





*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN – LEÓN.
Facultad de Ciencias.*

Departamento de Biología.



Calidad Bacteriológica del Agua de pozos en la comunidad de Troilo (Sutiava).

Trabajo Monográfico para optar al título de Licenciada en Biología.

Autores:

- *Br. Jenny Esperanza Araúz.*
- *Br. Idalia Araúz Martínez.*

Tutor: Msc. Octavio Guevara V.

Colaboradora: Lic. Aura Lily Orozco.

León, Noviembre 2003.



Índice

	Páginas
✚ Agradecimiento	1
✚ Dedicatoria.....	2
✚ Resumen.....	3
✚ I- Introducción.....	4-5
✚ II- Antecedentes.....	6
✚ III- Objetivos.....	7
✚ IV- Marco Teórico	
✓ 4.1 Generalidades	8
✓ 4.2 Agua Subterránea	9
✓ 4.3 Contaminación de las Aguas subterráneas	10-14
✓ 4.4 Contaminación Microbiana	15
✓ 4.4.1 <i>Coliformes</i>	15
✓ 4.4.2 <i>Salmonella</i>	16
✓ 4.4.3 <i>Escherichia coli</i>	17
✓ 4.4.4 <i>Streptococos</i>	18-19
✓ Técnicas usadas	19-20
✚ V Materiales y Métodos	
✓ 5.1 Análisis Microbiológico	21
✓ 5.2 Toma, preservación y transporte de muestras de aguas para análisis bacteriológico....	22
✓ 5.3 Recuento de esporas clostridium sulfito reductor	22



✓ 5.4	Estreptococos del grupo D de lancefield	22
✓ 5.5	Detección de coliformes totales y fecales	23
✓	(prueba presuntiva).....	23
✓ 5.6	Prueba confirmativa.....	23
✓ 5.7	Investigación de Salmonella.....	24
✓ 5.8	Pruebas bioquímicas.....	24-25
✓ 5.9	Tinción de Gram.....	25
✓ 5.10	Tinción de esporas.....	26
	VI Resultados y Discusión	
✓ 6.1	Características generales de los pozos muestreados.....	27-29
✓ 6.2	Análisis mínimos (tablas).....	30-33
✓ 6.3	Análisis Completo.....	34-36
✓ 6.4	Resultados de las pruebas bioquímicas.....	37-42
✓ 6.5	Niveles de contaminación.....	42-43
	Gráficos de Barras: Grado de contaminación.....	44-48
	VII Conclusiones.....	49
	VIII Recomendaciones.....	50
	IX Bibliografía.....	51
	X Anexos.....	52-57



Agradecimiento

A MSc. Octavio Guevara por toda su valiosa ayuda en la elaboración de esta monografía, además por darnos la oportunidad de trabajar con él y facilitarnos todos los materiales y análisis necesarios.

Muchas gracias por su conocimientos y experiencia transmitida, sin las cuales no hubiésemos podido culminar nuestro trabajo investigativo.

A Lic. Lily Orozco y Lic. Vanessa Muñoz por asistirnos en la parte experimental de la investigación. Esta colaboración hizo posible que aprendiéramos el uso de técnicas de análisis microbiológico así como aspectos prácticos de manejo de laboratorio.



Dedicatoria

- Al creador de los cielos y de la tierra y todo cuanto en ello existe a **DIOS** nuestro Señor.

- A nuestra **MADRE SANTISIMA** Virgen Maria.

- A quienes con mucho esfuerzo, amor y cariño, Y Esperanza supieron guiarnos por el buen camino ayudándonos a vencer los obstáculos que se han presentado a lo largo de estos años de estudios.

- A Nuestros **PADRES** que con amor y esfuerzo nos han sabido llevar adelante para la culminación de dicho trabajo, agradeciéndole su apoyo y ayuda económica durante todo este tiempo para poder llegar a ser lo que somos hoy y en un futuro.

Como son:

- *Petrona Liduvina Aráuz.*
- *Benigna Martínez Sánchez.*
- *José Basilio Aráuz Duarte.*



Resumen

La Comunidad de Troilo –Sutiava está, situado al suroeste de la ciudad de León, es una comunidad de 1253 habitantes en un total de 268 familias alojadas en viviendas precariamente construidas, su abastecimiento de agua proviene de pozos individuales, donde el 50% utilizan bomba de mecate y el otro 50% no tiene bomba.

El peligro más común con relación al agua de consumo humano, es el de su contaminación directa o indirectamente debido a la acción de aguas residuales, excretas de hombres y animales además de factores fisicoquímicos y ambientales. El presente trabajo tuvo como objetivo principal determinar la calidad bacteriológica de agua de pozo en esta comunidad a través de análisis microbiológico, así como también aislar posibles indicadores de contaminación microbiana y determinar los factores que favorecen la contaminación del agua del consumo humano.

El trabajo se efectuó entre mayo (2002) y Abril (2003). Se analizaron 10 pozos debido a que el costo de los medios para un análisis son muy altos de tal manera no nos permitió tomar muestras de otros pozos estos 10 pozos representan a 10 familia. Este muestreo se realizó mensualmente, utilizando la técnica del NMP (número más probable) para coliformes totales y fecales. En general el grado de contaminación del 100% de estos pozos está por encima de las Normas CAPRE. Otros contaminantes encontrados en la microbiana son: *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella enteritidis* y *Clostridium*. Los pozos se encuentran altamente contaminados de coliformes fecales y totales debido a los factores físicos, que presentan dichos pozos, las cuales son: ausencia de delantal, no se encuentran tapados (sellados), lavadero a pocos metros, presentan fisuras en sus revestimientos y también encharcamientos, etc.



I *Introducción*

La Comunidad de Troilo – Sutiava, está situada al suroeste de la ciudad de León (Nicaragua), es una comunidad de 1253 habitantes en un total de 268 familias alojadas en viviendas precariamente construidas, su abastecimiento de agua proviene de pozos individuales en unos se utilizan bomba para su extracción, pero en otros no. Además las condiciones que presentan no son las más adecuadas lo que provoca que su calidad se someta a estudios microbiológico.

En realidad, no existe el agua completamente pura; porque en su naturaleza contienen impurezas, que ciertos niveles podrían afectar el sabor del agua y contaminarla, Sin embargo algunas de estas sustancias no son dañinas a la salud; en el caso de otros contaminantes de origen Industrial, Agrícola, Ganadería y actividades domestica como: detergentes, desechos orgánicos (heces fecales y restos de comida), desechos de construcciones, envases plásticos etc. Estos si causan cambios en la calidad del agua y por ende afectan la salud a través de diversas enfermedades que provocan y son la Salmonellosis, Tifoidea, Cólera, Gastroenteritis, Hepatitis infecciosa etc.

Por tales efectos realizamos este trabajo con la finalidad de conocer el grado de contaminación del agua en los pozos de la comunidad de Troilo por medio de un análisis microbiológico en el que se identifique la presencia de *Salmonella*, *Enterococos*, *Coliformes Fecales (E. coli)*, *Coliformes Totales* y así dar una respuesta de tratamiento a la comunidad.



Tomando en cuenta que el agua se puede considerar como un medio vivo, las disponibilidades de esta constituyen un factor fundamental para el desarrollo económico y de la salud pública. Tiene una importancia mucho mayor para la salud, ya que evita numerosas enfermedades.

Los microorganismos en general, son encontrados comúnmente en el agua, suelo y aire. La cantidad de ellos, presentes en cualquiera de estos medios, depende de una serie de factores tales como: humedad, temperatura y materiales inertes en suspensión orgánico e inorgánico que por su propia naturaleza proporcionan al agua una calidad inaceptable para el uso del hombre.

El peligro más común y difundido, relativo al agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con agua servidas y excretadas por hombre y de los animales. Si dicha contaminación es reciente y se hallan microorganismos patógenos, es posible que dichos microorganismos se encuentren vivos.

Para controlar los peligros se aplican criterios para normar la calidad de las aguas, estos establecen requisitos que deben satisfacer las aguas para que puedan ser destinadas al consumo humano sin que afecten su salud (CAPRE, 1983).



II Antecedentes

La UNAN – LEON a través del departamento de biología, apoyado por la organización panamericana de la salud OPS/OMS, se proyecta a la comunidad de Troilo-Sutiava desde el año 1997. Partiendo desde la realización del diagnóstico comunitario y con base a los datos estadístico obtenido en el Silais –León en 1996, la comunidad de Troilo – Sutiava presentó un alto índice de enfermedades diarreicas, siendo esta un alerta para buscar alternativas que controlaran la problemática de la salud.

En 1997 la UNAN- LEON realizó un diagnóstico comunitario y demostró que las enfermedades que prevalecen son malaria, diarrea y enfermedades respiratorias. Posteriormente se procedió al estudio bacteriológico del agua de consumo, comprobándose alta contaminación.

En lo que se refiere a la calidad del agua, anteriormente en 1999 no se han hecho estudios microbiológicos relacionados a las diferencias en niveles de contaminación entre las épocas de invierno y verano.

Actualmente el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias con el apoyo de la Universidad de Alcalá Henare (UAH), presta servicio en el análisis de la calidad del agua de consumo en la comunidad rural de troilo.



III Objetivos

Objetivo General:

- Determinar la calidad bacteriológica del agua de pozos domésticos durante la época seca y lluviosa en la comunidad de Troilo, León-Nicaragua.

Objetivos Específicos:

- Determinar los factores que favorecen la contaminación del agua de consumo humano en la comunidad de Troilo.
- Aislar posibles indicadores de contaminación microbiana en 10 pozos de la comunidad.
- Conocer el grado de contaminación del agua de pozo, durante la época seca y lluviosa en la comunidad de Troilo.



IV Marco Teórico

4.1 Generalidades

El agua es el recurso natural más importante para el desarrollo de la actividad humana, por esta razón es el recurso que más elementos de contaminación y de desechos tiene, la utilizamos en la industria, en las escuela, en la oficina en nuestra casa, para limpiar nuestro cuerpo, en nuestra casa, en fin ¿Podríamos imaginar la vida misma sin agua? El agua considerada como un medio vivo, es un sistema ecológico en movimiento, la cantidad existente no varia en el mundo sino que permanece constante, el 98% lo constituye el agua del mar y el 2% el agua dulce, la mayoría esta en los casquetes polares y el agua superficial de los ríos, lagos, aguas subterráneas y el agua suspendida en la atmósfera es la que está a nuestro alcance (Guevara, 2002).

A medida que la población mundial crece, la necesidad del agua se hace más importante para el hombre, la disponibilidad de agua es un factor fundamental para el desarrollo económico y la salud publica, los abastecimientos de agua son considerados inversiones básicas de interés general, (Guevara,2002). La contaminación es un proceso que altera y modifica el equilibrio fisico, químico o biológico del agua, y estos son responsables de su calidad y la hacen inadecuada para sus usos y aplicaciones. (Blanco, 1978)

La lluvia puede tomar diferente rutas cuando cae al suelo. Esta puede correr por la superficie del suelo y desembocar en ríos, lagos, quebradas y arroyos. Un por ciento del agua va a ser usada por las plantas, otro por ciento se va a evaporar y regresar a la atmósfera y el resto se va a infiltrar en el suelo.



4.2 Agua subterránea.

El agua subterránea se encuentra debajo del suelo entre grietas y espacios que hay en la tierra, incluyendo arena y piedra. La arena donde se acumula el agua en las grietas se llama la zona saturada. La parte de arriba de esta área se le conoce como el nivel freático. El agua subterránea se acumula en capa de tierra, arena y rocas conocidas como acuíferos, esta consiste típicamente de gravillas, arena, arenilla y piedra caliza. Estos materiales son permeables porque tienen poros grandes que permiten que el agua fluya con mayor rapidez. ([http:// WWW. Cyberclases.net/articulos/ agua-subterr-contm.html](http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html)).

El agua subterránea llega a la superficie natural por medios de materiales, lagos y arroyos. Estas aguas se pueden extraer a través de un pozo que se conecta al acuífero y se llena con el agua subterránea. El agua se puede extraer por medio de una bomba. Los acuíferos o suministro, de agua pueden recargarse o volverse a llenar por medio de la lluvia.

En algunas partes del mundo hay problema de falta de agua porque el agua subterránea se utiliza más rápido de lo que se recarga naturalmente. En otros lugares el agua no se puede usar porque se contaminó como resultado de actividades del ser humano, así como contaminantes que provienen de carga de fábricas, productos agrícolas, o químicos utilizados por las personas en sus hogares y patios, estos también pueden, provenir de tanques de almacenamiento de agua, pozos sépticos, lugares con desperdicios peligrosos y vertederos.

Actualmente, los contaminantes de agua subterránea de mayor preocupación son los compuestos sintéticos, estos incluyen solventes, pesticidas, pinturas, barnices, gasolinas y nitratos. ([http:// WWW. Cyberclases.net/articulos/ agua-subterr-contm.html](http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html)).



4.3 Contaminación de la aguas subterránea

El nitrato en el agua subterránea, es el contaminantes inorgánico conocidos y quizás unos de los que genera mayor preocupación.

El nitrato se origina de diferentes fuentes; aplicación de fertilizantes, pozos sépticos que no estén funcionando bien, laguna de retención de desperdicios sólidos no cubierto por debajo y la infiltración de aguas residuales o tratadas.

Por lo general el agua subterránea es segura para tomar, sin embargo puede que se contamine con sustancias toxicas que hallan sido dejadas en el suelo por un largo periodo de tiempo. Estas sustancias podrían infiltrarse en el suelo y llegar a contaminar los acuíferos. El beber de esta agua contaminada podría causar problemas serios de salud. Enfermedades como la hepatitis, disentería pueden ser causadas por la contaminación procedente de los desperdicios de los pozos sépticos.

Los principales contaminantes se encuentran en el agua por actividades domesticas: son todos los detergentes, jabones, suavizantes, champú, etc., que contienen potasio, sulfatos, etc. Por actividades industriales se encuentran el mercurio, el cromo, los metales pesados y los compuestos orgánicos derivados de los hidrocarburos, como el arsénico, el cianuro, y el antimonio. Entre las industrias que más contaminan el agua están las productoras de papel, la del azúcar y la del plástico. Por lo que ésta contaminación y el sobre uso amenaza el agua subterránea ya que algunas sustancias toxicas se disuelven en el agua superficial y son acarreadas o lixiviadas a acuíferos con el agua percolada. Se deben considerar las propiedades y cantidades de las sustancias toxicas y del suelo encima del acuífero para determinar si una sustancia en particular contaminará a un acuífero específico. Algunas veces la contaminación ocurre de forma natural, pero la contaminación aguda es usualmente el resultado de las actividades humanas en la superficie de la tierra. (<http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html>).



Un acuífero provee una gran cantidad de agua que frecuentemente atrae muchas personas en sus alrededores. Esta es usada en actividades tales como beber, higiene personal, mantenimiento residencial y con propósitos industriales o agrícolas. Muchas de estas actividades involucran el uso y desecho de productos químicos que son potencialmente contaminantes. ([http:// WWW. Cyberclases.net/articulos/ agua-subterr-contm.html](http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html)).

Cuando estos productos químicos son usados y desechados de forma incorrecta y en cantidades inaceptables, pueden llegar al agua subterránea y contaminarla. Varios acuíferos valiosos en el suroeste de Estados Unidos han sido contaminados por personas que viven cerca de estos.

Debido a que el agua subterránea se mueve lentamente puede pasar varios periodos en que un contaminante, liberado en la superficie de la tierra encima del acuífero, sea detectado en el agua del acuífero a cierta distancia del sitio de contaminación. Los tiraderos de basuras como fuente de contaminación, al situarse en el suelo cuando la lluvia cae sobre estos, el líquido contaminado, se filtran y sigue su viaje hasta los mantos acuíferos, que son los depósitos naturales del agua natural. Otra fuente de contaminación son los desechos industriales y por la contaminación del aire, casi con el mismo proceso.

Debido a la falta de información casi todos pensamos que el principal problema de la ciudad es la calidad del aire, sin embargo dadas las condiciones actuales el agua es el principal recurso que esta por agotarse.

Sin ella la viabilidad de ésta es insostenible, sin embargo existe la percepción de que el principal consumo de agua, se da por la industria, pero no es así; el 67% es de uso en nuestras casas, el 17% en industrias, el 16% en comercio y servicios. Además, el uso indiscriminado de este recurso esta provocando que le quitemos agua a otra zona del país, dejando a estas regiones sin el recurso. ([http:// WWW. Cyberclases.net/articulos/ agua-subterr-contm.html](http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html)).



Pero finalmente todo lo que contaminamos y mandamos a otros lugares se nos revierte de alguna forma; por ejemplo en alimentos contaminados o en la necesidad de invertir más recurso para descontaminar el agua de desecho y para regenerara ecosistemas que dañen el agua contaminada.

La importancia de las infecciones hídricas es evidente. La calidad de agua es un factor fundamental para garantizar la salud pública. El agua contaminada se define como aquella que resulta ir inadecuada para su aplicación.

La contaminación del agua, independiente de la carga de microorganismo que contenga, puede contener material inerte en suspensión, orgánico e inorgánico. El análisis microbiológico del agua brinda información correcta de la calidad sanitaria del agua.

El origen de algunos contaminantes presentes en el agua puede ser por: Contaminación microbiana: afecta principalmente a las aguas superficiales, prácticamente se limita a bacterias que se eliminan por heces y orina de los enfermos portadores esta pueden llegar en cantidades suficiente a propagarse y producir enfermedades diarreicas. Dentro de la contaminación microbiana tenemos tales como virus y bacterias (*coliformes fecales, totales, salmonellas, pseudomonas, etc.*) que pueden provenir de instalaciones de tratamientos de aguas negras, sistemas sépticos, operaciones agrícolas de ganadería y fauna. ([http:// WWW. Cyberclases.net/articulos/ agua-subterr-contm.html](http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html)).

Contaminantes inorgánicos tales como sal y metales, pueden ocurrir naturalmente o ser el resultado de desagües de áreas urbanas, descargas de desechos industriales o domésticos, producción de aceite o gasolina, minería o agricultura. Pesticidas y herbicidas: pueden provenir de diversos orígenes como la agricultura, desagües de áreas urbanas y uso residencial. ([http:// WWW. Cyberclases.net/articulos/ agua-subterr-contm.html](http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html)).



Contaminantes químicos orgánicos: incluyendo productos químicos sintéticos y volátiles, derivados de procesos industriales y producción de petróleo proveniente de estaciones de gasolina, desagües de áreas urbanas y sistema sépticos.

El agua puede protegerse de la contaminación a través de un sistema innovatorio de desviación de desagüe urbano. Una serie de barreras, tubos, canales y lagunillas capturan el agua antes de que entren a la presa.

La preocupación por la protección de la calidad del agua y también de los alimentos de consumo humano es muy antigua. Sin embargo, fue hasta 1855, cuando John Snow demuestra claramente que el cólera es transmitido por agua contaminada por materia fecal. A finales del siglo XIX la etiología microbiana de muchas enfermedades que afectan a la población humana se establece en base a procesos de contaminación de aguas con heces. (Ingraham L. 1998.)

La determinación de microorganismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de aguas. Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos como ser inofensivos para humanos, permanecer mas tiempo que los microorganismos patógenos y con su ausencia demostrar ser un agua segura y libre de microorganismos patógenos.

Así mismo, debe ser fácilmente aislable, identificable, y enumerable en el menor tiempo posible y con el menor costo. Debe ser capaz de crecer en los medios de cultivo comunes, estar distribuido al azar de las muestras y ser resistente a inhibición de su crecimiento por otras especies.

Un grupo microbiológico utilizado como bioindicador de la calidad microbiológico de aguas es el que genera *Clostridium*, en especial los *Clostridium* sulfito reductores.



El género *Clostridium* esta formado por microorganismos anaerobios formadores de esporas. Un gran numero de especies son anaerobias estrictas y algunas son aerotolerantes con crecimiento en medios de enriquecimientos en condiciones de incubación aerobias. (Blanco, 1978).

La especie del género *Clostridium* forma esporas en condiciones anaerobias y habitualmente no producen catalasa, mientras que especies del género *Bacillus* no esporulan en condiciones anaerobias y son habitualmente Catalasas positivas. Estos organismos están presentes en el suelo, en el aire asociados a partículas en suspensión, agua en el tracto intestinal de animales incluyendo al hombre. (Sánchez, Jesús. 1999).

Este género *Bacillus* esta constituido por bacillos Gram. Positivos que se presentan solo en parejas cadenas cortas o alargadas o en algunos casos en espirales muy cerrados. Móviles o no móviles, las células presentan flagelos peritricos. Algunas especies (*C.perfringes*) producen cápsulas, forman endosporas ovoides o esféricas que alargan la célula.

La mayoría de las especies son quimiorganotrofas, aunque algunas especies son quimioautotrofas. Producen mezcla de ácido orgánico y alcoholes derivados de carbohidratos o peptona .Pueden metabolizar carbohidratos alcoholes, aminoácidos y otros compuestos orgánicos. Algunas especies fijan Nitrógeno atmosférico, no producen sulfato reductor, la mayoría es catalasa negativo aunque cantidades traza de catalasa se puede detectar en algunas cepas. (Sánchez, 1999)

Muchas especies son anaerobias estrictas, aunque toleran un variado rango de concentraciones de oxígeno, algunas especies pueden crecer, pero no esporulan en presencia de aire, a la presión atmosférica habitual la mayoría de las especies crecen más rápidamente con ph de 6-5 y 7 a temperatura de 30 a 37° C.



La existencia de bacterias fermentadoras muy relacionadas con los coliformes parásitos de vegetales o agentes de putrefacción blanda ha complicado la situación taxonómica de los coliformes y el conocimiento de las distintas poblaciones naturales así como su correspondiente relación. (Ingraham L. 1998.)

Junto a los coliformes, en el grupo de bacterias de origen fecal, es preciso controlar así mismo la procedencia de enterococos y esporulados especialmente anaerobios los pertenecientes a la especie. *Clostridium perfringes*.

4.4 Contaminación microbiana.

Entre otros géneros de bacteria que indican la calidad de agua están:

Salmonella, Streptococos, Coliformes fecales y totales, Escherichia coli.

4.4.1 Coliformes

Los coliformes son bacterias de origen entérico que normalmente son capaces de fermentar la lactosa con producción de gas. Sin embargo este comportamiento dista mucho de ser indiscutible. Son unos buenos indicadores microbiana de calidad de agua de bebida, debido principalmente a que su detección y recuento en el agua son fáciles. Se denominan “Organismo Coliformes” las bacterias Gram.-negativas, en forma de bastoncillos que pueden desarrollarse en presencias de sales biliares u otros agentes tenso activos con propiedades de inhibición del desarrollo similar y fermenta la lactosa de 35 a 37°C produciendo ácidos - gas y aldehído en un plazo de 24 a 48horas.

Son también oxidasa – negativa y no forman esporas. Por definición las bacterias coliformes presentan actividades de la beta- galactosidas. La existencia tanto de bacterias no fecales que responden a la definición de las bacterias coliformes como de bacterias coliformes lactosa – negativas, limita la utilidad de estos grupos como indicador de la contaminación fecal. (Guevara, 2002).



Aunque los organismos coliformes quizás no estén siempre en relación directa con la presencia de contaminación fecal o de patógeno en el agua, bebida, la prueba de los coliformes sigue siendo útil para vigilar la calidad microbiana del agua tratada y distribuida por tuberías.

4.4.2 *Salmonella*

Son bacilos generalmente móviles mediante flagelos peritricos, utilizan nitratos como fuente de carbono, son Gram. negativo, Indol negativo, producen ácido sulfhídrico en medios de Three Sugar Iron (TSI) rojo de metilo positivo, Voges Proskaver negativo, catalasa positivo, oxidasa negativa, producen nitratos y en desarrollo óptimo se da en 37°C. Figura N° 1

En los humanos, las enfermedades más comunes producidas por la *Salmonella* son la fiebre tifoidea y la gastroenteritis. La *Salmonella* se caracteriza inmunológicamente en bases a tres antígenos de superficie celular el O o de pared celular (somático), el antígeno H o flagelar, y el antígeno VI (capa de polisacárido externa), que se encuentra en principio en la cepa de *Salmonella* que causa fiebre tifoidea. Los antígenos O son lipopolisacáridos complejos y son parte de la estructura endotoxina de estos organismos. El género *Salmonella* comprende más de 2200 serotipos de la bacteria *Salmonella*, la mayoría de las cepas producen gastroenteritis de origen alimenticio. La fiebre tifoidea o tifus es de un tipo de salmonelosis mucho más grave, con tratamiento y pronóstico distinto a las gastroenteritis comunes por *Salmonella*. Las Fuentes habituales de *Salmonella* son los huevos y los productos derivados de ellos, la leche no hervida y las aves de corral. El agente causante de las enfermedades es casi siempre la *Salmonella paratyphi*. A (Ingraham L. 1998).



4.4.3 *Escherichia. coli*

Se caracteriza por poseer las enzimas beta –galactosidasa y beta- glucuronidasa, se desarrolla a 44 y 45°C en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácidos y gas y produce Indol a partir del triptofano, algunas cepas pueden desarrollarse a 37°C pero no a 44 y 45°C y algunas no liberan gas.

La E.coli no produce oxidasa ni hidroliza la urea, su identificación completa es demasiado complicada para utilizarla de manera sistemática por lo que se han elaborado pruebas que permiten identificarlos rápidamente por un grado de incertidumbre. E. coli abundan en las heces de origen humano y animal. Halla en las aguas residuales , los afluentes tratados en todas las aguas y suelos naturales que han sufridos una contaminación fecal reciente , ya sea procedente de seres humanos , de operaciones agrícolas o de animales .Recientemente se ha sugerido que la E. coli puede existir e incluso proliferar en aguas tropicales que no han sido objeto de contaminación fecal de origen humano.

Como los animales pueden transmitir los agentes patógenos que son infecciosos para los seres humanos, jamás ha de hacerse caso omiso de la presencia de E.coli o de bacterias Coliformes termoresistentes ya que siempre existe la posibilidad de que el agua haya sido contaminada por materiales fecales y el tratamiento haya resultado ineficaz. (Ingraham L. 1998.)



4.4.4 *Streptococos*

Son bacterias esféricas Gram. – positivas, que forman paredes o cadenas durante el crecimiento. Algunos forman parte de la microbiota normal humana, otros se relacionan con importantes enfermedades humanas atribuibles a una sensibilización hacia ellos.

La clasificación de los estreptococos se ha establecido tomando en consideración la morfología de la colonia, las reacciones hemolíticas, la especificidad serológica (clasificación de Lancefield), las reacciones bioquímicas, las resistencias a factores físicos y químicos y finalmente a su característica ecológica. (Pajares, 2000.)

El grupo de los enterococos es un subgrupo de los estreptococos fecales e incluye a especies como *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. gallinarum* y *S. avium*. Los enterococos son diferenciados de los otros estreptococos Fecales por su habilidad de crecer en medios con 6.5% de cloruro de sodio, a pH 9,6 a 10° C y a 45°C. Debido a su resistencia a estos factores que permiten en mayor tiempo de supervivencia, son considerado como indicadores de contaminación fecal antigua (Pajares, 2000.) en contraste con la presencia de coliformes que indican contaminación fecal reciente (SOARESS,1996) .

El uso de estreptococos fecales como indicadores de contaminación fecal de agua de consumo humano no es resistente, recientemente los estreptococos fecales han sido considerados como organismos de supervivencia superior a los coliformes en aguas. A puntos distantes de la fuente de contaminación, ellos fueron muchas veces los únicos indicadores de contaminación fecal.

Los estreptococos fecales han sido utilizados con los coliformes fecales para diferenciar la contaminación fecal del hombre de otros animales de sangre caliente. La razón entre coniformes fecales (CF) y estreptococos fecales (EF) proveen información acerca de la fuente de contaminación.



Un rango mayor de 4 es considerado indicativo de contaminación fecal humana, un rango de 0.7 sugiere contaminación por una fuente no humana.

Los estreptococos fecales rara vez se multiplican en agua contaminada y son más persistentes que *E. coli* y las bacterias coliformes. Además, los estreptococos son muy resistentes al secado y pueden ser utilizados para realizar controles sistemáticos después de la colocación de nuevas tuberías maestras o la reparación de los sistemas de distribución, así como para detectar la contaminación de aguas subterráneas o superficiales. (Pajares, 2000.)

Técnicas del Numero Más probable (NMP)

Sirve para determinar el valor o la cantidad de *Coliformes Totales* y *Fecales* en cada pozo y así poder conocer el grado de contaminación que presentan cada uno de estos. Esto se hace conforme a la tabla N° 2 (anexos).

Ejemplo: Si los 3 tubos de 10 ml resultan positivos, y los otros 3 tubos de 1 ml y 0.1 ml son positivos se busca en la tabla el valor correspondiente a la serie 3:3:3 en la tabla siendo el valor NMP 1100. (Guevara, 2002)

Método de Siembra por Estría

Es el método más fácil con una asa de siembra se toma una muestra de la población mixta y a continuación se hacen estrías sobre la superficie de un medio sólido preparado en una placa petri (A las placas petri también se les denomina simplemente placas). Conforme se van haciendo estrías en zigzag con el asa, cada vez se van depositando en la superficie del medio menos microorganismos. (Ingrahan, 1998).



Método de Siembra por agotamiento

Esta siembra es similar a la siembra por estría, esto se hace con el objetivo de que una colonia se reproduzca y se pueda tomar una muestra pequeña para inocularla en los tubos de las pruebas bioquímicas. Las pruebas bioquímicas sirven para determinar la reacción de cada tipo de bacteria y reconocer su especie.

Filtración de Membrana

Se filtra al vacío 100 ml de la muestra recolectada y a través de un filtro de membrana estéril se extrae la membrana filtrante con una pinza estéril. En esta membrana se encuentran todos los microorganismos filtrados, esta se deposita en una Erlenmeyer que contenga 100 ml del caldo de enriquecimiento selenito (medio específico para el crecimiento de la Salmonella).

Normas Capre

Representan las normas aprobadas por la OPS/OMS para la región centroamericana y expresan los valores que debe tener los *Coliformes Fecales* y *Totales* para todo tipo de agua de bebida como se observa en la tabla 1 anexos. (CAPRE, 1983)



V *Materiales Métodos.*

El estudio se realizó en la comunidad de Troilo-Sutiava en el periodo comprendido de un año de Mayo 2002 a Abril 2003. Se analizaron 10 pozos debido a que el costo de los medios para un análisis son muy altos de tal manera no nos permitió tomar muestra de otros pozos estos solo representan diez casas, correspondientes a diez familias.

Dado que el estudio del agua subterránea se circunscribe al ámbito rural, históricamente, la población ha utilizado pozos individuales para el suministro de agua de consumo por lo cual se realizó una encuesta diagnóstica para observar la infraestructura que presentan dichos pozos y con ella poder valorar la incidencia de contaminantes en los pozos y los efectos en la salud.

La colecta de las muestras microbiológicas se realizaron, utilizando botellas y frascos de vidrio con capacidad de 500 ml previamente esterilizados, en un horno, a una temperatura de 165° C, durante hora y media. Cada muestra se tomó cuidadosamente introduciendo con mucho cuidado los frascos y botellas de manera que no tuviesen ningún contacto con las paredes del pozo.

5.1 *Análisis Microbiológico*

Para el estudio de análisis microbiológico se realizó en un total de 10 pozos, en los cuales se tomaron en cuenta sus usos domésticos como por ejemplo lavar, dar de beber a animales, riego de plantas, y de consumo, e información general.

En este estudio se realizaron análisis mínimos, para determinar coliformes totales y fecales, y análisis completo detección de *E. coli*, *Streptococo*, *Clostridium*, y *Salmonella*.



5.2 Toma, Preservación y Transporte de muestra de agua para Análisis Bacteriológico.

Se tomaron todas las precauciones que nos garantizaron que las muestras fueran representativas del agua a analizar y que no presentaran accidentalmente contaminación durante el muestreo. Las muestras se tomaron en botellas de vidrio previamente esterilizadas. Una vez que la muestra se colectó, se dejó un espacio vacío dentro de la botella, para facilitar el mezclado de la muestra y la presencia de oxígeno, se conservó en un lugar oscuro y fresco, finalmente se transportaron al laboratorio y se procedió al montaje para su respectivo análisis microbiológico.

5.3 Recuento de esporas clostridio sulfito reductores.

En un tubo estéril se depositaron 10 ml de agua problema, y se calentó hasta 80° C por 30 minutos (baño María) para destruir la forma vegetativa existente en la muestra. Se depositaron estos 10 ml de agua en un tubo conteniendo 10 ml de medio SPS doble concentrado (Agar Sulfito-Polimixina Sulfadiaxina).

Se agitó, se dejó solidificar y se cubrió con vaselina estéril. Se incubó a 28° C. Se revisó a las 24 horas, si no hubo crecimiento se dejó por 4 a 5 días más.

5.4 Streptococos del grupo D de Lancefield.

En dos tubos de ensayo conteniendo cada uno 5 ml de caldo KAA (Kanamicina, Aesculina Ácida). Se le agregó 5 ml de agua problema y se agitó suavemente. Luego se metió a incubar a 37° C por 24 horas. Cuando había turbidez y sedimento se pasó de 2 ó 3 asas y se realizó, siembra por agotamiento en una placa agar conteniendo KF. Se incubó a 37° C por 24 horas. Si hubo crecimiento de colonias, se realizó la siembra por estrías en una placa de Plate Comt Agar (PCA). Se incubó a 37° C por 24 horas. Luego se realizó la tinción de Gram y prueba de Catalasa.



5.5 Detección de coliformes totales y fecales.

Prueba presuntiva.

Técnica a utilizarse técnica del Número más Probable (NMP).

A 3 tubos de ensayo conteniendo 10 ml. de caldo doble concentrado Mc. Conkey, se le agregó 10 ml de agua problema. y o 3 tubos de ensayo conteniendo 9 ml de caldo Mc. Conkey se le agregó 1 ml de agua problema. y A otros 3 tubos de ensayo conteniendo 9.9 ml de caldo Mc. Conkey se le agrega 0.1 ml de agua problema. Luego se agitó cada uno de los tubos suavemente para lograr homogenización uniforme. Se incubó a 37° C, y 44°c por 24 horas, (Figura3). Todos estos tubos contenían en su interior un tubo de vidrio invertido (campanita de Durham), esto se hizo con el objetivo de recoger gas, producto de la fermentación. Luego del periodo de incubación de acuerdo con el numero de tubos que presentan producción de gas y ácido, se consulta la tabla de NMP, la cual se basa en ciertas formulas de probabilidades para obtener una estimación del número aproximado de la bacterias coliformes por cada 100ml de agua, así como también limites superiores e inferiores del número más probable.

5.6 Prueba confirmativa.

Si hubo crecimiento, se siembra por agotamiento de 2 a 3 asas en una placa de LEVINE (Medio específico para el crecimiento de Escherichia coli). Se incuba a 37° C por 24 horas. Luego se pincha una colonia verde metálica presuntiva de E.coli y se siembra por agotamiento a una placa de Plate Comt Agar (PCA). Después se incuba a 37° C por 24 horas y se realizan pruebas bioquímicas para la confirmación de las especies.

- a. IMVIC (Indol, Rojo de Metilo Voges Proskaver, Citrato de Simons)
- b. KIA (Agar Iron Kliger)



5.7 Investigación de Salmonella.

En un Erlenmeyer se filtro al vacío 100 ml de la muestra problema a través de un filtro de membrana estéril (0.45um). Se extrae la membrana filtrante con una pinza estéril y se deposita en un Erlenmeyer que contenga 100 ml de caldo enriquecimiento selenito (medio específico para el crecimiento de Salmonella). Se pasa a incubar a 37° C por 24 horas. Si hay crecimiento bacteriano (figura 4) se siembra por agotamiento (reproducción de bacterias) de 2 a 3 asas en una placa con medio selectivo de HECKTOEN. Se incuba a 37° C por 24 horas. Si hubo crecimiento se selecciona una colonia típica y se siembra por agotamiento en una placa petri de Plate Comt Agar PCA. Luego se incuba a 37° C por 24 horas. Se realizó prueba de Catalasa y Oxidasa. Se Pasa a realizar, pruebas bioquímicas para confirmación de especies.

- a. IMVIC (Indol, Rojo de Metilo Voges Proskaver, Citrato de Simons)
- b. KIA (Agar Iron Kligler)
- c. REDUCCION DE NITRATOS
- d. UREA

5.8 Pruebas Bioquímicas

Sirven para la identificación de especies.

A. IMVIC (Indol, Rojo de Metilo, Voges Proskauer, Citrato de Simmons)

PRUEBA DEL INDOL: De la placa con Plate Comt Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de agua peptonada. Luego se procede a incubar a 37° C por 24 horas. Si hubo crecimiento se agrega 4 gotas del reactivo de Kovacs.

PRUEBA DEL ROJO DE METILO: De la placa con Plate Comt Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de rojo de metilo. Se incubó a 37° C por 24 horas. Si hubo crecimiento se agrega 4 gotas de rojo de metilo. Se Agitó suavemente.



PRUEBA DE VOGES PROSKAUER: De la placa con Plate Comt Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de rojo de metilo. Se incuba a 37° C por 24 horas si hubo crecimiento se agrega 0.6 ml (4 gotas) de Alfa-Naftol, (4 gotas) de KOH al 40% Se agita y se deja reposar por 10 minutos.

CITRATO DE SIMMONS: De la placa con Plate Comt Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de Agar de Citrato de Simmons. Se incuba a 37° C por 24 horas, se procede a leer.

B. PRUEBA DE KIA (Agar Iron Kliger): De la placa con Plate Comt Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de Kia, se siembra en el fondo y en la superficie. Se incuba a 37° C por 24 horas

C. REDUCCION DE NITRATOS: De la placa con Plate Comt Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de Caldo Nitratado. Se incuba a 37° C por 24 horas si hubo crecimiento, se agregan de 2 a 4 gotas del reactivo I y II de Nitrato. Se agita suavemente, se deja reposar, se procede a leer.

D. PRUEBA DE LA UREASA: De la placa con Plate Comt Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de Agar Urea. Se incuba a 37° C por 24 horas, se procede a leer.

5.9 Tinción de Gram.

Se añade al frotis de la muestra dos gotas, cristal violeta por 2 minutos, luego se lava con agua destilada, se añade dos gotas de lugol por 1 minuto. Lavar con Alcohol (etanol al 95% o alcohol acetona). Después se agrega cinco gotas de safranina por 1 minuto. Se Lava, se deja secar y se observa al microscopio.



5.10 Tinción de esporas

La muestra es tomada del recuento de esporas clostridio sulfito reductor.

Se cubre la muestra con verde de Malaquita y se flamea hasta que salga vapor, continua así por 5 minutos (se flamea cada vez que la muestra deja de emitir vapor). Se Lava con agua destilada y se cubre con Safranina por 1 minuto. Se lava con agua destilada y se deja secar. Observar al microscopio.



VI Resultados Y Discusión.

6.1 Características generales de los pozos muestreados.

El 100% de los pozos presentan brocal en muy buenas condiciones también presenta revestimiento hasta 2mt de profundidad siendo menor que lo recomendado ya que las instituciones de salud recomiendan que lo más favorable es de 3mt de profundidad. La profundidad de estos pozos va de 7 a 12 Vrs.

El 100% de los pozos muestreados se encuentran localizados, en los patios de las casas de habitación, unos se encuentran tapados (50%) pero no sellados, otros (50%) están descubiertos en malas condiciones ambientales. Estos pozos están rodeados por lavaderos que van de 2 a 4 metros en donde el agua que cae cerca de este se puede infiltrar fácilmente. También algunos pozos tienen en sus alrededores corrales de ganados y bebederos lo cual, provoca el acumulamiento de materia orgánica (heces fecales) que son depositadas en el suelo muy cercana a los pozos. También existen letrinas que están ubicadas de 7 mt hasta 50 mt de ellos.

- El 100% de la población utilizan las aguas para usos domésticos.
- El 20% de los pozos presentaron suciedad en su interior, (hojarascas, zapatos, juguetes, etc.).
- El 80% de los pozos son usados diariamente
- EL 90% lo limpian una vez al año, y el otro 10% cada dos años.
- El 50% de los pozos presentan bombas de mecate y el 50% el agua se extrae manualmente. Como muestra la (tabla 1).



Tabla 1

*Condiciones física de los pozos
(Encuesta.)*

N° de Pozos	Bomba	Tapado (sellado)	Brocal B/M	Revestimiento interno	Delantal	Lavadero distancia	Letrina	Limpieza	Observación
1	SI	NO	B	2 mt.	NO	3 mt.	15 mt.	Una vez al año	Se encuentra libre de encharcamiento
2	NO	NO	B	2mt.	NO	2 mt.	10mt.	Una vez al año	Presenta materiales orgánicos dentro del pozo estando casi en abandono.
3	SI	SI	B	2mt.	NO	3mt.	18mt.	Una vez al año	Alrededor del pozo con encharcamiento, tiene una pila donde beben animales
4	SI	NO	B	2mt	NO	4mt.	25mt.	Una vez al año	Presenta fisura en su revestimiento, presencia de animales.
5	SI	NO	B	3mt.	NO	4mt.	30mt.	Una vez al año	Pila para beber animales todo el tiempo con encharcamiento en su alrededor
6	NO	NO	B	2mt.	NO	NO	50mt.	Cada dos años	Libre de encharcamiento, revestimiento con fisura y poco uso.



Continuación de la Tabla 1.

7	SI	NO	B	2mt.	NO	2mt.	30mt.	Una vez al año	Alrededores con encharcamiento, con pila para uso domestico y animales, fisura en el revestimiento, presencia de corral en su alrededor.
8	NO	NO	B	NO	NO	3mt	7 mt	Una vez al año	Esta vivienda esta ubicada en un caserío distancia entre casa y casa 1 ½ mt.
9	NO	NO	B	2mt.	NO	3 ½ mt.	10mt	Una vez al año	Presencia de objetos de uso diario (zapatos, vasos etc.)
10	NO	NO	B	2mt.	NO	2mt.	7mt.	Una vez al año	Vivienda esta ubicado en un caserío.

B/ M = Bueno- Malo

La pendiente del terreno donde se ubican los pozos es menor del 1%



6.2 Análisis Mínimo

Tabla 2

15/05/2002

<i>Número de Muestra</i>	Coliformes Totales 37°C	Limite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Limite de Confianza 95%
P1	210	35-470	150	30-440
P2	1100	150-4800	1100	150-4800
P3	1100	150-4800	1100	150-4800
P4	1100	150-4800	1100	150-4800
P5	1100	150-4800	1100	150-4800
P6	240	36-1300	240	36-1300
P7	1100	150-4800	460	71-2400
P8	1100	150-4800	240	150-4800
P9	1100	150-4800	460	71-2400
P10	1100	150-4800	1100	150-4800

El 80% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 60% de contaminación *fecal*. Un 30% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes totales* y un 40% de *Coliformes fecales*, estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para límite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número Más Probable (NMP). (Tabla 2 anexo).

Tabla 3

10/06/2002

<i>Número de Muestra</i>	Coliformes Totales 37°C	Limite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Limite de Confianza 95%
P1	1100	150-4800	1100	150-4800
P2				
P3	1100	150-4800	1100	150-4800
P4	1100	150-4800	1100	150-4800
P5	1100	150-4800	1100	150-4800
P6	1100	150-4800	1100	150-4800
P7	1100	150-4800	210	35-470
P8	1100	150-4800	1100	150-4800
P9	1100	150-4800	1100	150-4800
P10	1100	150-4800	1100	150-4800



El 80% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 60% de contaminación *fecal*. Un 10% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes fecales*, estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para límite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número más probable. (Tabla 2 anexo).

15/07/2002

Tabla 4

N de muestra	Coliformes Totales ufc 37° C	Coliformes Fecales ufc 44° C	Enterococcus Fecales	Clostridium	Salmonella	Escherichia coli
P1	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P2	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P3	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P4	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(-)
P5	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P6	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P7	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P8	1100	75	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P9	1100	1100	Cocos G(+)	(+) Espora Terminal	(+)	(+)
P10	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)

En este análisis completo se observa una alta contaminación tanto de Coliformes totales, como fecales a excepción el pozo N° 8 que presenta un nivel bajo de contaminación fecal. El 100% de los pozos presentan cocos G (+) del grupo de Enterococcus Fecales. El 90% de Clostridium es negativo. 10% positivo en el que se determina esporas terminal, El 100% de la Salmonella positivo de los 10 pozos y Escherichia coli el 100% es positivo.

Tabla 5

13/08/2002

Número de Muestra	Coliformes Totales 37°C	Límite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Límite de Confianza 95%
P1	1100	150-4800	43	7-210
P2	1100	150-4800	1100	150-4800
P3	1100	150-4800	1100	150-4800
P4	1100	150-4800	1100	150-4800
P5	1100	150-4800	150	30-440
P6	1100	150-4800	1100	150-4800
P7	1100	150-4800	1100	150-4800
P8	1100	150-4800	1100	150-4800
P9	1100	150-4800	1100	150-4800
P10	1100	150-4800	1100	150-4800



El 100% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 80% de contaminación *fecal*. Un 20% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes fecales*, estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para límite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número más probable. (Tabla 2 anexo).

Tabla 6

11/09/2002

<i>Número de Muestra</i>	Coliformes Totales 37°C	Limite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Limite de Confianza 95%
P1	1100	150-4800	210	35-470
P2	1100	150-4800	1100	150-4800
P3	1100	150-4800	1100	150-4800
P4	1100	150-4800	1100	150-4800
P5	1100	150-4800	1100	150-4800
P6	1100	150-4800	1100	150-4800
P7	1100	150-4800	1100	150-4800
P8	1100	150-4800	1100	150-4800
P9	1100	150-4800	1100	150-4800
P10	1100	150-4800	1100	150-4800

El 100% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 90% de contaminación *fecal*. Un 10% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes fecales*, estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para límite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número más probable. (Tabla 2 anexo).

14/10/2002

Tabla 7

N de muestra	Coliformes Totales ufc 37° C	Coliformes Fecales ufc 44° C	Enterococcus Fecales	Clostridium	Salmonella	Escherichia coli
P1	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P2	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P3	1100	28	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P4	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P5	1100	93	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P6	460	30	Cocos G(-)	(-)	(+)	(+)
P7	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P8	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P9	1100	1100	Cocos G(-)	(-)	(+)	(+)
P10	1100	150	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)



En este análisis completo se observa una alta contaminación tanto de Coliformes totales, como fecales a excepción el pozo N° 3, 5 y 6 que presenta un nivel bajo de contaminación fecal. El 80% de los pozos presentan cocos G (+) del grupo de Enterococcus Fecales y un 20% es negativo. El 100% de Clostridium es negativo. El 100% de la Salmonella positivo de los 10 pozos y Escherichia coli el 100% es positivo.

Tabla 8

19/11/2002

<i>Número de Muestra</i>	Coliformes Totales 37°C	Limite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Limite de Confianza 95%
P1	460	71-2400	460	71-2400
P2	1100	150-4800	1100	150-4800
P3	460	71-2400	24	30-440
P4	1100	150-4800	28	10-149
P5	1100	150-4800	1100	150-4800
P6	460	71-2400	460	71-2400
P7	1100	150-4800	1100	150-4800
P8	1100	150-4800	1100	150-4800
P9	1100	150-4800	93	15-380
P10	1100	150-4800	1100	150-4800

El 70% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 50% de contaminación *fecal*. Un 30% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes totales* y un 50% de *Coliformes fecales*, estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para limite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número más probable. (Tabla 2 anexo).

Tabla 9

14/12/2002

<i>Número de Muestra</i>	Coliformes Totales 37°C	Limite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Limite de Confianza 95%
P1	460	71-2400	15	3-44
P2	1100	150-4800	240	36-1300
P3	460	71--2400	460	71-2400
P4	1100	150-4800	460	71-2400
P5	1100	150-4800	23	4 -120
P6	150	30-440	75	14-230
P7	1100	150-4800	23	4 -120
P8	1100	150-4800	150	30-440
P9	1100	150-4800	43	7-210
P10	460	71-2400	24	7-210



El 60% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 40% de contaminación *fecal*. Un 40% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes totales* y un 60% de *Coliformes fecales*, estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para límite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número más probable. (Tabla 2 anexo).

Tabla 10

14/01/2003

N de muestra	Coliformes Totales ufc 37° C	Coliformes Fecales ufc 44° C	Enterococcus Fecales	Clostridium	Salmonella	Escherichia coli
P1	240	23	Cocos G(+)	(+) Espora Terminal	(+)	(+)
P2	1100	1100	Cocos G(+)	(+) Espora Terminal	(+)	(+)
P3	460	93	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P4	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P5	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P6	240	75	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P7	460	23	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P8	1100	25	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P9	1100	25	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P10	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)

El 60% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 40% de contaminación *fecal*. Un 40% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes totales* y un 60% bajamente contaminado de *Coliformes fecales*, El 100% de los pozos presentan cocos G (+) del grupo de Enterococcus Fecales. El 80% de Clostridium es negativo. 20% positivo en el que se determina esporas terminal, El 100% de la Salmonella positivo de los 10 pozos y Escherichia coli el 100% es positivo.

Tabla 11

18/02/2003

<i>Número de Muestra</i>	Coliformes Totales 37°C	Límite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Límite de Confianza 95%
P1	240	36-1300	240	36-1300
P2	1100	150-4800	1100	150-4800
P3	1100	150-4800	1100	150-4800
P4	1100	150-4800	1100	150-4800
P5	1100	150-4800	460	71-2400
P6	93	15-380	43	7-210
P7	460	71-2400	460	71-2400
P8	1100	150-4800	1100	150-4800
P9	1100	150-4800	1100	150-4800
P10	1100	150-4800	1100	150-4800



El 70% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 60% de contaminación *fecal*. Un 30% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes totales* y un 40% de *Coliformes fecales*, estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para límite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número más probable. (Tabla 2 anexo).

Tabla 12

18/03/200

<i>Número de Muestra</i>	Coliformes Totales 37°C	Limite de Confianza 95%	Coliformes Fecales 44°C	Limite de Confianza 95%
P1	460	71-2400	240	36-1300
P2	1100	36-1300	35	36-1300
P3	1100	150-4800	1100	150-4800
P4	460	71-2400	460	71-2400
P5	1100	150-4800	210	35-470
P6	240	36-1300	23	4-120
P7	23	71-2400	20	36-1300
P8	1100	150-4800	150	30-440
P9	1100	150-4800	1100	150-4800
P10	1100	150-4800	1100	150-4800

El 60% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 30% de contaminación *fecal*. Un 40% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes totales* y un 40% de *Coliformes fecales*, y un 30% bajamente contaminados de *Coliformes fecales* estos valores están por encima de las normas Capre siendo el valor recomendado para *Coliformes totales* menor o igual que 4, *Coliformes Fecales* cero. Para límite de confianza estos valores están dentro del rango establecido del 95% y se registran en base a la tabla Número más probable. (Tabla 2 anexo).

23/04/2003

Tabla 13

N de muestra	Coliformes Totales ufc 37° C	Coliformes Fecales ufc 44° C	Enterococcus Fecales	Clostridium	Salmonella	Escherichia coli
P1	240	43	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P2	1100	1100		(-)	(+)	(+)
P3	460	460	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P4	460	460	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P5	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P6	20	25	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P7	75	23		(-)	(+)	(+)
P8	1100	9		(-)	(+)	(+)
P9	1100	1100	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)
P10	1100	210	Cocos G(+)	(-)	(+)	(+)



El 50% de los pozos tienen un nivel alto de contaminación de *Coliformes totales* y un 30% de contaminación *fecal*. Un 50% de los pozos están medianamente contaminados de *Coliformes totales* y un 30% se encuentra medianamente contaminado de *Coliformes fecales* 40% bajamente contaminado de *Coliformes fecales*, El 70% de los pozos presentan cocos G (+) del grupo de *Enterococcus Fecales* y un 30% no hubo crecimiento. El 100% de *Clostridium* es negativo. El 100% de la *Salmonella* positivo de los 10 pozos y *Escherichia coli* el 100% es positivo.



6.4 En el resultados de las pruebas bioquímicas obtuvimos *Salmonella enteritidis* y *Escherichia coli* como muestran las tablas. (14, 15, 16, 17)

15/07/2002

Tabla 14

N de Muestra	Salmonella							Nombre de la Especie	Escherichia coli					Nombre de la Especie
	AP	RM	Mr-vp	C	K	U	CN		AP	RM	Mr-vp	C	K	
P1	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P2	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P3	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P4	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P5	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P6	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P7	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P8	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P9	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>
P10	-	+	-	+	+	-	+	<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	-	-	+	<i>Escherichia coli</i>

Escherichia coli.

Indol: (+) a partir del triptófano gracias a una triptofanasa.

RM: (+) produce una gran cantidad de ácidos que bajan el PH,

Mr-vp: (-) producción acetilmetilcarbinol (acetoina), a partir de la fermentación de la glucosa.

Citrato: (-) no utiliza el citrato como única fuente de carbono.

Kia: (+) se da la fermentación de lactosa y producción de sulfhídrico.

Salmonella.

Indol: (-) no hay producción del indol

RM: (+) se da la fermentación de lactosa y producción de sulfhídrico.



Mr-vp: (-) producción acetilmetilcarbinol (acetoina), a partir de la fermentación de la glucosa.

Citrato: (+) utiliza el citrato como única fuente de carbono el metabolismo, provocando una alcalinidad.

Kia: (+) se da la fermentación de lactosa y producción de sulfhídrico.

Urea: (-) la urea se hidroliza dando como producto final el carbonato de amonio.

CN: (+) se da la reducción del nitrato en nitrito o en nitrógeno libre.

Todo esto indica la presencia de especies, a través de las reacciones de las pruebas bioquímicas se determina el tipo de especies.



14/10/2002

Tabla 15

N de Muestra	Salmonella							Escherichia coli						
	AP	RM	Mr-vp	C	K	U	CN	Nombre de la Especie	AP	RM	Mr-vp	C	K	Nombre de la Especie
P1	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P2	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P3	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P4	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P5	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P6	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P7	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P8	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P9	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P10	-	+	-	+	+		+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli

(-) Indica que no hubo reacción porque la *Salmonella* no reacciona con el Agua Peptonada, Voges Proskaver, Urea.

(+) Indica que si hubo reacción.



14/01/2003

Tabla 16

N de Muestra	Salmonella							Nombre de la Especie	Escherichia coli					
	AP	RM	Mr-vp	C	K	U	CN		AP	RM	Mr-vp	C	K	Nombre de la Especie
P1	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P2	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P3	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P4	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P5	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P6	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P7	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P8	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P9	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P10	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli



23/04/2003

Tabla 17

N de Muestra	Salmonella							Nombre de la Especie	Escherichia coli					Nombre de la Especie
	AP	RM	Mr-vp	C	K	U	CN		AP	RM	Mr-vp	C	K	
P1	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P2	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P3	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P4	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P5	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P6	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P7	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P8	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P9	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli
P10	-	+	-	+	+	-	+	Salmonella enteritidis	+	+	-	-	+	Escherichia coli



En el muestreo de 10 pozos, de la Comunidad de Troilo, 80% se mantiene altamente contaminado de *Coliformes Totales* y *Fecales* tanto en el invierno como en el verano, debido a que la mayoría de los dueños de estos pozos son de escasos recursos económicos, lo que no les permite mejorar las condiciones físicas del pozos, ya que presentan fisuras no están sellados, no tienen delantal (se produce encharcamiento)por lo que hay mayor filtración de aguas servidas y aguas de lluvias que arrastran materiales orgánicos dispuestos en el suelo. Otros factores que generan contaminación en estos pozos en algunos casos son el acercamiento de las letrinas con respecto al pozo y la presencia de animales en los alrededores. Como muestran la **Tabla (18) y los gráficos del (1-10)**.

El 20% de estos pozos presentan una baja contaminación en el verano, ya que las condiciones físicas y ambientales son distintas a las de los otros pozos. Como muestra la **tabla (18) y los gráficos del (1-10)**.



6.5 Nivel de contaminación de los pozos de Troilo por Coliformes totales y fecales.

Tabla 18

Meses	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Mayo	↓N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↓N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Junio	↑N.C	-	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Julio	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Agosto	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Septiembre	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Octubre	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Noviembre	↑/↓ N.C	↑N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↑N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Diciembre	↑/↓ N.C	↑N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↑N.C	↓N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑/↓ N.C
Enero	↓N.C	↑N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↑N.C	↓N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Febrero	↓N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C	↓N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Marzo	↓N.C	↑N.C	↑N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↓N.C	↓N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C
Abril	↓N.C	↑N.C	↑/↓ N.C	↑/↓ N.C	↑N.C	↓N.C	↓N.C	↑N.C	↑N.C	↑N.C

↓N.C = Bajo nivel de contaminación.

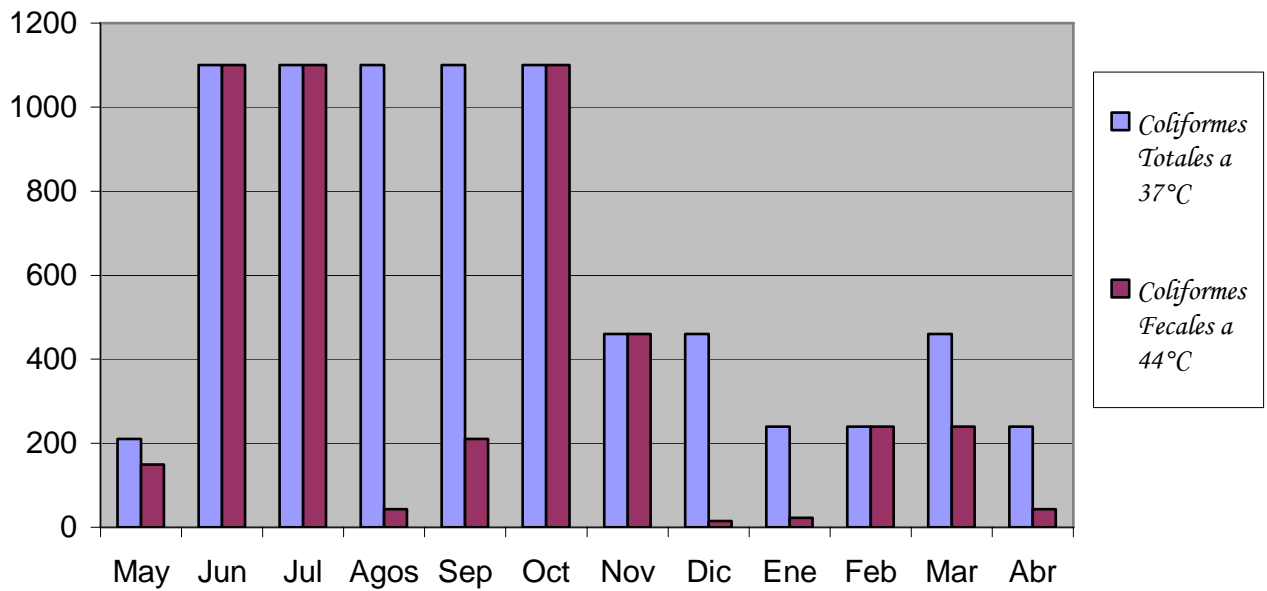
↑N.C = Alto nivel de contaminación.

↑/↓ N.C = medianamente contaminado

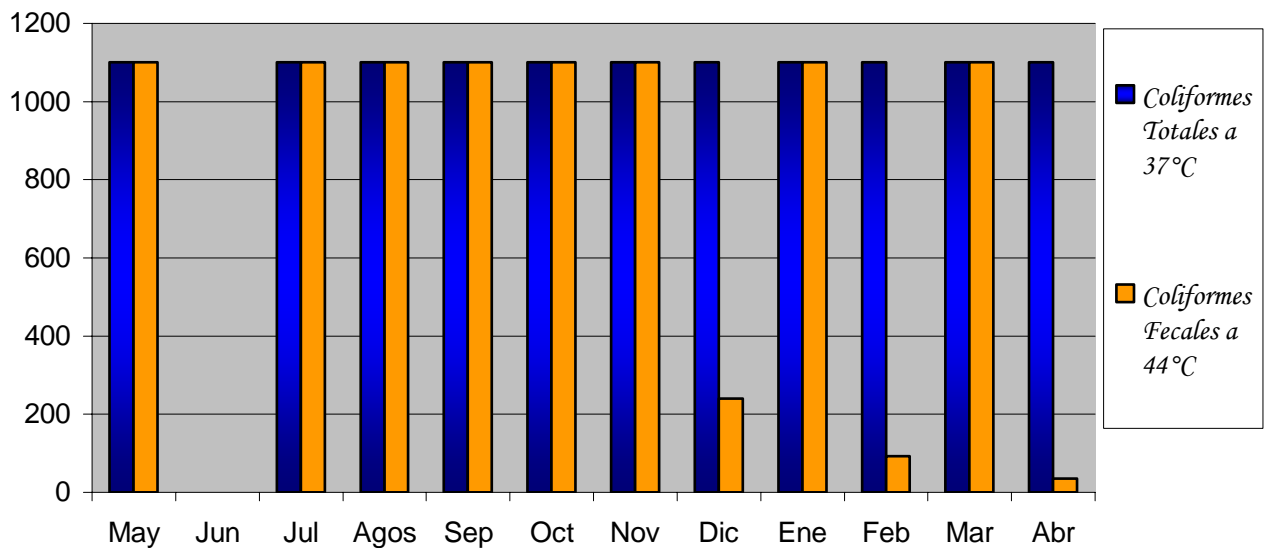
En el pozo1 y pozo2 presenta una baja contaminación en los meses de Diciembre- Abril.



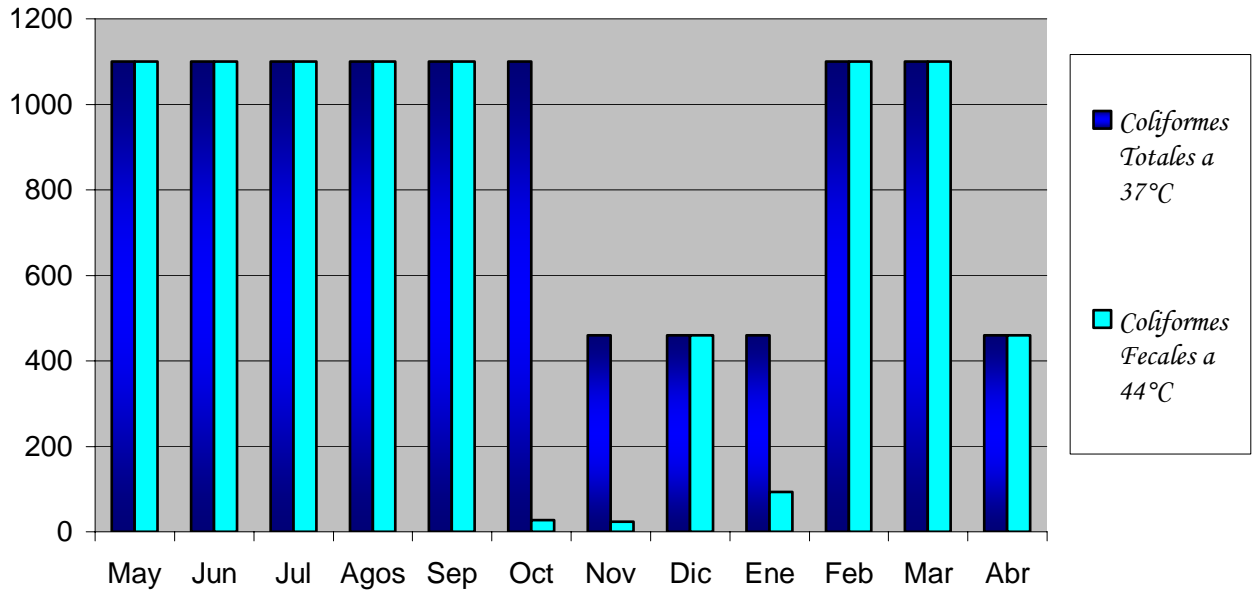
Gráficos: Grado de Contaminación.



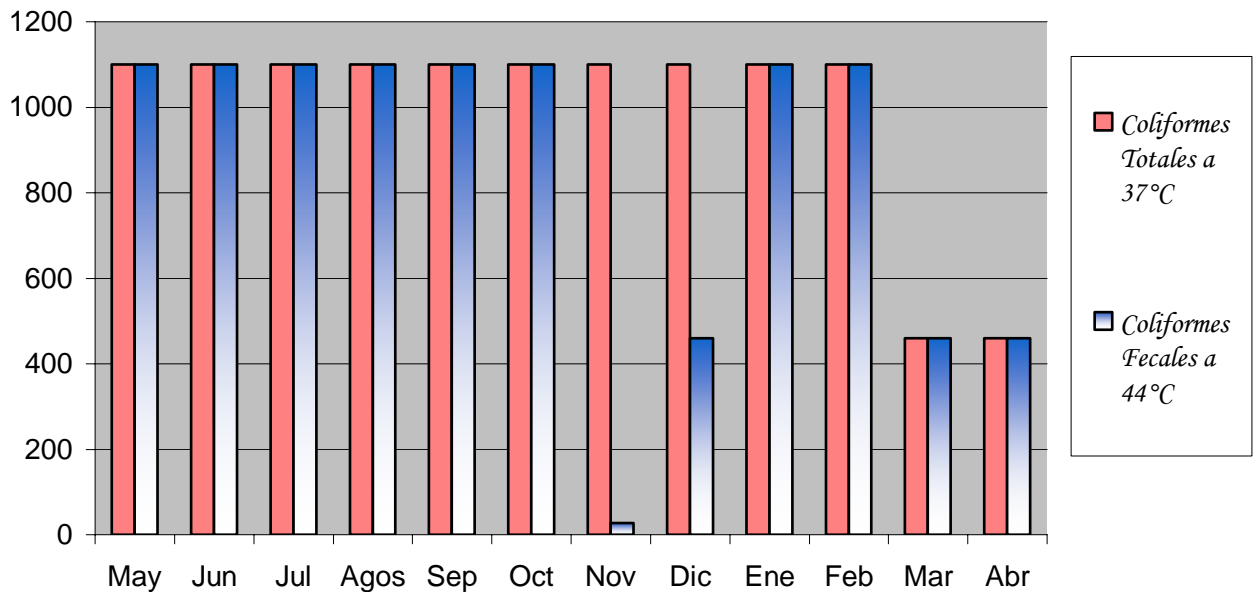
Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 1 del periodo de Mayo2002- Abril2003.



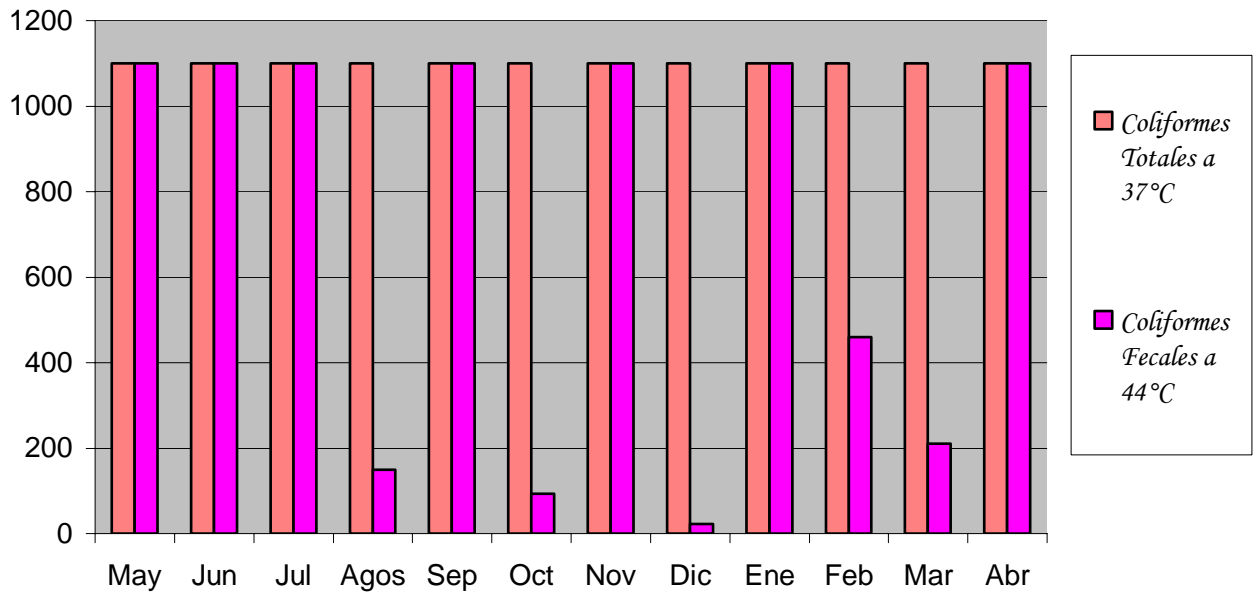
Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 2 del periodo de Mayo2002- Abril2003.



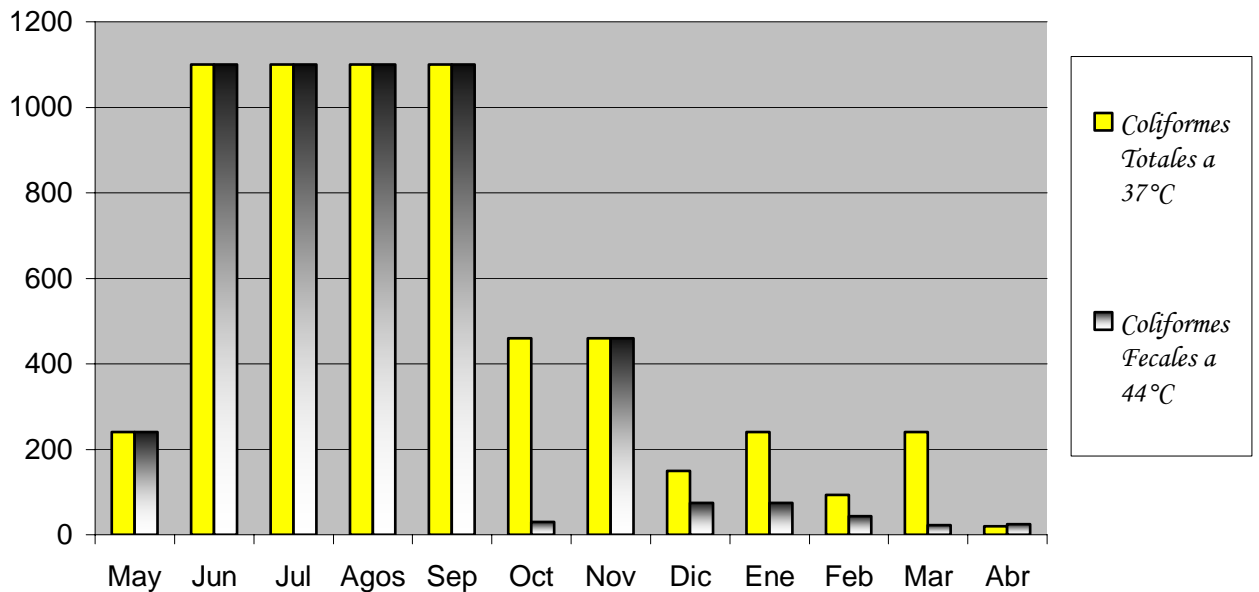
Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 3 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



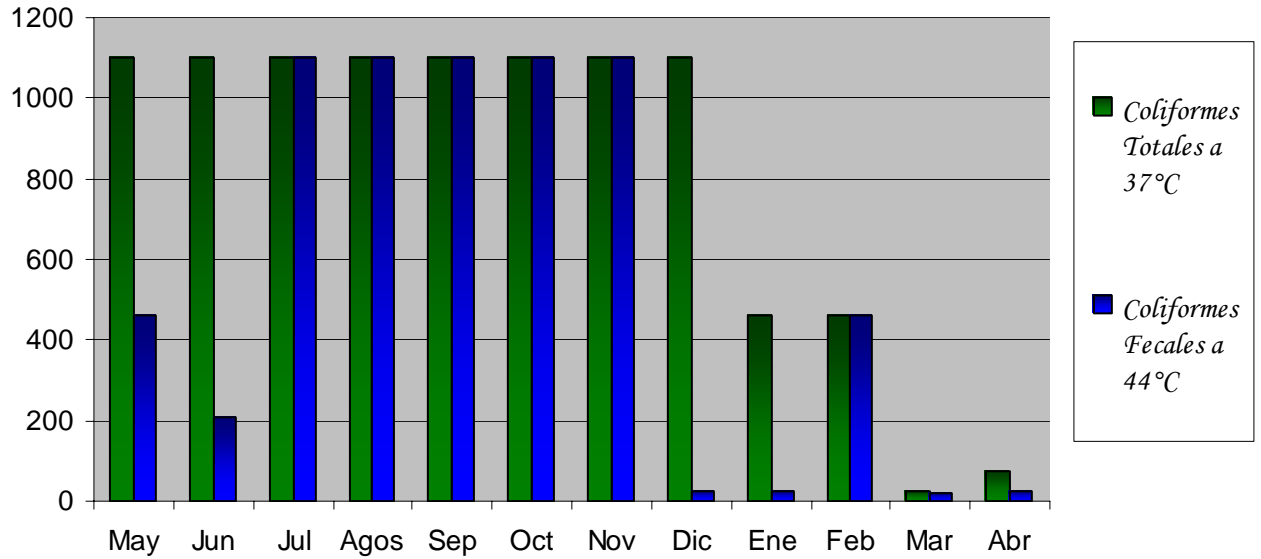
Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 4 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



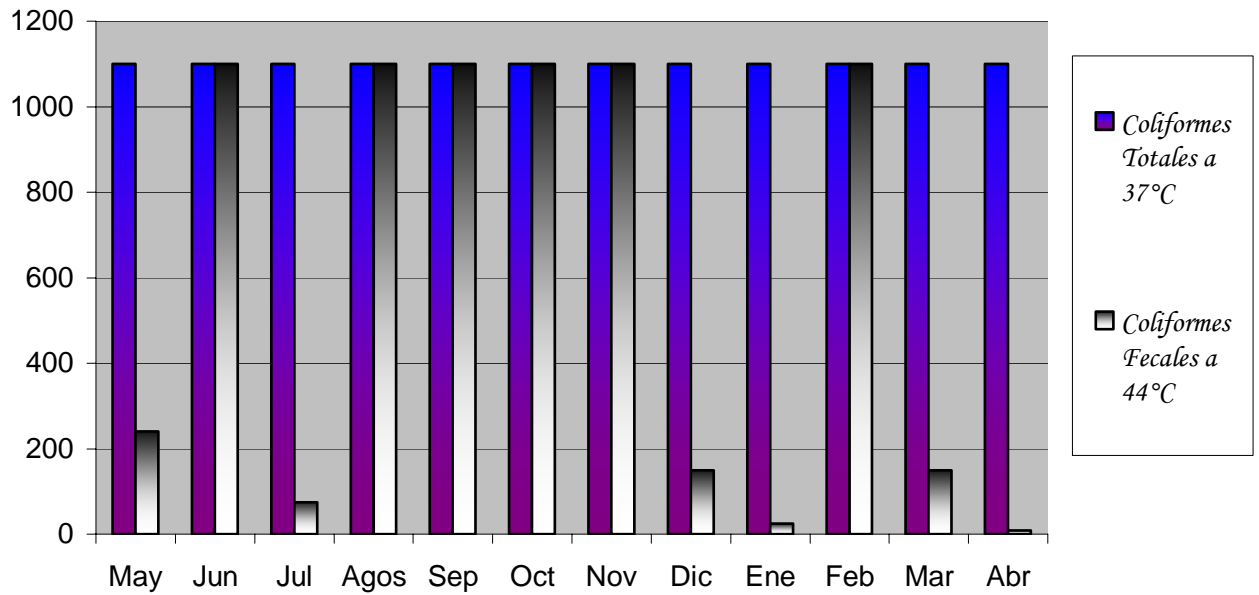
Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 5 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 6 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



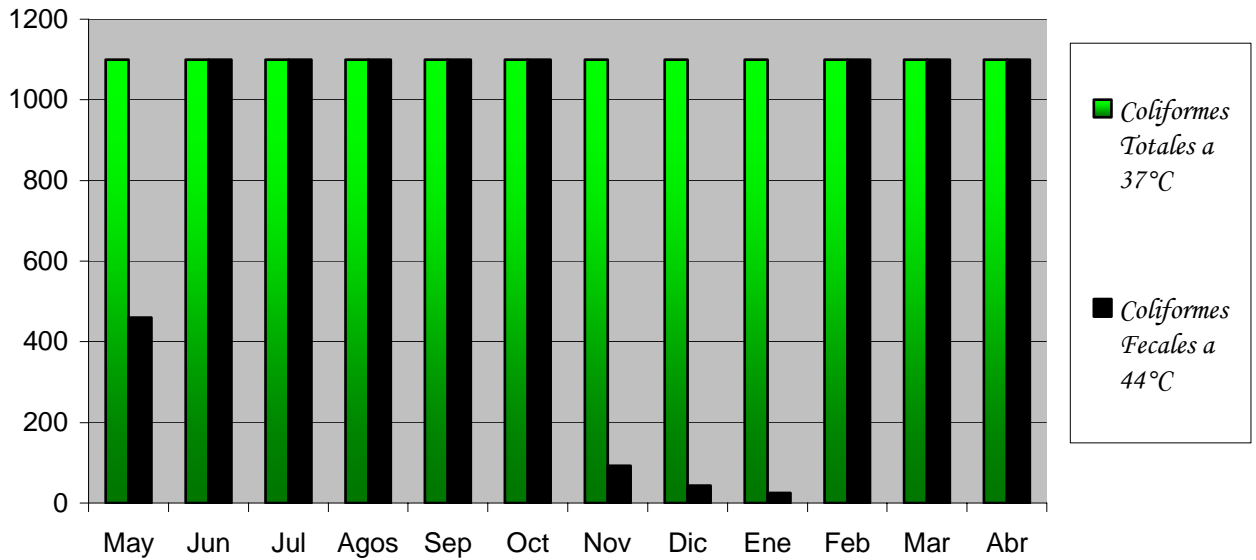
Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 7 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



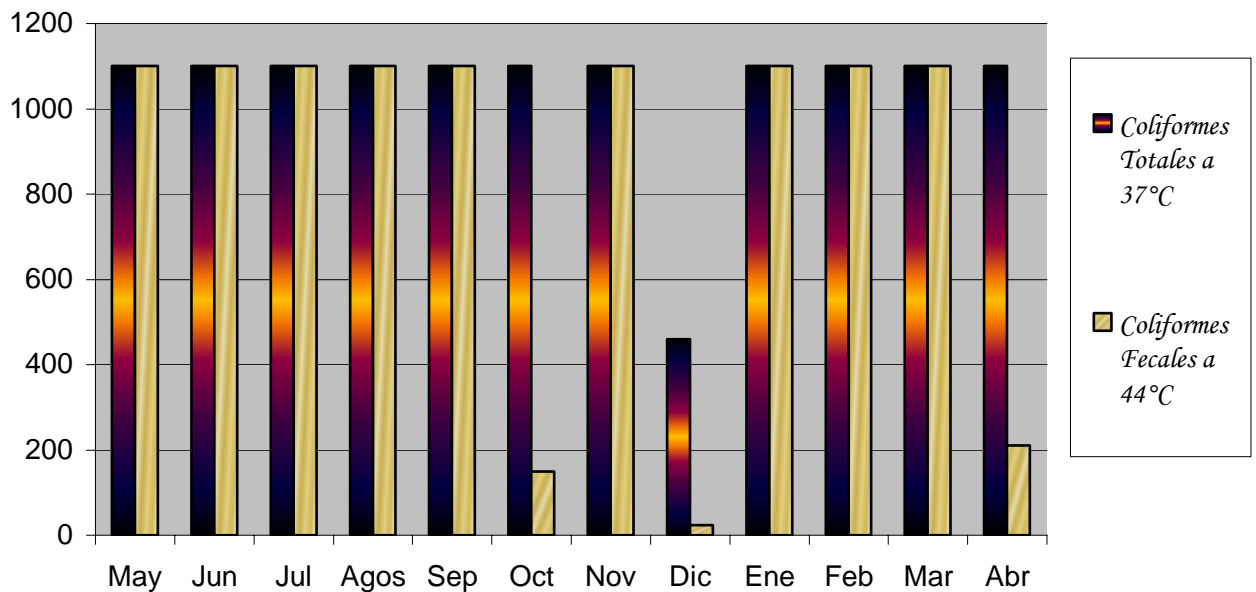
Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 8 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA DE POZOS (COMUNIDAD DE TROILO).



Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 9 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



Análisis mínimos correspondiente al pozo N° 10 del periodo de Mayo 2002- Abril 2003.



VII Conclusiones

La mayoría de los pozos para abastecimiento de agua de las viviendas en la comunidad incluida para esta evaluación están expuestos de manera permanente a la contaminación orgánica y fecal por diferentes factores entre los que se destacan : a -) Falta de protección del brocal, lo que permite el ingreso de basura y animales a la fuente de agua; b-)Extracción del agua con mecate que arrastra suelo y otros elementos contaminantes (heces de animales) al interior del pozo; c-)Ausencia de delantal y las malas condiciones en que se encuentra el revestimiento interno de las paredes de los pozos que favorecen la infiltración de agua, arrastrando contaminantes de la superficie del suelo ,entre otros. Estos factores deterioran la calidad sanitaria de la fuente de agua al incrementar los riesgos de contaminación.

En el aislamiento de los indicadores de contaminación microbiana de los 10 pozos de Troilo encontramos: *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Coliformes* totales y *fecales* que se incrementan en el invierno, *Streptococos* y *Clostridium*.

El agua de pozo de la comunidad de Troilo, en el 80% de los pozos muestreados está altamente contaminados principalmente durante el invierno, por lo cual se estima que está por encima de lo recomendado por las normas de agua potable que son para *Coliforme total* ≤ 4 y para *Coliformes fecales* tiene que ser cero (0).

El 20% de los pozos esta bajamente contaminado durante el verano, debido a que no hay infiltración y sus alrededores están libres de encharcamiento.



VIII Recomendaciones

1. Hacer del conocimiento a las autoridades de salud pública locales, los resultados obtenidos, para que ellos se encarguen de la inspección y desinfección de estos pozos, ya que añadiendo ciertos compuestos clorados se podría eliminar gran número de bacterias.
2. Realizar campaña sobre educación ambiental dirigida a la protección de la salud a través de la calidad del agua, para el desarrollo de la comunidad de troilo.
3. Promover la gestión de un programa de reforzamiento interno de los pozos y la cobertura del brocal ante la alcaldía municipal.
4. Construir las fosas sépticas separadas de la fuente de agua para evitar contaminación por infiltración.
5. Clorar, filtrar y hervir bien el agua antes de tomar.



IX Bibliografía

- ❖ ADSA – MICRO, Medios de cultivos para microbiología. 1981. Editorial Barcelona .Pág. 86-230.
- ❖ Blanco, Elena Marta. 1978. Índice de contaminación fecal de agua de pozos del barrio de Guadalupe León- Nicaragua (tesis).Pág. 35 40.
- ❖ CAPRE, 1983 Normas de calidad del agua para consumo humano, primera edición Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León- Nicaragua C. A. Pág. 1-9
- ❖ Guevara Octavio.2002 Microbiología Acuática “Análisis Microbiológico del agua”, Curso Teórico practico. UNAN- LEON. Pág. 12- 16.
- ❖ Ingraham L. John, Ingraham A. Catherine, 1998 Introducción a la microbiología, editorial reverté, S. A. Tomo I Y II, Barcelona. Pág. 70-129 y 553-563.
- ❖ Internet [http:// WWW. Cyberclases.net/articulos/ agua-subterr-contm.html](http://WWW.Cyberclases.net/articulos/agua-subterr-contm.html).
- ❖ Pajares Marchand, O. Edgar, 2000 Microorganismo indicador de la calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana, tesis, UNMSM. Editorial España. Pág. 1-11
- ❖ Sánchez Guinea Jesús, Pérez Ramón, 1999 Análisis microbiológico del agua Departamento de Microbiología, Facultad de Biología Universidad de Barcelona. Pág. 1-5.
- ❖ Valls J. Sancho. 1996 Medios de cultivo para Microbiología, Editorial Barcelona – España. Pág. 9 -57.



X Anexos



Normas Capre.

CAPRE: Comité coordinador Regional de las Instituciones de Agua potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y Republica Dominicana

Establece lo siguiente:

Valor recomendable: Corresponde a la concentración de sustancia o densidad de bacterias donde no hay riesgos sobre la salud de los consumidores.

Valor máximo admisible: Corresponde a la concentración de sustancia o densidad de bacterias a partir de la cual provoca rechazo por parte de los consumidores o donde existe un riesgo para la salud. La superación de estos valores implica la toma de acciones correctivas inmediatas.



Parámetros bacteriológicos

Tabla 1

Origen	Parámetros	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Observaciones
A. Todo tipo de agua de bebida.	Coliforme fecal.	Negativo	Negativo	-
B. Agua que entra al sistema de distribución.	Coliforme fecal. Coliforme total.	Negativo Negativo	Negativo ≤ 4	- En muestras no consecutivas.
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme total Coliforme fecal.	Negativo Negativo	≤ 4 Negativo	En muestras puntuales. No debe ser detectado el 95% de las muestras anuales.

a) NMP /100 ml en caso de análisis por tubos múltiples o colonias / 100ml en el caso de análisis por el método de membrana filtrantes. El indicador bacteriológico mas precisos de contaminación fecal es la E. coli. La bacteria Coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.



Imágenes



Figura N° 1 *Salmonella* que crece en humano.



FIGURA N° 2 (Autoclave donde se esta desechando los materiales).



Figura N° 3 (Se esta realizando la lectura de coliformes).



FIGURA n° 4 (crecimiento de salmonella después de la 24 horas).



FIGURA N° 5 (*Extracción de muestra de agua de pozos que no tiene bomba*).



Figura n° 6 (*Extracción de muestra de agua de pozo que tiene bomba*).



Figura N° 7 (Lecturas de las pruebas bioquímicas).



TABLAS DEL NÚMERO MÁS PROBABLE

TABLA 5₁

# tubos con reacción positiva entre:			Índice MPN/100 ml	Límite de Confianza 95%	
3 tubos de 10 ml	3 tubos de 1 ml	3 tubos de 0,1 ml		Límite Inferior	Límite Superior
0	0	1	3	<0,5	9
0	1	0	3	<0,5	13
1	0	0	4	<0,5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	69
2	2	0	21	4	47
2	2	1	26	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	300
3	2	0	93	15	300
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800



*Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN-LEON*

(Encuesta para la realización de Tesis Calidad Bacteriológica de Agua de pozo).

Nombre: _____

Sexo: _____

Nº de pozo: _____

- 1) ¿Cuanto tiempo tiene de tener el pozo? _____
- 2) ¿Cada cuanto limpia su pozo? _____
- 3) ¿Que realiza usted con el agua extraída (uso)? _____
- 4) ¿Cuáles son las enfermedades que frecuentemente padece por el consumo de esta agua?

Diarrea _____ Calentura _____ Dolor de Estomago _____

Realizadoras

A. ¿Que condiciones presenta el brocal del pozo?

Buenas _____ Malas _____ Regular _____

B. ¿Que cantidad de agua tiene el pozo?

Invierno: Seco _____
Con abundante agua _____

Verano: Seco _____
Con abundante agua _____

C. ¿Presencia o ausencia de maleza dentro del pozo?

SI _____ NO _____

D. ¿Condiciones físicas del pozo?

Tapado _____ No tapado _____



E. ¿Presenta o no revestimiento?

SI _____ NO _____

F. ¿A que distancia se encuentra el pozo de la letrina? _____

G. ¿Su pozo posee bomba o no?

SI _____ NO _____

H. ¿Presencia o ausencia de animales cerca del pozo?

SI _____ NO _____

I. ¿Cuál es la distancia del lavadero hacia el pozo? _____