

UNICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE BACTERIAS  
COLIFORMES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO DE LAS  
ESCUELAS SALUDABLES DEL DISTRITO EDUCATIVO 02-02  
DEL MUNICIPIO DE SANTA ANA EN EL AÑO DE 1998**

*TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:*

**GLORIA DEL CARMEN ESTRADA PACHECO  
LORENA DEL TRÁNSITO FLORES POLANCO**

*PARA OPTAR AL GRADO DE:*

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**JUNIO DE 1999**

**SANTA ANA EL SALVADOR CENTRO AMERICA**

INVENTARIO: 19200528

UES  
3.161  
777d  
999

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA



DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE BACTERIAS  
COLIFORMES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO DE LAS  
ESCUELAS SALUDABLES DEL DISTRITO EDUCATIVO 02-02  
DEL MUNICIPIO DE SANTA ANA EN EL AÑO DE 1998.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

GLORIA DEL CARMEN ESTRADA PACHECO  
LORENA DEL TRÁNSITO FLORES POLANCO.

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA.

ASESOR: LIC. CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ

ASESOR ADJUNTO: LIC. JOSÉ SANTOS ORTEZ SEGOVIA

SANTA ANA, JUNIO DE 1999

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA



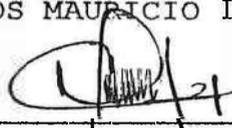
DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE BACTERIAS  
COLIFORMES EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO DE LAS  
ESCUELAS SALUDABLES DEL DISTRITO EDUCATIVO 02-02  
DEL MUNICIPIO DE SANTA ANA EN EL AÑO DE 1998.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

GLORIA DEL CARMEN ESTRADA PACHECO  
LORENA DEL TRÁNSITO FLORES POLANCO.

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA.

ASESOR: LIC. CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ

F: 

ASESOR ADJUNTO: LIC. JOSÉ SANTOS ORTEZ SEGOVIA

F: 

SANTA ANA, JUNIO DE 1999



### DEDICATORIA.

A DIOS TODO PODEROSO: Por sus bendiciones en todo instante de mi vida y mi carrera.

A MIS PADRES: Juan José y Blanca Mélida, por su apoyo incondicional y gran sacrificio para ayudarme a la culminación de mi meta.

A MI HIJO: LOIGGI PAOLOA por su deseo de conocimiento.

A MIS HERMANOS: Juan José y Nohemi Elizabeth por su apoyo en todo momento.

A MI SOBRINO: Luis Gerardo por su cariño y deseo de aprender.

A MIS MAESTROSOS: Que desde siempre han colaborado a mi formación.

A MI ESPOSO: Por su apoyo, comprensión en todo momento.

A mis compañeros, amigos que alentaron para seguir hasta lograr el triunfo.

Gloria Estrada.



## DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO: Por sus bendiciones en todo instante de mi vida y mi carrera.

A MIS PADRES: Juan Antonio y Adela, por su apoyo incondicional y gran sacrificio para ayudarme a la culminación de mis metas.

A MI HIJA: Katterinne Lorena. Le dedico este triunfo como un ejemplo de superación.

A MIS HERMANOS: Sonia, Marcos y Rossy por su cariño y apoyo en todo momento.

A MIS SOBRINOS: Jason, Erick, Irving, Anthony, Wilberto Jr. Por su cariño y deseos de aprender.

A MIS ABUELITOS: Marcos y Tránsito que me alentaron siempre a seguir adelante e interceder por mi ante el creador.

A MIS MAESTRSO: Que desde siempre han colaborado en mi formación.

A mis tíos, cuñados y personas que siguieron de ceca la culminación de esta meta.

Lorena Flores.



## AGRADECIMIENTOS.

Nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente a nuestros asesores: Lic. Carlos Mauricio Linares Hernández y Lic. José Santos Ortez Segovia; por su orientación en todo el proceso.

También agradecemos al Lic. René Alberto Mazariego Ríos por habernos permitido realizar el trabajo de laboratorio en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

Además, agradecemos la valiosa colaboración en la realización de la fase de laboratorio al Lic. Juan Arnoldo Amaya Nolasco.

Y a todas las personas que estuvieron vinculadas y colaboraron con nosotras.



TABLA DE CONTENIDOS.

CONTENIDOS.	PÁG.
LISTA DE CUADROS	VIII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
METODOLOGÍA	15
RESULTADOS	23
DISCUSIÓN	36
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	





## LISTA DE CUADROS.

CUADRO No.	PÁG.
1. Origen de agua para consumo de Escuelas Saludables.	28
2. Condiciones de lugares de Captación y Almacenamiento.....	29
3. Resultados Obtenidos en el Primer muestreo para la prueba presuntiva (Caldo Lactosado y TSA).....	29
4. Resultados obtenidos en el primer muestreo para la prueba completada (EMB) .....	30
5. Resultados Obtenidos en el primer muestro para la prueba completada (Caldo Lactosado y TSA).....	30
6. Resultados obtenidos en el segundo muestreo para la prueba presuntiva (Caldo Lactosado y TSA).....	31
7. Resultados obtenidos en el segundo muestreo para la prueba confirmada (EMB).....	31
8. Resultados obtenidos en el segundo muestreo para la prueba completada (Caldo Lactosado y TSA).....	32
9. Resultados obtenidos en el tercer muestreo para la prueba presuntiva (Caldo Lactosado).....	32
10. Resultados obtenidos en el tercer muestreo para la prueba confirmada (EMB).....	33
11. Resultados obtenidos en el tercer muestreo para la prueba completada (Caldo Lactosado y TSA).....	33
12. Resultados obtenidos en el cuarto muestreo para la prueba presuntiva (Caldo Lactosado).....	33
13. Resultados obtenidos en el cuarto muestreo para la prueba confirmada (EMB).....	34
14. Resultados obtenidos en el cuarto muestreo para la prueba completada (Caldo Lactosado y TSA).....	34
15. Bacterias encontradas en los cuatro muestreos realizados .....	35



El presente trabajo consistió en investigar si las Escuelas Saludables del Distrito Educativo 02-02 de Santa Ana consumen agua libre de contaminación bacteriana por medio de análisis bacteriológico aplicando la técnica de tubos múltiples por ésta de más fácil observación por la liberación de gas que es muy característico para las coliformes, específicamente *E. coli* que habita en el tracto intestinal del hombre y de animales de sangre caliente y la tan sola presencia de ésta indica contaminación fecal y el agua se califica entonces como no segura, no apta para el consumo humano; ya que para que sea apta ingerirla debe tener cero coliformes.

El trabajo se realizó en dos fases: una de campo y otra de laboratorio; la fase de campo a las ocho escuelas saludables del distrito educativo 02-02 se les tomaron cuatro muestras del agua que consumen, iniciando en la primera semana de septiembre dejando quince días entre cada toma de muestra, luego se continuó a la fase de laboratorio en el laboratorio de Biología de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Ciudad de Santa Ana

para realizar la técnica de tubos múltiples la cual se consistió en la aplicación de tres pruebas presuntiva, confirmada y completa; finalizando la última semana de octubre.

Los resultados obtenidos demostraron que solo dos de las ocho escuelas muestreadas consumen agua libre de coliformes.



## INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas de nuestro país, es la disminución de la calidad del agua; principalmente la que es llevada a las comunidades urbanas, semiurbanas y rurales, para actividades propias del hogar y del consumo humano; por lo que a medida que transcurre el tiempo, se utiliza agua contaminada que ocasiona problemas de salud cada vez mas graves.

En este trabajo, se presenta un estudio que permitió determinar contaminación biológica en aguas consumidas por escolares de las llamadas "Escuelas Saludables" del Distrito Educativo 02-20 del Municipio de Santa Ana. Esta investigación se limitó a la determinación de la presencia de microorganismos patógenos, asociados a enfermedades gastrointestinales, debido a que la mayoría de enfermedades detectadas en los estudiantes son de este tipo.

Para tal efecto se realizó un análisis bacteriológico con el fin de determinar presencia de coliformes específicamente se identificó la presencia de *Escherichia coli*. Esta tiene especial importancia porque algunos tipos causan infecciones entéricas y de vías urinarias.

Este se realizó entre los meses de septiembre y octubre de 1998; se tuvo dos fases de trabajo: una de campo que implicó la toma de muestras una cada quince días (cuatro en total), así como también encuestando a los directores de las escuelas. La otra fase fue de laboratorio en donde se realizaron tres pruebas Presuntiva, Confirmada y Completada, además de otras pruebas específicas para determina *E. coli*; como resultado que la mayoría de escuelas consumen aguas con enterobacterias.

Estos análisis microbiológicos se realizaron en los laboratorios de Biología del Departamento de Biología de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador.



### REVISIÓN DE LITERATURA.

Branco (1984), menciona que el agua; además de ser un bien de consumo, constituye un bien natural, indispensable e insustituible para la supervivencia de los organismos terrestres; esto significa que todo ser vivo tiene derecho inherente de obtenerla en el grado de pureza que sea compatible con sus propias exigencias orgánicas.

Similar posición expone la Prensa Gráfica, (1995), cuando hace alusión que el agua es un bien natural de carácter fundamental, y que debe asegurarse que las actividades humanas deberían estar planeadas con miras a garantizar la disponibilidad del agua.

Para el MSPAS<sup>1</sup>, GOES<sup>2</sup> y UNICEF<sup>3</sup> (s.a), el agua segura es aquella que no produce daño a la salud del consumidor, por lo que es importante asegurarse que el agua que se consume se encuentre desinfectada.

Arrijoja (1990), explica que en los países desarrollados las personas normalmente reciben un servicio

---

<sup>1</sup> MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

<sup>2</sup> GOES: Gobierno de El Salvador.

<sup>3</sup> UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

de abastecimiento del agua potable de un alto estándar de calidad, porque poseen técnicas de control de contaminación muy desarrollados, a diferencia de los países en vías de desarrollo que son deficientes; ya que no cuentan con agua segura y saneamiento adecuado.

El mismo autor establece que se deben adoptar técnicas apropiadas para las comunidades rurales, ya que son de escasos recursos económicos. Estas técnicas reducirían las muertes por enfermedades hídricas.

En nuestro país uno de los grandes problemas es la decadencia de la calidad del agua, principalmente la que es llevada a las comunidades por la red de cañerías para uso de actividades propias del hogar y del consumo humano; a medida que transcurre el tiempo la contaminación del agua ocasiona problemas de salud cada vez mayores que en épocas anteriores (MSPAS, 1991).

Para el CDC<sup>4</sup>(1998), esta situación es tan crítica que ni las aguas embotelladas se consideran aptas para el consumo humano.

---

<sup>4</sup> CDC: Centro para la Defensa del Consumidor.



La Prensa Gráfica (1998), reporta que el agua que recibieron los salvadoreños durante el mes de agosto de 1998 en sus hogares no cumplieron con las normas mínimas para el consumo humano, establecido por el Ministerio de Salud.

En el mismo artículo se menciona que el Ministerio de Salud se encarga de monitorear mensualmente la calidad del agua que a nivel nacional se recibe de los grifos, tomaron 12 muestras de cada departamento del país; luego se sometieron a un análisis de calidad microbiológicos para determinar el porcentaje de las normas mínimas, cada muestra la analizaron por separado; si una muestra poseía contaminación; todo el departamento se consideraba que estaba contaminado.

De ese monitoreo se observaron los siguientes resultados; 10 departamentos del país recibieron el agua con alguna forma de bacteria, los cuatro restantes no poseían el cloro necesario pero si estaban libres de contaminación siendo estos Ahuachapán, San Miguel, La Paz y San Vicente.



El Diario de Hoy (1997), reporta que ANDA<sup>5</sup> asegura tomar muestras diarias en diferentes puntos del país para comparar los controles de calidad en la distribución. En el mismo comunicado se señala que el líquido que sale de las plantas de bombeo es apta para el consumo humano y que si existe una posible contaminación, ésta se da en la red distribución debido a las cañerías obsoletas o agrietadas.

Barraza & Vázquez (1998), en sus investigaciones descubrieron algunos parámetros en la población como el manipuleo del recipiente, deficientes métodos de almacenamiento de agua, inapropiados de abastecimiento y estructura de servicios sanitarios, los cuales afectan significativamente la calidad sanitaria del agua de consumo.

SEMA<sup>6</sup> en el Diario Latino (1995), asegura que la incidencia de las enfermedades se ha incrementado y esto es atributo en gran parte al estado del agua, si se toma en cuenta la grave crisis que se afronta por la contaminación de los recursos hídricos utilizados para diferentes actividades de la vida; la incidencia de las enfermedades

---

<sup>5</sup> ANDA: Administración de Acueductos y Alcantarillados

<sup>6</sup> SEMA: Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente.



se confirma por las constantes llegadas a los hospitales de personas que padecen de diversos males incluido el cólera, enfermedad cuya bacteria puede encontrar en el agua.

El Ministerio de Salud (1991), busca la protección de la salud, en la seguridad que debe presentar el agua con respecto a la transmisión de enfermedades contagiosas y evalúa principalmente población bacteriana de coliformes; ya que se considera su presencia con la posibilidad de adquirir infecciones intestinales.

GOES-UNICEF (s.a.) en su Manual del Programa "Escuela Saludable" hace ver que el agua puede estar contaminada en forma natural o artificial. En el caso de la contaminación natural esta puede presentar no sólo organismos acuáticos, protozoos, algas, etc.; si no también materia orgánica arrastrada por el viento y la lluvia hacia los cuerpos de agua.

Con respecto a la lluvia Carpenter (1967), asegura que está prácticamente no tiene microorganismos excepto durante el inicio de una tormenta, ya que prácticamente lava los microorganismos del suelo como bacterias, quistes o esporas

de protozoos, algas y hongos que han sido dispersados por el viento a la atmósfera.

A su vez, también Guinea (1979), considera que el agua lluvia es portadora de un elevado número de microorganismos. Sin embargo, la mayoría de ellos sobreviven periodos cortos de tiempo.

En el otro caso, la contaminación artificial es producida por el hombre entre los mayores contaminantes se encuentran los plaguicidas, fertilizantes y otros productos químicos utilizados en las labores agrícolas; así como también los desechos industriales; sólidos, aguas servidas y aguas negras (GOES-UNICEF, s.a).

Se señala que la calidad de agua de consumo humano no se controla identificando patógenos, sino bacterias fecales de preferencia *E. coli* que se usan como indicadores, y cuya presencia en el agua denota contaminación fecal reciente de personas o animales de sangre caliente, debido a que su hábitat es el tracto digestivo; o sea que solo se producen en el tracto digestivo o en condiciones de laboratorio. (Contreras, 1978; Pelczar et al, 1892; Branco, 1984 y Gebhardt, 1992).



Gebhardt (1992), además agrega que los coliformes aunque persistan cierto tiempo en el agua, parecen no ser capaces de desarrollarse en lo mismo y por último mueren.

El mismo autor describe a las bacterias coliformes como bacilo Gram Negativos que tienen capacidad de fermentar lactosa con producción de ácidos y gas. Son anaerobios facultativos y se multiplican con mayor rapidez a temperaturas entre 30 y 37 °C, crecen en abundancia en medios de cultivos corrientes como caldo y agar nutritivo.

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

*E. coli* muy pocas veces, se le encuentra fuera del intestino excepto cuando ha ocurrido contaminación con excretas humanas o de animales. *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 pero un poca más mucoides. *E. coli* producen fermentación rápida de la lactosa con un resplandor metálico en los diferentes medios.

El mismo autor describe de una manera más fácil de identificar a *E. coli* es por el aspecto de sus colonias en medios diferenciales en placas.

Las colonias *E. coli* de en agar EMB (Eosina azul de Metileno) tiene 2 a 4 mm de diámetro, un centro grande de color oscuro e incluso negro u tienen brillo metálico cuando se observa con luz reflejada (Carpenter, 1967).

Para Edelweiss (1988) la importancia del agua no solo se basa en que es altamente necesaria para satisfacer la mayor parte de las necesidades humanas; si no también, porque es una sustancia que sirve como vehículo de muchas enfermedades, por contener virus, bacterias y protozoos; los cuales pueden causar desde simple desarreglo gastrointestinal hasta disentería amibiana, las bacterias causan el cólera, tifus. Disentería, neumonías, etc., los virus producen la hepatitis A y la poliomielitis entre otras.

Frobisher & Fuert (1976), Pelczar et al (1982), Brock et al (1988); concuerdan en que el estudio bacteriológico del agua se puede realizar utilizando la técnica de los tubos de fermentación por la fácil observación de gas en

éstos y que se realicen en tres fases de laboratorio: presuntiva, confirmada y completa.

Frobisher & Fuert (1976), aclara que el gas liberado después de la incubación no siempre se debe a las especies coliformes; ya que, algunos otros organismos producen gas a partir de lactosa, por lo que esto hace que se realice un estudio posterior para identificar a las bacterias del grupo de los coliformes y específicamente *Escherichia coli*. Además, sostiene que por cada una de las características que poseen las coliformes; se considera que, el agua potable contaminada por éstas es una fuente de propagación de enfermedades intestinales.

La OMS<sup>6</sup> (1985) afirma que el padecimiento de enfermedades intestinales de dos tercios de la población mundial se debe principalmente a la presencia de coliformes y probablemente sea el agua el principal vehículo de diseminación de estas enfermedades; por lo que es necesario realizar análisis frecuentes para conocer el estado de la misma.

---

<sup>6</sup> OMS: Organización Mundial para la Salud.





La Prensa Gráfica (1997), menciona que le agua contaminada sencillamente es dañina para todos por igual. Y a pesar de que el agua pueda contener agentes biológicos causantes de enfermedades o contaminantes químicos, ésta puede lucir transparente en el vaso donde bebemos.

Para GOES-UNICEF (s.a), el agua contaminada es aquella capaz de producir enfermedades, debido a la presencia de desechos humanos, animales o aquella que es inadecuada para el consumo humano por la adición de compuestos químicos tóxicos. Además establecen que las enfermedades transmitidas pueden ser: La fiebre tifoidea, amibiasis, parasitismo intestinal, disentería, cisticercosis, hepatitis "A", salmonelosis, giardiasis, balantidiasis, criptosporidiasis, paratifoidea, poliomiелitis, shigelosis, ascariasis.

McJunkin (1986), establece que la relación agua-heces fecales puede ser de varias formas, siendo las más predominantes la de tipo fecal-oral, donde los agentes causales llegan al agua proveniente de excretas humanas y animales de sangre caliente que finalmente ingresan al cuerpo a través de la boca; otra forma es por contacto con

la piel o membrana mucosa. En efecto tal como lo plantea La Prensa Gráfica (1995), algunas enfermedades no solo son consecuencia de su consumo sino de bañarse con ella, nadar, comer pescado o mariscos procedentes de aguas contaminadas.

Según Sheppard (1966) se dispone de muchas formas de tratamiento de organismos patógenos y no patógenos.

Para Tchobanogluos (1996), la desinfección del agua consiste en la destrucción de los organismos que causan enfermedades.

No todos los organismos se destruyen durante el proceso, punto en que radica la principal diferencia entre la desinfección y la esterilización, proceso que conduce a la destrucción de la totalidad de los organismos.

El mismo autor coincide con GOES-UNICEF (s.a.), en que los métodos más empleados para llevar a cabo la desinfección son: químicos, físicos y mecánicos.

En los físicos se emplea luz y calor (ebullición); la ebullición destruye las principales bacterias causantes de enfermedades; el calor se suele utilizar en la industria láctica y de bebidas, pero no es factible su aplicación al

agua residual, debido al alto costo. También se ha utilizado la radiación para desinfección (esterilización) del agua potable como la del agua residual; los principales tipos de radiación que se utilizan son: electromagnética, la acústica y la radiación de partículas.

El método mecánico se utiliza para darle tratamiento al agua residual en el cual se emplean diversos procesos de tratamiento como son los tamices de malla gruesa y de malla fina, desarenadores, sedimentación primaria y química; luego la cloración de agua residual.

El método químico para Tchobanogluos (1996), CAPRE (1993) y GOES-UICEF (s.a) consideran que el cloro es el más utilizado como agente químico para la desinfección de agua potables. Pero también es como la utilización de compuestos de cloro en las plantas de tratamiento de agua residuales tales como cloro gas  $Cl_2$ , hipoclorito de sodio ( $NaCl$ ), el hipoclorito de calcio [ $Ca(OCl_2)$ ] y el dióxido de cloro  $ClO_2$ .



## METODOLOGÍA

Para esta investigación el modelo de experimental utilizado o de campo fue Muestreo no probalístico con intención, entrevista y cuestionario (Bonilla, 1995).

El trabajo se realizó en Santa Ana y los lugares donde se obtuvieron las muestras para su análisis fueron las escuelas:

1. Escuela Rural Mixta Las Aradas.
2. Escuela Rural Mixta Las Canoas.
3. Escuela Rural Mixta El Bejuco
4. Escuela Rural Mixta Unificada Rafael Paz Fuentes.
5. Escuela Rural Mixta Unificada Tránsito Cienfuegos.
6. Escuela Rural Mixta Unificada Colonia Santa Leonor.
7. Escuela Rural Mixta Unificada Teodoro Moreno.
8. Escuela Rural Mixta Unificada José Bernal.'

En estas escuelas existe el programa "Escuela Saludable".

Sobre las condiciones de abastecimiento del agua se realizó una encuesta, la cual se pasó a directores de cada escuela antes de tomar la muestra. Todas éstas se encuentran ubicadas en el Municipio de Santa Ana; el cual está ubicado a una altura de 652 msnm a  $89^{\circ}33'10''$  de longitud oeste y  $13^{\circ}59'22''$  de latitud norte; el municipio presenta una precipitación anual promedio de 1800 mm, una temperatura media anual de 22.8 y 72% de humedad relativa. Esta zona se clasifica como sabana tropical caliente o tierra caliente (MAG<sup>8</sup> 1990).

#### DESCRIPCIÓN DE LOS LUGARES DONDE SE COLECTÓ LA MUESTRA.

1. ESCUELA RURAL MIXTA CANTÓN LAS CANOAS: La muestra se colectó directamente del grifo de metal conectado directamente al tanque que está construido de ladrillo y cemento, repellado por dentro y por fuera.
2. ESCUELA RURAL MIXTA CASERÍO LAS CANOAS: La muestra de agua se tomó directamente de la cisterna, la cual es de cemento sobre ésta hay construido un tanque de ladrillo y cemento, repellado por dentro y fuera donde colectan agua lluvia.

---

<sup>8</sup> MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.





3. ESCUELA RURAL MIXTA UNIFICADA CANTÓN EL BEJUCO: Las primeras tres muestras de agua se colectaron directamente de barriles de metal, el cuarto muestreo el agua se colectó de un grifo de metal conectado al tanque de abastecimiento que está construido de ladrillo y cemento. Este tanque está a una altura de 2 mts y medio.
4. ESCUELA RURAL MIXTA UNIFICADA PRESBITERO RAFAEL PAZ FUENTES: El agua fue colectada del tanque elevado de fibra de vidrio.
5. ESCUELA RURAL MIXTA UNIFICADA TRÁNSITO CIENFUEGOS: El agua fue colectada de un grifo de metal conectado directamente a un tanque elevado de fibra de vidrio. Este tanque se encuentra a una altura de 2½ mts. con capacidad de 9 m<sup>3</sup>.
6. ESCUELA RURAL MIXTA UNIFICADA COLONIA SANTA LEONOR: El agua se colectó directamente del grifo de metal, conectado a la red de abastecimiento de ANDA.
7. ESCUELA RURAL MIXTA UNIFICADA TEODORO MORENO: Las dos primeras muestras de agua se colectaron del grifo de metal que está conectado a una pila de almacenamiento y



las otras dos muestras se tomaron del grifo de metal que está conectado al sistema de tubería de ANDA.

8. ESCUELA RURAL MIXTA UNIFICADA JOSÉ BERNAL: El agua se colectó directamente del grifo de metal conectado a la red de abastecimiento de ANDA.

#### METODOLOGÍA DE LABORATORIO.

Para la colecta se utilizaron frascos de vidrio con capacidad de 100 ml previamente esterilizados en autoclave, cada uno de estos frascos se identificó con una ficha en la cual se incluyó el lugar de muestreo, fecha, hora de muestreo y ubicación del lugar. El volumen colectado fue de 100 ml de agua.

En cada una de las escuelas se analizó el agua de consumo por un periodo de dos meses; tomando muestras cada 15 días. Para tomar la muestra se procedió de la manera siguiente:

- a) CUANDO LA MUESTRA SE TOMÓ DIRECTAMENTE DEL GRIFO: Se dejó caer el agua durante 5 segundos, pasado este tiempo se cerró el grifo y se esterilizó flameando con un mechero de alcohol, seguidamente se tomó la muestra.

b) CUANDO LA MUESTRA SE TOMÓ DEL DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO: Se tuvo cuidado de tomar la muestra con un recipiente esterilizado para verterlo al frasco de vidrio en el cual fue transportada la muestra.

Al finalizar cada toma de muestra se taparon los frascos sin tocar la boca de los mismos, luego de pusieron en una hielera (para conservarla sin alteraciones) para luego transportarla al laboratorio de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador, puesto que el análisis se realizó en las 6 horas posteriores a la toma de las muestras a fin de tener resultados confiables.

#### ANALISIS BACTERIOLÓGICO.

Según Brock et al (1987), el análisis bacteriológico consiste en la aplicación de tres pruebas: Prueba Presuntiva, Confirmada y Completa.

#### PRUEBA PRESUNTIVA

De cada muestra colectada en cada "Escuela Saludable" se prepararon en cinco tubos de ensayo diluciones desde  $10^{-1}$  a  $10^{-5}$  de la siguiente manera:

- ✓ Se tomó 1 ml de agua colectada con una pipeta estéril de 1 ml, agregándola a un tubo de ensayo que contenía 9 ml de agua destilada estéril, obteniéndose una concentración de  $1 \times 10^{-1}$ , luego de igual forma se tomó 1 ml de agua del tubo con concentración de  $1 \times 10^{-1}$  para luego agregarlo a otro tubo que contenía 9 ml de agua destilada estéril, obteniéndose una concentración de  $1 \times 10^{-2}$ . De igual manera se prosiguió hasta llegar a la concentración de  $1 \times 10^{-5}$  (ver figura 1).
  
- ✓ De cada una de estas concentraciones se tomó 1 ml para inocularlo en un tubo de ensayo con tapón de rosca que contenía un tubo Durham y caldo Lactosado; incubándolo a una temperatura de 35 °C por un periodo de tiempo que osciló entre 24 y 48 horas.
  
- ✓ Si se formaba gas dentro de los tubos de Durham o de fermentación, eso constituiría una prueba positiva, para lo que se continuó con la prueba confirmada. Para cada muestra se realizaron tres repeticiones (ver figura 2).





#### PRUEBA CONFIRMADA.

A cada muestra positiva de la prueba presuntiva realizada a las ocho "Escuelas Saludables" se les realizó la prueba confirmada. Con un asa bacteriológica estéril se tomó una muestra para inocularla por el método de estriás en una caja de petri que contenía Agar Eosina Azul de Metileno (EMB).

El cultivo realizado se incubó a una temperatura de 35 °C por 24 horas, estas cajas de petri se colocaron de forma invertida.

Esta prueba se consideró positiva, si produjo ácido a partir de la lactosa y se formaban colonias color muy oscuro y con brillo metálico; por lo que se procedió a realizar la prueba completa.

#### PREUBA COMPLETADA O COMPLETA.

De cada caja de petri que resultó positiva la prueba anterior se tomaron las colonias típicas por medio de un asa bacteriológica estéril, inoculándola en un tubo de ensayo con tapón de rosca que contenía caldo Lactosado,

esto con el objetivo de purificar la colonia. Se incubó por 24 horas a 35 °C.

Se realizó una prueba adicional, para asegurarse que el microorganismo aislado fuera bastón Gram negativo de bacterias coliformes.

Para esto se inoculó en tubos de ensayo conteniendo agar Tripticasa Soya (TSA) inclinado. Se inoculó en forma de estrías, todos los tubos se incubaron por 24 horas a 35 °C.





## RESULTADOS.

En el cuadro 1 se observan los datos obtenidos a través de la entrevista: Las Escuelas Las Aradas y El Bejuco tiene como fuente de abastecimiento de agua El Lago de Coatepeque, Las Escuelas Tránsito Cienfuegos y la Teodoro Moreno pozo de ANDA ubicado en la Colonia Sihuacoop, Las Escuelas Santa Leonor y José Bernal pozo de ANDA El Molino, La Escuela Rafael Paz Fuentes vertiente de Río Chigüillo, y la Escuela Las Canoas se abastece a través de "PIPAS" de ANDA y de agua lluvia.

En el cuadro 2 se presentan las condiciones de los depósitos de captación y almacenamiento de agua; encontrándose en mala condición los de Las Aradas, Las Canoas, El Bejuco y Teodoro Moreno, para las escuelas Rafael Paz Fuentes, Tránsito Cienfuegos y Santa Leonor las condiciones eran buenas o aceptables y la Escuela José Bernal no posee ningún depósito de almacenamiento.

Los resultados que se obtuvieron en el primer muestreo realizado para las pruebas presuntivas, confirmada y completada se detallan en los cuadros 3, 4 y 5.



En el cuadro 3 se presenta la prueba presuntiva, para la mayoría de las escuelas fue positiva, esto se confirma por la presencia de gas, excepto las escuelas Santa Leonor, José Bernal que fue negativa.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de la prueba confirmada teniéndose que las escuelas Las Aradas y Las Canoas presentaron *Escherichia coli* y las escuelas El Bejuco, Rafael Paz Fuentes, Tránsito Cienfuegos y Teodoro Moreno presentaron bacterias del género *Enterobacter*.

En el cuadro 5 se presentan los resultados de la prueba completada, en este caso se confirmó la presencia de *Escherichia coli* en las escuelas Las Aradas y Las Canoas.

Los resultados que se obtuvieron en el segundo muestreo para las pruebas presuntivas se detallan en los cuadros 6, 7 y 8.

En el cuadro 6 se presenta que la prueba presuntiva para la mayoría de las escuelas fue positiva, esto se confirmó por la presencia de gas, en las Escuelas Tránsito Cienfuegos, Santa Leonor y José Bernal la prueba fue negativa.



En el cuadro 7 se presentan los resultados de la prueba confirmada teniéndose que las escuelas Las Canoas y Teodoro Moreno presentan *Escherichia coli* y las Escuelas Las Aradas, El Bejuco y Rafael Paz Fuentes presentaron bacterias del género *Enterobacter*.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de la prueba completada, en este caso se confirmó la presencia de *Escherichia coli* en las escuelas Las Canoas y Teodoro Moreno.

Los resultados que se obtuvieron en el tercer muestreo realizado para las pruebas presuntivas, confirmada y completada se detallan en los cuadros 9, 10 y 11.

En el cuadro 9 se presentan que la prueba presuntiva para la mayoría de las escuelas fue positiva, esto se confirmó por la presencia de gas, excepto las escuelas Santa Leonor y José Bernal.

En el cuadro 10 se detallan los resultados de la prueba confirmada teniéndose que las Escuelas Las Aradas, Las Canoas, Rafael paz Fuentes, Tránsito Cienfuegos y Teodoro moreno presentaron *Escherichia coli* y El Bejuco presentó bacterias del género *Enterobacter*.

En el cuadro 11 se presentan los resultados de la prueba completada, en este caso se confirmó la presencia de *Escherichia coli* en las escuelas Teodoro Moreno y Las Canoas.

Los resultados que se obtuvieron en el muestreo realizado para las pruebas presuntivas, confirmada y completada se detallan en los cuadros 12, 13 y 14.

En el cuadro 112 se presenta que la prueba presuntiva para la mayoría de las escuelas fue positiva, esto se confirma por la presencia de gas, excepto las escuelas Santa Leonor y José Bernal que la prueba fue negativa.

En el cuadro 13 se presentan los resultados para la prueba confirmada teniéndose que las escuelas Las Aradas, Las Canoas y Teodoro Moreno presentaron *Escherichia coli* y las escuelas El Bejuco, Rafael Paz Fuentes y Tránsito Cienfuegos presentaron bacterias del género *Enterobacter*.

En el cuadro 15 se presentan los resultados de la prueba completada, en este caso se confirmó la presencia de *Escherichia coli*, en las escuelas Las Aradas, Las Canoas y Teodoro Moreno.



En el cuadro 15 se muestran las especies encontradas en los cuatro diferentes muestreos realizados así:

- ✓ en la escuela Las Aradas en los muestreos 1, 3 y 4 predomina *Escherichia coli* y en el segundo se tuvo la presencia de bacterias del género *Enterobacter*.
- ✓ En la escuela Las Canoas en los cuatro muestreos predominó *Escherichia coli*.
- ✓ En la escuela El Bejuco en los cuatro muestreos predominó *Enterobacter*.
- ✓ En la escuela Paz Fuentes en los muestreos 1, 2 y 4 se detectaron *Enterobacter* y en el tercero *Escherichia coli*.
- ✓ En la escuela Tránsito Cienfuegos en el muestreo 1 y 4 predominó *Enterobacter*, en el muestreo 2 no hubo presencia de bacterias y en el muestreo 3 hubo predominancia de *Escherichia coli*.
- ✓ En la escuela Santa Leonor y José Bernal, en los cuatro muestreos no se detectó presencia de bacterias coliformes.

✓ Y en la escuela Teodoro moreno en el muestreo 1 predominó *Enterobacter* y en los muestreos 2, 3 y 4 hubo predominancia de *Escherichia coli*.

CUADRO 1: Origen de Agua para Consumo de Escuelas Saludables.

ESCUELAS	ORIGEN
1.ERM Las Aradas	Lago de Coatepeque (PLANSABAR)
2.ERM Las Canoas	Aguas lluvia y de ANDA
3.ERMU El Bejuco	Lago de Coatepeque (PLANSABAR)
4.ERMU Rafael Paz Fuentes	Vertiente Río Chigüillo (ANDA)
5.ERMU Tránsito Cienfuegos	Pozo Sihuacoop (ANDA)
6.ERMU Colonia Santa Leonor	Pozo El Molino (ANDA)
7.ERMU Teodoro Moreno	Pozo Sihuacoop (ANDA)
8.ERMU José Bernal	Pozo El Molino (ANDA)



CUADRO 2: Condiciones de Lugares de Captación y Almacenamiento.

ESCUELAS	TIPO DE DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO	CONDICIÓN DEL DEPOSITO
ERM Las Aradas	Tanque de Ladrillo y Cemento y Barillas de Metal.	MALA
ERM Las Canoas	Cisterna	MALA
ERMU El Bejuco	Tanque de Ladrillo y Cemento	MALA
ERMU Rafael Paz Fuentes	Tanque de ladrillo, cemento y barillas de metal.	MALO
ERMU Tránsito Cienfuegos	Tanque de Fibra de Vidrio	BUENO
ERMU Col. Sta. Leonor	Tanque de Plástico	BUENO
ERMU Teodoro Moreno	Pila de Ladrillo y Cemento	MALA
ERMU José Bernal	No Posee Depósito	

CUADRO 3: Resultados Obtenidos en el Primer Muestreo para la Prueba Presuntiva el 1 de Septiembre de 1998.

LUGAR	PRESENCIA DE GAS
1.ERM Las Aradas	+
2.ERM Las Canoas	+
3.ERMU El Bejuco	+
4.ERMU Rafael Paz Fuentes	+
5.ERMU Tránsito Cienfuegos	+
6.ERMU Colonia Santa Leonor	-
7.ERMU Teodoro Moreno	+
8.ERMU José Bernal	-

Simbología: += Prueba Positiva - = Prueba Negativa.

CUADRO 4: Resultados Obtenidos en el Primer Muestreo para la prueba Confirmada.

ESCUELAS	ORGANISMO	OBSERVACIONES
1.ERM Las Aradas	E. coli	Colonia verde brillo metálico
2.ERM Las Canoas	E. coli	Colonia verde brillo metálico
3.ERMU El Bejuco	Enterobacter	Colonia rosada
4. ERMU Rafael Paz Fuentes	Enterobacter	Colonia rosada
5. ERMU Tránsito Cienfuegos	Enterobacter	Colonia rosada
6. ERMU Teodoro Moreno	Enterobacter	Colonia rosada

CUADRO 5: Resultados Obtenidos en el Primer Muestreo para la Prueba Completada.

ESCUELAS	Presencia de gas en caldo Lactosado	Organismo Observado
ERM Las Aradas	+	Se confirmó E. coli
ERM Las Canoas	+	Se confirmó E. coli

CUADRO 6: Resultados Obtenidos en el Segundo Muestreo para la Prueba Presuntiva el 16 de Septiembre de 1998.

LUGAR	PRESENCIA DE GAS
1. ERM Las Aradas	+
2. ERM Las Canoas	+
3. ERM El Bejuco	+
4. ERMU Rafael Paz Fuentes	+
5. ERMU Transito Cienfuegos	-
6. ERMU Colonia Santa Leonor	-
7. ERMU Teodoro Moreno	+
8- ERMU José Bernal	-



Simbología + = Prueba positiva - = Prueba Negativa.

CUADRO 7: Resultados Obtenidos en el Segundo Muestreo para la Prueba Confirmada.

ESCUELAS	ORGANISMO	OBSERVACIONES
1.ERM Las Aradas	Enterobacter	Colonia rosada
2.ERM Las Canoas	E. coli	Colonia verde brillo metálico
3.ERMU El Bejuco	Enterobacter	Colonia rosada
4. ERMU Rafael Paz Fuentes	Enterobacter	Colonia rosada
5. ERMU Teodoro Moreno	E. coli	Colonia verde brillo metálico

CUADRO 8: Resultados en el Segundo Muestreo para la Prueba Completada.

ESCUELAS	Presencia de gas en caldo Lactosado.	Organismo Observado
ERMU Teodoro Moreno	+	Se Confirmó
ERM Las Canoas	+	E. coli

CUADRO 9: Resultados obtenidos en el Tercer Muestreo para la Prueba Presuntiva el 5 de Octubre.

LUGAR	PRESENCIA DE GAS
1. ERM Las Aradas	+
2. ERM Las Canoas	+
3. ERMU El Bejuco	+
4. ERMU Rafael Paz Fuentes	+
5. ERMU Transito Cienfuegos	+
6. ERMU Colonia Santa Leonor	-
7. ERMU Teodoro Moreno	+
8. ERMU José Bernal	-

Simbología: + = prueba positiva    - = prueba negativa.



CUADRO 10: Resultados en el Tercer Muestreo para la Prueba Confirmada.

ESCUELAS	ORGANISMO	OBSERVACIONES
1.ERM Las Aradas	E. coli	Colonia verde brillo metálico
2.ERM Las Canoas	E. coli	Colonia verde brillo metálico
3.ERMU El Bejuco	Enterobacter	Colonia rosada
4.ERMU Rafael Paz Fuentes	E. coli	Colonia verde brillo metálico
5.ERMU Transito Cienfuegos	E. coli	Colonia verde brillo metálico
6.ERMU Teodoro Moreno	E. coli	Colonia verde brillo metálico

CUADRO 11: Resultados Obtenidos en el Tercer Muestreo para la Prueba Completada.

ESCUELAS	Caldo Lactosado	Organismos Observados
1.ERM Las Aradas	+	Se confirmo E. coli
2.ERM Las Canoas	+	Se confirmo E. coli
3.ERMU Rafael Paz Fuentes	+	Se confirmo E. coli
4.ERMU Tránsito Cienfuegos	+	Se confirmo E. coli
5.ERMU Teodoro Moreno	+	Se confirmo E. coli

CUADRO 12: Resultados Obtenidos en el Cuarto Muestreo para la Prueba Presuntiva el 20 de octubre.

LUGAR	PRESENCIA DE GAS
1.ERM Las Canoas	+
2.ERM Las Canoas	+
3.ERMU El Bejuco	+
4.ERMU Rafael Paz Fuentes	+
5.ERMU Tránsito Cienfuegos	-
6.ERMU Santa Leonor	+
7.ERMU Teodoro Moreno	+
8.ERMU José Bernal	-

CUADRO 13: Resultados Obtenidos en el Cuarto Muestreo para la Prueba Confirmada.

ESCUELAS	ORGANISMO	OBSERVACIONES
1- ERM Las Aradas	E. coli	Colonia verde brillo metálico
2- ERM Las Canoas	E. coli	Colonia verde brillo metálico
3- ERMU El Bejuco	Enterobacter	Colonia rosada
4. ERMU Rafael Paz Fuentes	Enterobacter	Colonia rosada
5. ERMU Transito Cienfuegos	Enterobacter	Colonia rosada
6. ERMU Teodoro Moreno	E. coli	Colonia verde brillo metálico

CUADRO 14: Resultados en el Cuarto Muestreo para la Prueba Completada.

ESCUELAS	Presencia de Gas	Organismo Observado
ERM Las Aradas	+	Se Confirmó E. coli
ERM Las Canoas	+	Se Confirmó E. coli
ERMU Teodoro Moreno	+	Se Confirmó E. coli





CUADRO 15: Resultados obtenidos en los cuatro muestreos en el que se presentan las escuelas del distrito educativo 02-02 de Santa Ana.

Muestreros	Fecha	P. Presuntiva		P r u e b a Confirmada	P. Completa		Bacteria	Color Característico
		24 h%	48 h%		C. Lactosado	TSA		
1	01/09/98	1	20	40	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		2	20	40	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		3	5	10	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		4	5	8	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		5	5	7	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		6	5	0	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		7	5	10	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		8	0	0	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
2	16/09/98	1	5	8	-	-	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		2	15	25	+	+	Enterobacteria	Colonia rosada
		3	3	5	-	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		4	3	5	-	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		5	0	0	+	+	Enterobacteria	Colonia rosada
		6	0	0	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		7	10	20	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		8	0	0	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
3	05/10/98	1	10	30	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		2	10	15	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		3	3	5	-	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		4	10	25	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		5	10	20	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		6	0	0	-	-	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		7	15	25	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		8	0	0	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
4	20/20/98	1	10	25	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		2	20	25	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		3	8	12	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		4	5	8	+	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		5	5	0	-	-	Enterobacteria	Colonia rosada
		6	0	0	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		7	5	10	+	+	<i>E. coli</i>	Verde brillo metálico
		8	10	15	-	-	Enterobacteria	Colonia rosada

Simbología: % Porcentaje de Gas Atrapado en los tubos de Durham

## DISCUSIÓN.

En este estudio se evaluaron las aguas de consumo de las Escuelas Saludables del Distrito Educativo 02-02 de Santa Ana para verificar si el agua que consumen los escolares de dichas escuelas, es apta para ser ingerida, pudiéndose determinar que las Escuelas Las Canoas, Rafael Paz Fuentes, Tránsito Cienfuegos, Colonia Santa Leonor, Teodoro Moreno y José Bernal consumen agua proporcionada por ANDA, lo que nos hace suponer que por ser considerada como potable está libre de contaminación bacteriana, pero el análisis realizado en los cuatro muestreos demuestran lo contrario (ver cuadro 15), siendo así que solo las Escuelas Santa Leonor y José Bernal consumen agua segura, libre de contaminación de bacterias fecales.

Las escuelas Las Aradas y El Bejuco su fuente de origen es el Lago e Coatepeque por un proyecto impulsado por ASAPROSAR<sup>9</sup> llamado PLANSABAR<sup>10</sup>, en las encuestas los directores coinciden que el agua ya viene contaminada por producir olor a gasolina; por lo que aclaran que el agua es

---

<sup>9</sup> ASAPROSAR: Asociación Salvadoreña Pro-Salud Rural.

<sup>10</sup> PLANSABAR: Proyecto de Agua Potable en la Zona Rural.



aceitosa, además no están en condiciones para brindarle tratamiento.

Las escuelas Las Canoas, además de consumo de agua de ANDA consumen agua lluvia que cae en la época lluviosa.

Es importante mencionar que para iniciar este estudio fue necesario investigar si el agua lluvia está exenta de bacterias, denotándose así que solo en los primeros minutos de lluvia el agua está contaminada porque se está limpiando la atmósfera pero en el transcurso de la tormenta sobrevive la flora autóctona (coincidiendo así con Carpenter, 1977; Guinea, 1979).

Al evaluar las características externas de los utensilios recolectores se clasifican las escuelas Las Aradas, Las Canoas, El Bejuco, Rafael Paz Fuentes y Teodoro Moreno con depósitos en malas condiciones; lo que era de suponer que el agua estaba contaminada, mientras que la Escuela Tránsito Cienfuegos el depósito de almacenamiento estaba en buenas condiciones.

Pero en el muestreo 1, 3 y 4 aparecen con bacterias y en el muestreo 2 cuando se tomó la muestra el agua estaba cayendo de color blanco característico del cloro, siendo

así que la pureza del agua no se puede asegurar con solo observar el depósito de almacenamiento; ya que podría ser que el agua se contamine en el recorrido que hace desde el lugar de bombeo a través de las cañerías obsoletas y agrietadas. (ANDA en el Diario de Hoy, 1997).

Respecto a lo biológico los resultados obtenidos en las pruebas presuntivas de los cuatro muestreos realizados solamente las Escuelas Santa Leonor y José Bernal están libres de contaminación bacteriana, no se descarta la posible contaminación con otros agentes, siendo así que los resultados coinciden con la OMS (1977) en la cual se establece que el agua es apta para el consumo humano si está libre de coliformes.

En cuanto a las escuelas Las Aradas, Las Canoas, El Bejuco, Paz Fuentes, Tránsito Cienfuegos y Teodoro Moreno presentaron una prueba positiva; es decir, que hubo presencia de gas tal como se muestra en los cuadros 3, 6, 9 y 12 por lo que se hizo necesario a estas escuelas realizarles la prueba confirmada; para así determinar la presencia de colonias verde brillo metálico característico de *E. coli* según el manual de la MERCK (1993), siendo así



que en los cuadros 4, 7, 10 y 13 las escuelas Las Aradas, Las Canoas, Rafael Paz Fuentes, Tránsito Cienfuegos y Teodoro Moreno presentaron colonias de este tipo consideradas como coliformes que se utilizan con frecuencia como índice de posible contaminación fecal del agua, de la sangre y de otros materiales de importancia sanitaria como lo reporta la OMS (1977), siendo así que no se puede considerar el agua de estas escuelas apta para el consumo de la población educativa; ya que al ingerirla podría ocasionar enfermedades gastrointestinales y vías urinarias; ya que al realizarles la prueba completada a éstas colonias sospechosas de contaminación fecal se identificaron las especies de *E. coli* a las cuales se les aplicaron las pruebas adicionales finalizando así con la tinción de Gram para verificar la forma de la *E. coli*, siendo estas en forma de bastón que se tiñe de rosado.

En lo referente a la escuela El Bejuco en la prueba confirmada durante los cuatros muestreos solamente presentaron colonias de color rosado pardo grisáceo si reflejo a luz; lo cual coincide con lo reportado por MERCK (1993); lo que indica la existencia de bacterias

saprofiticas del suelo del género **Enterobacter** que daño ocasiona a la salud humana.

Todos los resultados nos hacen suponer que las escuelas Las Aradas, Las Canoas, El Bejuco, Tránsito Cienfuegos, Paz Fuentes y Teodoro Moreno las aguas no son aptas para el consumo. Debido a que se encontraron ocasiona que se usan como indicador por heces fecales de animales de sangre caliente y humano (ver cuadro 15).



### CONCLUSIONES.

Sobre la base de los resultados obtenidos se concluye que:

A-El agua de la mayoría de escuelas saludables del distrito 02-02 del municipio de Santa Ana está contaminada con bacterias coliformes, siendo sus aguas no aptas para consumo humano.

B- Las escuelas saludables Santa Leonor y José Bernal se presentaron libres de bacterias coliformes, siendo sus aguas aptas para el consumo humano.

C- El agua de las escuelas Las Aradas, Las Canoas, Paz Fuentes, Tránsito Cienfuegos y Teodoro Moreno se encontraron contaminadas con la bacteria ***E. coli*** y el agua de la escuela El Bejuco está contaminada con bacterias saprofitas del suelo del género ***Enterobacter***, siendo esta agua no apta para el consumo humano.

D- El sistema de almacenamiento de agua de las escuelas saludables del Distrito Educativo 02-02 no es sanitariamente adecuado para almacenar agua con fines de consumo humano.



### RECOMENDACIONES.

De acuerdo al estudio realizado se recomienda que:

- a) El personal docente de cada institución del distrito educativo 02-02 tenga mayor vigilancia de los depósitos de almacenamiento; para poder así aplicar tratamientos.
- b) Que los directores de las escuelas saludables del distrito 02-02 lleven muestras del agua que consumen al laboratorio del MSPAS o al de ANDA para que le realicen un análisis bacteriológico cada mes.
- c) El MINED y MSPAS, tengan mayor participación vigilando el agua que se consume en las escuelas, realizando monitoreo constantemente.
- d) Que lleven a cabo este tipo de estudios en otros distritos donde haya escuelas saludables, estos los podrían realizar estudiantes de Biología.
- e) Que se realice un estudio de las condiciones de las tuberías que llegan a las escuelas saludables.

**BIBLIOGRAFÍA.**

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS.

1987, Manual de Práctica y Vigilancia de las Operaciones, Diseño y Tratamiento de las Plantas de Bombeo de Agua de Consumo Domestico, San Salvador, El Salvador 105 pp.

\_\_\_\_\_ 1977, Manual de HACH, Análisis de Agua.

\_\_\_\_\_ 1994 McCallion John & Kemmer Nalco, Manual de Agua, su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones, Tomo II 500 pp.

1994 Tchobanoglous, George, Catedrático de ingeniería Ambiental, Redes de Almacenamiento y Bombeo, 257 pp.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ANA, 1988, Mapa de Ubicación del Cantón Primavera y Las Aradas.

American Public Health Association, 1963, Métodos Standar para el Examen de Aguas de Desechos, 11ª Edición.

Editorial Interamericana, México D.F. 609 pp.

\_\_\_\_\_ 1975, Métodos Standar para el Examen de Aguas y Aguas de Desecho, 13ª Edición. Editorial Interamericana, México D.F. 603 pp.

\_\_\_\_\_ 1989 Métodos Standar para la Calidad del Agua y Aguas de Desecho 17ª Edición, Editorial Boar, 1931 pp.

Arrijoa Juárez, R. 1990. Fundamentos de Control de la Calidad del Agua 3ª Edición, Editorial LIMUSA, 239 pp.

Barraza, J.E. & M. Vázquez, 1988. Diagnóstico en Algunas Comunidades Marginales del Área de San Salvador. Dpto. de Biología, Facultad de CC. y HH, Universidad de Salvador (tesis de licenciatura) 80 pp.

Bonilla, G., 1995. Como Hacer una Tesis de Graduación con Técnicas Estadísticas, 2ª Ed. UCA Editores, San Salvador, El Salvador, C.A. 342 pp.

Branco, S. 1984, Estudio de la Polución de las Aguas Continentales. Secretaria de la Organización de los Estados Americanos. Washington D.F 120 pp.



Brock, T.D. & P.W. Smith 1987, Microbiología, 4<sup>o</sup> Edición  
Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México D.F. 906  
pp.

Capre, 1993, Normas de Calidad de Agua para Consumo Humano,  
San José Costa Rica, 23 pp.

Carpenter, P.L. 1977, Microbiología, 2<sup>a</sup> Edición, Editorial  
Interamericana S.A. México 421 pp.

COMITÉ PARA LA DEFENSA DEL CONSUMIDOR, 1998, San Salvador,  
pág. Volante.

Contreras, M.E. 1978, Análisis Microbiológico y Físico de  
Agua Potable en el Área de San Salvador. Departamento  
de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades,  
Universidad de El Salvador (tesis de licenciatura), 74  
pp.

Frobisher, M & r. Fuerst. 1976 Microbiología 13<sup>a</sup> Edición,  
Editorial Interamericana México 554 pp.

Gebharnt, R.P. 1972 Microbiología, 4<sup>o</sup> Edición, Nueva  
Editorial Interamericana, México D.F. 380 pp.

Guinea, J. 1979, Análisis Bacteriológico de Aguas, Aspectos Aplicados, Editorial OMEGA S.A., Barcelona.

El Diario de Hoy 1997, Medio Ambiente, octubre 26.

La Prensa Gráfica 1995, Marzo 21 Dutriz Editores.

\_\_\_\_\_ 1997, Enfoques, agosto 26, Dutriz Editores.

\_\_\_\_\_ 1998, Enfoques, noviembre 1º, Dutriz Editores.

MERCK 1993, Manual de Laboratorio Darmstadt, Alemania, 33 pp.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 1989, Escuela de Capacitación Sanitaria, Control de Agua, El Salvador, 28 pp.

\_\_\_\_\_ 1996, Vigilancia de la Calidad del Agua Potable. Sección de Saneamiento Básico. 28 pp.

Mc Junkn, F.E. 1986, Agua y Salud Humana, Editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F. 231 pp.

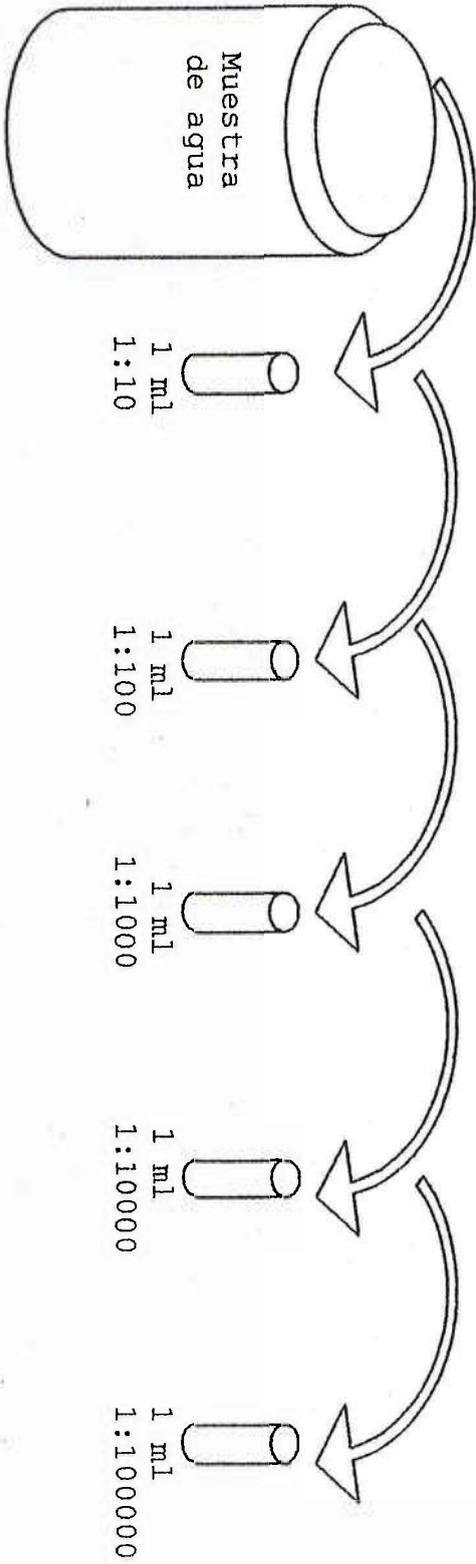
ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 1976. Conferencia Técnica de la F.A.O., Roma Italia, 10 pp.

- ORGANIZACIÓN MUNDIAL PARA LA SALUD. 1965 Equipo de Consultaría sobre Doencas Diarréicas de OMS en cooperación con Ministerio de Salud de, Venezuela, 40 pp.
- \_\_\_\_\_ 1985, Análisis a las Aguas de Fuentes Superficiales, vol. I 150 pp.
- \_\_\_\_\_ 1993 Vigilancia de Calidad del Agua Potable, Monografía N° 63 Ginebra. 145 pp.
- \_\_\_\_\_ 1993, Vigilancia de Calidad del Agua potable, Ginebra 120 pp.
- Pelczar, M.J., R.D. Roger & T. Chan. 1982. Microbiología, 4ª Edición, Editoriall Mc Graw Hill, S.A. de C.V. México 326 pp.
- Repetto, 1991, Apuntes sobre las Aguas Negras, departamento de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, República de El Salvador.
- Sheppard Powell, 1986, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), Editorial Limusa Wilwy S.A. México pag 631.

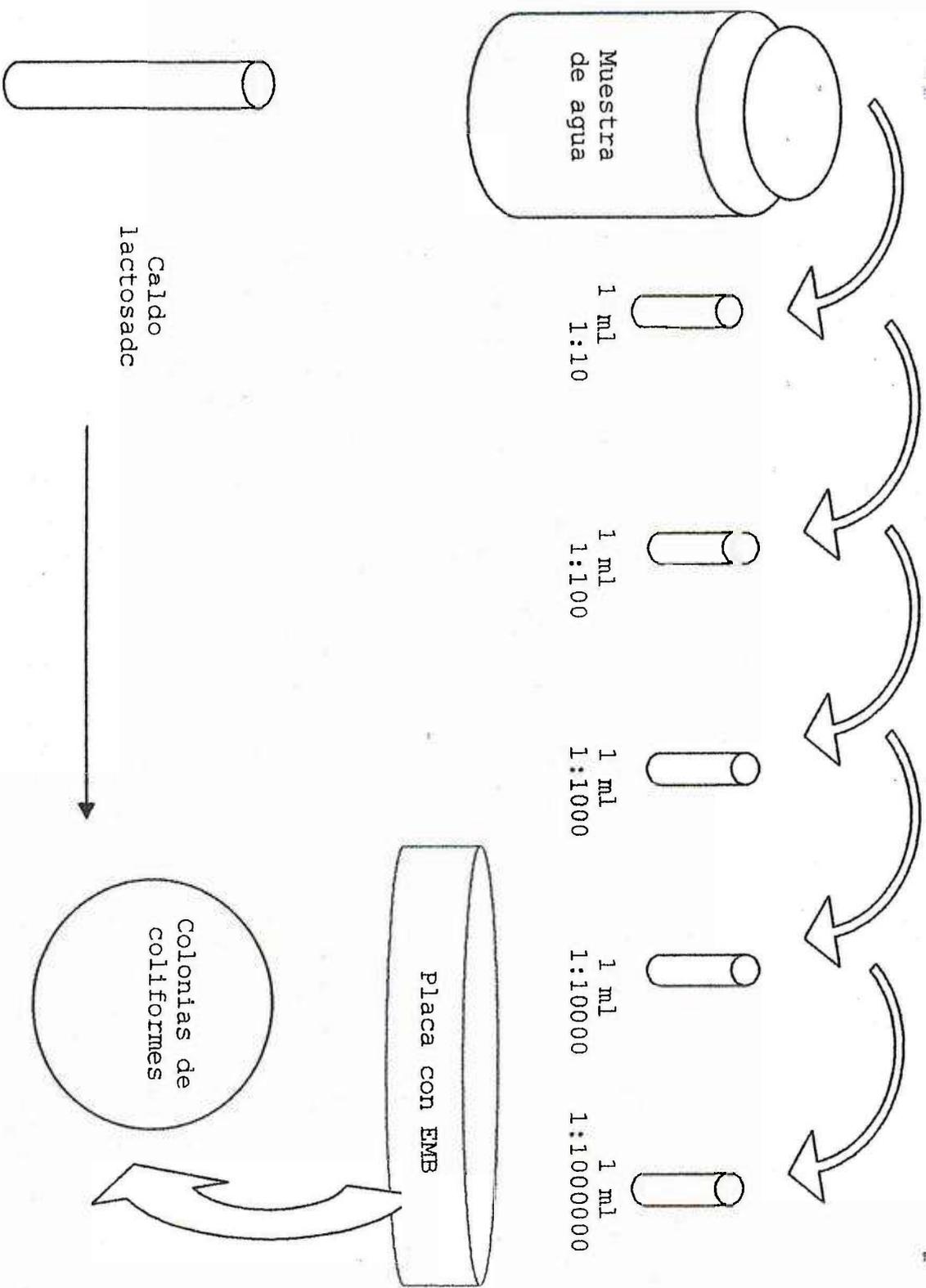
Sherman N. & Capuchino J. 1986 Microbiolya Laboratory  
Manual. The Benjamin/Cummins, Publishing Company Inc.  
New York, 458 pp.



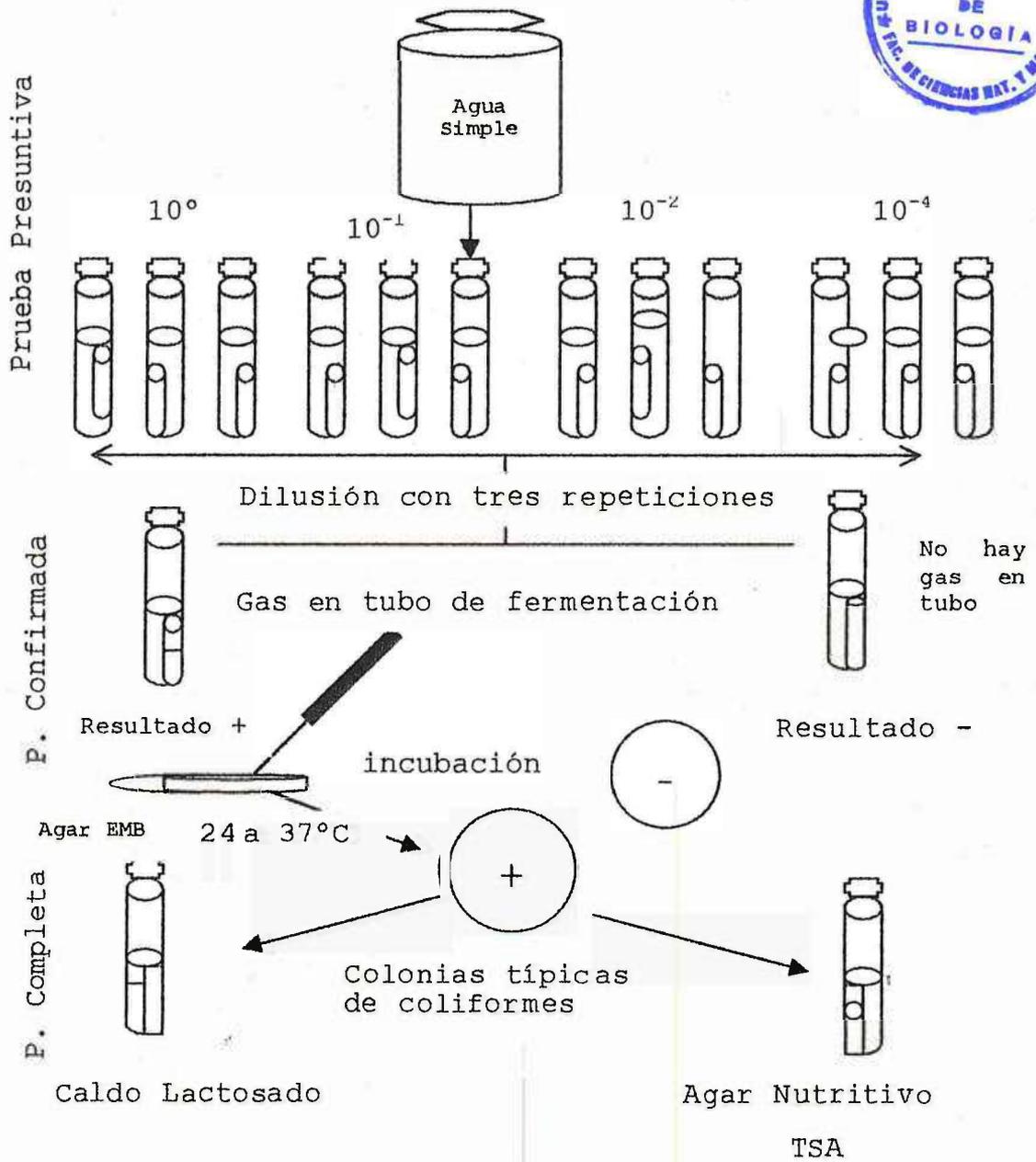
# ANEXOS



ANEXO 1: Esquema para la dilución de la muestra de agua tomado de Carpenter 1997.



ANEXO 2: Esquema para la dilución de la muestra de agua, tomado de Carpenter 1997



ANEXO 3: Método Stándar para el análisis bacteriológico  
Tomado de Benjamin/Cummis

ANEXO 4: Cuestionario aplicado a los directores de las escuelas saludable

Escuela: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

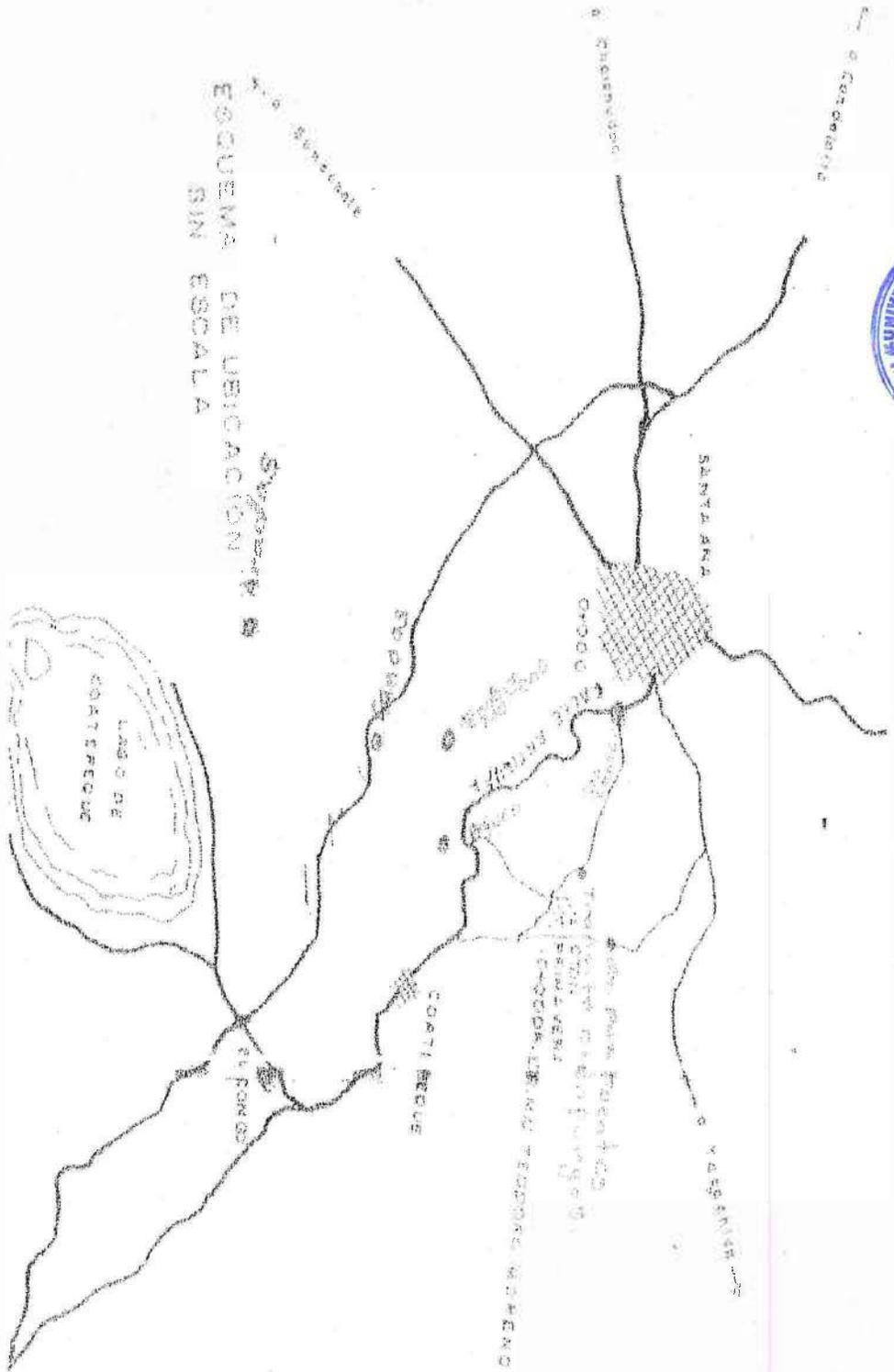
Municipio: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Distrito Educativo: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuál es el origen de la fuente de agua utilizada para el consumo?
2. Si no es proporcionada por ANDA ¿Le aplica tratamiento químico?  
Si, Explique:  
  
No, Explique:
3. ¿En qué condiciones se encuentra la estructura del pozo o utensilio recolector de agua?
4. ¿Qué tipo de tratamiento que le proporciona al utensilio recolector de agua o pozo?
5. ¿Cuánto tiempo permanece almacenada el agua en los utensilios recolectores?
6. ¿Han ocurrido casos de enfermedades gastrointestinales en la comunidad escolar?  
  
Si han ocurrido, ¿En qué meses es más frecuente?
7. Describa la ubicación y condición sanitaria de su utensilio recolector en el tiempo que ha desarrollado el Programa de Escuela Saludable.





ESQUEMA DE UBICACION SIN ESCALA

ANEXO 5: Mapa donde se ubican las escuelas muestreadas.

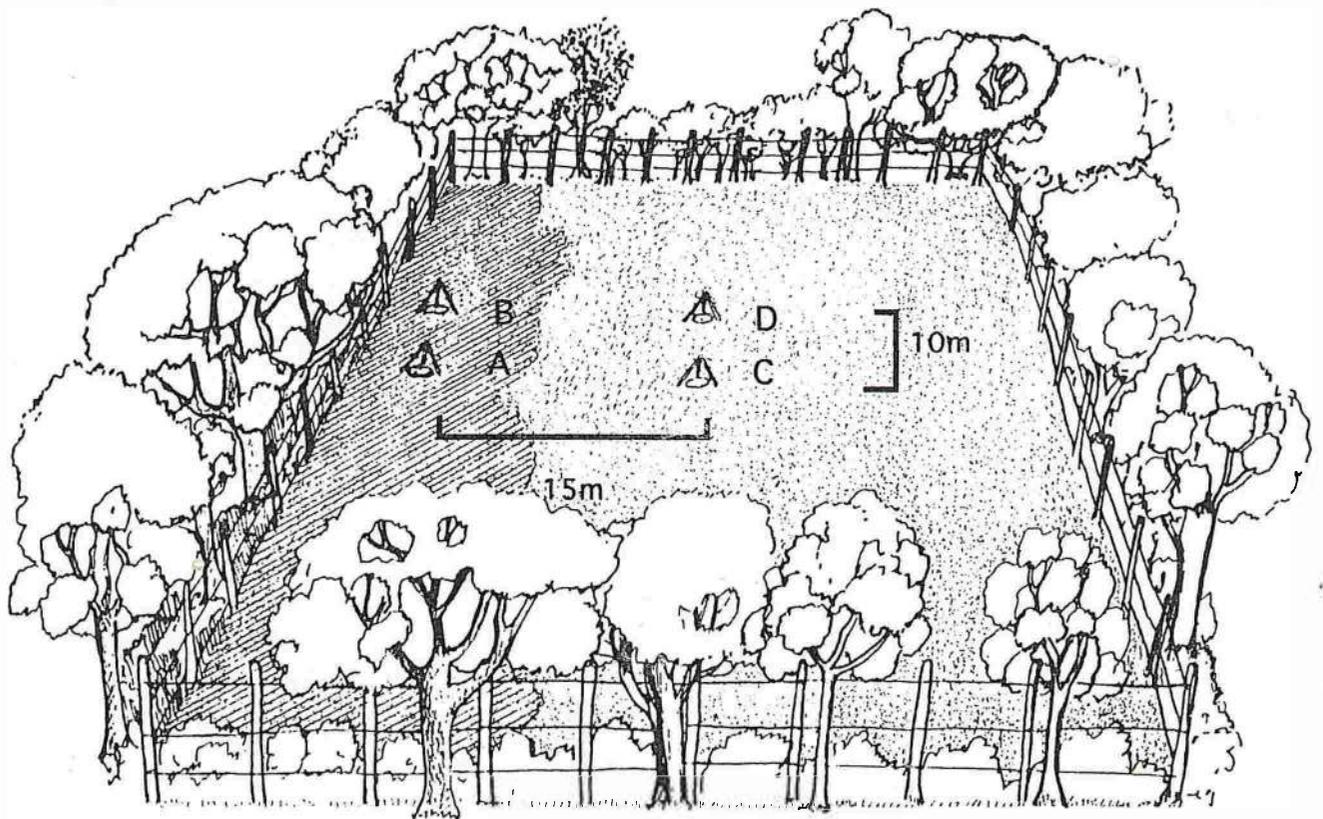


FIG. 14: Unidad de Muestreo indicando la ubicación de trampas de caída para evaluar el uso de habitat por parte de especies paracópidas. Se colocaron trampas en A) sitios sombreados con cebo de estiércol de vaca, B) sitios sombreados con estiércol de caballo, C) campo abierto con estiércol de caballo y D) campo abierto con estiércol de vaca. Se replicó la unidad 5 veces en junio y julio y 10 veces en septiembre de 1996 (dibujo René Rivera).