

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
ANÁLISIS DE AGUA DE POZOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
COLIFORMES FECALES EN EL CASERÍO EL TEJAR CANTÓN SALAMAR,
MUNICIPIO DE MONCAGUA, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL,
DURANTE EL PERIODO DE JULIO A SEPTIEMBRE DE 2006.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADA EN LABORATORIO CLÍNICO.**

**PRESENTADO POR:
ANA DEYSI BOLAÑOS
GLENDY GEANNETTE MARTÍNEZ RAMÍREZ
NOLVIA ARACELY FUENTES SANTOS**

**DOCENTE DIRECTOR:
LICENCIADA AURORA GUADALUPE GUTIÉRREZ VENTURA**

**DICIEMBRE DE 2006.
SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA.**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

AUTORIDADES.

DOCTORA MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ.

RECTORA.

INGENIERO JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO.

DOCTORA CARMEN RODRÍGUEZ DE RIVAS.

VICERRECTORA ADMINISTRATIVA.

LICENCIADA ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS.

SECRETARIA GENERAL.

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.

AUTORIDADES.

LICENCIADO MARCELINO MEJÍA GONZÁLEZ.

DECANO.

MASTER NELSON DE JESÚS QUINTANILLA GÓMEZ.

VICEDECANO.

LICENCIADA LOURDES ELIZABET PRUDENCIO COREAS.

SECRETARIA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA

AUTORIDADES

DOCTORA LIGIA JEANNET LÓPEZ LEIVA

JEFA DEL DEPARTAMENTO

LICENCIADA LORENA PATRICIA HERRERA PACHECO

COORDINADORA DE LA CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

LICENCIADA ELBA MARGARITA BERRÍOS CASTILLO

COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ASESORES

LICENCIADA AURORA GUADALUPE GUTIÉRREZ VENTURA

DOCENTE ASESOR

LICENCIADA ELBA MARGARITA BERRÍOS CASTILLO

ASESORA DE METODOLOGÍA

INGENIERA SANDRA NATZUMÍN FUENTES SÁNCHEZ

ASESORA DE ESTADÍSTICA

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO:

Por habernos guiado en el transcurso de nuestra carrera, en la elaboración de este proyecto y por iluminar siempre nuestros caminos para obtener este triunfo.

A LA VIRGEN MARÍA:

Por interceder siempre por nosotros.

A NUESTROS PADRES, HERMANOS, FAMILIARES Y AMIGOS:

Por su apoyo incondicional.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Por su formación académica.

A NUESTRAS ASESORAS DE TESIS:

Lic. Aurora Guadalupe Gutiérrez Ventura (Docente Asesor)

Lic. Elba Margarita Berríos Castillo (Asesora de Metodología)

Ing. Sandra Natzumín Fuentes Sánchez (Asesora de Estadística)

A NUESTROS DOCENTES:

Por dedicarnos su tiempo y brindarnos los conocimientos necesarios para nuestra formación académica.

AL SEÑOR FIDEL MEDALES MEDINA Y LIC. ALCIDES MARTÍNEZ:

Por su apoyo, ayuda y consejos en la elaboración de este proyecto.

DEYSI, GLENDY Y NOLVIA

DEDICATORIA

Con especial agradecimiento a Dios todo poderoso, porque puso en mi camino a las personas que de alguna manera fueron bases fuertes de este triunfo.

A MIS PADRES:

Miguel Meléndez y Ana Francisca Bolaños quienes me ayudaron y creyeron siempre en mí.

A MIS HERMANAS:

Blanca Nelly Bolaños y María Glenda Bolaños, por sus consejos y apoyo incondicional.

A MIS SOBRINOS:

Jessica Esmeralda, Miguel Antonio y Fausy Edgardo con mucho amor.

A MIS ABUELOS (AS):

A los que ya no están como un recuerdo y flor sobre su tumba y a los que aún están a mi lado con especial amor.

A MIS AMIGAS Y COMPAÑERAS DE TESIS:

Glendy y Nolvía con mucho amor, respeto y agradecimiento por sus consejos y ayuda en los momentos difíciles.

MUY ESPECIALMENTE A MIS QUERIDAS AMIGAS:

Karla Marcela, Quenia Verónica y Morena Vanessa por su apoyo y consejos.

Y a todas aquellas personas que creyeron siempre en mí y que de alguna manera colaboraron en mi carrera universitaria.

ANA DEYSI BOLAÑOS

DEDICATORIA

Dedico este triunfo con gran amor y profundo agradecimiento a todos mis seres queridos que me han apoyado para que yo pudiera alcanzar la meta que me propuse, en especial a:

DIOS TODO PODEROSO:

Gracias mis Señor por haberme dado la vida, por tener una familia en donde siempre he tenido amor, comprensión y apoyo; porque en mi carrera siempre me guiaste por el buen camino y especialmente por permitirme llegar a esta meta que sin ti no hubiera sido posible alcanzar.

A LA VIRGEN MARÍA:

Nuestra madre espiritual, gracias por cuidarme siempre y por tu amorosa intercepción.

CON ORGULLO A MIS PADRES:

Blanca Estela Ramírez y Luis Alonso Martínez Lemus, por todo el esfuerzo que han hecho para que yo pudiera estudiar y terminar mi carrera; los quiero mucho.

A MIS HERMANOS Y HERMANA:

Luis Rodolfo Martínez Ramírez, Marcela Azucena Martínez Ramírez y Gustavo Alonso Martínez Ramírez; por que siempre me apoyaron y me animaron a seguir adelante.

A MIS TÍAS:

Ana Eufracia Martínez Lemus, Sandra de Jesús Martínez Lemus y Luciana Candelaria Martínez Lemus; gracias por todo su apoyo.

A MI SOBRINA:

Heidy Azucena Martínez con mucho amor.

A MIS ABUELOS (AS):

Con respeto y mucho amor y a los que ya no están como un recuerdo.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS:

Nolvia Aracely y Deisy, por haber trabajado juntas con mucho cariño.

A MI NOVIO:

Armando Napoleón Laínez, gracias por estar en mi vida y compartir conmigo este triunfo; te quiero.

A MIS MAESTROS:

Quienes intervinieron en mi formación académica durante mi carrera.

A NUESTRA DOCENTE ASESORA:

Lic. Aurora Guadalupe Gutiérrez Ventura, con quien fue un orgullo trabajar.

A mis amigos, primos y demás familiares; gracias y que Dios les bendiga ahora y siempre.

GLENDY GEANNETTE MARTÍNEZ RAMÍREZ

DEDICATORIA

“Señor Jesús, amigo fiel; te doy gracias por acompañarme en cada etapa de mi vida. Hoy con alegría y gozo nuevamente se hacen realidad en mi vida tus palabras: “Haz la prueba y veras que bueno es el Señor”. Nunca olvidare que tu has dicho: “Yo estaré con ustedes todos los días hasta que se termine este mundo”. (Salmo 33,9 y San Mateo 28,20)”.

“El esfuerzo es bendecido por Dios y los resultados dan alegría y motivación para seguir adelante”

Con amor eterno a todas las personas que han estado en mi camino y que gracias a ellos he podido culminar con éxito otra etapa de mi vida. Con especial orgullo y admiración:

A DIOS TODO PODEROSO:

Por haberme bendecido con su ayuda.

A LA SANTÍSIMA VIRGEN MARIA:

Por su intersección.

A MIS PADRES MARIA CANDELARIA SANTOS Y JOSÉ ÁNGEL FUENTES:

Por su esfuerzo y apoyo incondicional. “Les amo mucho”.

A MIS HERMANOS Y HERMANA:

Por su valiosa ayuda que ha sido una bendición para mi. “ Dios les pague”.

A MI HIJA NORMA GUADALUPE:

Que con su necesidad de mi, me ha hecho sentir única. “Te quiero mi niña”.

A MIS SOBRINOS ELÍAS EMMANUEL Y FÁTIMA NOEMY:

Con quienes hemos compartido ratos de juego. “ Son especiales para mi”.

A MIS FAMILIARES QUE RECUERDO CON CARÍÑO

A TODOS MIS MAESTROS, DOCENTES Y LICENCIADOS:

Que han participado en mi formación académica y que me exigían siempre haciéndome creer en la grandeza.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS GLENDY Y DEYSI:

Con quienes Dios me concedió trabajar.

A todos mis amigos que un día descubrí y se quedaron en mí y que siempre me han hecho sentir importante y que me han llevado en sus oraciones.

A DOLORES PEREZ MENDOZA Y ANA DINORA SÁNCHEZ:

Que en muchas ocasiones se sacrificaron por mí. “Las quiero mucho”.

AL LIC. ELMER MONDRAGÓN, DON FIDEL MEDALES Y JIMMI RAMOS:

Que también me ayudaron mucho. “Gracias”.

A todos ellos y a quienes sin cansancio siempre han esperado lo mejor de mí, que Dios les bendiga.

LES AMA:

NOLVIA

**ANÁLISIS DE AGUA DE POZOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
COLIFORMES FECALES EN EL CASERÍO EL TEJAR CANTÓN SALAMAR,
MUNICIPIO DE MONCAGUA, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL,
DURANTE EL PERIODO DE JULIO A SEPTIEMBRE DE 2006.**

RESUMEN

La investigación, se realizó en el caserío El Tejar ubicado en El Cantón Salamar municipio de Moncagua departamento de San Miguel durante el período de julio a septiembre de 2006; analizando 61 muestras de agua de los pozos de la comunidad en estudio, con el objetivo de identificar la presencia de coliformes fecales a través de las pruebas presuntivas, confirmativa y completa.

Además, se identificó a la *Escherichia coli* como la especie bacteriana aislada con mayor frecuencia; encontrándose en un 55% de las muestras de agua analizadas.

En la investigación se utilizó el método cualitativo para la identificación de coliformes fecales y se caracterizó por ser un estudio de tipo prospectivo, descriptivo, transversal, de laboratorio y analítico explicativo.

También se emplearon técnicas para la obtención de información como las documentales, la observación y la entrevista con el objetivo de recopilar información esencial del fenómeno en estudio; con los datos obtenidos a través de dichas técnicas y las pruebas de laboratorio se pudo determinar un 100% de contaminación fecal en el agua de los pozos del caserío El Tejar, teniendo como principales causas la poca profundidad de los pozos y los desechos y descargas de aguas residuales que desembocan del municipio de Moncagua hacia el caserío El Tejar, las que se infiltran y contaminan los mantos acuíferos subterráneos.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la población mundial y la constante intervención del hombre en el medio ambiente, están alterando la calidad de las aguas superficiales y subterráneas con descargas contaminantes y volviendo cada vez más escasos los recursos hídricos naturales.

En nuestro país, la materia fecal humana contaminada es el principal factor de transmisión de enfermedades infecciosas que se propagan por el agua, además las condiciones que favorecen la transmisión de microorganismos patógenos están relacionadas con las deficiencias de saneamiento básico, las precarias condiciones socioeconómicas y las descargas de agua residuales municipales que contaminan los cuerpos acuáticos subterráneos, situación que se da en el caserío El Tejar, el cual está constituido por 70 viviendas en las que predomina el abastecimiento de agua de pozos sin tratamiento alguno antes de ser consumida.

Razón por la cual surgió la necesidad de realizar un análisis bacteriológico al agua de los pozos para que la población y las autoridades de salud conocieran el grado de contaminación fecal que existe en la comunidad, ya que anteriormente no se habían realizado pruebas bacteriológicas para determinar la calidad del agua que consumen los pobladores del caserío El Tejar.

Los beneficiados con la investigación fueron los 562 habitantes de la comunidad en estudio, ya que todas las pruebas se realizaron sin ningún costo económico y la unidad de salud de Moncagua les proporcionó el tratamiento para mejorar la calidad del agua y de ésta manera disminuir los problemas gastrointestinales que se dan en la población y que pueden estar relacionadas con la contaminación fecal que existe en el agua que consumen.

El agua es de mucha importancia en el estado de salud de la población por lo que en éste documento se presentan los resultados de la investigación sobre el análisis de agua de pozos para la identificación de coliformes fecales, el cual está estructurado en seis capítulos que se describen a continuación.

El capítulo número uno contiene el planteamiento del problema en el que se describen los antecedentes del fenómeno objeto de estudio, el enunciado del problema y los objetivos general y específicos que sirvieron de guía en el proceso de investigación.

El segundo capítulo presenta el marco teórico en el que se describen aspectos importantes como: Generalidades del agua, ciclo hidrológico del agua, fuentes de abastecimiento, agua de consumo humano proveniente de pozos, contaminación del agua, métodos de desinfección, vigilancia de la calidad del agua, estudio de las bacterias, medios de cultivos y la definición de términos básicos en la que se explican con claridad el significado de palabras que pueden confundir al lector.

El tercer capítulo incluye el sistema de hipótesis que son suposiciones o una respuesta tentativa al problema en estudio. Además contiene la definición conceptual y operacional de las variables.

El capítulo número cuatro contiene el diseño metodológico que incluye el tipo de investigación, el universo, que está constituido por los 61 pozos de la comunidad en estudio; técnicas de obtención de información, técnicas de laboratorio, los instrumentos, equipo, material y reactivos que se utilizaron en la ejecución de la investigación y el procedimiento que describe las etapas de planificación y ejecución.

El quinto capítulo presenta la tabulación, análisis e interpretación de los datos que se obtuvieron a través de las guías de entrevista y observación, además los resultados de las pruebas de laboratorio y la prueba de hipótesis con análisis estadísticos que permitieron la aceptación de las hipótesis planteadas.

El capítulo número seis contiene las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó después de realizada la investigación.

Para finalizar se incluye las referencias bibliográficas consultadas y los anexos que son material relacionado al texto para mayor claridad y profundidad de la investigación.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGS.
RESUMEN.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XVIII
 CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	
1.1 Antecedentes del fenómeno objeto de estudio	26
1.2 Enunciado del problema	29
1.3 Objetivos de la investigación	30
1.3.1 Objetivo General	30
1.3.2 Objetivos Específicos.....	30
 CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO.	
2.1 Generalidades del agua	32
2.2 Ciclo hidrológico del agua	32
2.3 Fuentes de abastecimiento.....	33
2.4 Agua de consumo humano proveniente de pozos	34
2.5 Contaminación del agua	35
2.6 Métodos de desinfección	37
2.7 Vigilancia de la calidad del agua	40
2.8 Estudio de las bacterias	41

2.9	Medios de cultivo	56
2.10	Definición de términos básicos	60

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS.

3.1	Hipótesis General.....	66
3.2	Hipótesis Específicas.....	66
3.3	Definición Conceptual y Operacional de Variables.....	67

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1	Tipo de investigación.....	69
4.2	Universo.....	70
4.3	Técnicas de obtención de información.....	70
4.4	Técnicas de laboratorio.....	71
4.5	Instrumentos.....	72
4.6	Equipo, material y reactivos	73
4.7	Procedimiento.....	75

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

5.1	Tabulación, Análisis e interpretación de los datos obtenidos de la guía de entrevista dirigida al dueño de la vivienda	85
5.2	Tabulación, Análisis e interpretación de los datos obtenidos de la guía de observación	91

5.3	Tabulación, Análisis e interpretación de los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio	97
5.4	Prueba de hipótesis	101
5.5	Análisis de varianza para la identificación de coliformes fecales en agua de pozos del caserío El Tejar.....	105
5.6	Prueba de Duncan para la identificación de coliformes fecales en el caserío El Tejar.....	107

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1	Conclusiones.....	112
6.2	Recomendaciones.....	115

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

1.	Cronograma de actividades generales.....	122
2.	Cronograma de actividades específicas	123
3.	Ciclo hidrológico del agua	124
4.	Desinfección con hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio	125
5.	Técnica de purificación de agua utilizando puriagua	126
6.	Tipos de crecimiento bacteriano en los medios de cultivo que se utilizaron en la investigación.....	127

7.	Pruebas bioquímicas.....	128
8.	Prueba presuntiva.....	130
9.	Prueba confirmativa.....	131
10.	Prueba completa.....	132
11.	Guía de entrevista dirigida al dueño de la vivienda.....	133
12.	Guía de observación	134
13.	Formulario para la toma de muestras	135
14.	Formulario para recopilar los resultados de la prueba Presuntiva en caldo lactosado.....	136
15.	Formulario para recopilar los resultados de la prueba confirmativa.....	137
16.	Formulario para recopilar los resultados de la prueba completa.....	138
17.	Preparación de tubos de ensayo con caldo lactosado.....	139
18.	Preparación de las pruebas bioquímicas.....	140
19.	Preparación de los frascos para la toma de muestra.....	141
20.	Técnica para la toma de muestras de agua de pozos.....	142
21.	Equipo utilizado en la investigación.....	144
22.	Investigadoras en la toma de muestras	145
23.	Croquis del Caserío El Tejar	146
24.	Distancia y ubicación adecuada entre letrina y pozo	147
25.	Tabla de identificación de enterobacterias.....	148

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL FENÓMENO OBJETO DE ESTUDIO

Al principio del siglo XX y debido a las grandes epidemias del siglo anterior, la preocupación principal de las autoridades sanitarias era reducir la incidencia de enfermedades de transmisión hídrica. Para lograrlo, era necesario distribuir agua sin microorganismos patógenos.

La atención se centró en la eliminación de bacterias de origen fecal, por ser la principal causa de enfermedades gastrointestinales.

A nivel mundial, las diarreas ocupan el primer lugar en los índices de morbilidad poblacional, siendo en el área pediátrica una de las principales causas de mortalidad particularmente en los países en vías de desarrollo.

En nuestro país se ha registrado un alto número de casos por enfermedades gastrointestinales, teniendo de enero a diciembre del año 2003, 282,616 casos nuevos y en el 2004, 13,798 egresos hospitalarios, ocupando siempre para el 2005 el quinto lugar entre las enfermedades que con mayor frecuencia afectan a la población.

La zona oriental también ha sido afectada por enfermedades gastrointestinales, las que con mayor frecuencia se dan en las zonas rurales.

El municipio de Moncagua ubicado en el departamento de San Miguel, es uno de los lugares donde se ha comprobado un alto índice de contaminación fecal en el agua que va de 1.1 a 8 coliformes, siendo el valor normal de 0 hasta menos de 1.1 en una muestra de 100 ml. de agua, según análisis realizados en el Laboratorio de Control de la Calidad del Agua de la Zona Oriental. Éstos datos se relacionan con los casos de gastroenteritis y otros padecimientos intestinales que se dan en la población, registrándose hasta la novena semana del presente año, 33 casos de diarrea, según el informe epidemiológico de la Unidad de Salud.

El caserío El Tejar, ubicado al norte del Cantón El Cerro, al sur del Cantón Salamar, colindando al este con la ciudad de Quelepa y al oeste del municipio de Moncagua, es una de las zonas marginadas de ésta municipalidad cuya población no está exenta de padecer enfermedades gastrointestinales que son causadas por bacterias de origen fecal conocidas comúnmente como coliformes.

Coliforme significa con forma de coli, refiriéndose a la bacteria principal del grupo *Escherichia coli*, descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor Von Escherich en 1860.

Von Escherich la bautizó como *Bacterium coli* (“Bacteria del intestino”, del griego Kolon, intestino”) posteriormente la microbiología sistemática nombro el género *Escherichia* en honor a su descubridor.

El grupo coliforme ha sido clasificado tradicionalmente como coliformes totales y coliformes fecales.

COLIFORMES TOTALES

Los coliformes totales son bacterias gram-negativas en forma de bastoncillos, que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otro agente tensioactivo, con propiedades de inhibición, son aerobios o anaerobios facultativos, fermentan la lactosa a 35 – 37°C, produciendo ácido y gas en un plazo de 24 a 48 horas.

Son oxidasa negativa y no forman esporas, pueden encontrarse en el intestino del hombre y de los animales, también en materia orgánica, suelos y aguas naturales.

Este grupo comprende los géneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Edwarsiella*.

COLIFORMES FECALES

Son un subgrupo de los coliformes totales que poseen características similares a los totales con la diferencia de que los fecales toleran y crecen a una temperatura de

44 – 44.5° c y producen indol a partir del triptófano. Estos se pueden encontrar en suelos y aguas naturales que hayan sufrido contaminación fecal reciente.

Por otra parte el indicador más conocido de contaminación fecal de origen humano o animal es la presencia de coliformes fecales en la flora intestinal, y de ellos entre un 90% y un 100% son *Escherichia coli*, mientras que en aguas residuales y muestras de agua contaminada éste porcentaje se encuentra hasta en un 59%.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

De la problemática anterior se deriva el problema de investigación, el cual se enuncia de la siguiente manera:

¿Se identifican coliformes fecales al realizar las pruebas de laboratorio en muestras de agua de pozos del Caserío El Tejar, cantón Salamar, municipio de Moncagua?

Además se trató de darle respuesta a los siguientes enunciados específicos:

1. ¿Se observa la presencia de coliformes fecales en un 100% de las muestras de agua de pozos del caserío El Tejar?
2. ¿Es *Escherichia coli* la especie bacteriana aislada con mayor frecuencia?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar el agua de pozos para identificar coliformes fecales en el Caserío El Tejar, Cantón Salamar, municipio de Moncagua, departamento de San Miguel.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la presencia de coliformes fecales en muestras de agua de pozos, utilizando caldo lactosado como medio específico para análisis de agua.
- Aislar las diferentes especies de coliformes fecales que pueden ocasionar enfermedades gastrointestinales, mediante el uso de medios de cultivos selectivos, diferenciales y pruebas bioquímicas.
- Determinar la especie bacteriana aislada con mayor frecuencia.
- Conocer el porcentaje de pozos contaminados de la comunidad en estudio.
- Enumerar las causas que favorecen la contaminación del agua de los pozos del Caserío El Tejar.
- Concientizar a las personas de la comunidad por medio de boletines y charlas educativas sobre la importancia que tiene el consumo de agua libre de microorganismos patógenos.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL AGUA

El agua es un recurso natural, generalmente líquido compuesta por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno que molecularmente se presenta como H₂O; posee un punto de ebullición de 100° c y un punto de fusión de 0° c.

“El agua en el hombre representa un 70% y en la tierra el 97% de toda el agua se encuentra como agua salada, del 3% restante, 2.3% esta congelada en los Polos Norte y Sur y solo el 0.7% es agua buena para consumo humano y se encuentra en forma de ríos, lagos, acuíferos subterráneos y en forma de nubes en la atmósfera”^{1/}

El agua sanitariamente segura, es aquella que no produce daño a la salud del consumidor. Es importante asegurarse que el agua que se consume se encuentre debidamente desinfectada, ya que puede ser un vehículo de transmisión de muchas enfermedades como el cólera, amebosis, fiebre tifoidea, etc.

2.2 CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA

“Este ciclo se inicia con la evaporación del agua de los océanos por la acción solar y el viento, el vapor resultante es transportado por las masas móviles del aire. Por los

^{1/} Ministerio de Salud, Proyecto CESCA – COSUDE, Ob. Cit Pág. 7

cambios de temperatura el vapor se condensa para formar las nubes, las cuales al saturarse se transforman en precipitación (lluvia o nieve).

La precipitación que cae sobre la tierra se dispersa de diversas maneras. La mayor parte de ésta es retenida por el suelo, una parte regresa eventualmente a la atmósfera por la evaporación y transpiración de las plantas; la otra penetra más profundamente recargando los mantos acuíferos subterráneos y la última parte es la que corre libremente en forma de corriente superficial, alcanzando ríos, lagos y océanos.^{2/}

Los bosques actúan como medio de infiltración de agua lluvia en el suelo, la humedad de estas zonas permite el incremento de la retención del agua. De ésta manera se alimentan los manantiales durante mucho tiempo contribuyendo a mantener la estabilidad del sistema biológico, con el tiempo pueden incorporarse a los océanos iniciando así nuevamente el ciclo hidrológico. (Ver Anexo 3).

2.3 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

“Existen dos tipos de fuentes, las subterráneas y las superficiales. Las fuentes subterráneas se forman cuando el agua se infiltra entre capas permeables, arena y capas impermeables como arcilla o roca. Al aflorar estas corrientes a la superficie terrestre nacen los manantiales”^{3/}

^{2/} Programa de Escuela Saludable. Gobierno de El Salvador, Manual de Contenidos de Salud para el Docente, Pág. 59

^{3/} Ministerio de Salud Pública CESCA – COSUDE, Ob. Cit. Pág. 9

Las fuentes superficiales, están consideradas como fuentes de agua cruda para el hombre, estas fuentes son ríos, quebradas, pozas de agua, manantiales, pozos excavados, donde no existe factibilidad de agua potable.

Los pozos excavados en las áreas rurales son los más comunes y según el tipo de suelo de la región, así es su profundidad.

El hombre en su progreso, ha venido explotando las fuentes puras de abastecimiento volviéndolas cada vez más escasas y contaminándolas con desechos tóxicos e infecciosos.

Es bien conocida la importancia que tiene el recurso hídrico en el desarrollo de las civilizaciones, que se han desarrollado en torno al mismo; ya que sin el abastecimiento del recurso hídrico no es posible que el hombre realice las diferentes actividades que son indispensables para la modernización.

2.4 AGUA DE CONSUMO HUMANO PROVENIENTE DE POZOS.

El agua subterránea que no aflora a la superficie de la tierra, es necesario extraerla perforando o excavando pozos.

Los pozos excavados existen desde tiempos bíblicos y en las áreas rurales son los más comunes; éstos deben tener una profundidad máxima de 30 metros y se clasifican

como poco profundos. Los que tienen una profundidad mayor a 30 metros se clasifican como profundos y se hacen cuando el estrato situado sobre una perforación rocosa no contiene agua suficiente, debiéndose profundizar los pozos hasta encontrar estratos acuíferos de alto rendimiento.

2.5 CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

La contaminación es la acción de agregar cualquier elemento al agua y que se acumula en cantidad suficiente como para afectar al hombre y a las otras especies vivientes. Algunos fenómenos naturales como la erupción de un volcán, el desbordamiento de un río o un terremoto pueden provocar algún grado de contaminación en el agua; pero son determinadas prácticas humanas que el hombre realiza en su quehacer cotidiano y económico las que provocan los problemas más serios de contaminación

“Entre los agentes contaminantes del agua que pueden ejercer efectos tóxicos están las bacterias, virus, metales pesados, plaguicidas, hidrocarburos, detergentes, etc.”^{4/}

Otro factor de contaminación de los pozos son las letrinas de fosa séptica cuando se encuentran muy cerca del nivel freático y éste sube su nivel en época de invierno, los

^{4/} Ibidem

acuíferos se contaminan debido a que la humedad arrastra los coliformes fecales del hombre y animales trasladándolos a pozos excavados o a nacimientos.

Otra causa de contaminación de las fuentes en las zonas rurales es la defecación al aire libre por el arrastre y la filtración de ésta materia portadora de bacterias dañinas para la salud.

La ubicación de una letrina o fosa séptica debe ser fuera de 30 metros alrededor de un pozo perforado o excavado. La letrina debe construirse a un nivel de terreno natural más bajo que el nivel del pozo.

En nuestro país hay una diversidad de problemas de contaminación de los recursos hídricos por lo que CÁRITAS de El Salvador y La Unión Ecológica Salvadoreña presentaron la propuesta de Anteproyecto de Ley General de Agua. “El objetivo de ésta propuesta es hacer un ferviente llamado a todas las organizaciones campesinas, comunitarias, indígenas, ambientalistas, consumidores, académicos, medios de comunicación y sociedad en general a incorporarse a la regulación sustentable e integral de toda el agua de nuestro país como elemento primordial e indispensable para la sustentabilidad de El Salvador.”^{5 /}

^{5/} Arzobispado de San Salvador. “Anteproyecto de la Ley General de Aguas”. Periódico Orientación Semanario. 26 de marzo de 2006. pág. 3

Ante todas las fuentes de contaminación y los problemas de salud que causan a las personas es necesario hacer una reflexión dirigida a proyectos que si cumplan con la protección de los recursos hídricos naturales.

“La protección de todos los recursos hídricos está normada por distintos principios, convenciones y foros de los cuales El Salvador es firmante. Entre ellos: Conferencia Internacional sobre agua y medio ambiente, 1992; cumbre de la tierra, 1992; Convención sobre humedades, 1971; conferencia de la ONU para la naturaleza, 1982; Reunión de expertos en manejo de agua, 1998, entre muchos convenios que parecen haber quedado solo en papel”^{6/}

Con el anteproyecto presentado a la comisión del medio ambiente de la Asamblea Legislativa se busca una solución al problema de agua en nuestro país ya que cada vez son más las fuentes hídricas en proceso de extinción y contaminación.

2.6 MÉTODOS DE DESINFECCIÓN.

La desinfección es un proceso por el cual se destruyen los microorganismos patógenos o se hacen inertes. Este proceso puede consistir en técnicas muy fáciles y sencillas de aplicar, hasta métodos sofisticados para desinfectar el agua mediante dispositivos y cloración permanente de sistemas completos de agua potable.

^{6/} Idem.

El agua puede desinfectarse mezclándola con una solución madre y dejándola reposar media hora antes de consumirla.

La solución madre se puede obtener usando Hipoclorito de calcio (HTH) en polvo o usando Hipoclorito de sodio al 0.5% en líquido llamado puriagua.

1. Solución de Hipoclorito de Calcio.

Procedimiento: En un litro de agua que no tenga cloro se añaden 16 gramos de cloro en polvo, se agita y se deja reposar durante una hora. La solución obtenida tendrá 1% de cloro disponible.

Con ésta solución madre, se desinfecta el agua en cántaros, botellas o en cualquier recipiente hermético de agua y se deja reposar durante media hora.

La cantidad a utilizar de solución madre dependerá de la cantidad de agua que se quiera desinfectar (Ver anexo 4)

2. Solución de Hipoclorito de Sodio (Puriagua).

Para obtener esta solución madre, el consumidor deberá proveerse de sal en la Unidad de Salud más cercana, para ser utilizada.

Para la desinfección del agua de consumo la cantidad de solución madre dependerá de la cantidad de agua que se quiera desinfectar; igualmente sucede para la desinfección de verduras y frutas dejándolas reposar por 15 minutos (Ver anexo 5).

“Si el agua tiene un alto nivel de turbiedad, antes de desinfectarla debe eliminarse la turbidez ya que el cloro mezclado con lodo o impurezas puede ser cancerígeno”^{7/}

La turbidez puede eliminarse por un método de filtración y después de éste proceso el agua se puede desinfectar con puriagua añadiéndole 4 a 8 gotas por litro de agua, removiéndola y dejándola en reposo por 30 minutos.

Para desinfectar el agua se puede utilizar también la ebullición, que es uno de los métodos más eficaces y accesibles. A pesar de esto su aplicación en el medio rural no es muy común debido a la falta de conocimiento o iniciativa de las personas.

“En las zonas rurales se puede recomendar el uso de energía radiante del sol, utilizando bolsas de polietileno de 3 y 6 litros llenas de agua, que se exponen durante 4 horas al sol, así se logra un 99.9% de remoción de bacterias”^{/8}

^{7/} Ministerio de Salud, Proyecto CESCA, COSUDE, Ob., Cit. Pág. 31

^{/8} Ibidem

2.7 VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA.

El control permanente y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano es parte de las funciones del organismo responsable del abastecimiento de agua.

Las instituciones que verifican que el sistema de abastecimiento cumpla con las características físicas, químicas, microbiológicas que debe tener el agua para consumo humano, son las autoridades sanitarias locales, departamentales y nacionales del Ministerio de Salud.

La vigilancia de la calidad del agua, es la evaluación y supervisión permanente y alerta del abastecimiento de agua desde el punto de vista de salud pública para verificar que no es dañina y que es aceptable.

Los componentes que más deben controlarse en el agua de consumo, son los que pueden tener repercusiones en la salud pública. La vigilancia de la calidad del agua incluye:

- 1) Lectura de cloro residual diarias en donde hay inspector y promotor de salud.
- 2) Toma de muestras para análisis bacteriológico.
- 3) Toma de muestras para análisis físico – químico
- 4) Inspecciones sanitarias.
- 5) Coordinación con entes abastecedores de agua.

- 6) Recopilación en sistema computarizado de los registros históricos, con el fin de obtener estadísticas que permitan tener tendencias, proyecciones y predicciones oportunas relevantes.

Los problemas bacteriológicos deben remediarse tan pronto como se descubran y el encargado de salud debe actuar de acuerdo a los resultados de los análisis de laboratorio.

2.8 ESTUDIO DE LAS BACTERIAS.

Las bacterias son microorganismos formados por una sola célula muy simple, que en condiciones ideales realiza funciones de alimentación y reproducción.

Son uno de los grupos microbianos más frecuentes y abundantes en casi todos los ambientes.

Las bacterias se encuentran entre las células más pequeñas y algunas de ellas tienen el tamaño mínimo posible para un organismo que se reproduce de manera independiente. “Las diversas especies bacterianas que colonizan o infectan a los seres humanos miden 0.1 a 10 μ (1 μ m = 10⁶ μ) en su dimensión más grande. La mayoría de las bacterias esféricas tienen diámetros de 0.5 a 2 μ m y las células con forma de bastón suelen medir 0.2 a 2 μ de ancho por 1 a 10 μ de largo”⁹

⁹ Kenneth J. Rayan / c. Georges Ray. Microbiología Médica Sherris. Cuarta Edición. Pág. 13

CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS

Las bacterias se clasifican en base a diversas características:

Según su requerimiento de oxígeno las bacterias pueden ser:

- a. **Aerobias:** Crecen bien en la atmósfera que respiramos, es decir en presencia de oxígeno, el cual requieren para sobrevivir.
- b. **Microaerofílicas:** Crecen mejor en presencia de pocas cantidades de oxígeno, para disminuir la concentración de oxígeno en el microambiente en el cual se incuban cultivos de bacterias, se recomienda introducirlos en jarras de vidrio con una candela encendida, lo que enriquece con un 5% - 10% de CO_2 .
- c. **Anaerobias:** Son incapaces de crecer en presencia de oxígeno, el cual es sumamente tóxico e impide su crecimiento.
- d. **Facultativas:** Son capaces de crecer en presencia y ausencia de oxígeno.

Según la temperatura óptima de crecimiento las bacterias pueden ser:

- a. **Mesófilas:** Crecen a temperaturas intermedias, semejantes a la temperatura del cuerpo humano o a la temperatura del ambiente. En este grupo se incluyen todas las bacterias patógenas, por esta razón la temperatura a la cual deben mantenerse constantemente las incubadoras bacteriológicas es de 36°C .
- b. **Termófilas:** Crecen a altas temperaturas (calor).
- c. **Criófilas:** Crecen a bajas temperaturas (frío).
- d. **Psicotróficas o Psicrófilas:** Crecen a temperaturas de refrigeración.

Según su forma las bacterias se clasifican en tres grupos que son:

- a. **Cocos:** Son bacterias de forma esférica o redondeada.
- b. **Bacilos:** Son bacterias alargadas de forma similar a una salchicha o bastoncillo.
- c. **Espiroquetas:** Son bacterias alargadas y retorcidas en forma de resorte o espiral.

Según su requerimiento de cloruro de sodio (NaCl) pueden ser:

- a) **Halófilas o halofílicas:** Necesitan altas concentraciones de cloruro de sodio para desarrollarse.

Por su forma de agrupación los cocos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- a. **Diplococos:** Agrupación de bacterias esféricas en grupos de dos, o parejas por ejemplo: *Streptococcus pneumoniae* y *Neisseria gonorrhoeae*.
- b. **En cadena:** Son una agrupación en fila dando forma de cadena, por ejemplo: *Streptococcus sp.*
- c. **En racimo:** Son las que se agrupan en forma de racimo de uva, por Ejemplo: *Staphylococcus sp.*

Las bacterias son microorganismos incoloros, por este motivo deben teñirse, surgiendo otra clasificación por su afinidad tintorial como: Gram positivos que se tiñen de color violeta y los Gram negativos que se tiñen de color rojo.

COLIFORMES FECALES.

“Son un grupo heterogéneo de bacilos gram negativos, cuyo hábitat natural es el intestino de humanos y animales, ésta familia incluye muchos géneros, entre ellos *Escherichia, Klebsiella, Salmonella, Shigella, Enterobacter, Serratia y Proteus*” ^{10/}

Las enterobacterias son con gran predominio la causa más frecuente de infecciones urinarias (IVU) y un número limitado de especies también es agente etiológico importante de diarreas.

El grupo coliforme incluye todas las bacterias entéricas que se caracterizan por ser aerobias o anaerobias facultativas, gram negativas, no esporógenas que fermentan la lactosa a 35° c, en 48 horas, aunque existen algunos géneros que no fermentan la lactosa como *Salmonella* y *Shigella*, están dotados de movilidad por flagelos peritricos o carentes de movilidad, fermentan la glucosa en vez de oxidarla y con frecuencia producen ácido y gas, son catalasa positiva, oxidasa negativa, reducen los nitratos a nitritos y son ácido resistente.

^{10/} Gutiérrez Guadalupe, Guevara Elizabeth, Alas Alfredo. “Determinación de Bacterias entéricas en aguas de pozos”, Tesis. Pág. 28

MORFOLOGÍA, CLASIFICACIÓN, MODO DE TRANSMISIÓN Y PATOGENIA

Género *Escherichia*.

Escherichia coli, es la especie bacteriana más comúnmente recuperada en los laboratorios clínicos y ha sido incriminada en enfermedades infecciosas que involucran tejidos humanos y sistemas de órganos.

Escherichia coli, es un bacilo gram negativo que mide de 0.2 a 0.3 μm de ancho por 2 a 3 μm de largo, es aerobio o anaerobio facultativo no esporulado que fermenta la lactosa en 24 a 48 horas a 35 – 37° c, se presenta solo en pares, en cortas cadenas o formando grupos.

CLASIFICACIÓN

La mayor parte de las cepas de *Escherichia coli* fermentan lactosa con rapidez y producen indol. Éstas y otras reacciones bioquímicas son suficientes para distinguirlas de las demás especies. Tiene cerca de 150 antígenos O diferentes y gran número de antígenos K y H que se designan mediante números.

La fórmula antigénica de los serotipos se define enlazando la letra (O, K o H) con el número de antígenos presentes. (Ejemplo: O111; K76; H7)

Las cepas de *Escherichia coli* que producen diarrea se clasifican según sus propiedades virulentas en:

a) *Escherichia coli* ENTEROTOXÍGENA (ECET)

Las cepas de ECET son las causas más importantes de diarrea del viajero en quienes visitan los países en desarrollo. Estas cepas también, producen diarrea en los lactantes nativos de esos países, en los que son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad durante los primeros años de vida.

La transmisión se efectúa al consumir alimentos y agua contaminados por casos humanos o portadores convalecientes. El peor riesgo de contagio está en alimentos no cocinados, como ensaladas o carnes marinados y vegetales, es rara la transmisión de persona a persona.

Patogenia:

La diarrea por ECET es producida por cepas de *Escherichia coli* que elaboran enterotoxina LT (toxina lábil), enterotoxina ET (toxina estable), o ambas en la luz del intestino delgado. Las cepas que elaboran ambas enterotoxinas producen enfermedad más grave. La adherencia a las microvellosidades de la superficie por Pili de la clase del factor de colonización (AFC) es esencial para la descarga eficiente de la toxina, en los enterocitos atacados.

b) *Escherichia coli* ENTEROPATÓGENA (ECEP).

Las cepas de ECEP se identificaron por primera vez como causas de brotes explosivos de diarreas en las salas de cuna de los hospitales de Estados Unidos e Inglaterra, en 1950. En los países en desarrollo ECEP es causa de hasta un 20% de los casos de diarrea en lactantes menores de un año de edad alimentados con biberón. Los reservorios son lactantes enfermos y portadores adultos, la transmisión ocurre por vía fecal – bucal.

Patogenia:

Las cepas de ECEP se adhieren inicialmente a los enterocitos valiéndose de Pili del tipo AFC para formar cúmulos de microcolonias sobre la superficie de estas células, acto seguido, la lesión progresa con la borradura de las microvellosidades y cambios de la morfología celular, entre los que se encuentran producción de “pedestales” impresionantes con la ECEP en sus partes altas. La combinación de estas acciones se denomina lesión de fijación y borradura que se caracterizan por modificación del citoesqueleto.

c) *Escherichia coli* ENTEROHEMORRÁGICA (ECEH).

Escherichia coli enterohemorrágica se reconoció por primera vez a principios del año 1980, cuando se relacionaron los brotes de síndrome urémico hemolítico, anemia hemolítica, insuficiencia renal y trombocitopenia, con un solo serotipo de *Escherichia coli* O 157:H7. Desde entonces la enfermedad por ECEH es una causa importante de

diarrea sanguinolenta en las naciones industrializadas de manera particular en América del Norte. Los brotes se relacionaron con la ingesta de jugos no pasteurizados y hamburguesas.

La aparición de ECEH se relaciona con su virulencia, su dosis infecciosa baja, su reservorio (ganado vacuno) y los cambios en la industria moderna de la elaboración de alimentos que proveen al consumidor carne fresca. Es de importancia las dosis bajas infecciosas que se estiman en 100 – 200 microorganismo. Este es un nivel en el que los alimentos no necesitan llegar directamente desde el animal infectado, sino que basta con que estén contaminados.

Patogenia:

El aspecto distintivo de ECEH es la producción tanto de toxinas de shiga como de las lesiones F/B descritas en el caso de ECEP. Otra diferencia entre ECEH y ECEP es que la primera ataca primordialmente el colon, y la segunda infecta el intestino delgado. Los aspectos extraintestinales múltiples como síndrome urémico hemolítico parecen ser resultados de la toxina de shiga.

Los aspectos de la lesión por fijación y borradura (F/B) también son suficientes para producir diarrea no sanguinolenta. La toxina de shiga produce trombosis capilar e inflamación de la mucosa de colon, cuya consecuencia es colitis hemorrágica.

d) *Escherichia coli* ENTEROINVASORA (ECEI).

“Las cepas enteroinvasivas (ECEI) son capaces de penetrar las células del epitelio y producen una diarrea inflamatoria, similar a la causada por especies de *Shigella* la mayoría de estas especies son inmóviles fermentadoras tardías de la lactosa o no fermentadoras” ^{11/}

La transmisión se da por alimentos o agua contaminada hay transmisión de persona a persona y el único reservorio es el hombre.

Patogenia:

Los mecanismos patogénicos incluyen invasión de la mucosa colónica, similar a *Shigella*, y proliferación dentro de las células epiteliales, que determinan muerte celular.

e) *Escherichia coli* ENTEROADHERENTE (ECEA).

La bacteria ECEA produce una diarrea acuosa mucoide prolongada (> de 14 días de duración) en lactantes y niños de países en desarrollo. Las cepas de ECEA cuando se adhieren a las células de la mucosa intestinal, no se encuentran las lesiones F/B producidas por ECEP y ECEH.

^{11/} Elmer W. Koneman y otros, Diagnóstico Microbiológico, 5ª Edición. Pág.199

Patogenia:

No se ha podido aclarar por completo la patogenia de la diarrea, pero podría consistir en la capacidad para formar una biopelícula de moco y bacterias sobre la superficie del intestino y no se observan células inflamatorias.

GENERO *SALMONELLA*.

“Consta de un solo género el cual fue denominado en honor a un microbiólogo estadounidense D. E. Salmon. Las *Salmonellas* tienen antígenos somáticos (O), que son lipolisacáridos y flagelares (H) que son proteínas. Desde el punto de vista bioquímico, en general son lactosa y sacarosa negativas, son móviles por flagelos peritricos”^{/12}

El género se clasifica en tres especies de *Salmonella* que son: *Salmonella typhi*, *Salmonella choleraesuis* y *Salmonella enteritidis*.

Salmonella entérica del serotipo typhi es la especie estrictamente humana que produce la fiebre intestinal (tifoidea) a menos que se especifique de otra manera se empleará el término *Salmonella entérica* para denominar los serotipos capaces de infectar a los animales en los que produce de manera característica gastroenteritis.

^{/12} Ibidem

Patogenia y modo de transmisión

La gastroenteritis producida por *Salmonella entérica* es el ejemplo típico de “envenenamiento alimentario” por *Salmonella* producido en un día de campo o festejos en los que participan voluntarios que preparan platillo compuestos por aves de corral, ensalada y otros que se ingieren más tarde durante el día.

Con frecuencia se identifican prácticas de preparación de alimentos que permiten la digestión de una dosis infecciosa producida por crecimiento de las bacterias, en los alimentos antes de comerlos las bacterias no suelen producir cambios perceptibles en ellos. Uno o dos días después se desarrolla dolor abdominal, náuseas, vómitos y diarrea que duran tres o cuatro días. “Las tasas más elevadas de infección se producen en niños menores de cinco años de edad, individuos de 20 – 30 años y personas mayores de 70”

^{13/}

La transmisión se da por ingesta de alimentos contaminados, aves de corral y por contacto de persona a persona.

Fiebre Entérica o Intestinal (Tifoidea).

(*Salmonella* del serotipo Typhi).

La tifoidea es una enfermedad estrictamente humana, los reservorios primarios son los portadores crónicos del serotipo typhi. Algunos pacientes se vuelven portadores crónicos durante años como consecuencia de la infección crónica de la vesícula y las

^{13/} Kenneth J. Rayan/c.GeorgeS Ray. Microbiología Médica Sherris. Cuarta Edición. Pág. 395

vías biliares cuando hay cálculos. La fiebre tifoidea tiene un inicio insidioso lento y si se deja sin tratamiento dura semanas, termina por resolución gradual o con la muerte a causa de complicaciones (P. Ej., ruptura del intestino o del bazo).

Puede ocurrir diarrea una o dos veces durante la evolución de la enfermedad, pero no es una característica sostenida.

El agente patógeno puede transmitirse a través del agua, en regiones endémicas en donde los desechos de los portadores contaminan el agua, la transmisión ocurre por vía fecal – bucal.

GÉNERO *SHIGELLA*.

Las especies de *Shigella* están muy relacionadas con *Escherichia coli*. La mayoría no produce gas, no fermenta glucosa ni fermentan lactosa. Su constitución antigénica se ha caracterizado de manera semejante a *Escherichia coli* con la excepción de que carece de flagelos y de antígenos H. todas las especies de *Shigella* son no móviles. El género se clasifica en cuatro especies que se definen por reacciones bioquímicas y antígenos O específicos. Las especies que componen el género son: *Shigella dysenteriae* (serogrupo A), *Shigella flexneri* (serogrupo B), *Shigella boydii* (serogrupo C) y *Shigella sonnei* (sero grupo D). Todas las especies del género son capaces de invadir gran variedad de células epiteliales y de multiplicarse en su interior,

entre ellas, la que es su blanco natural, el enterocito es la *Shigella dysenteriae* del tipo A1. (bacilo de Shiga), especie que fue la primera en descubrirse.

Patogenia y modo de transmisión.

La Shigelosis es la causa más frecuente de disentería que se transmite de manera típica de personas a personas por vía fecal-bucal, o por contaminación de los alimentos o el agua bajo malas condiciones de saneamiento. La enfermedad se inicia con diarrea acuosa, pero evoluciona hasta convertirse en colitis intensa con evacuaciones frecuentes de pequeño volumen que contienen sangre y pus. A pesar de las propiedades invasoras del microorganismo causante, la infección no suele difundirse fuera del tubo intestinal. A diferencia de *Vibrio cholerae* y la mayor parte de las especies de *Salmonella* las de *Shigella* son acidorresistentes y sobreviven el paso por el estómago para llegar al intestino. Una vez en este; el suceso patógeno es la invasión de la mucosa del colon lo que desencadena una reacción inflamatoria aguda intensa con ulceración de la mucosa y formación de abscesos.

GÉNERO *KLEBSIELLA*.

Tienen forma de bacilos cortos, inmóviles y son gram negativos, presentan una cápsula de polisacáridos que imparte a las colonias un carácter mucoide resplandeciente y constituye la base de un sistema de serotipificación de estas bacterias.

Están ampliamente distribuidas en la naturaleza y en el tracto gastrointestinal de seres humanos y animales.

Patogenia y modo de transmisión.

Klebsiella pneumoniae, es la especie mas frecuente, es capaz de producir neumonía lobar clásica que es una característica de otras bacterias encapsuladas. La mayor parte de las neumonías por *Klebsiella* son indistinguibles de las producidas por otros miembros de las enterobacterias.

La transmisión se da por pacientes y portadores que constituyen la fuente de infección.

GÉNERO ENTEROBACTER.

Las especies de *Enterobacter* por lo general fermentan la lactosa con rapidez y producen colonias semejantes a las de *Klebsiella*; aunque no tan mucoides, una diferencia es su movilidad mediante flagelos peritricos que se encuentran en las especies de *Enterobacter* pero que faltan de manera uniforme en las de *Klebsiella*.

Patogenia y modo de transmisión.

Las especies de *Enterobacter*, que parecen ser menos virulentas que las de *Klebsiella*, suelen encontrarse en infecciones mixtas en las que su importancia debe determinarse con bases clínicas y epidemiológicas. La transmisión se da a través de

alimentos y agua contaminada por vía fecal – bucal y guardan una relación con la contaminación hospitalaria.

GÉNERO *CITROBACTER*.

Está integrado por bacterias gram negativas móviles, forman parte de la flora intestinal normal del hombre.

Patogenia.

Los miembros del género *Citrobacter* son causa poco frecuente de infecciones oportunistas, no producen enterocolitis ni fiebre intestinal y se han relacionado con meningitis neonatal y absceso cerebral.

GÉNERO *PROTEUS*.

Esta constituido por bacilos rectos, móviles por flagelos peritricos, son gram negativos y habitan la flora intestinal normal del hombre y algunas especies animales, no son enteropatógenos, pero fuera del tracto digestivo pueden causar daño.

Patogenia y modo de transmisión.

El género *Proteus* se encuentra en suelos, agua y material contaminado con materia fecal, es agente causal de infecciones de las vías urinarias, heridas, diarreas, etc.

2.9 MEDIOS DE CULTIVO.

Un medio de cultivo es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que crean las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos.

La importancia de utilizar los medios de cultivo es cultivar, aislar e identificar un determinado agente infeccioso.

CLASIFICACIÓN.

Por su composición los medios de cultivo se clasifican en:

- 1) Sintéticos.
- 2) Deshidratados.

Por su consistencia se clasifican en:

- 1) **Líquidos:** Caldos
- 2) **Sólidos:** Contienen una sustancia llamada agar, que es un polisacárido vegetal obtenido de algas marinas y es utilizado como ingrediente básico en la fabricación de los medios de cultivo sólidos con una concentración de 3%.
- 3) **Semisólido:** Poseen una concentración menor de agar (2.5%)

Por su uso y aplicación práctica los medios de cultivo se clasifican en:

- 1) **Medios nutritivos:** por su composición se obtiene crecimiento de cualquier microorganismo (no poseen inhibidores). Ej Tripticasa Soya Agar (TSA).
- 2) **Medios de enriquecimiento:** Contienen sustancias que enriquecen los medios y que son necesarios para el crecimiento y desarrollo de algunos microorganismos. Ej. Agar sangre, Agar chocolate, Agar infusión cerebro – corazón.
- 3) **Medios diferenciales:** Contienen sustancias que permiten diferenciar características de un microorganismo. Por Ej MacConkey que permite diferenciar las bacterias que son lactosa positiva de las lactosas negativas. Eosina azul de metileno (EMB), permite diferenciar el brillo metálico de la *Escherichia coli*.
- 4) **Medios selectivos:** Poseen sustancias que permiten el crecimiento selectivo de un determinado microorganismo, ya que poseen concentraciones altas de inhibidores. Ej agar *Salmonella –Shigella*, *Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD)*.
- 5) **Medios de transporte o mantenimiento:** Son utilizados en el transporte de muestras de un lugar hacia el laboratorio ya que se busca mantener la viabilidad del microorganismo. Ej Stuart, Cary Blair, Amies.
- 6) **Medios para pruebas bioquímicas:** Detectan la actividad fisiológica de una determinada bacteria, ejemplo:

- Tres azúcares y hierro (TSI)
- Agar, Citrato de Simmons
- Urea
- Rojo de metilo
- Movilidad
- Indol
- Voges Proskauer

COMPOSICIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO.

Los medios de cultivo contienen inhibidores, indicadores, agar, adecuadas concentraciones de sales, nutrientes esenciales, indicadores de Ph, adecuada consistencia, presencia o ausencia de oxígeno y agua destilada.

El control de calidad de los medios se lleva a cabo mediante la comprobación de Ph, comprobación de la esterilidad y la comprobación de la actividad del medio de cultivo.

Los medios de cultivo que se utilizaron en la identificación de coliformes fecales en el caserío El Tejar fueron:

1) **Agar MacConkey.**

Es un medio diferencial en el cual las bacterias lactosa positiva forman colonias rosadas y la lactosa negativa colonias incoloras.

2) **Agar *Salmonella – Shigella***

Se utiliza para el aislamiento de bacilos patógenos intestinales. En el cual las lactosas positivas forman colonias anaranjado salmón y las lactosas negativas son incoloras.

3) **Agar Eosina Azul de Metileno (EMB)**

Es recomendado en la detección de bacterias coliformes en las muestras de agua y leche, así mismo de bacilos entéricos (ver anexo 6).

4) **Las pruebas bioquímicas como el citrato de simmons, urea TSI, Indol, Movilidad, Rojo de metilo,** detectan algunas actividades fisiológicas de las bacterias (Ver Anexo 5)

5) **Caldo lactosado:** Medio utilizado para detectar la presencia de coliformes fecales en muestras de agua.

2.10 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

AGUA:

Compuesto químico cuya molécula está constituida por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno.

AGUA POTABLE:

Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.

ATMÓSFERA:

Capa de aire que rodea la tierra, es más densa a nivel del mar.

COLIFORME FECAL:

Bacteria patógena que habita en el tracto digestivo humano.

CONDENSACIÓN:

Paso del estado gaseoso a líquido en una sustancia.

CONTAMINACIÓN:

Presencia de agentes infecciosos vivos en la superficie de un cuerpo o un objeto o sustancia inanimada. Penetración de suciedad en un cuerpo causando manchas o mal olor.

CLORACIÓN:

Aplicación de cloro o compuesto de cloro al agua, generalmente con el propósito de desinfección.

DESINFECCIÓN:

Proceso por el cual se destruyen los microorganismos patógenos o se hacen inertes.

EVAPORACIÓN:

Paso del estado líquido a gaseoso de una sustancia.

FOSA SÉPTICA:

Pozo que recibe aguas residuales.

FUENTES SUBTERRÁNEAS:

Son aguas que se filtran entre capas permeables, como arena o grava y capas impermeables como arcillas o rocas.

FUENTES SUPERFICIALES:

Son aquellas consideradas como fuentes de agua cruda. Para el hombre estas fuentes son: ríos, quebradas, pozos de agua, manantiales, pozos excavados, tanques, colectores de agua lluvia, chorros públicos o chorros domiciliarios.

HIDRÓGENO (H):

Elemento gaseoso univalente, su número atómico es 1 y su peso atómico es 1.008. Es el elemento más simple y ligero que existe, normalmente se presenta en forma de gas, diatómico, incoloro, inodoro y muy inflamable.

MAR:

Gran extensión de agua salada que ocupa la mayor parte de la tierra.

MOLÉCULA:

Es la unidad más pequeña de un compuesto que conserva las propiedades fisicoquímicas del mismo. Compuesto por dos o más átomos químicamente combinados.

NIVEL FREÁTICO:

Es una capa de agua subterránea formada al filtrarse las aguas de lluvia.

OCÉANO:

Masa total de agua que cubre las $\frac{3}{4}$ partes de la tierra.

OXÍGENO (O):

Gas incoloro, inodoro e insípido esencial para la respiración del hombre.

PILI:

(llamados también fimbrias) son estructuras que influyen en la virulencia como mediadores de la fijación bacteriana a las superficies epiteliales humanas.

POZO:

Hoyo profundo, generalmente circular y recubierto de mampostería, abierto en la tierra para llegar a la capa acuífera procedente de manantiales subterráneos.

PRECIPITACIÓN:

Caída en estado sólido o líquido (lluvia, nieve o granizo desde las nubes).

SALUD:

Situación de bienestar físico, mental y social con ausencia de enfermedad o de otras circunstancias anormales.

TOXINA LÁBIL (LT):

Es también una toxina AB, su nombre se relaciona con la propiedad física de termolabilidad. La subunidad B se fija a la membrana celular y la subunidad A cataliza la ribosilación del adenosin difosfato (ADP) de una proteína G reguladora localizada en la membrana de la célula epitelial intestinal.

TOXINA ESTABLE (ET):

Es un pequeño péptido (17 a 18 aminoácidos) que se fija a un receptor de glucoproteína y da por resultado activación de una guanilciclase fija en la membrana.

TOXINA DE SHIGA:

Recibe el nombre del microbiólogo que descubrió a *shigella dysenteriae*, ésta toxina se consideró inicialmente limitada a esa especie, en la actualidad se reconoce que existe en dos formas moleculares liberadas por múltiples cepas de *Escherichia coli* y *Shigella* cuando experimentan lisis.

TRANSPIRACIÓN:

Salida de vapor de agua de las plantas.

CAPÍTULO III
SISTEMA DE HIPÓTESIS

3. SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS GENERAL.

H₁: Al realizar las pruebas de laboratorio en muestras de agua de pozos del caserío El Tejar se identifica la presencia de coliformes fecales.

H₀: Al realizar las pruebas de laboratorio en muestras de agua de pozos del caserío El Tejar no se identifica la presencia de coliformes fecales.

3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H₁: En un 100% de las muestras de agua de los pozos del caserío El Tejar se observa la presencia de coliformes fecales.

H₀: En un 100% de las muestras de agua de los pozos del caserío El Tejar no se observa la presencia de coliformes fecales.

H₂: La especie bacteriana aislada con mayor frecuencia es la *Escherichia coli*.

H₀: La especie bacteriana aislada con mayor frecuencia no es la *Escherichia coli*.

3.3 DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE VARIABLES.

VARIABLES:	Agua de pozos	Identificación de coliformes fecales
		
DEFINICIÓN CONCEPTUAL:	Agua subterránea que no fluye a la superficie de la tierra y es necesario extraerla perforando o excavando pozos.	Identificar la presencia de un amplio grupo de bacilos gram negativos no esporogénicos cuyo hábitat es el intestino del hombre y animales.
		
DEFINICIÓN OPERACIONAL:	El agua de pozos para pruebas de laboratorio se recolectó en pequeñas muestras utilizando un frasco estéril de aproximadamente 120ml atado a un cáñamo y sujeto a una piedra previamente esterilizados.	La prueba presuntiva para identificar coliformes fecales consiste en inocular las muestras de agua de pozos en caldo lactosado. Si hay turbidez o formación de burbujas la cual indica presencia de microorganismos después de 24 – 48 horas a 37° c se realizó la prueba confirmativa inoculando una pequeña cantidad de material proveniente de los tubos con presencia de turbidez, es decir, positivos a la prueba presuntiva en los medios de cultivo EMB, MacConkey y <i>Salmonella-Shigella</i> . Posteriormente se realizó la prueba completa identificando las especies bacterianas mediante las reacciones bioquímicas en los medios de TSI, Citrato, Movilidad, Indol, Rojo de metilo y Urea de Christensen.

CAPÍTULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO.

4. DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación que se realizó se caracterizó por ser un estudio prospectivo, descriptivo, transversal, de laboratorio y analítico explicativo.

PROSPECTIVO:

Porque la información que se registró se obtuvo al mismo tiempo que ocurrieron las reacciones en las diferentes pruebas de laboratorio para identificar los coliformes fecales.

DESCRIPTIVO:

Porque en la investigación se describen las condiciones de contaminación en que se encuentra el agua de los pozos, las causas que favorecen a la contaminación y el porcentaje de pozos de los que se aislaron coliformes fecales.

TRANSVERSAL:

Porque la investigación se realizó entre períodos cortos de tiempo debido a que las muestras procesadas tuvieron períodos de 24 horas de incubación para obtener los resultados.

DE LABORATORIO:

Porque a través de las técnicas bacteriológicas como lo son los medios de cultivo se identificó la presencia de coliformes fecales. Las muestras de agua se procesaron en el laboratorio C de Biología de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

ANALÍTICO EXPLICATIVO:

Porque se realizó un análisis con datos estadísticos de los resultados obtenidos y se explicaron las condiciones en las que se encontró el agua de los pozos del caserío El Tejar.

4.2 UNIVERSO

El universo para este estudio, estuvo constituido por las muestras de agua de los 61 pozos del caserío El Tejar, en los que se incluyeron dos pozos pequeños ubicados a la orilla del río de la comunidad.

4.3 TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.

- TÉCNICAS DOCUMENTALES

Esta técnica permitió obtener información de libros, manuales, diccionarios especializados, periódicos, revistas científicas, tesis, documentos y páginas Web en Internet.

También se usaron técnicas como:

- **LA OBSERVACIÓN**

La cual permitió conocer las condiciones dentro y fuera de los pozos.

- **LA ENTREVISTA**

Que se dirigió al dueño de la vivienda.

4.4 TÉCNICAS DE LABORATORIO.

La técnica de laboratorio que se utilizó para realizar el estudio fue una prueba cualitativa para la identificación de coliformes fecales, en la que se usaron diferentes medios de cultivo microbiológicos clasificados en tres tipos de pruebas.

Prueba presuntiva:

En esta prueba se cultivaron muestras de agua en caldo lactosado utilizado para identificar la fermentación de la lactosa.

Esta prueba se basa en la teoría de probabilidades y un estimado de la densidad media de los coliformes en la muestra. (Ver Anexo 8)

Prueba confirmativa:

Consistió en sembrar un inóculo de la muestra de agua en medio sólido por el método de estrías en Agar MacConkey, Salmonella Shigella y Eosina Azul de Metileno. (Anexo 9).

Prueba completa:

Consistió en la inoculación del crecimiento bacteriano obtenido del procedimiento anterior en tubos con medios sólidos, semi-sólidos y líquidos denominados pruebas bioquímicas, como TSI, Citrato, Movilidad, Indol, Rojo de metilo, Urea. (Anexo 10)

4.5 INSTRUMENTOS.

- Guía de entrevista dirigida al dueño de la vivienda. (Anexo 11)
- Guía de observación (Anexo 12)
- Cámara fotográfica.
- Formulario para la toma de muestra (Anexo 13)
- Formulario para recopilar los resultados obtenidos en las pruebas:
 - Prueba presuntiva (Anexo 14)
 - Prueba confirmativa (Anexo 15)
 - Prueba completa (Anexo 16)

4.6 EQUIPO, MATERIAL Y REACTIVOS.

EQUIPO:

- Refrigerador
- Hieleras
- Autoclave
- Balanza granataria

MATERIAL:

- Cajas de petri
- Erlenmeyers
- Pipetas de vidrio 10ml (1/10)
- Asas bacteriológicas
- Mechero Bunsen
- Tubos de Durham
- Tubos de ensayo 13 x 100 mm
- Tubos de ensayo enroscados
- Cáñamo
- Guantes
- Algodón
- Gradillas
- Frascos de vidrio
- Piedra de tamaño adecuado estéril

- Lápiz Graso
- Espátula
- Fósforos
- Cinta testigo
- Papel toalla
- Lava pchas
- Bolsas para basura

REACTIVOS:

- Caldo lactosado
- Agar MacConkey
- Agar Samonella – Shigella
- Agar Eosina Azul de Metileno (EMB)
- Agar Citrato de Simmons
- Indol
- Urea
- Movilidad
- Rojo de Metilo
- Reactivo de Rojo de metilo
- Reactivo de Erlich
- Alcohol
- Lejía

- Lysol
- Rinso
- Agua destilada

4.7 PROCEDIMIENTO.

Etapas de Planificación.

La investigación se llevó a cabo en el caserío El Tejar del Municipio de Moncagua, departamento de San Miguel, durante un período de ocho meses, partiendo de la planificación.

La investigación inició con una reunión informativa con la coordinadora general de los procesos de graduación, Licda. Elba Margarita Berrios, luego se procedió a la asignación de el docente director y asesor de estadística.

Posteriormente se llevó a cabo la elaboración del tema, se eligió el lugar donde se realizó el estudio, se plantearon los objetivos que guiaron la investigación, los antecedentes del estudio y una justificación en la cual se explicó el porqué se realizaría la investigación dando forma a sí al perfil de investigación.

Después se visitó La Unidad de Salud de Moncagua entrevistando al inspector de Saneamiento Ambiental José Vidal Garay Campos quien estuvo dispuesto a colaborar

durante todo el proceso de investigación, igualmente la promotora de salud Argelia Loza nos proporcionó toda la información necesaria de la comunidad el Tejar como número de pozos, número de viviendas y número de habitantes.

Una vez planteados los objetivos, hipótesis, metodología, la técnica, materiales reactivos, etc. incluyendo un cronograma de actividades generales y uno de actividades específicas estructurando el protocolo de la investigación; se procedió a la ejecución del estudio en la comunidad.

Etapas de Ejecución.

Esta etapa dio inicio con la elaboración de una nota dirigida al Licdo. Alcides Martínez jefe del área de biología, solicitando permiso para procesar las muestras en el laboratorio C y utilizar el material y el equipo necesario durante el periodo de muestreo.

Luego se procedió a la preparación de los medios de cultivo siguiendo las instrucciones del fabricante. Los medios sólidos vertidos en placas de poliestireno fueron Agar McConkey, Eosina Azul de metileno (EMB) y Salmonella Shigella (SS), estos fueron disueltos en la cantidad de agua destilada establecida llevándolos luego a ebullición y una vez disuelto todo el medio se esterilizó en el autoclave por 15 minutos haciendo una excepción con el Salmonella – Shigella ya que no necesita autoclave.

Los medios ya esterilizado se dejaron enfriar sin esperar que se solidificaran para ser vertidos en las placas de petri utilizando un mechero encendido para evitar la contaminación de los mismos, agregando en cada placa 2.5 ml del medio para obtener un grosor de 4mm.

Ya los medios solidificados se guardaron en refrigeración, listos para ser utilizados.

También se prepararon tubos de ensayo conteniendo cada uno un tubo de fermentación Durham y 10ml de caldo lactosado, los cuales fueron esterilizados en autoclave con anterioridad a 120 libras de presión por 15 minutos

Posteriormente se prepararon las pruebas bioquímicas que fueron: agar tres azúcares y hierro (TSI), Indol, Citrato, Movilidad, Urea, y Rojo de Metilo, estos se disolvieron en agua destilada y se llevaron a ebullición dejándolos luego a temperatura ambiente por aproximadamente 15 minutos y se colocaron en cada tubo un volumen de 3ml. Todos se esterilizaron en autoclave a 121 libras de presión por 15 minutos haciendo una excepción con la Urea ya que solo se esterilizó el agua (ver anexo 18).

Luego los medios se colocaron en refrigeración y estaban listos para ser utilizados.

Después de preparar los medios de cultivos se preparó el material requerido para la toma de las muestras, el que consistió en un frasco de vidrio con su respectiva tapadera, forrado con papel Kraf, una piedra de tamaño adecuado atada al frasco con un cáñamo, se formaron paquetes de frascos juntos con las piedras, envueltos con papel de empaque para esterilizarlos (ver anexo 19).

También se esterilizaron un mínimo de 20 pipetas de 10 y 5 ml para inocular 10 ml de la muestra de agua en caldo lactosado, utilizando una pipeta por cada muestra.

Después de preparar todo el material requerido para la investigación se procedió a la toma de muestra la cual se realizó en un periodo de tres semanas, iniciando los días lunes de 7:00 am a 11:30 am, tomando como mínimo 20 muestras por cada semana, las que eran transportadas en tres hieleras las cuales se prepararon el día del muestreo para la conservación y transporte adecuado de las muestras desde el caserío El Tejar hacia la Facultad Multidisciplinaria Oriental, específicamente al laboratorio C de biología

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRA.

Con previa autorización del dueño de la vivienda se procedió a la toma de la muestra siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- 1) Junto al pozo se abrió el paquete que contenía el frasco con la piedra, al que se le ató el cáñamo para introducirlo dentro del pozo.

- 2) Con previa asepsia en las manos con alcohol al 70% se destapo el frasco, tomando la tapadera con el papel Kraf con que estaba protegido.
- 3) Posteriormente se hizo descender el frasco dentro del pozo desenrollando el cáñamo al que estaba atado, lentamente cuidando de no tocar las paredes del pozo.
- 4) Se dejo que el frasco se sumergiera en el agua y al suponer que se había llenado se comenzó a enrollar el cáñamo para elevarlo a la superficie del pozo, al llegar arriba se descartaba una pequeña cantidad de agua para poder mezclar a la hora de la siembra.
- 5) Posteriormente se paso ligeramente un algodón con alcohol sobre la boca del frasco, se tapo con su respectiva tapadera, se rotulo con el número de pozo correspondiente y se colocó en la hielera para su preservación y transportación.
- 6) A la vez se paso la guía de entrevista y la guía de observación por cada vivienda.

Estando en el laboratorio se sacaron los frascos de las hieleras para atemperarlos por aproximadamente quince minutos, de igual forma se procedió con el caldo lactosado.

Después se realizó la prueba presuntiva, midiendo 10ml, de agua de pozo previamente mezclada, utilizando una pipeta estéril y succionando la muestra con la ayuda de un bulbo plástico, estos eran transferidos a cada uno de los tubos con caldo lactosado conteniendo un tubo de fermentación Durham invertido, se llevaron a la estufa

y se incubaron a 37° c por 24 horas. Al día siguiente se procedió a la lectura y si la prueba resultaba negativa se dejarían 24 horas más. A las 48 horas de incubación se anotarían los resultados en un instrumento que se formuló de manera tal que permitiera llevar un orden de todos los resultados, fenómeno que en este caso no se dio ya que todas las muestras fueron positivas a la 24 horas de incubación, lo que se pudo apreciar por la formación de gas CO₂ dentro de los tubos Durham invertidos.

Después de ésta prueba todas las muestras con reacción positiva pasaron al siguiente procedimiento.

Prueba Confirmativa.

Consistió en la inoculación de cada una de las muestras positivas a la prueba presuntiva por el método de estrías con la ayuda de un asa bacteriológica, en los medios de Agar MacConkey, agar Eosina Azul de Metileno (EMB) y Agar Salmonella Shigella (SS), se incubarán en la estufa por 24 horas, luego se procedió a la lectura de cada una de las placas con crecimiento típico bacteriano describiendo el color, tamaño y forma de las colonias en los medios, tomando en cuenta el brillo metálico característico de la *Escherichia coli* en EMB, se anotaron estas características en el formulario para la recopilación de resultados en la prueba, posteriormente se realizó la prueba completa.

Prueba Completa.

Consistió en tomar un inóculo de las placas de Agar MacConkey y Salmonella Shigella con crecimiento típico bacteriano y luego se inoculó en las pruebas bioquímicas, las cuales fueron TSI, Citrato, Movilidad, Rojo de Metilo y Urea, utilizando asa en punta para los medios sólidos y semi-sólidos y asa en argolla para los medios líquidos, luego se incubaron a 37° c por 24 horas en la estufa. Al día siguiente se procedía a la lectura de los resultados colocando 3 gotas de reactivo de Erlich sobre el tubo de SIM y 3 gotas de reactivo rojo de metilo sobre el medio rojo de metilo, con la ayuda de la tabla de identificación de enterobacterias se identificó el género y especie bacteriana.

Al completar cada jornada se procedía al lavado y limpieza del material requerido para prepararlo de nuevo y ser utilizado en la siguiente semana.

Después de obtener los resultados se procedió a la tabulación de los datos, la cual se hizo de manera manual, también se realizó el análisis e interpretación por métodos estadísticos lo que permitió identificar la presencia de coliformes fecales en el agua de los pozos de caserío El Tejar.

Posteriormente se elaboraron las conclusiones y recomendaciones, se preparó la exposición oral de los resultados obtenidos y se presentó por escrito el informe final de la investigación.

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en la investigación sobre el análisis de agua de pozos para la identificación de coliformes fecales en el caserío El Tejar, del municipio de Moncagua, departamento de San Miguel durante el período de julio a septiembre de 2006.

En primer lugar se presenta la tabulación, análisis e interpretación de los datos obtenidos en la guía de entrevista dirigida al dueño de cada vivienda.

Luego se presenta la tabulación, el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la guía de observación sobre el estado de salubridad en las viviendas y pozos.

Posteriormente se expone la tabulación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de laboratorio, las cuales fueron: prueba presuntiva, prueba confirmativa y prueba completa.

La tabulación de los datos y resultados obtenidos en las diferentes guías y las pruebas de laboratorio están representadas en cuadros sinópticos y detallados por medio de gráficos que permiten un mejor análisis e interpretación con valores porcentuales para una fácil interpretación de los resultados.

Finalmente se presenta una prueba de hipótesis la cual consiste en realizar un diseño estadístico conocido como Bloques al azar, el cual compara los muestreos realizados y las bacterias encontradas, comprobando el resultado final a través de una prueba de Duncan la que se usa para comparar más de dos medias.

A través de esta prueba queda comprobado estadísticamente el grado de contaminación fecal que existe en el agua de los pozos del caserío El Tejar, del municipio de Moncagua.

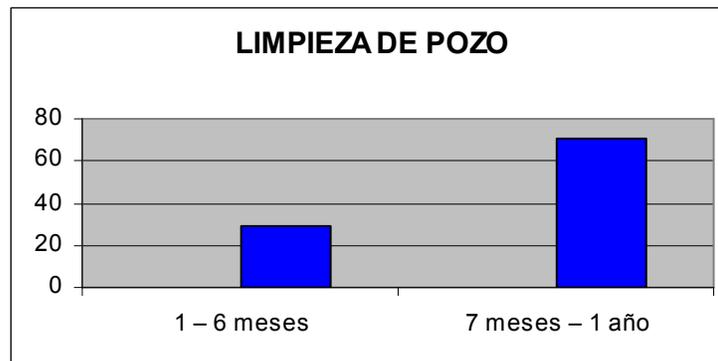
**5.1 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS
OBTENIDOS DE LA GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA AL DUEÑO DE LA
VIVIENDA.**

**CUADRO N° 1
CON QUE FRECUENCIA LIMPIA SU POZO.**

LIMPIEZA DEL POZO	FRECUENCIA.	%
1 – 6 meses	18	29.50
7 meses – 1 año	43	70.50
TOTAL.	61	100

Fuente: Guía de entrevista dirigida al dueño de la vivienda

GRÁFICO N° 1



Fuente: Cuadro N° 1

ANÁLISIS.

El cuadro y gráfico número 1 muestran que el 29.50% de las personas encuestadas limpian su pozo en un período de 1 a 6 meses y el 70.50 % solo les dan limpieza en períodos de 7 meses a un año.

INTERPRETACIÓN.

De acuerdo al análisis anterior la mayoría de personas del caserío El Tejar no limpian con frecuencia su pozo, lo que demuestra descuido en el empleo de medidas higiénicas favoreciendo así la contaminación del agua.

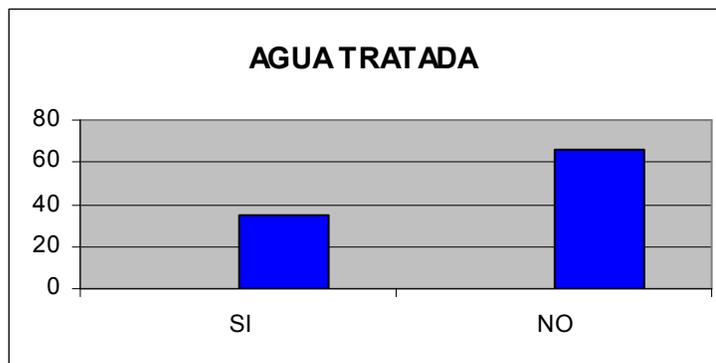
CUADRO N° 2

LE DA TRATAMIENTO AL AGUA QUE CONSUME.

AGUA TRATADA	FRECUENCIA	%
SI	21	34.43
NO	40	65.57
TOTAL	61	100

Fuente: Guía de entrevista dirigida al dueño de la vivienda

GRÁFICO N° 2



Fuente: Cuadro N° 2

ANÁLISIS.

El cuadro y gráfico número 2 indican que el 34.43% de las personas le dan tratamiento al agua que consumen, mientras que el 65.57% no le dan tratamiento.

INTERPRETACIÓN.

Según el análisis anterior la mayoría de las personas consumen agua de pozo sin tratamiento previo, convirtiéndose en una posible causa de enfermedades gastrointestinales en la población.

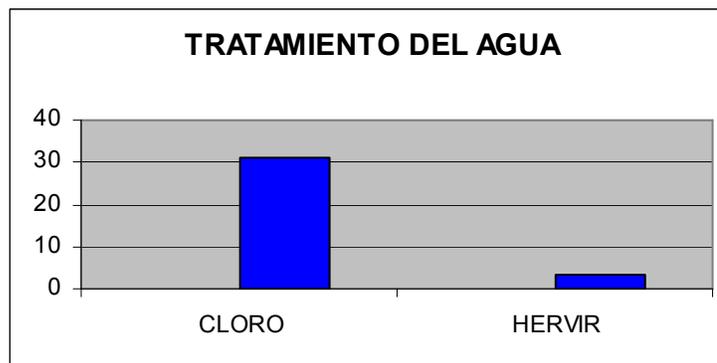
CUADRO N° 3

QUÉ TIPO DE TRATAMIENTO LE DA AL AGUA.

TRATAMIENTO	FRECUENCIA	%
COLORO	19	31.15
HERVIR	2	3.28
TOTAL	21	34.43

Fuente: Guía de entrevista dirigida al dueño de la vivienda

GRÁFICO N° 3



Fuente: Cuadro N° 3

ANÁLISIS.

El cuadro y gráfico número 3 exponen el tipo de tratamiento que se le da al agua de los pozos del caserío El Tejar teniendo que un 31.15% utilizan cloro (puríagua), y un 3.28% la hierven.

INTERPRETACIÓN.

El análisis explica que un pequeño porcentaje de personas purifican el agua que consumen, del cual la mayor parte utilizan cloro como método de purificación.

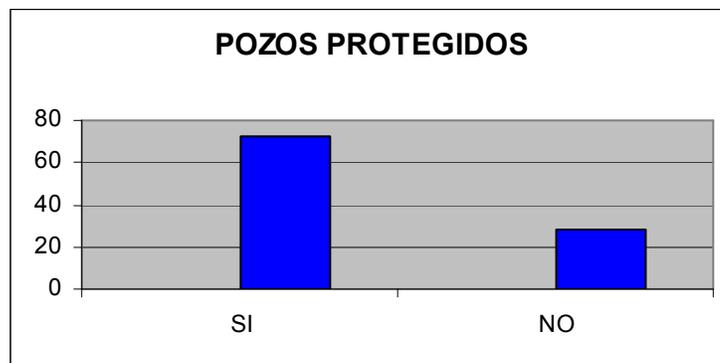
**5.2 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS
OBTENIDOS DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN.**

**CUADRO N° 4
POZO PROTEGIDO.**

PROTEGIDO	FRECUENCIA	%
SI	44	72.13
NO	17	27.87
TOTAL	61	100

Fuente: Guía de observación

GRÁFICO N° 4



Fuente: Cuadro N° 4

ANÁLISIS.

El cuadro y gráfico número 4 presenta que el 72.13% (44 pozos) se encontraban protegidos, mientras que el 27.87% (17 pozos) no lo estaban.

INTERPRETACIÓN.

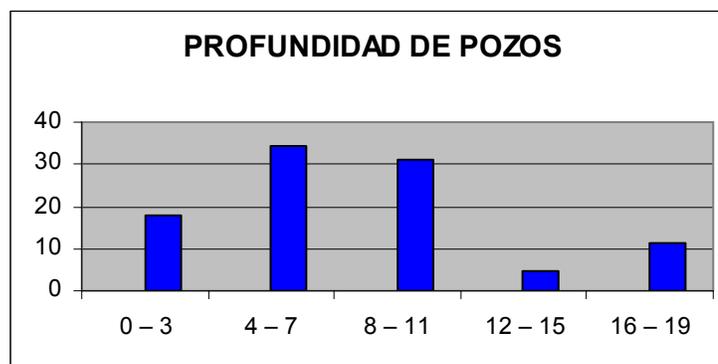
Según los datos obtenidos del análisis anterior la mayoría de los pozos se encontraban protegidos aunque de manera inadecuada lo que contribuye a la contaminación del agua.

CUADRO N° 5
PROFUNDIDAD DEL POZO.

PROFUNDIDAD (METROS)	FRECUENCIA	%
0 – 3	11	18.03
4 – 7	21	34.43
8 – 11	19	31.15
12 – 15	3	4.92
16 – 19	7	11.47
TOTAL	61	100

Fuente: Guía de observación

GRÁFICO N° 5



Fuente: Cuadro N° 5

ANÁLISIS.

El presente cuadro y gráfico muestran la profundidad de los pozos en donde un 18.03% (11 pozos) oscilan entre 0 a 3 metros de profundidad, 34.43% (21 pozos) tienen una profundidad entre 4 a 7 metros, el 31.15% (19 pozos) tienen de 8 a 11 metros, el 4.92% (3 pozos) de 12 a 15 metros y un 11.47% (7 pozos) tienen una profundidad entre 16 a 19 metros.

INTERPRETACIÓN.

La mayoría de los pozos del caserío El Tejar tienen una profundidad de 4 a 7 metros, por lo que se clasifican como superficiales y por lo tanto están más expuestos a la contaminación del agua.

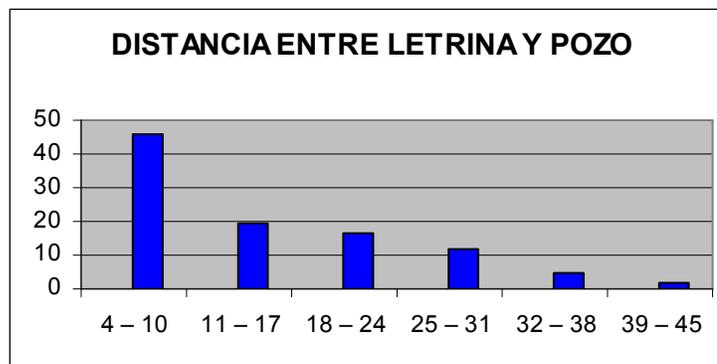
CUADRO N° 6

DISTANCIA ENTRE LETRINA Y POZO.

DISTANCIA (METROS)	FRECUENCIA	%
4 – 10	28	45.90
11 – 17	12	19.67
18 – 24	10	16.39
25 – 31	7	11.48
32 – 38	3	4.92
39 – 45	1	1.64
TOTAL	61	100

Fuente: Guía de observación

GRÁFICO N° 6



Fuente: Cuadro N° 6

ANÁLISIS.

El cuadro y gráfico número 6 muestra la distancia entre letrina y pozo encontrando un 45.90% (28 pozos) entre 4 y 10 metros de distancia, un 19.67% (12 pozos) oscila entre 11 a 17 metros, el 16.39% (10 pozos) tienen una distancia entre 18 a 24 metros, un 11.48% (7 pozos) entre 25 a 31 metros, el 4.92% (3 pozos) de 32 a 38 metros y el 1.64% (1 pozo) esta entre 39 a 45 metros de distancia.

INTERPRETACIÓN.

Según el análisis anterior la distancia entre letrina y pozo en la mayoría de las viviendas del caserío El Tejar no alcanzan los 30 metros establecidos por la Organización Panamericana de La Salud lo que contribuye al arrastre de coliformes fecales hacia los pozos excavados o a nacimientos.

**5.3 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS
OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DE LABORATORIO.**

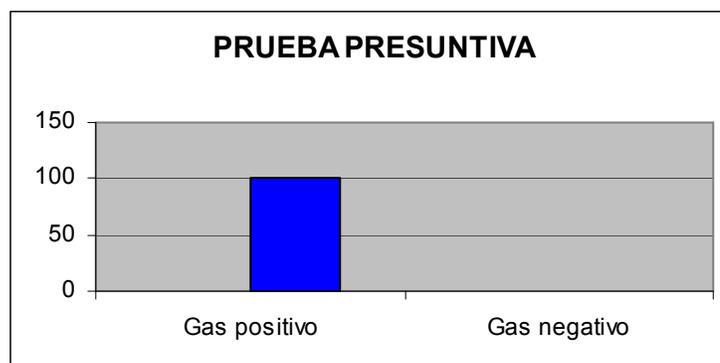
CUADRO N° 7.

**PRUEBA PRESUNTIVA PARA IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE
COLIFORMES FECALES.**

PRUEBA PRESUNTIVA	FRECUENCIA	%
Gas positivo	61	100
Gas negativo	0	0
TOTAL	61	100

Fuente: Prueba presuntiva

GRÁFICO N° 7



Fuente: Cuadro N° 7

ANÁLISIS.

El presente cuadro y gráfico muestran que un 100% de los pozos del caserío El Tejar resultaron positivos a la prueba presuntiva.

INTERPRETACIÓN.

El análisis anterior indica que los 61 pozos muestreados resultaron positivos a la prueba presuntiva aceptando la hipótesis de que un 100% de las muestras de agua de los pozos del caserío El Tejar se observa la presencia de coliformes fecales.

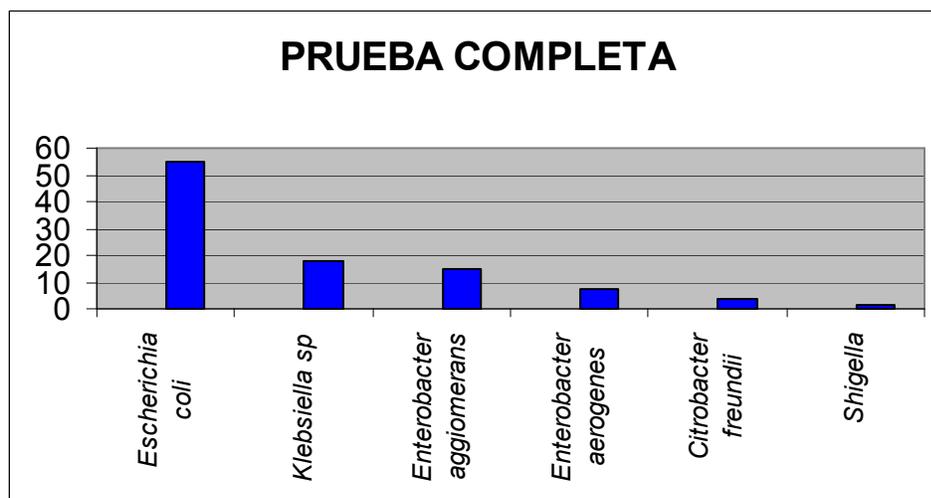
CUADRO N° 8

PRUEBA COMPLETA PARA LA IDENTIFICACION DEL GÉNERO Y ESPECIE BACTERIANA.

GÉNERO Y ESPECIE BACTERIANA	FRECUENCIA	%
<i>Escherichia coli</i>	44	55.0
<i>Klebsiella sp</i>	14	17.5
<i>Enterobacter agglomerans</i>	12	15.0
<i>Enterobacter aerogenes</i>	6	7.5
<i>Citrobacter freundii</i>	3	3.75
<i>Shigella sp</i>	1	1.25
TOTAL	80	100

Fuente: Prueba completa

GRÁFICO N° 8



Fuente: Cuadro N° 8

ANÁLISIS.

El cuadro y gráfico número 8 presenta los resultados obtenidos en la prueba completa indicando los diferentes géneros y especies bacterianas aisladas en las muestras de agua de los pozos del caserío El Tejar, obteniendo los datos siguientes: *Escherichia coli* con un 55.0%, *Klebsiella sp* con un 17.5%, *Enterobacter agglomerans* con 15.0%, *Enterobacter aerogenes* con 7.5%, *Citrobacter freundii* con 3.75% y *Shigella sp* con un 1.25% haciendo un total de un 100% correspondiente a 80 bacterias aisladas en el agua de los 61 pozos muestreados.

INTERPRETACIÓN.

Según los datos anteriores el agua de los pozos del caserío El Tejar esta contaminada en un 100% con coliformes fecales, predominando la *Escherichia coli* como indicador principal de contaminación fecal.

5.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS.

DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COLIFORMES FECALES EN AGUA DE POZOS DEL CASERÍO EL TEJAR.

MUESTREOS	<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella</i> <i>sp</i>	<i>E.</i> <i>agglomerans</i>	<i>E.</i> <i>aerogenes</i>	<i>C.</i> <i>freundii</i>	<i>Shigella</i> <i>sp.</i>	N	\bar{x}	Σx	Σx^2
1° muestreo	16	3	5	6	0	0	6	5	30	326
2° muestreo	18	11	2	0	2	0	6	5.5	33	453
3° muestreo	10	0	5	0	1	1	6	2.833	17	127
N	3	3	3	3	3	3	18			
\bar{x}	14.66	4.66	4	2	1	0.33				
Σx	44	14	12	6	3	1			80	906

$$\bar{x} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de bacterias por muestreo}}{\text{Especies encontradas}}$$

$$\bar{x} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de bacterias por especie}}{\text{N}^\circ \text{ de muestreos}}$$

SUMA DE CUADRADOS.

$$S_{ctr} = \frac{\sum y_i^2}{r} - \frac{y_{tr}^2}{tr}$$

S_{ctr} = Suma de cuadrados de tratamiento (muestreos).

$\sum y_i^2$ = Sumatoria de especies bacterianas por muestreo elevadas al cuadrado.

r = Número de especies bacterianas encontradas.

t = Número de muestreos.

y = Total de bacterias encontradas elevados al cuadrado.

tr = Número de muestreos por las especies bacterianas encontradas.

SUSTITUCIÓN DE DATOS.

$$S_{ctr} = \frac{\sum y_i^2}{r} - \frac{y_{tr}^2}{tr} = \frac{30^2 + 33^2 + 17^2}{6} - \frac{80^2}{3 \times 6}$$

$$\frac{2278}{6} - \frac{6400}{18} = 379.66 - 355.55 = 24.11$$

$$S_{ctr} = 24.11$$

$$S_{CBL} = \frac{\sum y_i^2}{t} - \frac{y_{tr}^2}{tr}$$

S_{CBL} = Suma de cuadrados de los bloques (bacterias).

$\sum y_i^2$ = Sumatoria de cada especie bacteriana elevada al cuadrado.

t = Número de muestreos.

y^2
y = Total de bacterias encontradas elevadas al cuadrado.

tr = Número de muestreos por especies bacterianas encontradas.

$$SCBL = \frac{\sum y_i^2}{t} - \frac{y^2}{tr}$$

SUSTITUCIÓN DE DATOS.

$$SCBL = \frac{4^2 + 14^2 + 12^2 + 6^2 + 3^2 + 1^2}{3} - \frac{80^2}{3 \times 6} =$$

$$SCBL = \frac{2322}{3} - \frac{6400}{18}$$

$$SCBL = 774 - 355.55$$

$$SCBL = 418.45$$

$$SCT = \sum \sum y_{ij}^2 - \frac{y^2}{tr}$$

SCT = Suma de cuadrado total.

$\sum \sum y_{ij}^2$ = Sumatoria de la sumatoria de cada una de las bacterias encontradas elevadas al cuadrado.

y^2 = Total de bacterias encontradas elevadas al cuadrado.
 tr = Número de muestreos por las especies encontradas.

SUSTITUCIÓN DE DATOS.

$$SCT = \sum \sum y_{ij}^2 - \frac{y^2}{tr}$$

$$SCT = 906 - \frac{80^2}{3 \times 6} = 906 - \frac{6400}{18} = 906 - 355.55 = 550.45$$

SCEE = Suma de cuadrado del error.

$$SCEE = SCT - (Sctr + SCBL).$$

$$SCEE = 550.45 - (24.11 + 418.45)$$

$$SCEE = 550.45 - 442.56$$

$$SCEE = 107.89$$

5.5 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COLIFORMES

FECALES EN AGUA DE POZOS DEL CASERÍO EL TEJAR.

FV	Gl	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Muestreos	3 – 1= 2	24.11	12.055	1.1173 ^{ns}	4.10	7.56
Especies bacterianas	6 – 1=5	418.45	83.69	7.7569 ^{**}	3.33	5.64
Error	10	107.89	10.789			
Total	18 – 1= 17	550.45				

FV = Fuentes de variación.

Gl = Grados de libertad.

SC = Sumas de cuadrados.

CM = Cuadrado medio.

FC = “f” calculado.

F α = “f” tabla.

$$CM = \frac{SC}{Gl}$$

$$FC = \frac{CM}{CM_{ee}}$$

Gl = Tratamiento (muestreos) – 1

Bloques (especies bacterianas) – 1

ANÁLISIS.

El análisis de varianza refleja que al comparar los resultados del “f” calculado para cada una de sus fuentes de variación, con el “f” de tabla, demuestra que los muestreos I, II, III tienen un “f” calculado de 1.1173 lo que no es significativo al compararlo con el “f” tabla al 0.05 y 0.01% cuyos rangos van de 4.10 – 7.56 respectivamente.

En el caso de las especies bacterianas el “f” calculado fué de 7.7569, resultando estadísticamente una alta significación ya que este fue mayor a los rangos de “f” tabla, los que fueron al 0.05% = 3.33 y al 0.01% = 5.64.

INTERPRETACIÓN.

El análisis de varianza realizado para la identificación de coliformes fecales en los diferentes muestreos realizados, nos comprueba que al comparar los resultados obtenidos hubo no significación estadística ya que en todos los muestreos se encontraron coliformes fecales en el agua de los pozos. Mientras que al comparar el número de bacterias encontradas se pudo determinar que existe una especie en mayor cantidad resultando una alta significación estadística tanto al 0.05 (95%) como al 0.01 (99%) de probabilidad.

Para comprobar cual fué la especie bacteriana aislada con mayor frecuencia se realizó una prueba de Duncan la que se describe a continuación.

5.6 PRUEBA DE DUNCAN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COLIFORMES

FECALES EN EL CASERÍO EL TEJAR.

1) ERROR TÍPICO DE DIFERENCIA.

$$ETD = t\alpha \sqrt{\frac{2(cme)}{r}} \quad t\alpha = 0.05\% = 2.228$$

$$= 0.01\% = 3.169$$

$$5\% = 2.228 \sqrt{\frac{2(10.789)}{3}} = \sqrt{7.1926} = 2.6819$$

$$2.228 \times 2.6819 = 5.9752$$

$$1\% = 3.169 \sqrt{\frac{2(10.789)}{3}} = \sqrt{7.1926} = 2.6819$$

$$3.169 \times 2.6819 = 8.4989$$

2) POSICIÓN RELATIVA EN ARREGLO DE MEDIA.

<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella sp</i>	<i>E. agglomerans</i>	<i>E. aerogenes</i>	<i>C. freundii</i>	<i>Shigella sp</i>
14.66	4.66	4	2	1	0.33

3) FACTOR DE SIGNIFICACIÓN.

R	2	3	4	5	6
5%	1.00	1.05	1.07	1.09	1.10
1%	1.00	1.06	1.09	1.11	1.13

4) DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA

VA = DMS = R ETD.

R	2	3	4	5	6
5%	5.9752	6.2739	6.3934	6.5129	6.5727
1%	8.4989	9.0088	9.2638	9.4337	9.6037

5) PRUEBA EN ARREGLO DE MEDIA.

BACTERIAS EN ARREGLO DE MEDIA		<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella sp</i>	<i>E. agglomerans</i>	<i>E. aerogenes</i>	<i>C. freundii</i>	<i>Shigella sp</i>
		14.66	4.66	4.0	2.0	1.0	0.33
<i>E. coli</i>	14.66	–	10**	10.66**	12.66**	13.66**	14.33 **
<i>Klebsiella sp</i>	4.66	–	–	0.66 NS	2.66 NS	3.66 NS	4.33 NS
<i>E. agglomerans</i>	4.0	–	–	–	2.0 NS	3.0 NS	3.67 NS
<i>E. Aerogenes</i>	2.0	–	–	–	–	1.0 NS	1.67 NS
<i>C. freundii</i>	1.0	–	–	–	–	–	0.67 NS
<i>Shigella sp</i>	0.33	–	–	–	–	–	–

6) RESUMEN DE COMPARACIONES.

E. coli *Klebsiella sp* *E. agglomerans* *E. Aerogenes* *C. freundii* *Shigella sp*

E. coli = 14.66. a

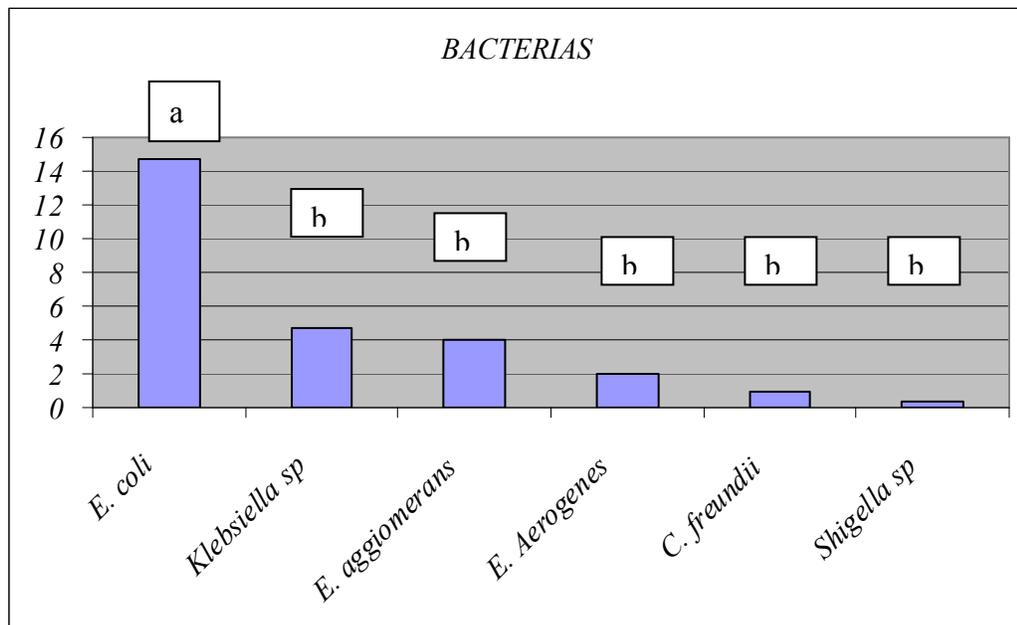
Klebsiella sp = 4.66. b

E. agglomerans = 4.0. b

E. Aerogenes = 2.0. b

C. freundii = 1.0. b

Shigella sp = 0.33. b



ANÁLISIS.

La gráfica indica el resultado de la prueba de Duncan realizada a las especies bacterianas, la cual demuestra estadísticamente que la *Escherichia coli* con una media de 14.66 (a) fue superior en incidencia al compararla con *Klebsiella sp* (4.66) b, *Enterobacter agglomerans* (4.0) b, *Enterobacter aerogenes* (2.0) b, *Citrobacter freundii* (1.0) b y *Shigella sp* (0.33) b.

INTERPRETACIÓN.

A través de la prueba de Duncan quedó demostrado estadísticamente que la especie bacteriana aislada con mayor frecuencia fue la *Escherichia coli*, aceptando así la hipótesis general H2.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

A través del análisis de los resultados obtenidos en la identificación de coliformes fecales en el agua de los pozos del caserío El Tejar, municipio de Moncagua, departamento de San Miguel. Se concluye lo siguiente:

1. Por medio de la entrevista dirigida al dueño de la vivienda se determinó que un 70.50% de las personas encuestadas no limpian con frecuencia su pozo lo que favorece la contaminación del agua.
2. Además se concluye que la mayoría de personas (65.57%) no le dan ningún tipo de tratamiento al agua que consumen, lo que podría ser una causa de problemas gastrointestinales en la comunidad.
3. También se pudo determinar que del 34.42% de las personas que le dan tratamiento al agua, solo un 31.14% utilizan puriagua, comprobando la falta de conciencia que tienen estas personas ya que manifiestan no utilizar el puriagua que les proporciona la promotora de salud.
4. Se pudo observar que la mayoría de pozos estaban tapados pero el material utilizado para la protección de los mismos no es el adecuado, lo que contribuye a la contaminación del agua.

5. Los 61 pozos muestreados presentaron una profundidad menor a los 30 metros con relación a la superficie de la tierra y las aguas del subsuelo clasificándolos como superficiales y por consiguiente están más expuestos a la contaminación.
6. En la mayoría de viviendas la distancia entre letrina y pozo no es la adecuada y tomando en cuenta la poca profundidad de los mismos y el desplazamiento de las aguas subterráneas hay un mayor arrastre de excretas humanas que contaminan el agua con coliformes fecales.
7. De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio que se realizaron en las muestras de agua, se determinó que existe la presencia de coliformes fecales en el agua de los pozos del caserío El Tejar, aceptándose la hipótesis general.
8. Un 100% de los pozos muestreados (61), resultaron positivos a la prueba de fermentación de la lactosa (prueba presuntiva) en caldo lactosado, evidenciado por la presencia de gas CO₂ en los tubos de Durham invertidos, lo que indica la presencia de bacilos coliformes, aceptando la hipótesis específica H1
9. Con los resultados obtenidos en la prueba completa se comprobó que la bacteria mayormente aislada fue *Escherichia coli* con un 55%, dicha bacteria es conocida como indicador de contaminación fecal aceptándose la hipótesis específica H2.

10. Por la gran contaminación que existe en el agua de los pozos del caserío El Tejar se concluye que no es apta para el consumo humano y que para ser consumida necesita un tratamiento previo de desinfección.

11. Debido a la ubicación que tiene el caserío El Tejar en el municipio de Moncagua se ve afectado por el desemboque de aguas servidas de otras comunidades contiguas al caserío, las que se infiltran y contaminan los mantos acuíferos subterráneos.

Por otra parte durante la ejecución de la investigación se presentaron las siguientes limitantes:

- El universo original para la investigación eran 64 pozos, de los cuales solo se pudieron muestrear 61 debido a que un pozo estaba dentro de la casa y ésta se encontraba abandonada. Los otros 2 se encontraron completamente sellados con planchas de cemento en viviendas deshabitadas.

- Otra de las principales limitantes fue la falta de colaboración por parte del personal del área de estadística de la unidad de salud de Moncagua por lo que no se pudo obtener información sobre el comportamiento de las enfermedades gastrointestinales que se dieron en años anteriores en la comunidad en estudio y en el municipio.

6.2 RECOMENDACIONES.

Debido a que se pudo determinar la presencia de coliformes fecales al realizar el estudio en el caserío El Tejar se considera que sus habitantes están en riesgo de padecer enfermedades gastrointestinales por lo que es necesario contrarrestar la contaminación fecal tomando en cuenta las recomendaciones siguientes:

Al personal de la Unidad de Salud

- Iniciar un programa de vigilancia permanente sobre la calidad bacteriológica del agua principalmente en las zonas más vulnerables de la municipalidad que no cuentan con un sistema de agua potable, coordinando con el ministerio de salud pública y asistencia social.
- Brindar una capacitación constante sobre los métodos de purificación del agua a través de charlas educativas en la unidad de salud.
- Capacitar a la población sobre la adecuada deposición de excretas, basuras y otros residuos para evitar la contaminación de las fuentes de agua.
- Concientizar a las personas de la comunidad a través de la promotora de salud sobre la importancia que tiene la utilización de puriagua en agua de consumo humano.

A los habitantes de la comunidad

- Mantener los pozos protegidos con un material adecuado para evitar la contaminación de los mismos.
- Realizar una limpieza interna adecuada a los pozos por lo menos 2 veces al año.
- Utilizar el cloro (puriagua) que les proporciona la Unidad de Salud.

A la municipalidad de Moncagua

- Se recomienda principalmente a las autoridades de la Alcaldía Municipal de Moncagua, buscar un método que evite el flujo de aguas servidas que desembocan del municipio hacia el caserío El Tejar.
- También se hace un atento llamado a la municipalidad en gestión, a que en coordinación con la administración nacional de acueductos y alcantarillados (ANDA) en un futuro puedan llevar el servicio de agua potable al caserío El Tejar.

A la Universidad de El Salvador

- A los estudiantes de laboratorio clínico y otras carreras paramédicas a que se interesen por realizar estudios por la misma naturaleza, para contribuir a disminuir uno de los tantos problemas que afectan a la población, como es la contaminación de los recursos hídricos naturales.

- Al departamento de arquitectura e ingeniería, que colaboren para orientar a las personas que viven en zonas rurales sobre la importancia que tiene la ubicación y la distancia adecuada entre un pozo y una letrina.
- A la Universidad Nacional de El Salvador que en la formación académica de los estudiantes en las áreas de biología y laboratorio clínico incluyan un formato que les permita conocer el procedimiento para realizar estudios bacteriológicos en agua.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad de Agua Potable. 1º Edición Mega Print Editores 1991 – 31, Págs.

GIUSEPPE REPETTO, PATRICIA IVONNE RODEZCO, Apuntes sobre las Aguas Negras 2º Edición, 1991, 77 Págs.

GOBIERNO DE EL SALVADOR. Manual de Contenidos en Salud, 74 Págs.

JAWETZ, MELNICK Y ADELBEK. Microbiología Médica, 17 Edición. Edición en español, México D. F. Editorial el Manual Moderno. Año 2002, 844 Págs.

KONEMAN, ERNER. Diagnóstico Microbiológico. 5^{ta} Edición, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2003 1431 págs.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. El Medio Ambiente y Yo, Guía Didáctica II año 1994 – 1999, 284 Págs.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Proyecto Protección del Medio Ambiente, Guía de uso Componentes de Educación Ambiental, 30 Págs.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. Manual de Toma, Manejo y Envío de agua para consumo humano, 21 Págs.

MINISTERIO DE SALUD, CESCA, COSUDE. Manual de operaciones de Sistemas de Agua, 1999, 74 Págs.

MIGUEL E. TORRES. Manual Práctico de Bacteriología Médica. 1º Edición. Ciudad de Guatemala C. A. Editorial Serviprensa C. A. 1996, 229 Págs.

RAYAN, KENNETH J. Y RAY C. GEORGES. Microbiología Médica Sherries. Editorial MacGraw-Hill. 4^{ta} Edición, 2005, 1060 Págs.

RAMÓN GARCÍA PELAYO Y GROSS. Diccionario Manual de Larrousse, Gobierno de El Salvador, 1994 – 1999. 997 Págs.

ROLYN SERGIO, Sistema de Lagunas de Estabilización. 1º Edición. Santa Fe de Bogota, Edición MaGraw-Hill, 2000, 370 Págs.

VOGT, GUILLERMO, El Hombre y la Tierra, Asociación, “Amigos de la Tierra” Editorial la Tribuna San Salvador, 1947, 215 Pág.

PERIÓDICOS:

ARZOBISPADO DE SAN SALVADOR. “Anteproyecto de la Ley General de Aguas”. Periódico Orientación Semanario, 26 de Mayo de 2006, 24 Págs.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS.

DISPONIBLE EN:

➤ <http://www.enfermedadesgastrointestinalesniveelmundial>.

➤ <http://www.msps.com>

Consultado el 8 de Marzo de 2006

➤ <http://www.agronomía.unchile.d/wedcursos/microbiología/guiadelaboratorio>

Consultado el 13 de Marzo de 2006

➤ <http://www.monografias.com/analisis-agua/analisisdeagua.shtm>

➤ <http://www.monografias.com/bacterias>

Consultado el 10 de Abril de 2006

ANEXOS

ANEXO N° 1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROCESO DE GRADUACIÓN

CICLO I Y II AÑO 2006

N°	Actividad	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Inscripción del Proceso			X																																									
2	Elaboración del perfil de investigación y entrega del perfil							X	X	X	X	X	X																																
3	Elaboración del Protocolo de investigación											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																								
4	Entrega del protocolo de investigación																	X	X																										
5	Ejecución de la Investigación																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
6	Tabulación, Análisis e interpretación de datos																													X	X														
7	Elaboración del informe final																															X	X												
8	Presentación del informe final																																	X	X										
9	Exposición oral de los resultados																																					X	X	X	X				

ANEXO N° 2

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

MES SEMANAS	JULIO/06				AGOSTO/06				SEPTIEMBRE/06			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ana Deysi Bolaños												
Glendy Geannette Martínez												
Nolvia Aracely Fuentes Santos												

Actividades:

- De la primera a la cuarta semana de Julio se hizo un reconocimiento general en la comunidad en compañía de la promotora de salud, proporcionando a la población boletines educativos sobre la contaminación del agua.

- De la primera a la tercera semana de Agosto se realizó la toma de muestra de los 61 pozos del caserío El Tejar, tomando 20 muestras de agua por semana, las muestras se transportaron y procesaron en el Departamento de Biología de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

- En la cuarta semana de Agosto se impartió una charla educativa a la población en general sobre la importancia que tiene el consumo de agua libre de microorganismos patógenos y que métodos pueden utilizar para la desinfección del agua.

- De la primera a la cuarta semana de Septiembre se realizó la tabulación de datos y el análisis e interpretación de los resultados.

ANEXO N° 3

CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA



ANEXO N° 4

HIPOCLORITO DE CALCIO (HTH)	
Cantidad de agua a desinfectar	Cantidad de solución madre a utilizar
1 Litro	4 Gotas
1 Galón	15 Gotas
30 Litros	1 Cuchara sopera
100 Litros	34 Cucharadas
HIPOCLORITO DE SODIO	
Desinfección de agua para tomar	
Cantidad de agua a desinfectar	Cantidad de solución madre a utilizar
1 Litro	4 a 8 Gotas
1 Cántaro de 16 a 21 Botellas	1 Tapón de recipiente de Puriagua
1 Cántaro de 26 a 36 Botellas	1 ½ Tapón
HIPOCLORITO DE SODIO	
Desinfección de verduras y frutas	
Cantidad de anua a desinfectar	Cantidad de solución madre a utilizar
1 Litro	2 taponos del recipiente
5 Botellas	2 Tapones del recipiente

ANEXO N° 5

TÉCNICAS DE PURIFICACIÓN DE AGUA UTILIZANDO PURIAGUA.

Puriagua



Para su salud consuma agua segura.
Use Puriagua
¿Qué es Puriagua?
Es una solución que, utilizada en las dosis recomendadas, sirve para desinfectar el agua y para lavar verduras y frutas.

EL CONTENIDO DEL FRASCO PUEDE UTILIZARLO HASTA POR 15 DÍAS

DESINFECCIÓN DEL AGUA

8 Gotas por litro



Contenido de 1 tapón para 1 Cántaro de 16 a 21 botellas

UTILICE EL TAPÓN DEL FRASCO DE PURIAGUA COMO MEDIDA PARA LAS DOSIS:



Contenido de 1/2 tapón para cántaro de 26 a 36 botellas





DESINFECCIÓN DE VERDURAS

PRIMERO:
PREPARE UNA SOLUCIÓN CON PURIAGUA UTILIZANDO EL TAPÓN DEL MISMO FRASCO ASÍ:
2 TAPONES POR 1 LITRO DE AGUA
8 TAPONES POR 5 BOTELLAS DE AGUA
LUEGO:
SUMERJA LAS VERDURAS Y LAS FRUTAS EN EL AGUA DESINFECTADA DURANTE 15 MINUTOS ANTES DE PREPARARLAS Y CONSUMIRLAS

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social



RECUERDE:
EL PURIAGUA NO SE DEBE CONSUMIR PURO

✓ Déjelo fuera del alcance de los niños

Es gratis

SOLICÍTELO EN TODA UNIDAD DE SALUD

ANEXO N° 6

TIPOS DE CRECIMIENTO BACTERIANO EN LOS MEDIOS DE CULTIVO QUE SE UTILIZARON EN LA INVESTIGACIÓN.



Escherichia coli en Agar Mac Conkey.



Escherichia coli en Agar Salmonella-Shigella.



Escherichia coli en EMB

ANEXO N° 7

PRUEBAS BIOQUÍMICAS

TSI: (TRES AZÚCARES Y HIERRO)

La información que proporciona es si hay fermentación de carbohidratos (lactosa, sacarosa y glucosa), si hay producción de gas tipo CO_2 y si hay producción de ácido sulfhídrico.



INDOL: Brinda la información si la bacteria produce indol a partir de triptófano.



ROJO DE METILO: Permite detectar si la bacteria produce ácido láctico, ácido acético y ácido fórmico.



CITRATO: Permite identificar si la bacteria utiliza el citrato de sodio como única fuente de energía para su metabolismo y desarrollo.

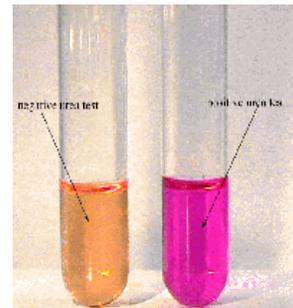
MOVILIDAD: Índica si la bacteria



posee flagelos para su desplazamiento



UREA: Determina la capacidad de un microorganismo de desdoblar la urea formando dos moléculas de amoníaco por acción de la enzima ureasa.



ANEXO N° 8

PRUEBA PRESUNTIVA



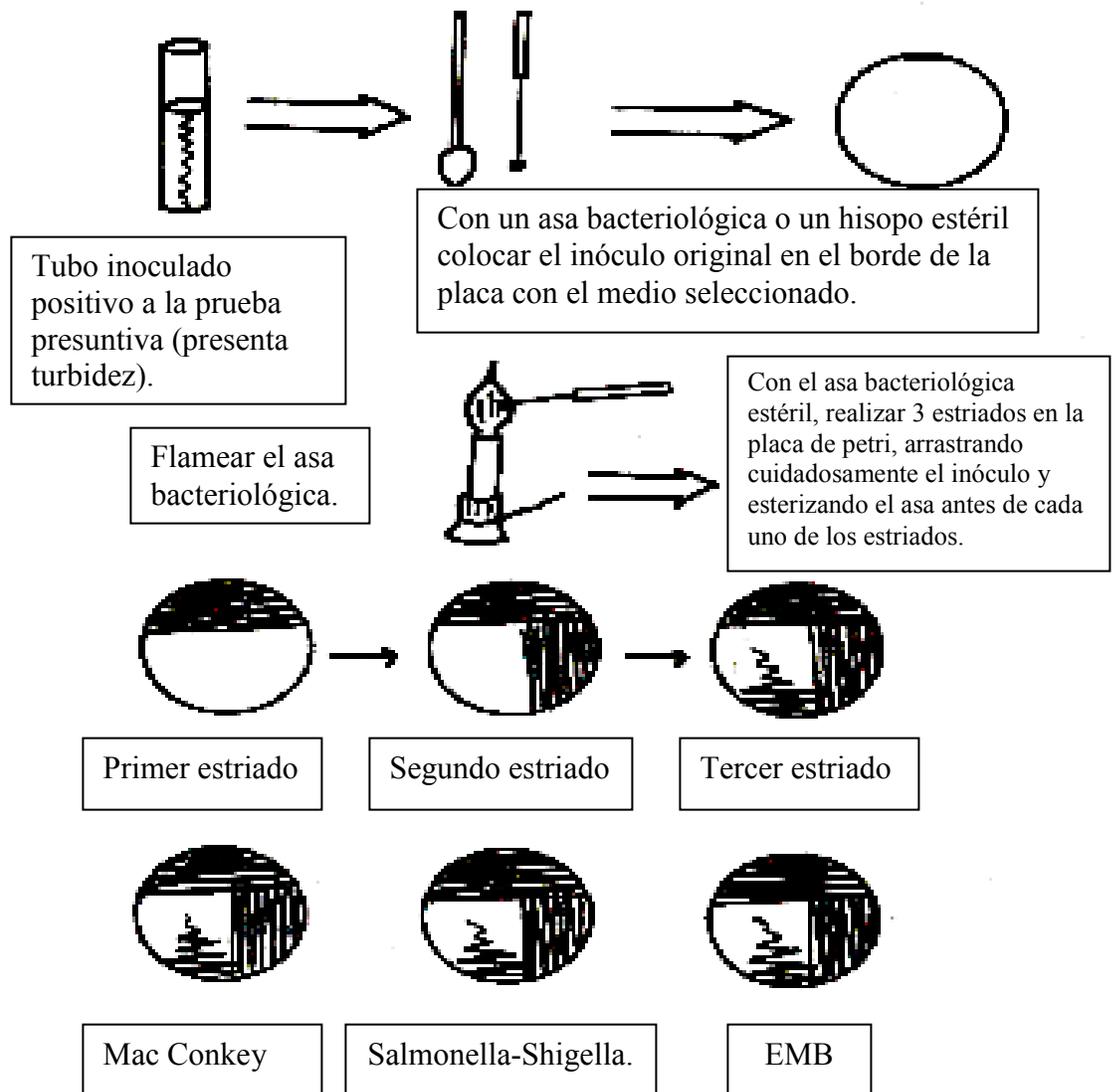
Con una pipeta serológica agregar 10 ml de una muestra de agua de pozo a un tubo que contiene 10 ml de caldo lactosado.



10 ml. de caldo lactosado.

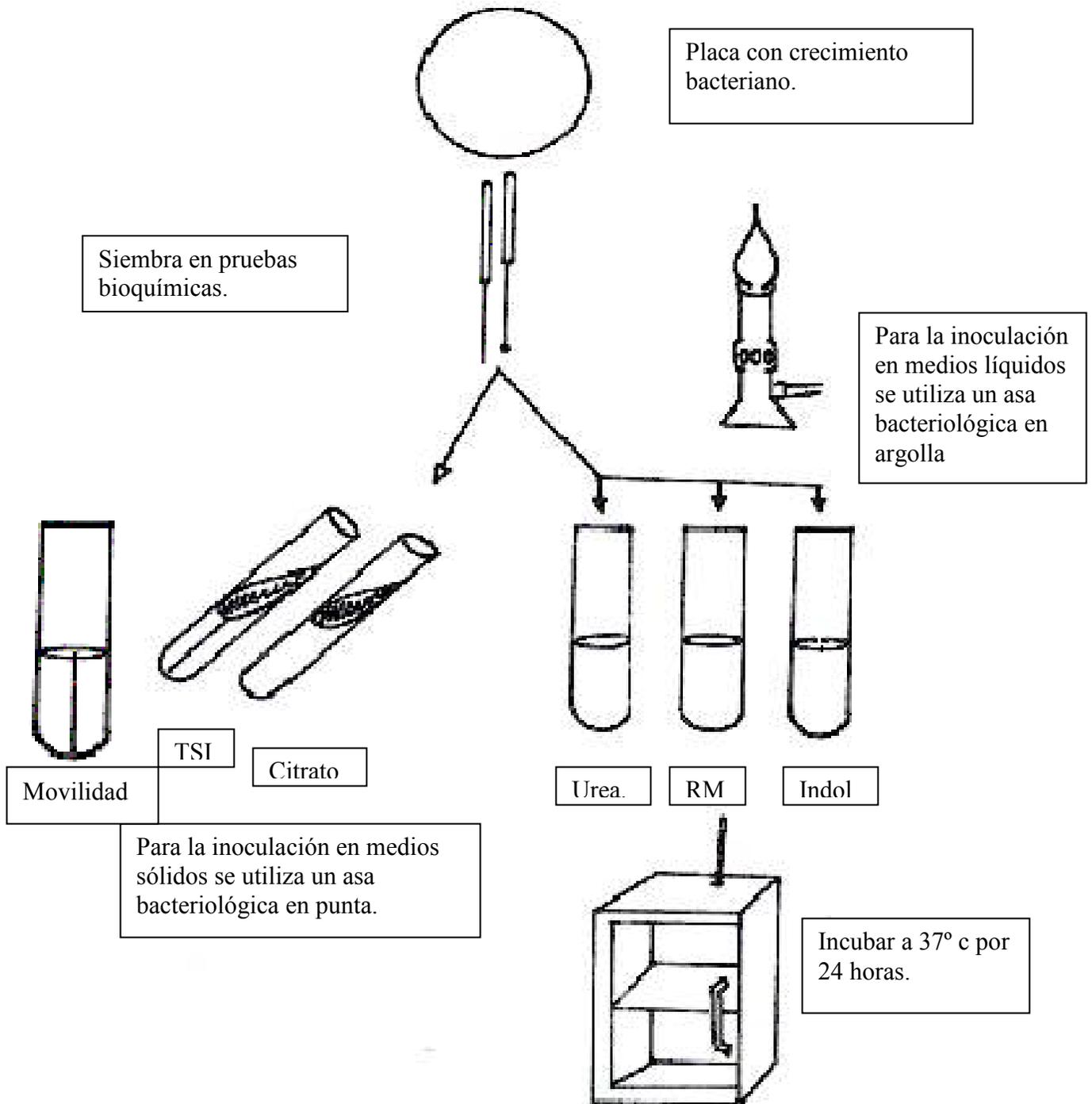
ANEXO N° 9

PRUEBA CONFIRMATIVA



ANEXO N° 10

PRUEBA COMPLETA



ANEXO N° 11

GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA AL DUEÑO DE LA VIVIENDA.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**

GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA AL DUEÑO DE LA VIVIENDA.

NOMBRE: _____

FECHA: _____

1. ¿Le da tratamiento al agua que consume?
Si _____ No _____
2. ¿Qué tipo de tratamiento le da al agua?
La clora _____ la hierve _____ Otros _____
3. ¿Algún miembro de su familia se ve afectado por problemas gastrointestinales?
Si _____ No _____
4. ¿Cuál es el problema que más afecta?
Dolor de estómago _____ Diarrea _____ Vómito _____
5. ¿Con qué frecuencia limpia su pozo?
Siempre _____ Algunas veces _____ Nunca _____

ANEXO N° 12

GUÍA DE OBSERVACIÓN SOBRE EL ESTADO DE SALUBRIDAD EN LAS
VIVIENDAS Y POZOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA

GUÍA DE OBSERVACIÓN SOBRE EL ESTADO DE SALUBRIDAD EN LAS
VIVIENDAS Y POZOS

PROPIETARIO: _____ FECHA: _____
N° DE CASA: _____
N° DE POZO: _____

1. Pozo protegido: Si _____ No _____
2. Aspecto interno del pozo: Limpio _____ Sucio _____ Turbio _____
3. Aspecto del agua: Limpio _____ Lig. turbio _____ Turbio _____
4. Profundidad del pozo: _____
5. Exposición de materia fecal alrededor del pozo: Si _____ No _____
6. Distancia entre letrina y pozo: _____
7. Animales domésticos ó de corral:
Cerdos _____ Vacas _____ Perros _____ Gallinas _____
Otros _____
8. Promontorios de basura cerca del pozo: Si _____ No _____

COMENTARIOS: _____

ANEXO N° 14

**FORMULARIO PARA RECOPIRAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA
PRUEBA PRESUNTIVA EN CALDO LACTOSADO**

No de tubo.	Cantidad de muestra.	Tubos positivos en 24 horas de incubación.	Tubos negativos en 24 horas de incubación.	Tubos positivos en 48 horas de incubación.	Tubos negativos en 48 horas de incubación.
1	10 ml				
2	10 ml				
3	10 ml				
4	10 ml				
5	10 ml				
6	10 ml				
7	10 ml				
8	10 ml				
9	10 ml				
10	10 ml				

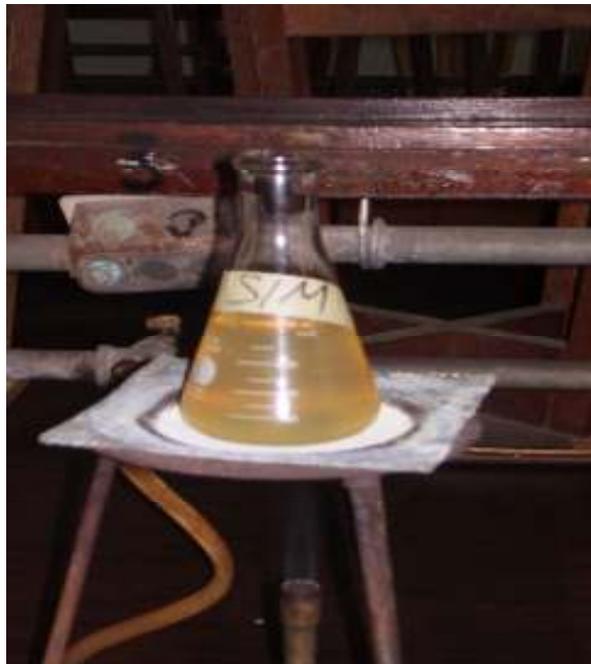
ANEXO N° 17

PREPARACIÓN DE TUBOS DE ENSAYO CON CALDO LACTOSADO.



ANEXO N° 18

PREPARACION DE LAS PRUEBAS BIOQUIMICAS.



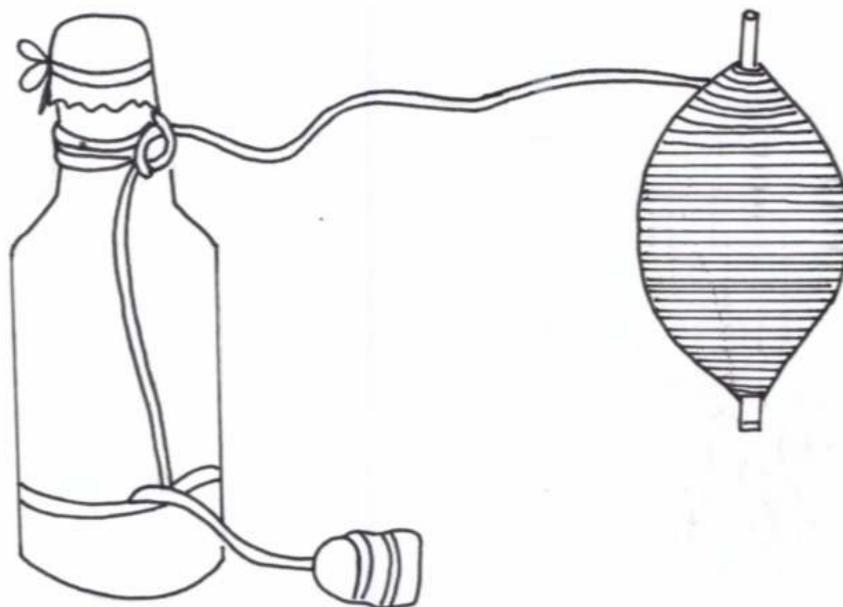
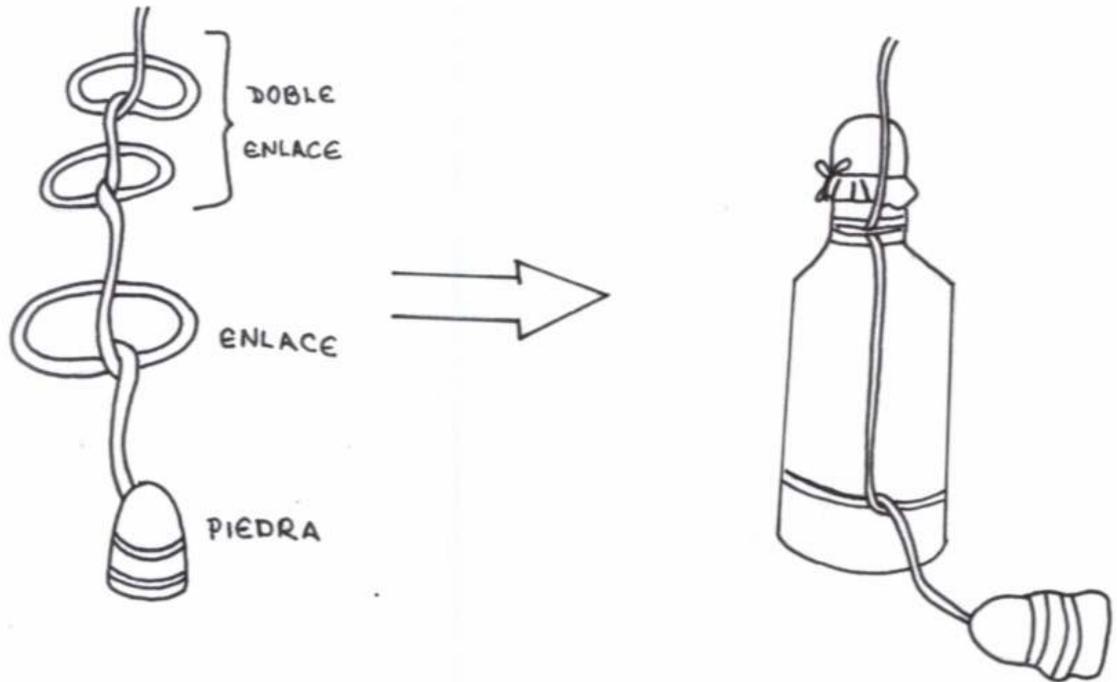
ANEXO 19

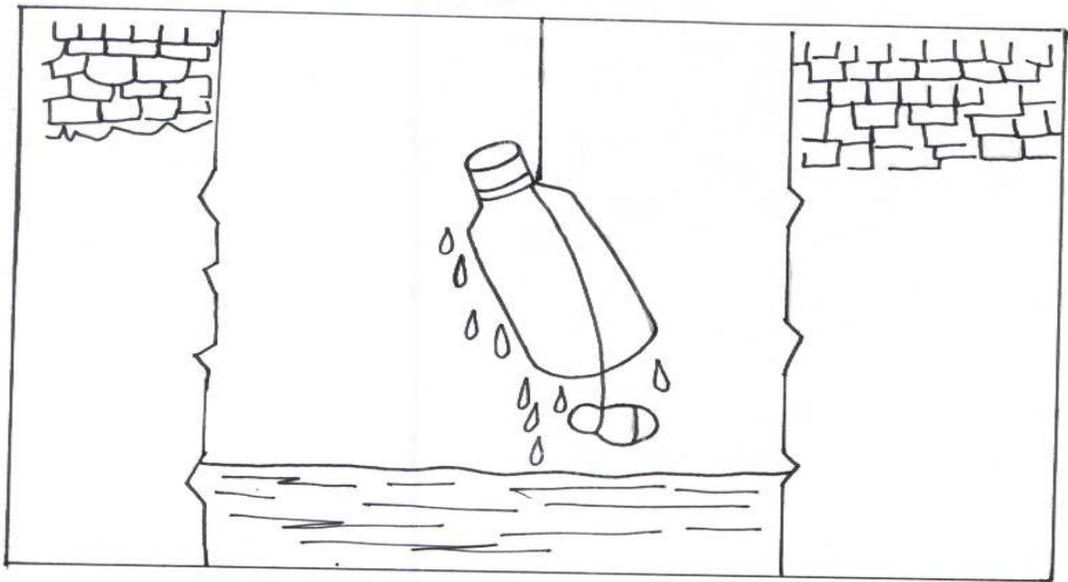
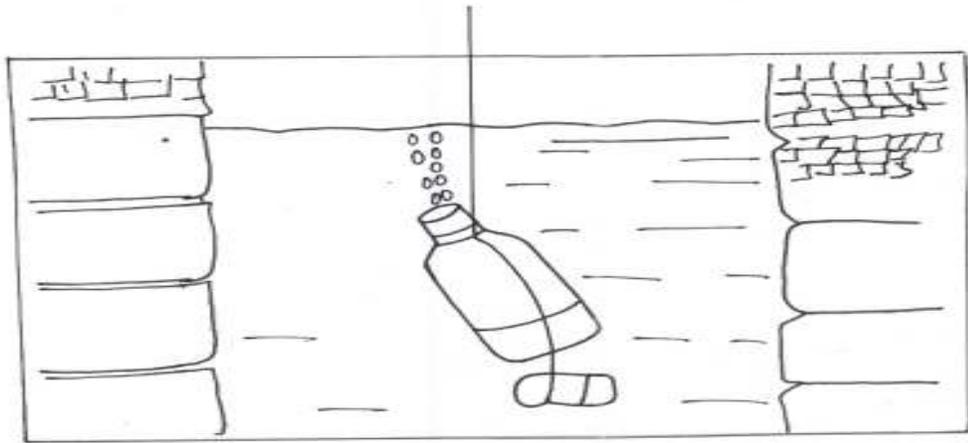
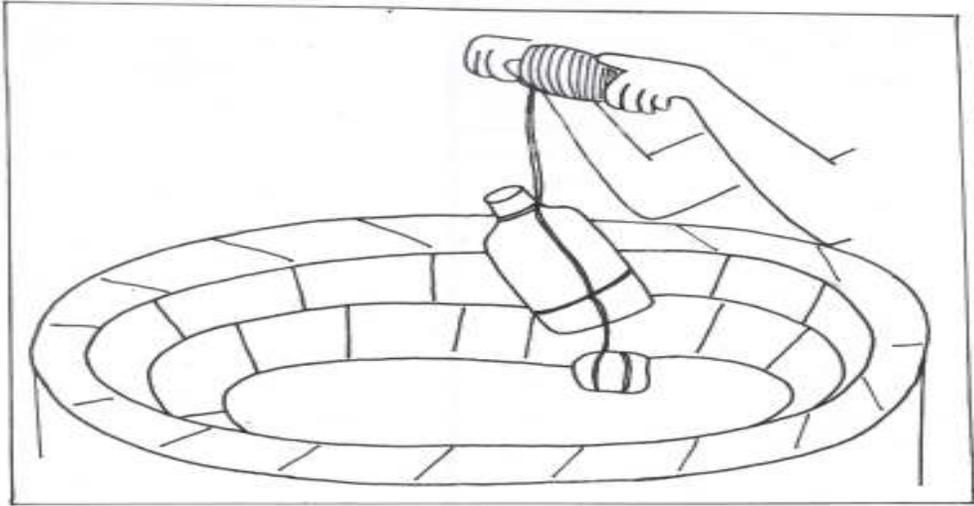
PREPARACION DE LOS FRASCOS PARA LA TOMA DE MUESTRA.



ANEXO N° 20

TÉCNICA PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA DE POZOS





ANEXO 21

EQUIPO UTILIZADO EN LA INVESTIGACIÓN.



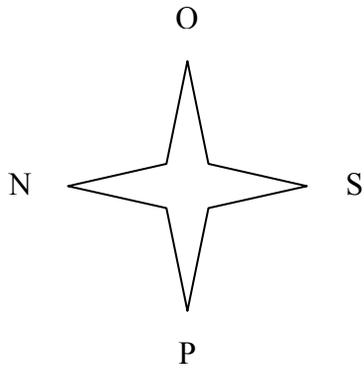
ANEXO 22

INVESTIGADORAS EN LA TOMA DE MUESTRA



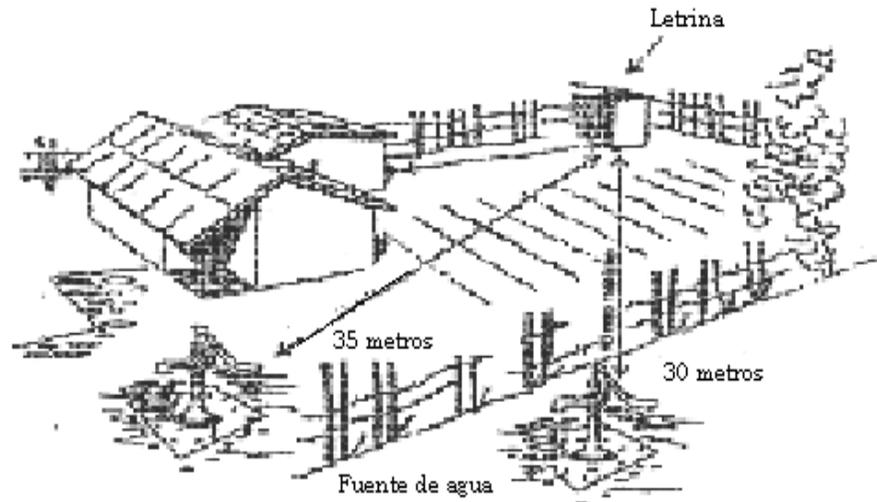
ANEXO N° 23

CROQUIS DEL CASERÍO EL TEJAR.

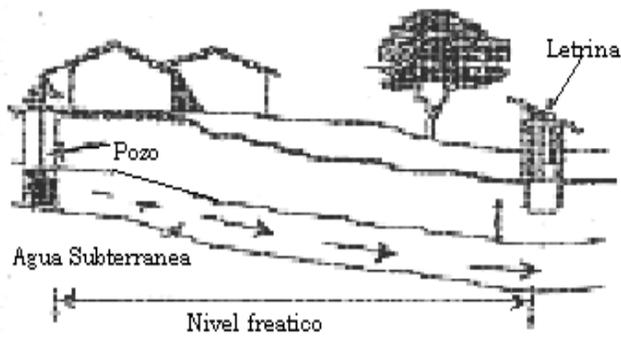


ANEXO N° 24

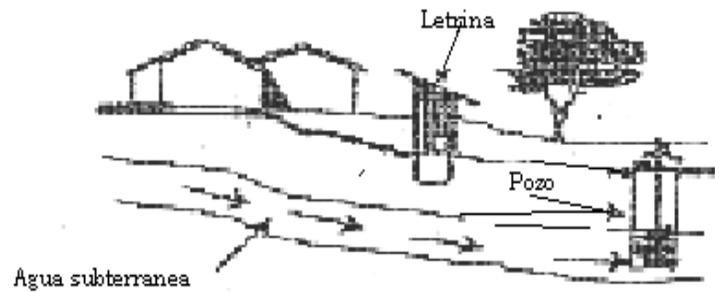
DISTANCIA Y UBICACIÓN ADECUADA ENTRE LETRINA Y POZO.



Correcto



Incorrecto



ANEXO 25

TABLA PARA IDENTIFICACIÓN DE ENTEROBACTERIAS

	TSI				Urea	Indol	MR	VP	Citrato	Movilidad	PPA	KCN	Descarboxilasa		
	Bisel	Fondo	Gas	HS									L	A	O
Shigella	K	A	-	-	-	+ ó -	+	-	-	-	-	-	-	-ó(+)	-ó+
Escherichia	A ó K	A	+ ó -	-	-	+	+	-	-	+ ó -	-	-	+ ó -	+ ó -	+ ó -
Salmonella (General)	K	A	+	2-4+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	(+)	+
S. typhi	K	A	-	1+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-ó(+)	-
Arizona	K ó A	A	+	2-4+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	(+)	+
Citrobacter freundii	K ó A	A	+	2-4+	- ó + s	-	+	-	+	+	-	+	-	(+)	-ó+
C. diversus	K	A	+	-	+ s	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+ó(+)
Klebsiella	A	A	+	-	+so -	-o+	-o+	+	+	-	-	+	+	+	-
Enterobacter cloacae	A	A	+	-	+so -	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
E. aerogenes 35°	A	A	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+
E. bafnaie 22°	K	A	+	-	-	-	+o-	+o-	+o-	+	-	+	+	+	+
E. agglomerans	A ó K	A	- o +	-	- ó + s	-o+	-o+	+o-	+o-	+o-	-o+	-o+	+	-	+
Serratia marcescens 35°	K	A	- o +	-	- ó + s	-	-o+	+	+	+	-	+	-	-	-
S. liquefaciens 22°	A	A	+	-	- ó + s	-	+o-	+o-	+o-	+	-	+	+	+	+
S. Fubidoea	A	A	+	-	-	-	-o+	-o+	+	+	-	+	+	+	+
	A	A	-	-	- ó + s	-	-o+	+	+o(+)	+o-	-	-o+	+	-	+
Proteus vulgaris	A c K	A	+	2-4+	+	+	+	-	+ o -	+	+	+	-	-	-
P. mirabilis	K	A	+	4+	+	-	-	- o +	+ o (+)	+	+	+	-	-	+
P. reigeri	K	A	- o + w	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-
Morganella morganii	K	A	+	-	- o +1/2	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+
Providencia	K	A	- o +	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
Edwardsiella	K	A	+	3+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+
Yersinia enterocólico	A	A	-	-	+ s	+ o -	+	-	-	-	-	-	-	-	+