

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN León**

**Facultad de Ciencias Médicas
Escuela de Bioanálisis Clínico**



Para optar al título de Licenciatura en Bioanálisis Clínico

Tema:

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Elaborado por:

*Elieth Izayana Galeano Martínez.
Yerling Noel López Tercero.*

Tutora:

*Lic. Rosa Emelina Alonso
Docente UNAN León*

León, 29 Agosto 2012.

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Ahuapa, Abril - Mayo del 2012.*

Agradecimiento

Dios nuestro Padre celestial, el señor dador de la vida, al todopoderoso que es inmenso en amor y misericordia y que nos ha sostenido en esta ardua tarea que ha sido nuestra preparación académica.

A Lic. Rosa Emelina Alonso por su incansable esmero y dedicación con nosotros por ser un maestro ejemplar que nos inspira a ser mejores personas y mejores investigadores.

A Lic. Eugenia Rosalía Martínez Alvares y Lic. Eleanor Valladares Alonso, quienes brindaron su colaboración para el desarrollo de todas las actividades y procesamiento de las muestras.

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

Dedicatoria

Dios nuestro Padre celestial. Por habernos regalado la vida y todas las cosas maravillosas que nos da con su amor.

Nuestros padres, Que con su esfuerzo, ejemplo y amor nos dan ese impulso para alcanzar nuestras metas.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Resumen

El agua es el medio ambiente líquido universal para la materia viva es por consiguiente propensa a contaminarse por organismos incluyendo los que producen enfermedades en el ser humano; las fuentes de agua resultan contaminada por aguas fluviales o por evacuaciones de excretas de personas, animales y basura, por tanto la ingestión de aguas contaminadas por coliformes puede originar muchos problemas de salud. Se realizaron análisis microbiológicos 60 fuentes de agua del municipio de Achuapa- León por el método de filtración de membrana de las cuales 60% presentaron coliformes fecales; todas las muestras positivas se re-aislaron en medios de cultivos TSA y se incubaron por 24 h y todos los cultivos con crecimiento bacteriano se montaron en pruebas bioquímicas TSI, LIA, las cuales se incubaron durante 24 h y dependiendo de los resultados se realizaron las pruebas bioquímicas complementarias para identificar el tipo de coliforme fecal; los aislados más frecuentes fueron *E. coli* con 28.30%, *Klebsiella pneumoniae* 10%, *E. sakazakii* 10%, *E. cloacae* 8.30%. En cuanto a los factores asociados a la contaminación de las fuentes de agua encontramos que el 88.4% presentaron basura alrededor, charcas y presencia de bebederos para ganado; de las 36 muestras positivas 32 tenían más de un año de no haberse tratado lo que equivale a un 88.8%.

Se recomienda que se unan esfuerzos tanto la comunidad como las autoridades competentes para mejorar las condiciones higiénicas sanitarias de las fuentes de agua analizadas y evitar enfermedades diarreicas y gastrointestinales en las familias de este sector.

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

INDICE

	Pág.
I Introducción.....	2
II Conclusión.....	3
III Justificación.....	4
IV Planteamiento del problema	5
V Objetivos.....	6
VI Marco teórico.....	7
VII Material y método.....	21
VIII Operacionalizacion de variables.....	23
IX Resultados.....	24
X Discusión.....	29
XI Conclusión.....	33
XII Recomendaciones.....	34
XIII Bibliografía.....	35
XIV Anexos.....	39

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

I. Introducción

El agua es el medio ambiente líquido universal para la materia viva y es por consiguiente propensa a la contaminación por organismos incluyendo los que producen enfermedades en el ser humano; es un recurso natural fundamental para el desarrollo y bienestar de la población desde el punto de vista de salud, la población debe recibir agua en condición potable para su consumo por la importancia que ejerce como vehículo transmisor de enfermedades; tradicionalmente, los mayores riesgos para la salud pública asociados al consumo de agua han sido de tipo microbiológico.^{1,2}

Las enfermedades gastrointestinales relacionadas con el consumo de agua hace mucho tiempo que es conocido, la principal causa de enfermedades en humanos, es de origen entérico tales como bacteriana, virales y parasitarias. La contaminación por heces humanas o animales, constituyen un mayor peligro, no sólo directamente en el agua de bebida, sino también a través de la preparación de alimentos.³ El agua de pozo esta propensa a microorganismos infecciosos o resultar contaminada por aguas fluviales o por evacuaciones de excretas de personas, animales y basura, por tanto la ingestión de aguas contaminadas por coliformes puede originar enfermedades.³

El grupo coliformes está formado por los géneros *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Escherichia coli* (*E. coli*). Esta última es un patógeno entérico muy importante, adquiere factores de virulencia que pueden ocasionar gastroenteritis por diferentes mecanismos, tales como la producción de enterotoxinas que ocasionan indirectamente pérdida de líquido y la invasión y adhesión del epitelio de la pared intestinal, que causa inflamación y pérdida de líquidos.⁴

El agua destinada para el consumo humano, debe estar libre de bacterias indicadoras de contaminación por excretas. Para asegurarse que un sistema de abastecimiento de agua potable satisface las normas de calidad bacteriológica, es importante que se tomen muestras con la frecuencia y se examinen con la misma regularidad, a fin de tener la seguridad de que la población está consumiendo agua sanitariamente segura.³

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

II. Antecedentes

El Índice de coliformes fecales en muestras de agua fue estudiada en León en 1978 por Blanco J. M. quien encontró que el 100% de las muestras de agua contenían 2 o más bacterias presentándose la *E. coli* con el mayor porcentaje.⁵

En el 2006 se realizó un estudio por López C. y Martínez D. sobre parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua potable de Telpaneca, Madriz, Nicaragua donde se encontró que de los seis puntos de muestreo, tres de ellos (pila 2, zona No1 y zona No3), mostraron presencia de Coliformes fecales.⁶

En León, González O. y colaboradores en el 2007 realizaron un estudio sobre el Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio. De las 69 muestras de los pozos analizadas un 95.7% (63) no son aptos para su consumo solamente un 4.3% (6) se podrían considerar como fuentes aptas para el consumo humano.³

Según un estudio realizado en el 2008 por Guevara Villavicencio y colaboradores sobre la Calidad del agua de consumo en las comunidades rurales del occidente de Nicaragua se encontró que el 97.1% de las muestras analizadas no cumplen los parámetros establecidos por el ministerio de salud, para consumo humano. La contaminación predominante es la microbiana (97.1% de las muestras están contaminadas, según el análisis microbiológico).⁷

En este mismo estudio se encontró que las principales fuentes de contaminación es el que los pozos se localizan junto a pilas, baños y lavaderos presentando un 95.2 % y en segundo lugar con un 63.1% el ganado llega a tomar agua a la pila próxima al pozo.⁷

En un estudio realizado en Jinotega y Matagalpa por Lira I. Matamoros A. y colaboradores para Detección de bacterias productoras de H₂S para medir la calidad de agua potable; con la medición de las coliformes fecales por el método de filtración de membrana en el campo se encontró que el 47% de las muestra estaba positiva con coliformes fecales.⁸

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

III. Justificación

Achuapa es un municipio del Departamento de León, ubicado en la parte norte y cuenta con una población de 14,748 habitantes. Presenta un acceso difícil para cubrir todas las necesidades de abastecimiento de agua potable a la población, por lo que se abastecen de agua para consumo de diferentes fuentes: pozos distribuidos por tuberías para un área reducida del casco central del municipio y muchas comunidades alejadas del casco central del municipio utilizan pozos y ojos de agua que no son cubiertas por la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

El suministro de agua requiere cantidad y calidad suficiente para satisfacer las necesidades del ser humano, de higiene y de uso doméstico. De todas las fuentes de agua utilizadas en Achuapa a las únicas que se les realiza control bacteriológico es al agua distribuida por ENACAL.

Por tales razones se decide realizar esta investigación con el propósito de conocer la prevalencia de coliformes fecales del agua de consumo y los resultados sirvan para brindar información a las autoridades competentes para que ellos traten de ejecutar proyectos que mejoren la calidad del agua y disminuir la morbilidad por diarrea u otras enfermedades gastrointestinales en las que el agua es una fuente de infección.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

IV. Planteamiento del Problema

El agua de consumo humano es vigilada por muestreo bacteriológico periódico de diferentes puntos de la red de abastecimiento, pero en el Municipio de Achuapa sólo el agua suministrada por la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) es monitoreada y la población que no tiene acceso a esta red toma agua de diferentes fuentes de agua, es por esta razón que nos preguntamos:

¿Cuál es la presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de los pobladores del Municipio de Achuapa?

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de los pobladores del Municipio de Achuapa en el período comprendido Abril a Mayo 2012.

Objetivo Específico

1. Determinar la presencia de coliformes fecales en fuentes de agua de consumo.
2. Identificar los tipos de coliformes fecales presentes en las muestras de agua analizadas.
3. Asociar la presencia de coliformes fecales con las condiciones higiénico-sanitarias de las fuentes de abastecimiento de agua.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

VI. Marco Teórico

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales e indispensables para el desarrollo de la vida. Sin embargo puede llegar a contaminarse por las actividades humanas, perdiendo su utilidad para el consumo.⁹

La calidad microbiológica del agua tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas por ser el vehículo de transmisión de muchos microorganismos de orígenes gastrointestinales que pueden ser patógenos para el hombre.¹⁰

El agua de ríos, lagos, estanques, arroyos y pozos no tratada es más propensa a contener microorganismos infecciosos, como resultado de contaminación por las aguas pluviales procedentes de carreteras, granjas, así como de evacuación de excretas, basureros y excrementos de animales lo que facilita la ingestión de dichos agentes, pudiendo causar enfermedades.¹⁰

En relación a los problemas de salud en los países en desarrollo, aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones tienen por causa el consumo de agua contaminada. Además una décima parte del tiempo productivo de cada persona se ve afectadas por las enfermedades relacionadas con el agua.¹¹

Sin embargo el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua es simple y depende de otros factores tales como la dosis infecciosa y la susceptibilidad del huésped.¹¹

Por lo tanto el mejoramiento de la calidad y la disponibilidad de agua, así como la disposición sanitaria de excretas y la aplicación de adecuadas reglas de higiene, son factores importantes en la reducción de la morbilidad y la mortalidad relacionada al consumo de agua contaminada.¹¹

El principal riesgo asociado al agua de abastecimientos, principalmente en comunidades pequeñas, es el de las enfermedades infecciosas relacionadas con la contaminación fecal, la diarrea que causa cada año más de seis millones de defunciones en los países en desarrollo. Muchas de los cuales mueren por deshidratación.^{12, 13}

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Por esta razón el análisis microbiológico del agua presenta gran importancia en la evaluación de la calidad higiénica del suministro de agua. Para esto es necesario aislar y enumerar los microorganismos indicadores de la presencia de contaminación fecal.¹³

La calidad microbiológica de las aguas naturales y tratadas es variable. Idealmente, el agua potable no debe contener ningún microorganismo patógeno ni bacterias indicadoras de contaminación fecal. La transmisión de enfermedades a través del agua se da por medio de cuatro mecanismos principales: por ingesta de agua, por contacto con el agua, relacionadas con la higiene y el agua; y por vectores acuáticos.¹³

El agua para consumo humano ha sido definida en las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), como aquella “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”.¹⁴

El agua potable no debe contener Coliformes en muestras de 100 ml por lo que la prueba debe hacerse en muestras sin diluir. Se pueden utilizar pruebas de filtración por membrana, pruebas de número más probable de 5 o 10 tubos o pruebas de presencia/ ausencia. Para agua potable todos estos procedimientos, con la excepción de la prueba de NMP de 5 tubos, están aprobados por USEPA para reportar resultados de agua potable.¹⁵

Las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Esos organismos causan enfermedades que van desde ligeras gastroenteritis hasta enfermedades graves y fatales de carácter epidémico.¹⁴

Bacterias Coliformes.

Coliforme significa *con forma de coli*, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, la *E. coli*, descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860. Von Escherich la bautizó como bacterium coli ("bacteria del intestino", del griego κολων, kolon, "intestino"). Con posterioridad, la microbiología sistemática nombraría el género *Escherichia* en honor a su descubridor.¹⁶

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Las Coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo, los animales y seres humanos. La presencia de bacterias Coliformes en el suministro de agua es un indicio de que puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias Coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.¹⁶

El grupo coliforme es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, sin embargo, las características de sobrevivencia y la capacidad para multiplicarse fuera del intestino también se observan en aguas potables, por lo que el grupo coliforme se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua; conforme mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación reciente.¹⁶

Caracteres bioquímicos

El grupo coliforme suele aplicarse a los miembros de la familia Enterobacteriaceae. Agrupa a todas las bacterias entéricas que se caracterizan por tener las siguientes propiedades bioquímicas:

- a. Ser aeróbicas o anaeróbicas facultativas;
- b. Ser bacilos Gram negativos;
- c. Ser oxidasa negativos
- d. No ser esporógenas;
- e. Fermentar la lactosa a 35 °C en 48 horas, produciendo ácido láctico y gas.

Hábitat:

Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos; aunque también se encuentran distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.¹⁶

Los Coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los Coliformes que se

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo, existen muchos Coliformes de vida libre.¹⁶

Coliformes como indicadores:

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los Coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.¹⁶

Asimismo, su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más Coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.¹⁶

Bacterias que integran el grupo coliformes

1. *Escherichia coli*

Pertenece al reino bacteria, del filo Proteobacteria, clase Gammaproteobacteria, del orden Enterobacterias, genero *Escherichia*; entre sus especies podemos encontrar *E.coli* (*E.freundi*) Forma parte de la familia Enterobacteriaceae a la cual pertenecen otros patógenos importantes como las *Shigellas* y *Salmonellas*. Son bacilos gramnegativos, no esporulados, la mayoría móviles aunque también puede haber variantes no móviles. Crecen en medios de cultivos simples de peptona o extracto de carne sin ningún suplemento, o medios selectivos como el Agar McConkey. Son anaerobios facultativos, fermentan la glucosa con producción de ácido o ácido y gas, son catalasa positiva y oxidasa negativa y reducen los nitratos a nitritos.¹⁵

La *E. coli* forma parte de la flora intestinal normal de humanos y animales y también se pueden encontrar en el medio ambiente. Es un patógeno entérico importante especialmente en países en desarrollo y ocupa el primer lugar entre los patógenos nosocomiales.¹⁵

Algunas cepas de *E. coli* son patógenas para el hombre y los animales. La patogenicidad depende si las bacterias poseen o no elementos genéticos que codifican para diferentes factores de virulencia. Si no lo poseen, permanecen como comensales benignos, pero si

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

adquieren esos factores por algún mecanismo de transferencia de material genético, producen enfermedades gastrointestinales. En las personas adultas con un buen estado de salud, las enfermedades suelen ser leves y duran poco tiempo. En bebés, niños, ancianos y personas con sistema inmunológico deprimido la infección es más severa.¹⁵

Grupos de Escherichia coli patógenos según mecanismo para enfermar

Símbolo	ECEI	ECEH	ECET	ECDA	ECEP	ECEA
Tipo o grupo	<i>E.coli</i> Enteroinvasivos	<i>E.coli</i> <i>Enterohemorrágica</i>	<i>E.coli</i> Enterotóxicos	<i>E.coli</i> de adherencia difusa	<i>E.coli</i> Enteropatógenos	<i>E.coli</i> Enteroadherentes

2. Klebsiella spp.

Son bacilos inmóviles y generalmente capsulados, se encuentran distribuidos en el medio ambiente.¹⁷

Es un género de bacterias inmóviles, Gram-negativas, anaerobias facultativas y con una prominente cápsula de polisacáridos.¹ Es un frecuente patógeno humano, los organismos bacteriales del género *Klebsiella* pueden liderar un amplio rango de estados infecciosos, notablemente neumonía. Las especies del género *Klebsiella* son fijadoras de nitrógeno y son ubicuas en la naturaleza.¹⁸

Entre esta tenemos la *Klebsiella pneumoniae* que pertenece al reino bacteria, del filo Proteobacteria, clase Gammaproteobacteria, del orden Enterobacteriales, familia Enterobacteriaceae, género *Klebsiella*; entre sus especies podemos encontrar *K.granulomatis*, *K. oxytoca*, *K. planticola*, *K. pneumoniae*, *K. trevisanii*, *K. variicola*.¹⁸

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

3. Enterobacter

Es un género de bacterias Gram negativas facultativamente anaeróbicas de la familia de las Enterobacteriaceae. Forma parte de la flora normal del intestino, rara vez es patógeno primario, excepto en infecciones nosocomiales, de las vías urinarias. Muchas de estas bacterias son patógenas y causa de infección oportunista, otras son descomponedoras que viven en la materia orgánica muerta o viven en el ser humano como parte de una población microbiana normal.¹⁹

Entre estas tenemos al *Enterobacter cloacae* que pertenece al reino bacteria, del filo Proteobacteria, clase Gammaproteobacteria, del orden Enterobacteriales, familia Enterobacteriaceae, genero *Enterobacter*; entre sus especies podemos encontrar *E.aerogenes* *E. cloacae* *E. sakazakii*.¹⁹

4. Citrobacter spp

Son bacterias móviles, fermentadores variables de la lactosa, algunos son citrato positivos y otros negativos, algunas especies tienen antígenos somáticos O, flagelar H y de superficie K, lo que hace que den reacciones cruzadas con otras Enterobacteriaceae.²⁰

El género *Citrobacter* es un grupo de bacilos gramnegativos aerobios que se encuentran frecuentemente en el agua, suelo, comida y el tracto intestinal de animales y humanos como flora saprófita. Se sabe que estos microorganismos pueden producir infecciones importantes, especialmente en huéspedes inmunodepresivos. Son organismos ubicuos y son causa frecuente de infecciones en el hombre, en especial infecciones urinarias, meningitis neonatal y abscesos cerebrales. Es uno de los patógenos más importantes en unidades de cuidados neonatales hospitalarios. Destruyen las microvellosidades, formando lesiones muy características denominadas de adherencia y eliminación.²⁰

Citrobacter freundii pertenece al reino bacteria, filo Proteobacteria, clase Gammaproteobacteria, del orden Enterobacteriales; familia Enterobacteriaceae; genero *Citrobacter*; entre sus especies podemos encontrar *C.amalonaticus*, *C. braakii*, *C. farmeri*, *C. freundii*, *C.intermedius*.²⁰

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Fuentes de agua para consumo humano

La mayoría de los pobladores del país obtienen su agua a través de la construcción y perforación de pozos. Estos pozos contienen acuíferos, los cuales transportan aguas subterráneas.²¹

Los pozos tradicionales para recoger agua suelen emplazarse en el entorno de las casas, bien en el patio de la vivienda o en la zona común vecinal (plaza, encrucijada de calles), siempre y cuando se halle agua a un nivel moderadamente profundo. Por seguridad y utilidad, el pozo se rodea a nivel de superficie con un brocal, a modo de pretil o parapeto, sobre el que se instala una polea o un cigüeño, para subir el cubo que contiene el agua extraída. También se le suele colocar una tapadera para evitar que caiga suciedad al interior. En las poblaciones donde, por filtración de aguas residuales, el nivel freático puede estar contaminado y el agua del pozo ya no se puede beber, puede seguir utilizándose para labores de limpieza y riego.²¹

Pozos excavados

Constituyen una de las formas más comunes utilizadas en todo el mundo lo cual puede contaminarse con bastante facilidad con las sustancias provenientes de evacuación de excretas, basureros y excrementos de animales.¹⁰

Según programa nacional de vigilancia sanitaria del agua, emitido por el Ministerio de Salud. Dirección general de higiene y epidemiología, OMS/OPS Abril 1997, los pozos cavados a mano deben tener las siguientes características de construcción:

Ubicación y Protección del pozo

- a. Los pozos excavados a mano deben ser ubicados en áreas que no sean inundadas por corrientes superficiales y agua de lluvia.
- b. En un radio de 20m como mínimo a partir del pozo no deben exceder focos potenciales de contaminación como basurero, fosas sépticas, vertidos de aguas servidas, letrinas y charcas, etc.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

- c. En un radio de 100 m a partir del pozo no debe existir ninguna explotación acuífera para uso de riego industrial.
- d. Es recomendable que los pozos excavados estén ubicados en profundidades mayores que los focos contaminantes, tales como: letrinas, sumideros.
- e. Los pozos deben tener paredes interiores impermeables construidas ya sea como piedra bolón, ladrillo cuarterón, y otros materiales, esta pared debe tener una profundidad mínima de 3 m a partir del nivel de la tierra.
- f. La pared interior debe sobresalir a partir de la superficie del terreno como mínimo 0.40 m.
- g. El diámetro mínimo de estos pozos excavados es de 1 m.
- h. Los pozos excavados deben estar protegidos por medio de una tapa (loza de concreto reforzado), con un espesor máximo de 0.10 m. Con su caja de registro correspondiente por la que puede pasar la persona. Los bordes de la caja de registro deben sobresalir como mínimo 0.08 m de la superficie de la zona de concreto y su tapa debe cubrir dicho reborde.
- i. Alrededor del pozo tiene que estar protegido por medio de plancha de concreto, de 0.15 m de espesor, lo cual sirve de protección sanitaria del pozo, evitando de esa forma que se produzcan lodazales alrededor del mismo. Para evitar la entrada de animales a los pozos, estos deben estar protegidos con una cerca de alambre o de cualquier otro material.²¹

Recolección de muestras de pozos excavados

Preparar el frasco o vaso de muestreo para el análisis bacteriológico; ambos deben estar esterilizados. Con un pedazo de cordón, amarrar una piedra de tamaño apropiado al frasco de muestra lavar la piedra a fin de evitar la incorporación de microorganismos al agua del pozo; amarrar el frasco aun cordón limpio de una longitud necesaria para el muestreo según la profundidad del pozo, atar el frasco y luego destaparlo ubicar el frasco o el vaso de muestreo en un punto alejado de las paredes del pozo y lentamente dejar descender el frasco dentro del pozo el peso de la piedra facilitará su descenso sumergirlo completamente hasta una profundidad de 30 centímetros aproximadamente elevar el frasco una vez que se

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

considere que el frasco está lleno, enrollar la cuerda alrededor de la estaca para subirlo si el frasco estuviera completamente lleno, deseche parte del agua hasta que aproximadamente un tercio del frasco quede vacío; colocar la tapa del frasco como se describió anteriormente.^{22, 23}

Muestreo de un grifo o de la salida de una bomba

En primer lugar, tener la precaución de que el grifo esté conectado directamente a la red de distribución y sin accesorios. De otro modo, remover cualquier dispositivo ajeno al grifo. Verificar que no se presenten fugas a través de los sellos o empaquetaduras del caño. Si hay fugas, seleccionar otro punto de muestreo o reparar los puntos de fuga antes de tomar la muestra

Con la ayuda de una tela, limpiar y retirar del grifo cualquier tipo de materia extraña adherida a la boca de salida abrir el grifo hasta que alcance su flujo máximo y dejar correr el agua durante dos minutos este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que ha estado almacenada en la tubería; abrir el frasco de muestreo mantener la tapa y la cubierta protectora hacia abajo (para evitar la entrada de polvo portador de microorganismos), poner inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llenarlo. Dejar un espacio de aire (aproximadamente un tercio del frasco) para facilitar la agitación de la muestra antes del análisis bacteriológico colocar el tapón al frasco, enroscar la tapa y fijar con el cordón la cubierta protectora de papel kraft.^{22, 23}

Preservación de las muestras:

No existe un estándar para la frecuencia de análisis ni la cantidad de agua a tomar para efectuar la valoración de la contaminación bacteriana. La mayor parte de los autores aconsejan en la actualidad un relevo mensual a cada nivel de la cadena de tratamiento del agua para obtener una muestra adecuada, se debe recolectar un mínimo de 100 ml de agua en forma aséptica en un recipiente estéril amplio, de manera de tener una generosa cámara de aire que permita el mezclado, evitando cualquier tipo de salpicaduras y verificar la correcta identificación de la muestra, esta deberán ser transportada al laboratorio lo antes posible el tiempo límite entre el muestreo y el inicio del examen bacteriológico es 24 horas

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

que deberán ser transportadas en condiciones de refrigeración (4-10°C), en cajas que las conserven en este rango de temperatura. En el laboratorio la muestra debe ser conservada a temperatura de refrigeración hasta el inicio del examen.^{22, 23}

Si las muestras debieran ser almacenadas, éstas deberán ser refrigeradas para evitar el desarrollo bacteriano. El refrigerado repetido reduce la medición de niveles de endotoxinas. (Se incluye una opinión dudosa: Si se desea transportar la muestra en hielo seco, estas condiciones son válidas).²³

Pruebas diagnósticas

La demostración y el recuento de organismos coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivo líquidos y sólidos con características selectivas y diferenciales. La determinación de microorganismos coliformes totales por el método del Número Más Probable (NMP), se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a 35°C ±1°C durante 48 h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa.¹⁶

En la fase presuntiva el medio de cultivo que se utiliza es el caldo lauril sulfato de sodio el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en la muestra y que sean capaces de utilizar a la lactosa como fuente de carbono. Durante la fase confirmativa se emplea como medio de cultivo caldo lactosado y bilis verde brillante el cual es selectivo y sólo permite el desarrollo de aquellos microorganismos capaces de tolerar tanto las sales biliares como el verde brillante.¹⁶

La determinación del número más probable de microorganismos coliformes fecales se realiza a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se fundamenta en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son incubados a una temperatura de 44.5°C ±0.1°C por un periodo de 24 a 48 h.¹⁶

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

La búsqueda de *Escherichia coli* se realiza a partir de los tubos positivos de caldo EC, los cuales se siembran por agotamiento en medios selectivos y diferenciales (Agar Mac Conkey, Agar eosina azul de metileno) y posteriormente realizando las pruebas bioquímicas básicas a las colonias típicas.¹⁶

Método Filtración de Membrana:

Este método se fundamenta en determinar el número y tipo de microorganismos presentes en una muestra de agua de proceso, por medio de la filtración de la misma a través de una membrana filtrante con poros de tamaño adecuado (0,45 μm de diámetro), la consiguiente retención de los microorganismos sobre dicha membrana y el cultivo de los mismos en diferentes agares de acuerdo al tipo de microorganismo.²⁴

Una de las ventajas del método de filtración a través de membrana es la prontitud con que pueden obtenerse los resultados y, en consecuencia, se pueden llevar a cabo rápidamente acciones correctivas y operar en la planta de agua de nuevo en forma normal. Esta técnica puede aplicarse en el análisis de casi todos los tipos de agua, también se utiliza en el análisis de leche y otros alimentos líquidos.²⁵

Los filtros de membrana son filtros de superficie, que muestran una estructura microporosa precisa. Durante la filtración las partículas mayores que los poros de la membrana son retenidas de forma fiable en la superficie de la misma. Las partículas más pequeñas pueden pasar el filtro.²⁵

Pruebas bioquímicas:

Agar Hierro Tres Azucres (TSI):

Este medio se utiliza para determinar la capacidad de los bacilos gramnegativos para fermentar lactosa, sacarosa y glucosa, así como para determinar su capacidad de producir H₂S (ácido sulfhídrico).

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Lisina Hierro Agar (LIA):

Es un medio para detectar enzimas que descarboxilan o desaminan la lisina en bacilos gramnegativos. Adicionalmente detecta enzimas que producen sulfuro de hidrógeno y gas proveniente de la glucosa.

Movilidad, Indol, Ornitina (MIO):

Es un medio que se utiliza para determinar la presencia de flagelos, así como las enzimas descarboxilasa de ornitina y triptofanasa. Por lo tanto, sirve para determinar la movilidad, descarboxilación de la ornitina y producción de indol.

Movilidad:

Algunas bacterias poseen flagelos y otras carecen de ellos. Este medio ayuda a diferenciar las móviles de las no móviles.¹⁵

Producción de Indol:

Si la bacteria posee la enzima triptofanasa, el aminoácido triptófano será degradado en varios productos entre los cuales está el indol, el cual se hace visible al agregarle el reactivo de Kovac (pdimetilaminobenzaldehído) o Erlich con un color rosado intenso. Sin la presencia de la enzima y ausencia del indol, el reactivo se ve transparente.¹⁵

Descarboxilación de la ornitina:

Detecta la presencia de la enzima descarboxilasa de la ornitina, que de estar presente desdobla la ornitina en putrescina, un producto con pH alcalino, lo que hace instensificar el color violeta del medio.¹⁵

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Urea de Crhistensen:

Detecta la presencia de la enzima ureasa. Cuando la bacteria tiene la enzima, la urea es desdoblada a amonio y CO₂. El amonio alcaliniza el medio haciendo virar el indicador al rosado intenso.¹⁵

Citrato De Simons:

Determina la capacidad de un microorganismo de utilizar el citrato como única fuente de carbono.¹⁵

Malonato y Fenilalanina Deshidrogenasa:

Evalúa la capacidad del microorganismo de utilizar el malonato como única fuente de carbono y la desaminación de la fenilalanina, en forma combinada. Las enterobacterias no tienen la capacidad enzimática de realizar las dos reacciones simultáneamente, por lo que, o se observa la utilización del malonato o la desaminación de la lisina. Las bacterias que no utilizan el malonato no poseen la enzima fenilalanina desaminasa, por lo que es posible reacciones de malonato y fenilalanina desaminasa negativas.¹⁵

Vogues Proskauer (VP):

Evalúa la utilización de la glucosa por una vía alterna a la del ácido pirúvico. El producto terminal es el acetyl metil carbinol (acetoína, 3-hidroxi-2-butanona), un compuesto incoloro que es detectado en dos pasos: 1. alcalinización del medio con hidróxido de potasio (KOH al 40%). En presencia de oxígeno, el compuesto vira a lo cual provoca, en presencia del Oxígeno, la oxidación del Acetyl-Metil-Carbinol a diacetilo. 2. Al agregarle alfa-naftol, el diacetilo vira a un color zapote intenso.¹⁵

Hidrólisis de Arginina:

Este medio se usa para determinar la presencia de la enzima dihidrolasa que convierte la arginina en el producto primario citrulina que luego es convertido en ornitina, el cual se descarboxila para formar putrescina. Este último alcaliniza el medio, lo cual acentúa el color púrpura del medio.¹⁵

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

**REACCIONES BIOQUÍMICAS ESPERADAS
BIOQUÍMICA ADICIONAL A COMPLETAR**

TSI	K/A+	K/A+g	A/A+g	K/A+g	A/Ag(var)	A/Ag	K/Ag	K/Ag(var)	
LIA	R/A	K/A+g	K/A+g	K/K+g	K/Kg(var)	K/Ag	K/Kg(var)	K/Ag(var)	
BIOQUÍMICA CONVENCIONAL	MIO	MIO		MIO	MIO	MIO	MIO	MIO	
	UREA				UREA			UREA	
	ADONITOL					ADONITOL			
	CITRATO	CITRATO		CITRATO	CITRATO	CITRATO	CITRATO	CITRATO	
	TREALOSA	TREALOSA							
		MALONATO		MALONATO	MALONATO				
		RAMNOSA			RAMNOSA		RAMNOSA		
		R. METILO		VP	VP				
				DULCITOL					
				SALICINA					
				SACAROSA		SACAROSA	SACAROSA		
					ARGININA				
					SORBITOL		SORBITOL		
					ARABINOSA	ARABINOSA	ARABINOSA		
				Pig. Amarillo en M.H.					

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio. Descriptivo de corte transversal.

Área de estudio. Municipio de Achuapa, sector rural.

Muestra de estudio. Estuvo conformada por 60 fuentes de agua de consumo de los pobladores del área rural del municipio de Achuapa que equivale al 50% del total de pozos se tomaron 3 muestras por comarca tratando de seleccionar las comunidades con mayor incidencia de diarrea, esta selección la hicimos gracias a la información que nos brindo el centro de salud del municipio de Achuapa.

Muestreo: No probabilístico por conveniencia

Criterios de inclusión:

- ✚ Todo abastecimiento de agua utilizado para el consumo humano (preparación de comida ingestión de líquidos y lavado etc.) y que pertenezca al área de estudio.

Criterios de exclusión:

- ✚ Todo abastecimiento de agua que no sea del consumo humano.
- ✚ Propietarios de los abastecimientos de agua que se nieguen a la toma de muestra de agua para participar en el estudio

Aspectos éticos

A cada dueño o administrador de la fuente de agua se le solicito el permiso para participar en el estudio atravez de un consentimiento informado que contenía el propósito e importancia del estudio, el tiempo que durará la entrevista y el requerimiento de una muestra de agua que se tomo cuando el consentimiento informado fue firmado. Al mismo

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Ahuapa, Abril - Mayo del 2012.*

tiempo se les explico que los resultados serán utilizados exclusivamente para la investigación y que les serán entregados para su conocimiento. Anexo 3.

Fuente de información:

Primaria a través de una ficha que contenía los datos generales del suministro de agua a investigar y resultados obtenidos en los análisis de laboratorio.

Recolección de datos y procesamiento:

Posterior al permiso para la toma de muestra se lleno la ficha de recolección de los datos. Las muestras fueron recolectadas en bolsas estériles marca Nasco WHIRL-PACK, para la toma de agua, siguiendo las normas de recolección del Manual de procedimientos de los laboratorios médicos y transportadas en termos refrigerados en un periodo no mayor de 24 h al laboratorio de Bacteriología del Sistema Local de Atención Integral en Salud (SILAIS) León.^{22,23}

A cada muestra se le realizo un estudio bacteriológico según procedimiento documentado en el anexo No. 2. Para la determinación de coliformes fecales por el método de filtración de membrana. Todas las muestras positivas para coliformes fecales fueron re-aisladas en medios de cultivos TSA y se incubaron por 24 h y para todos los cultivos con crecimiento se montaron las pruebas bioquímicas TSI, LIA, las cuales se incubaron durante 24 h y dependiendo de los resultados se les realizo las pruebas bioquímicas complementarias que refiere el Manual Ed 4 de procedimientos de bacteriología medica las cuales se incubaron durante 24 h para identificar el tipo de coliforme fecales.

Análisis de los datos: los datos fueron introducidos y analizados haciendo uso del programa SPSS versión 15.0. Los resultados se presentaran en tablas y/o gráficos utilizando frecuencias absolutas y porcentuales a través de estadísticos descriptivos. Para determinar la relación y significancia estadística se hará uso de chi cuadrada (χ^2).

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

VIII. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	VALORES
Nombre de la Comarca	Nombre que caracteriza al lugar de la toma de muestra	Ficha	Las Brisas () otra () Tablas () Caraos ()
Tipo de suministro de agua de consumo.	Fuente de donde proviene el agua que consumen las personas.	Ficha	Pozo Manantial Río Otros (Especificar)
Método de obtención de agua de la población.	Forma en que es adquirida el agua para el consumo.	Ficha	Manual () Bomba de mecate () Bomba eléctrica () Otro (Especificar)
Foco de contaminación.	Descripción del lugar que rodea el suministro de agua.	Ficha	Pilas para ganado () Basura alrededor () Charcas () Otro _____
Protección sanitaria de la fuente	Actividades de salud dirigidas al control sanitario del agua.	Ficha	Brocal__ Tapa__ Revestimiento__ Sellado__ Plancha sanitaria__
Mantenimiento de la fuente de agua	Frecuencia de limpieza del abastecimiento de agua.	Ficha	Mensual _____ Trimestral _____ Anual _____ Otro _____
Tratamiento del agua antes de consumirla	Es la implementación de equipos de limpieza del agua, haciendo uso de cloro	Ficha	Si No Cual?
Localización del suministro de agua, en relación a la contaminación	Es la referencia al conjunto de elementos y relaciones entre ese espacio geográfico y otros	Ficha	Baño () Lavadero () Pilas de almacenamiento ()
Presencia de coliformes	Crecimientos de bacterias en medios de cultivo.	Resultado del análisis bacteriológico.	Crecimiento en las tres mediciones 1 ml 10 ml 100 ml
Tipo de Coliforme	Género o especie al que pertenece la bacteria.	Resultados de las pruebas bioquímicas.	<i>E. coli</i> () <i>Enterobacter</i> () <i>Klebsiella spp</i> () <i>Citrobacter ssp</i> ()

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

IX. Resultados

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en 60 fuentes de agua de consumo humano del área rural del municipio de Achuapa en el período comprendido 2011-2012, para determinar la prevalencia de coliformes fecales en las muestras analizadas.

Tabla 1. Coliformes fecales aisladas en 60 fuentes de agua de consumo en el municipio de Achuapa León 2011-2012.

	N	%
Presencia de coliformes No	24	40.00%
Si	36	60.00%
Total	60	100%

La tabla refleja que de un total de 60 muestras analizadas 36 de ellas presentaron coliformes fecales para un 60% mientras que 24 fuentes para un 40% no se observó presencia de coliformes fecales. (Tabla 1)

Tabla 2. Presencia de bacterias aisladas en las muestras

Variable	No de fuentes	%
Coliformes fecales	36	60%
Otro tipo de bacterias (OTB)	58	97%

En cuanto a la presencia de bacterias en las muestras analizadas se observó que de un total de 60 muestras 36 de ellas presentaron coliformes fecales para un 60% y un total de 58 muestras presentó otro tipo de bacterias (OTB) para un total de 97%.(Tabla 2)

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

Tabla 3. Tipos de coliformes fecales aislados en muestras de agua del municipio de Achuapa.

Tipo de coliformes	No de muestra	%
<i>C. amalonaticus</i>	1	1.70%
<i>C. freundii</i>	1	1.70%
<i>E. coli</i>	17	28.30%
<i>E. sakazakii</i>	6	10.00%
<i>K. pneumoniae</i>	6	10.00%
<i>E. cloacae</i>	5	8.30%
Total	36	60%

En relación a los tipos de coliformes fecales se aislaron los siguientes géneros bacterianos al momento del muestreo: *E.coli* con 17 fuentes para un 28.30%, *K. pneumoniae* con 6 fuentes para un 10%, *E sakazakii* con un 10%, *E. cloacae* con un 8.30%, *C. freundii* y el *C. amalonaticus* con un 1.70%.^(tabla 3)

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

Tabla 4. Presencia de coliformes fecales en relación a la Protección sanitaria de la fuente

		Presencia de coliformes				Total	P*
		no		si			
		N	%	n	%	n	
	Ninguna	2	20.0%	8	80.0%	10	
Protección sanitaria de la fuente	Con protección	22	44.0%	28	56.0%	50	0.157
Total		24	40.0%	36	60.0%	60	

*: Test de chi cuadrado

Respecto a la protección sanitaria de la fuente de las 60 muestras analizadas 10 de ellas no tenían ninguna protección de las cuales 8 presentaron coliformes para un 80.0 % y en cuanto a las 50 muestras restantes que presentaron al menos un tipo de protección 28 de ellas presentaron coliformes fecales para un 56.0 %.^(tabla 4)

Lo que respecta al valor (X^2) no es significativo pero cabe recalcar que a menor protección sanitaria mayor presencia de coliformes fecales.

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

Tabla. 5 Factores asociados a la contaminación de las fuentes de aguas por coliformes fecales.

		Presencia de coliformes				Total	P*
		No		si			
		n	%	n	%		
Foco de contaminación	Limpio	13	92.9%	1	7.1%	14	< 0.01
	Con foco de contaminación	11	23.9%	35	76.1%	46	
	Total	24	40.0%	36	60.0%	60	

En cuanto a los factores asociados a la contaminación de las fuentes de agua encontramos que de un total de 60 muestras 46 de ellas presentaron focos de contaminación (basura alrededor, charcas y presencia de bebederos para ganado) de las cuales 35 presentaron coliformes fecales lo que equivale a un 76.1% de las muestras analizadas. De las 14 muestras que no presentaron foco de contaminación 1 de ellas presento coliformes fecales para un 7.1%.^(tabla 5)

En esta tabla el valor de la (X^2) es significativo porque es < 0.05 es decir que hay dependencia o relación entre variables

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

Tabla 6. Presencia de coliformes fecales en relación a la última vez que le dieron tratamiento a la fuente de agua.

	Negativas	%	Positivas	%
1 Mes	15	62.50%	1	2.70%
3 Meses	6	25.00%	3	8.33%
Más de 1 Año	3	12.50%	32	88.80%
Total	24	100.00%	36	100.00%

De las 60 fuentes analizadas, 24 son negativas de las cuales 15 son limpiadas cada mes para un 62.5%, 6 se limpian cada tres meses para un 25% de las muestras negativas y de las 36 muestras positivas 32 de estas tenían más de un año de no limpiarse lo que equivale a un 88.8%.^(tabla6)

Tabla.7 Presencia de coliformes fecales en relación a la localización de la fuente

Localización	Coliformes fecales	%	
Lavandero	4	11,1	83.2%
Lavandero, Baño	11	30.5	
Lavandero, Baño y pilas para almacenar agua.	8	22.2	
Pilas para almacenar agua	7	19.4	
Pozos aislado	6	16.7	
Total	36	100.0	

La presente tabla muestra los factores asociados a la contaminación de las fuentes de agua de consumo del municipio de Achuapa resultando que:

De las 36 muestras positivas para coliformes fecales 30 de ellas se encontraban junto a lavandero, baños y pilas para almacenar agua lo que equivale a un 83.2% de las muestras positivas.^(tabla 7)

X. Discusión

La vigilancia sanitaria del agua, es una obligación que por ley le compete al Ministerio de Salud, la cual se realiza de forma programada, pero con el inconveniente de realizar sólo en diferentes puntos que cubren la red de abastecimiento de agua de ENACAL, para establecer y definir las acciones de trabajo para la vigilancia eficaz del agua para consumo humano. Esta acción también es realizada, por su lado, por ENACAL pero ambos, sólo abarca el casco urbano del municipio de Achuapa, dejando excluido al sector rural.

La evaluación rutinaria del agua en busca de microorganismos patógenos puede ser difícil de realizar ya que estas bacterias requieren de condiciones específicas para su desarrollo, el análisis se realiza mediante pruebas bacteriológicas del agua que demuestren la presencia de microorganismos indicadores que siempre estén presentes en materia fecal, fácil de demostrar y que sirva de guía para conocer el grado de contaminación fecal.

La población rural de Achuapa se abastece de agua de diferentes fuentes y ninguna de ellas es vigilada por ENACAL y el MINSA lo hace solamente en ocasiones, como cuando hay un brote de diarrea. Este estudio presenta importante información sobre la determinación de coliformes fecales en fuentes de aguas de consumo del municipio de Achuapa. Los resultados reflejaron que el 60% de las muestras analizadas presentaron coliformes fecales, datos que son similares con un estudio realizado por López C. y Martínez D. en Telpaneca, Madriz, Nicaragua, donde se encontró que de los seis puntos de muestreo, tres de ellos mostraron presencia de Coliformes fecales. También los datos se relacionan con el estudio realizado por Páez D. en la Paz - Bolivia 2009, que encontraron que el 69% de las muestras presentaban coliformes.^{6, 26}

Dentro del control de calidad del agua para consumo humano, los coliformes fecales se les ha considerado como indicadores de contaminación por la razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

bacteriológicamente segura. Asimismo, su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayores consecuencias sufre la población por la descarga de heces.

Los resultados revelan que el 97% de las muestras presentaron otro tipo de bacteria y el 60% coliformes fecales, lo que indica que en casi todas las muestras se observó crecimiento bacteriano, estas cifras coinciden con el estudio realizado por Guevara Villavicencio sobre la calidad del agua de consumo en las comunidades rurales del occidente de Nicaragua en donde la contaminación predominante es la microbiana (97.1% de las muestras están contaminadas, según el análisis microbiológico).⁷ Estos resultados se deben en gran parte a la falta de conocimiento de la población sobre la importancia del mantenimiento de las fuentes de agua y la incapacidad de las autoridades competentes para abarcar todas las fuentes de abastecimiento de agua y resolver este problema.

En cuanto a los tipos de coliformes fecales el estudio reveló que la bacteria más frecuente es *E. coli* (28.30%) seguidos por *K. pneumoniae* y *E sakazakii* con 10% cada uno y el *E. cloacae* con un 8.30%, los resultados coinciden con el estudio realizado por Blanco J. M. realizado en la ciudad de León en 1978 quien encontró a la *E. coli* con el mayor porcentaje.⁵ Es importante señalar que el número de análisis realizado en este estudio fue mayor que el de Blanco J. M., lo que explicaría la no coincidencia tanto en el porcentaje de *E. coli*, como en la variedad de bacterias identificadas que son menores en su estudio. Debemos tener presente que la *E. coli* es una de las principales causas de diarrea en niños y ancianos principalmente en el área rural donde la vigilancia sanitaria es pobre, como es el caso de Achuapa.

Las diferentes fuentes de agua de donde se obtuvieron las muestras la constituyeron pozos estructurados con varias protecciones como plancha sanitaria, brocal y tapa, pozos incompletos con uno a dos protecciones; pozos con sello y bombas de mecate o eléctricas, y ojos de agua. De las 60 muestras analizadas 10 no tenían ninguna protección presentando 8 coliformes fecales (80.0%), nueve de ellas fueron ojos de agua y uno era pozo sin brocal; en cuanto a las 50 muestras restantes que presentaron al menos un tipo de protección 28 de ellas presentaron coliformes fecales para un 56.0 % . Estos resultados muestran que los

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achiapa, Abril - Mayo del 2012.

pozos con estructuras deficientes no ofrecen protección a las aguas de consumo humano y no cumplen con los requisitos de construcción orientados por el Ministerio de Salud, por tanto están vulnerables y propensos a ser contaminados con facilidad.

En relación a los factores asociados a la contaminación de las fuentes de agua se encontró que 46 fuentes de agua presentaron focos de contaminación, tales como basura alrededor, charcas y presencia de bebederos para ganado, con positividad del 76.1% de las muestras analizadas.; este resultado se relacionan al encontrado por Guevara O. en la ciudad de León en el año 2007, quien obtuvo un 95.2 % de los pozos que se localizan junto a pilas para almacenar agua, baños y lavaderos, es decir zonas que suelen mantenerse encharcadas y facilitar la introducción de contaminantes por medio de filtración.³ La mayoría tiene pilas cercanas al pozo, beben agua los animales pudiendo ser un mecanismo de contaminación por coliformes fecales. Estos factores son considerados como fuente de contaminación debido a las características que presenta el grupo de coliformes fecales de sobrevivencia y la capacidad para multiplicarse fuera del intestino.¹⁶

Sobre las fuentes de agua y su relación con el tratamiento se observó que más del 58% tienen más de 1 año de haber recibido tratamiento de limpieza; el 15 % fueron limpiadas hace 3 meses y el 27% hace 1 mes, siendo un total de fuentes, 24 (40%) fueron negativas. Las fuentes con muestras positivas (32/ 88.8%) tenían más de un año de no haberse limpiado cifra que se relacionan con el estudio de Guevara realizado en León. Esto nos demuestra que la limpieza y tratamiento de las fuentes de agua de forma adecuada y constante reduce significativamente el nivel de contaminación ya que los resultados obtenidos refieren que en las mayorías de las fuentes de aguas habían sido tratadas hace más de un año.

La localización de la fuente de agua está vinculada con la presencia de coliformes en las muestras tomadas. En el 83.3% de los casos había 1 o más factores de riesgo de contaminación, como lavadero, baño y pilas para almacenar agua. Sin embargo, se encontraron 6 fuentes de agua contaminadas en las que no se observaron los factores de contaminación, debido a que eran ojos de agua que están ubicados a la intemperie, sin

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

protección ni tratamiento pero que podrían contaminarse por la manipulación de los recipientes, manos u otros accesorios utilizados para la recolección del agua.

Los resultados reflejan que la población está tomando agua contaminada y no está aplicando las medidas de higiene necesarias para el mantenimiento de los pozos, por lo que están expuestas a contraer enfermedades del sistema gastrointestinal, lo que ocasiona una mayor demanda de atención médica por estas causas.

Es importante que la población tenga conocimiento sobre la recolección, el acarreo, la manipulación y el almacenamiento del agua y que sepa que el agua contaminada es, en la mayoría de los casos, responsable de la transmisión de enfermedades diarreicas, cólera y otras enfermedades gastrointestinales, siendo necesario aconsejar a los pobladores en general y sobre todo a los que consumen agua de fuentes alejadas de sus viviendas.

XI. Conclusión

1. El MINSA y ENACAL son los responsables de la vigilancia sanitaria del agua pero su cobertura alcanza sólo al área urbana del municipio de Achuapa, quedando la población rural sin el control de este vital líquido.
2. El 97% de los análisis bacteriológicos presentaron bacterias y el 60% correspondió a coliformes fecales con mayor frecuencia de *E.coli* (28.3%), seguido por *K. pneumoniae* y *E sakazakii* con un 10%, *E. cloacae* con 8.3%, *C. freundii* y el *C. amalonaticus* con 1.70%.
3. Las fuentes de agua lo constituyeron pozos estructurados con diferentes tipos de protección, algunos con protección completa y el resto con diferentes deficiencias; algunos con tratamiento. Lo que respecta al valor (X^2) no es significativo pero cabe recalcar que a menor protección sanitaria mayor presencia de coliformes fecales
4. La limpieza y tratamiento de las fuentes de agua está ausente, la última vez que se limpió data desde hace un mes hasta más de un año. El valor de la (X^2) es significativo porque es < 0.05 es decir que hay dependencia o relación entre variables
5. La mayoría de las fuentes están expuestas a factores de contaminación, destacándose la presencia de basura, lavaderos, charcas, baños, pilas para ganado y para almacenar agua.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

XII. Recomendaciones

1. Junto a la población unir los esfuerzos de los entes estatales (MINSA, ENACAL, ALCALDÍA) para mejorar las condiciones de vida de la población.
2. Al Ministerio de Salud, realizar inspección sanitario y muestreo bacteriológico con frecuencia de por lo menos 2 veces al año según normas de procedimiento sanitario
3. Impartir charlas educativas a la población para mejorar sus conocimientos sobre el manejo del agua y el cuidado de su salud.
4. La población deberá clorar el agua que está consumiendo para evitar enfermedades diarreicas y gastrointestinales en las familias de este sector.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

XIII. Bibliografía

1. Cisneros Baltodano, M. 1978 Estudio sobre la calidad sanitaria del agua de las lagunas Hernández y Papalón de LEON monografía de la UNAN- León vol.1. 1979.
2. Manual para la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano/ mayo 2011. Ministerio de Salud, Managua MINSA. Disponible en: http://www.minsa.gob.ni/index.php?option=com_remository&Itemid=52&func=fileinfo&id=7722.
3. Gonzales O. Guevara O. Sauger G. Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. Laboratorio de Microbiología de Agua, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León). Volumen 1, Editorial Universitaria 2007.
4. Matus Tapia M.A. Valoración del grado de contaminación por coliformes totales y fecales en agua de pozo excavado a mano para consumo humano en la comunidad la Grecia – Chinandega, durante septiembre a noviembre 2008. Trabajo de curso de microbiología sanitaria UNAN –Managua. Diciembre 2008.
5. Blanco J. Índice de contaminación fecal de agua de pozos del barrio de Guadalupe ciudad de León Durante el periodo mayo a agosto de 1978. Tesis Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua- León 1978.
6. López C. y Martínez D. Análisis básico de parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua potable de Telpaneca, Madriz, Nicaragua durante el periodo de septiembre a octubre 2006. Tesis. Universidad Centroamericana (UCA) Managua (2007) pag: 63.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

7. Guevara Villavicencio O. Calidad del agua de consumo en las comunidades rurales del occidente de Nicaragua. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León). Universitas, vol. 1, 2007, Editorial Universitaria.
8. Lira I. Matamoros A. y colaboradores. Detección de bacterias productoras de H₂S para medir la calidad de agua potable. Taller de Salud Campesina, Raleigh, NC. ENACAL/DAR, Matagalpa/Jinotega, Nicaragua. TASCAL. Disponible en http://tascanica.org/images/Pathoscreeninforme_v3.pdf. Consultado Abril 3, del 2012.
9. Importancia del agua disponible en: <http://www.contaminacion-purificacion-agua.blogspot.com/> Accesado 7 de junio del 2012.
10. Guía para la calidad del agua potable. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud, Publicación Científica No. 508. Washington, DC, 20037, EUA, 1988.)
11. Guía Comunitaria para Asegurar el Acceso al Agua Potable del Centro Comunitario por el Agua. 311 W. Murray Ave. Visalia, CA 93291. Disponible en: URL: <httpwww.communitywatercenter.org>. Consultado Marzo 18, 2012.
12. Enfermedades relacionadas con el agua Resumen. Disponible en <http://www.educasitios.educ.ar/grupo005/?q=node/95>. Revisado el 7 de junio del 2012.
13. Mora. D. Mata. A. Manual de disposición de aguas residuales. Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residual. 1ra. Ed. Costa Rica. 2003. Pág. 3, 9,11.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

14. Organización Panamericana de la Salud Panamericana (OPS). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. E.E.U.U. OPS/CEPIS/PUB/02.79. Lima, 2002.
15. López S. Calderón V. y colaboradores. Manual de procedimientos de Bacteriología Medica ed. 2004 Republica de Nicaragua MINSA- CNDR. C. 17. Pag. 314-324.
16. Camacho, A. Giles, A. y colaboradores. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.2009.pag. 1,2.
17. Revista argentina de microbiología Enterobacterias Actualización diagnóstico, Buenos aires año 2000. Disponible en:
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S032575412005000100008&script=sci_arttext. Revisado el 12 de mayo del 2012.
18. Podschun R, Ullmann U . *Klebsiella* spp. as nosocomial pathogens: epidemiology, taxonomy, typing methods, and pathogenicity factors». *Clin Microbiol* .(editors) (2004). *Rev* 11 (4): pp. 589-603.
19. Volk a. Wesluz; Benjamin; . Microbiología Médica. 3^{era} ed. editorial Interamericana Mc Graw-Hill. 1988.
20. Tipos de coliformes fecales. Genero y especie Citrobacter. Disponible en.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Citrobacter>. Revisado el 01 de junio del 2012.
21. Peña Solano D. Programa Nacional de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano. Abril 1997. Ministerio de Salud. Dirección general de higiene y epidemiología., OMS/OPS. Editorial para Haití.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

22. Botta R. del Hospital Monte Sinaí. Contribución a la normalización de la metodología analítica en el control microbiológico de agua y líquido de hemodiálisis. Julio 2003. Disponible en: <http://groups.msn.com/Tecnologiaelectromedica/general.msnw>
23. Aurazo de Zumaeta M. Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida, OPS/CEPIS/PUB/02.93 Lima, 2004.
24. Método de la membrana filtrante para el análisis microbiológico del agua. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_membrana_filtrante.pdf . Revisado el 10 de Mayo del 2012.
25. Recuento de Coliformes Totales Filtración a través de membrana. Disponible en: http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html Revisado el 15 de junio del 2012.
26. Paez Delgado C. determinación de coliformes fecales y totales en expendio de alimentos formales en el macrodistrito centro de la ciudad de la Paz de septiembre a Octubre del 2007. Tesis para optar al título de licenciado en química. Universidad Mayor De San Andrés. La Paz Bolivia 2009.

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

ANEXOS

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

Anexo: 1

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS UNAN LEON

Prevalencia de coliformes fecales en agua de consumo de los pobladores del Municipio de Achuapa en el periodo de Mayo –Junio del 2012.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Datos generales: SILAIS LEON Municipio: Achuapa Fecha: _____ 2012.

Datos personales:

Nombre del propietario: _____

Dirección: _____

1. Nombre de la comarca:

Las Brisas ()

Tablas ()

Caraos ()

Otra _____

2. Suministro de agua:

Pozo ()

Rio ()

Ojo de agua ()

Otro: _____

3. Método de obtención de agua:

Manual _____ Bomba de mecate _____ Bomba eléctrica _____ Otro (Especific.) _____

4. Foco de contaminación:

Presencia bebedero para ganado _____

Basura alrededor _____

Charcas _____

Otro _____

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

5. Protección sanitaria de la fuente:

Brocal _____
Tapa _____
Revestimiento _____
Derrumbes Internos _____
Sellado _____
Plancha sanitaria: _____
Ninguna _____

6. Mantenimiento de la fuente de agua: Mensual ___ Trimestral ___ Anual ___
Otro _____

7. Le da algún tipo de tratamiento al agua de consumo? No () Si () Cual?
Cada cuanto lo hace:

Cuando fue la última vez que le dieron
tratamiento: _____

8. Se localiza la fuente junto a:

Baño: _____ Lavadero: _____ Pilas para almacenar agua:

9. A qué distancia se encuentra la letrina de la fuente?

50m _____ 100 m _____ 500 m _____

10. La letrina esta en un terreno más alto que la fuente? Si _____ No _____

11. Análisis / Resultado del laboratorio:

En 1ml _____ UFC

En 10ml _____ UFC

En 100ml _____ UFC

Otro tipo de bacteria _____

12. Tipo de coliforme: _____

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.

ANEXO 2.

El agar mfc se usa para la cuenta y detección de organismos coliformes fecales en agua y bebidas por la técnica de filtración en membrana.

Las peptonas y el extracto de levadura proporcionan los nutrientes necesarios para el crecimiento de microorganismos. El cloruro de sodio mantiene el equilibrio osmótico. Las sales biliares inhiben el desarrollo de bacterias Gram positivas.

Los coliformes fecales tienen la capacidad de fermentar la lactosa del medio de cultivo a una temperatura elevada (44°C). La adición del ácido rosólico proporciona a las colonias de coliformes fecales color azul y los otros microorganismos desarrollan colonias crema a grises. El método se basa en la filtración por membrana de una muestra para concentrar células viables sobre la superficie de una membrana y transferirlas al medio de cultivo. Incubar 18-24 h a 44°C y posteriormente contar el número de unidades formadoras de colonias

Preparación de medios para análisis bacteriológico de agua:

Medios a utilizar: 1. (MFC); 2. (Acido Rosólico); 3. (Peptona al 0.1 %)

1. Pesar 3.7 g de MFC por cada 100ml de agua destilada y poner en un elenmeyer y mezclar.
2. Pesar Ácido Rosólico 0.1g en 10 ml de hidróxido de sodio 0.2 N.
3. Agregar 2 ml del ácido rosólico preparado al medio MFC mezclar y medir el pH.
4. Calentar y dejar hervir y está listo para usarse.
5. Luego se colocan los discos en cada plato y se agrega 1.95 ml del preparado en cada plato.

Procedimiento del método de filtración de membrana en análisis bacteriológico de agua.

1. Para la filtración de agua primero se esteriliza el equipo con una lámpara de luz ultravioleta.
2. Colocar papel milimetrado en el equipo.
3. Acoplar los frascos con la graduación al frente.
4. Humedecer los frascos con buffer peptonado y agua destilada
5. Agregar 1ml de agua a analizar.
6. Encender el motor y abrir las llaves para iniciar la filtración.
7. Enjuagar las paredes con un poco de buffer.
8. Cerrar las válvulas, retirar el papel filtro para ser colocado en su respectivo plato.
Aplicar el mismo procedimiento para la muestra de 100 y 10 ml de agua a analizar. Repetir el paso 7 y 8 se agregan los 10 y 100 ml agua y repetir pasos 12 y 13.
9. Colocar los platos en la incubadora por 24 h para después observar crecimiento.¹⁵

Posteriormente las muestras positivas para coliformes fecales son montadas en TSA al picar una sola colonia para obtener una muestra pura luego de 24h estas serán montadas en TSI, LIA dependiendo de la reacción de 24 h se monta el resto de la bioquímica.

*Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores
del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.*

ANEXO 3

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN LEON**

Prevalencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de los pobladores del Municipio de Achuapa en el período comprendido Abril a Mayo 2012.

Consentimiento informado

Mediante la firma de este documento Yo _____ doy mi consentimiento voluntariamente para donar una muestra de agua y ser entrevistado por los estudiantes que están realizando el estudio: Prevalencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de los pobladores del Municipio de Achuapa en el período comprendido Abril a Mayo 2012.

Entiendo que mi fuente de agua fue elegida para participar en este estudio para contribuir en su realización y que la donación de una muestra de agua contribuirá a su culminación, así mismo estoy enterado(a) que me entregarán los resultados de los análisis de laboratorio y que puedo solicitar mayor información adicional al SILAIS León con la Lic. Rosa Emelina Alonso C. MSc, coordinadora y patrocinadora del estudio.

He concedido libremente una muestra de agua y la entrevista a los estudiantes que están realizando el estudio. Se me ha notificado que es totalmente voluntario y que después de iniciado puedo rehusarme a responder cualquier pregunta o decidir darlo por terminado en cualquier momento. Se me ha dicho que las respuestas de la preguntas serán utilizadas exclusivamente para el estudio y los investigadores me darán los resultados de su muestra.

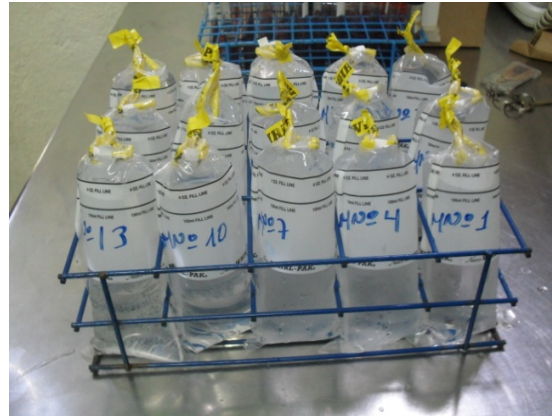
Firma del entrevistado: _____ Fecha: __/__/2012.

Firma del entrevistador: _____ Fecha: __/__/2012.

Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.



Fuente de agua analizada



Muestras de agua



Equipo para el método de filtración de Membrana



Caldos para medios de cultivos

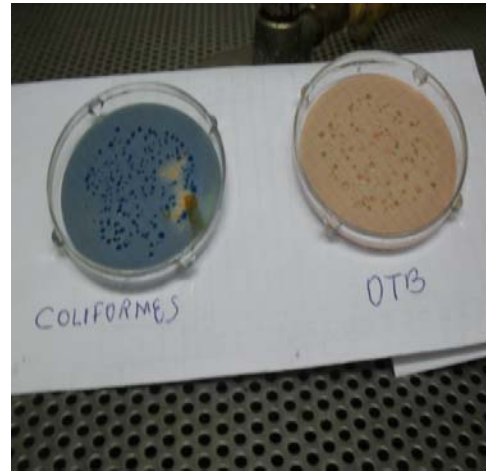
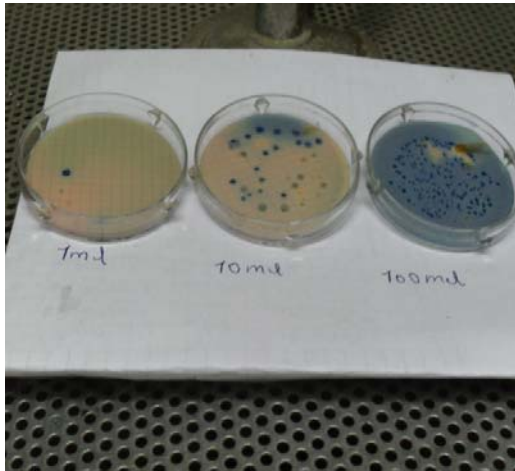


Muestra incubadas

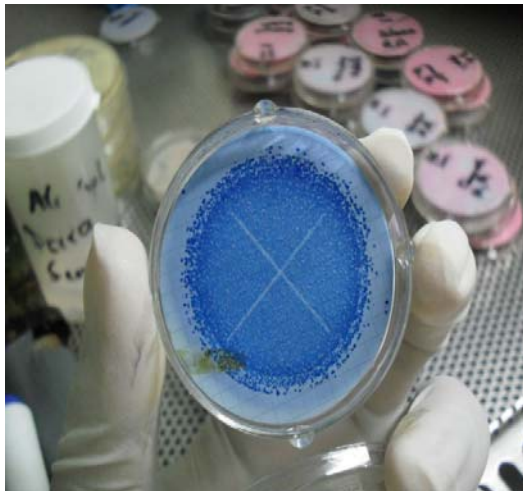


Crecimiento bacteriológico

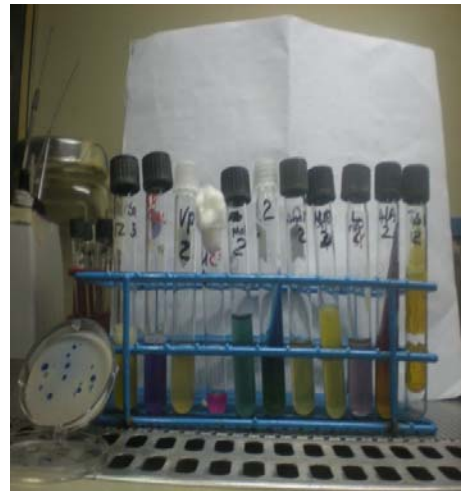
Presencia de coliformes fecales en fuentes de agua utilizadas para consumo de pobladores del Municipio de Achuapa, Abril - Mayo del 2012.



Coliformes fecales y otro tipo de bacteria.



Coliformes fecales en 100ml



Pruebas bioquímicas