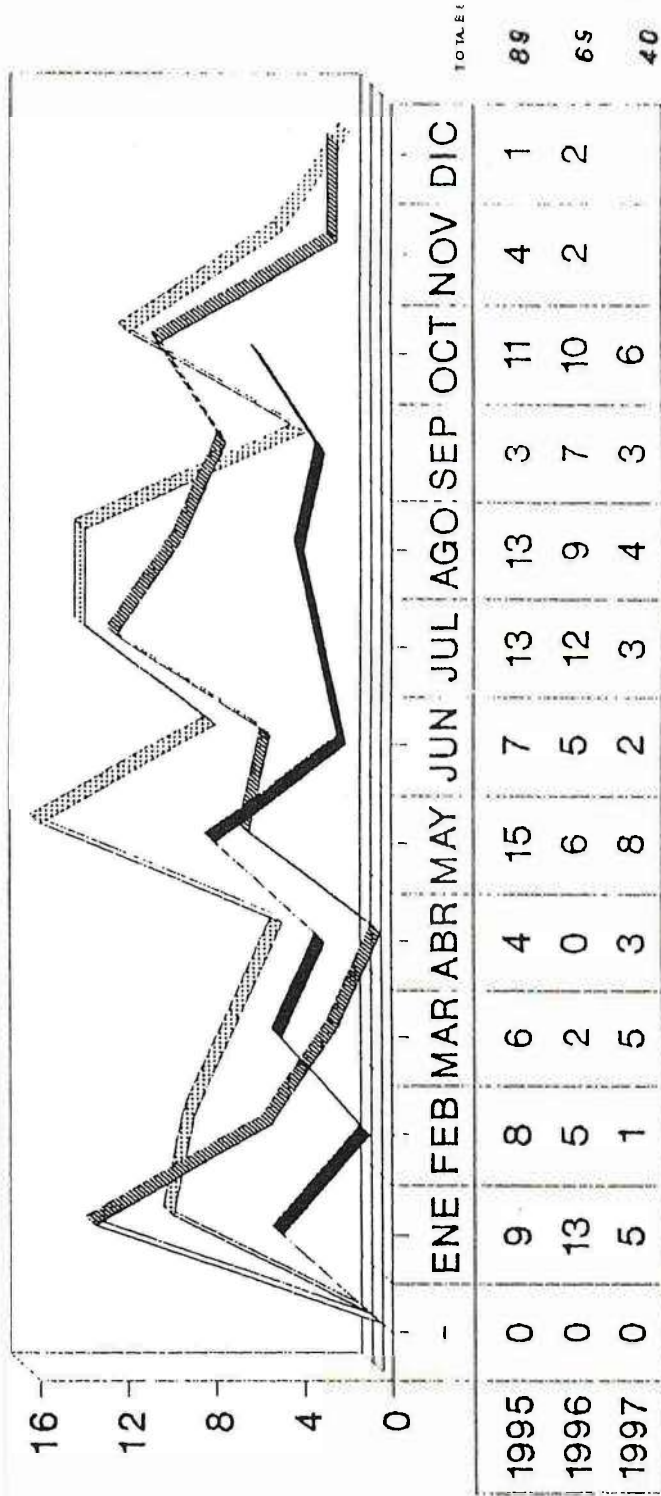
ALAdEU/dcdee.

DEPARTAMENTAL DE SALUD, SANTA ANA
 COLERA
 ENERO-OCT/95/96 - ENERO-OCT/97



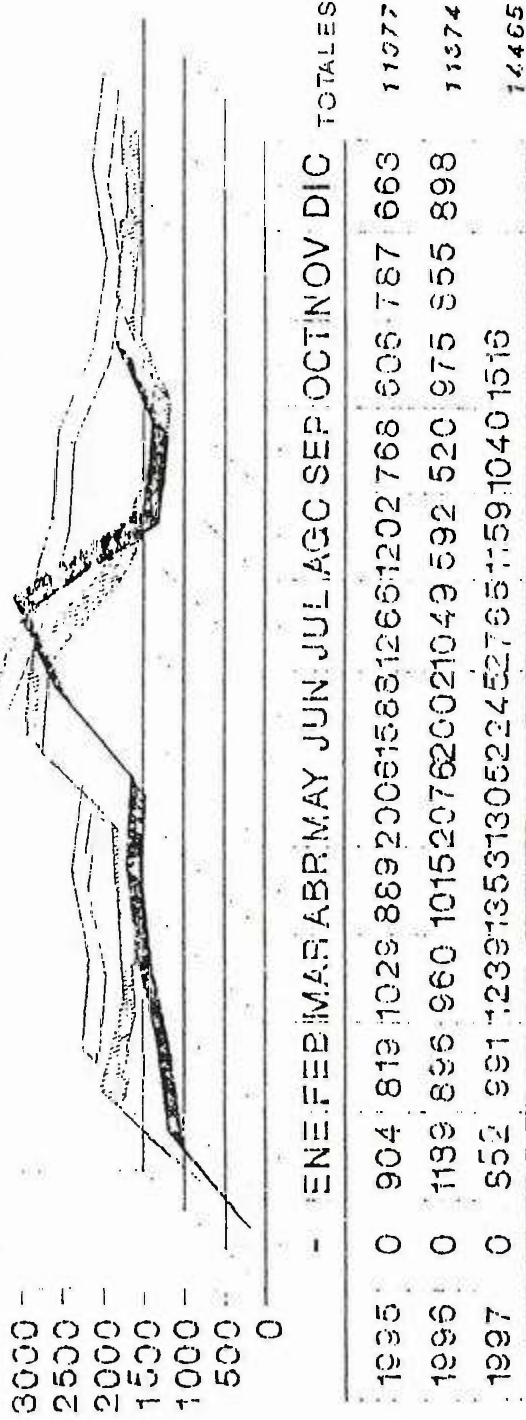
FUENTE: INFORME LABORATORIO
 A: ESTA/COLMES97

DEPARTAMENTAL DE SALUD, SANTA ANA
 FIEBRE TIFOIDEA
 ENERO-OCT 95/96 - ENERO-OCT 97



FUENTE: REPORTE EPIDEMIOLOGICOS
 A:TIFOIDEA.CHT/ESTADISTICA/97

DEPARTAMENTAL DE SALUD, SANTA ANA
 INFECCIONES INTESTINALES
 ENERO/OCT./95/96 - ENERO/OCT./97



1997
 1996
 1995

FUENTE: REPORTES EPIDEMIOLOGICOS
 ANEXOS CMT/ESTADISTICA/97



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Actividad : Investigación de Campo.

Objetivo : Obtener información directa o inmediata sobre diferentes aspectos en el consumo de agua envasada.

Indicaciones : A continuación encontrará una serie de preguntas; responda sinceramente, Marcando una X en una de las respuestas que se le plantean.

1- ¿Ha consumido agua envasada o embolsada alguna vez?.

- a) Si b) No

Si su respuesta a la pregunta anterior es positiva:

2- ¿Qué marca de agua ha consumido?

- a) Aquavita b) La Fuente c) Otras

3- ¿Dónde compra el agua envasada que usted consume?

- a) Supermercados b) Calles c) Buses d) Otros

4- ¿Considera que el agua envasada está libre de contaminación?

- a) Si b) No c) No sé d) tal vez

5- ¿Qué tipo de agua se consume más en esta localidad?

- a) Aquavita b) La Fuente c) Otras d) Ninguna

6- ¿Considera usted que tomar agua envasada es mejor para la salud?

- a) Si b) No c) No sé d) tal vez

7- ¿Ha detectado mal olor; mal sabor o suciedad en el agua envasada?

- a) Si b) No

8- ¿Se ha enfermado alguna vez por tomar agua envasada?

- a) Si b) No c) No sé d) tal vez

9- ¿Conoce los lugares para denunciar la mala calidad de este producto?

- a) Si b) No

10- ¿Considera necesario consumir agua envasada?

- a) Si b) No

¿Por qué? _____

11- ¿Considera necesario eliminar las agua envasada?

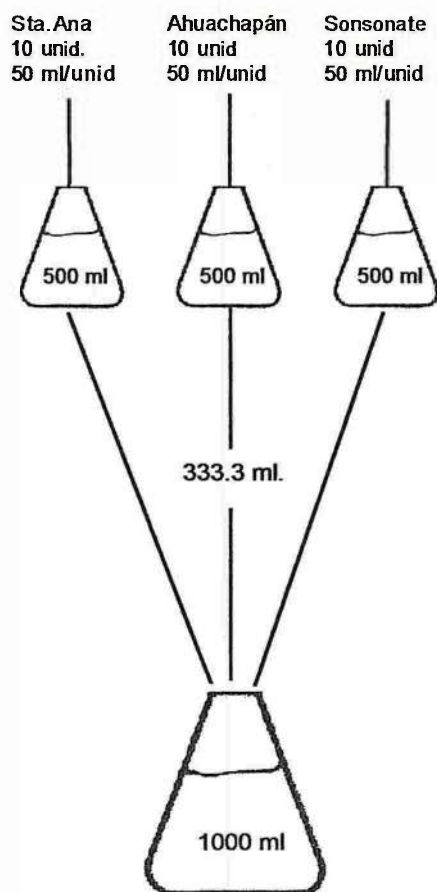
- a) Si b) No

¿Por qué? _____

ANEXO 7

Envasador:

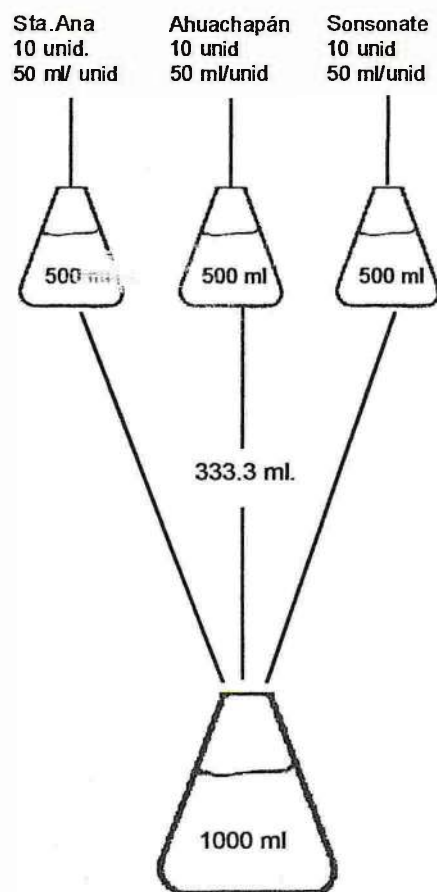
Aquavita de Santa Ana



Muestra de agua para análisis de Aquavita

Envasador:

La Fuente de Sonsonate



Muestra de agua para análisis de La Fuente

Esquema del método para la colecta de muestras de agua envasada.

Abreviaciones:

ML. = mililitros

Unid.= unidad

REPORTE DE ANALISIS MICROBIOLOGICO

MSPAS:

DATOS GENERALES

MUESTRA M-0958/97

Fecha de Recibido: 26.08.97
 Producto: Agua "Aquavita"
 Fabricante:
 Solicitante: MSPAS/Prosabe S.A. de C.V.
 Direc:

Fecha de Analisis: 26.08.97

Tel. 441-2747
 Fax: 441-2747

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y SENSORIALES

Olor: Inodora Color: Incolora Textura: Líquido

Otros

Muestreo: Lic. Sergio Enrique Molina
 presentación: 1000ml

DETERMINACION	UFC*/mL	NMP*/100 ml	METODO
M-002 Coliformes Fecales		0.000	B.A.M.
M-003 Coliformes Totales		0.000	B.A.M.
M-004 Conteo Bacteriano Total	< 1		B.A.M.
M-006 Escherichia coli	Negativa		B.A.M.

* UFC: Unidades formadoras de colonias;
 ND : No Detectable
 BAM: Bacteriological Analytical Manual

NMP: Número más probable
 LD: Límite de Detección

OBSERVACIONES

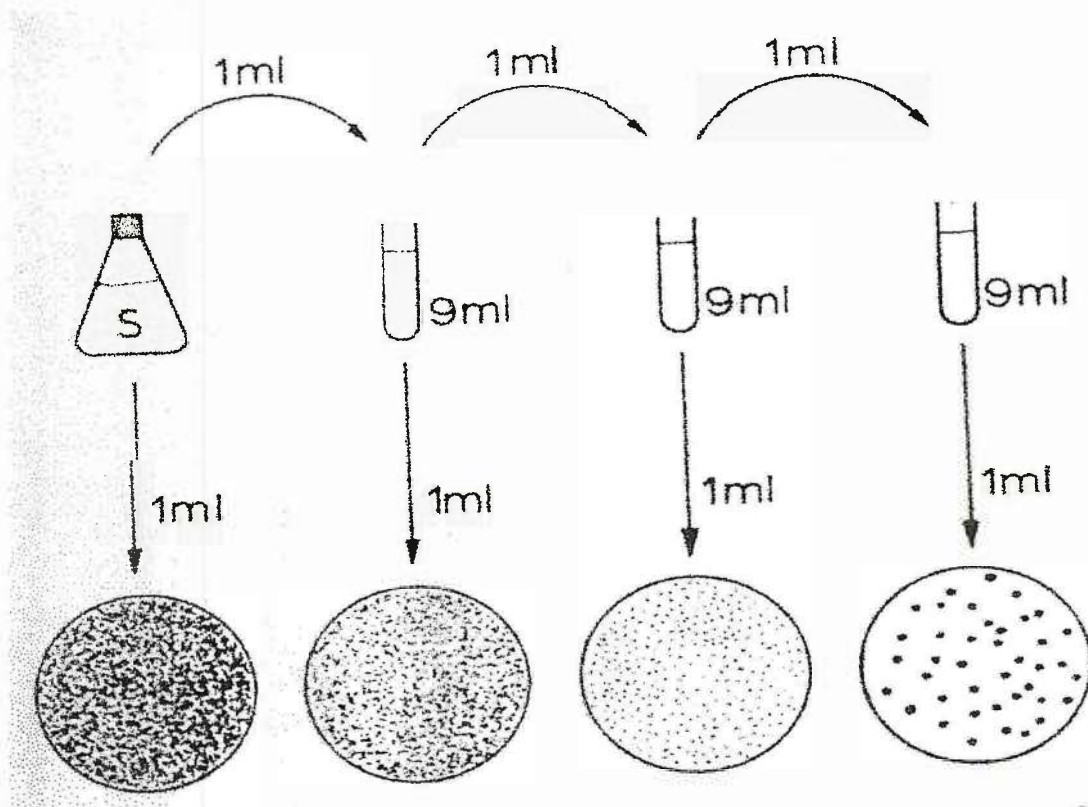
Nota: Esta muestra NO fue Tomada por Calidad Integral
 Límites Microbiológicos para Agua Potable:
 Conteo bacteriano total no mayor 500 UFC/mL
 Coliformes totales no mayor 2 NMP/100mL
 Coliformes fecales ausentes
 Escherichia coli Negativo


 Responsable



ANEXO8

ANEXO 9



Esquema de la dilución y siembra del Conteo Bacteriano Total (CBT), tomado de Mara, 1974

ANEXO 10

METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS.

PRUEBA DEL INDOL (preparación del reactivo).

Medio de cultivo utilizado caldo Lactosado.

Reactivo de Ehrlich:

Reactivo.

Paradimitilaminobenzaldehído 2 g.

Alcohol etílico 95% 190 ml.

Ácido clorhídrico (concentrado) 40 ml.

Procedimiento de aplicación.

Se añadió 1 ml de éter a un cultivo de 48 horas en caldo Lactosado.

Se agitó y dejó reposar aproximadamente por unos 5 a 10 minutos hasta que el solvente subió a la superficie.

Suavemente se añadió aproximadamente 0.5 ml del reactivo a manera que bajó por las paredes del tubo y formó un anillo en la interfase entre el medio de cultivo y el solvente.

VOGES-PROSKAUER.

Se inoculó medio de cultivo caldo Lactosado para determinar la presencia de acetilcarbinol a las 48 horas. Añadiendo a 1 ml de medio de cultivo 15 gotas de alfa-naftol

al 5% en alcohol absoluto, y 10 gotas de hidróxido de potasio al 40%.

c- Resultado.

La prueba es positiva si se desarrolla color rojo e 15 a 30 minutos (ver cuadros 5 y 6 de resultados).

PRUEBA DEL ROJO DE METILO (preparación del reactivo).

Reactivo.

Rojo de metilo 0.1 g.

Alcohol etílico 95% 300 ml.

Agua destilada, cantidad suficiente para completar 500 ml.

Procedimiento.

Se añadió 5 gotas del reactivo a 5 ml de cultivo en caldo Lactosado, incubado previamente a 24 o 48 horas.

Resultados.

Positivo: desarrollo de color rojo detectando así la formación de ácido.

Negativo. Desarrollo de color amarillo.

UTILIZACIÓN DEL CITRATO.

REACTIVO.

La utilización del Citrato como fuente única de carbono en un medio sintético (simmons) puede ser apreciada cuando el indicador que se añade al medio azul de bromotimol recupera su color alcalino (azul prusia) a medida que se

oxida el radical Citrato.

Procedimiento de aplicación.

Se inoculó agar Citrato de SIMMONS, se incubó 24 horas y se observó la reacción. La reacción positiva formó color azul prusia (azul intenso).

Resultados.

La reacción será positiva si se forma color prusia (azul intenso).

ANEXO 13



TABLA del Número Más Probable (NMP) (Brock *et al*, 1988)

10^0	10^{-1}	10^{-2}	NMP	10^0	10^{-1}	10^{-2}	NMP
0	1	0	0.18	5	0	0	2.3
1	0	0	0.20	5	0	1	3.1
1	1	0	0.40	5	1	0	3.3
2	0	0	0.45	5	1	1	4.6
2	0	1	0.68	5	2	0	4.9
2	1	0	0.68	5	2	1	7.0
2	2	0	0.93	5	2	2	9.5
3	0	0	0.78	5	3	0	7.9
3	0	1	1.10	5	3	1	11.0
3	1	0	1.10	5	3	2	14.0
3	2	0	1.40	5	4	0	13.0
4	0	0	1.30	5	4	1	17.0
4	0	1	1.70	5	4	2	22.0
4	1	0	1.70	5	4	3	28.0
4	1	1	2.10	5	5	0	24.0
4	2	0	2.20	5	5	1	35.0
4	2	1	2.60	5	5	2	54.0
4	3	0	2.70	5	5	3	92.0
				5	5	4	160.0



ANEXO 14

DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO UTILIZADOS.

CALDO Lactosado: Es un medio de cultivo exento de sustancias inhibitorias, para ensayo previo orientado a bacterias coliformes y especialmente *E coli*.

Agar EMB (Agar Eosina-Azul de Metileno) Es selectivo para demostración y aislamiento de enterobacterias patógenas, (Holt-Harris y Teaguf en Merck, 1982).

Agar de hierro- tres Azúcares (TSI9: Para Slukin & Willett (1940) y modificado por Hajana en Merck (1982), es un medio de cultivo útil para identificar enterobacterias.

Agar Citrato SIMOMS:

Según SIMMOMS (1926) citado por MERCK (1982), es un agar de ensayo, totalmente sintético, para identificación de microorganismos, específicamente de enterobacteriaceos y ciertos hongos, basado en el empleo de Citrato como única fuente de carbono.

Agar Mac-Conkey:

Agar selectivo para aislamiento de salmonellas, shigellas y bacterias coliformes, a partir de heces, orina, alimentos, aguas residuales, etc. (Según Mac-Conkey en MERCK 1982).

Agar MUELLER-HINTON:

Agar para ensayo de sensibilidad o para ensayos de agentes patógenos médicamente importantes frente a antibióticos y sulfonamidas, (Mueller-Hinton, 1941; OMS, 1961-1977 en MERCK, 1982).

Agar nutritivo:

Para determinación de gérmenes en todo tipo de materiales líquidos o gaseosos (MERCK, 1982).