

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



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

**DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES PATÓGENAS EN EL
AGUA DE CONSUMO DEL CENTRO ESCOLAR RESIDENCIAL LA
PRADERA II DEL CANTÓN EL JUTE DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL Y
VIVIENDAS ALEDAÑAS A DICHO CENTRO, DURANTE EL PERÍODO DE
JULIO A SEPTIEMBRE DE 2011.**

PRESENTADO POR:

**VIRGINIA MARÍA CHICAS CUBÍAS
CECILIA MARCELA CONSTANCIA PORTILLO
ISABEL MARÍA PACHECO AYALA**

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

**DOCENTE DIRECTOR:
LICENCIADA SONIA IBETTE LEÓN DE MENDOZA.**

NOVIEMBRE DE 2011.

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES

INGENIERO MARIO ROBERTO NIETO LOVO

RECTOR

MAESTRA ANA MARÍA GLOWER DE ALVARADO

VICERRECTORA ACADÉMICA

DOCTORA ANA LETICIA DE AMAYA

SECRETARIA GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

AUTORIDADES

LICENCIADO CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

DECANO

LICENCIADO CARLOS ALEXANDER DÍAZ

VICEDECANO

LICENCIADO FERNANDO PINEDA PASTOR

SECRETARIO INTERINO

DEPARTAMENTO DE MEDICINA

LICENCIADO CARLOS ALEXANDER DÍAZ

JEFE EN FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA

LICENCIADA AURORA GUADALUPE GUTIÉRREZ DE MUÑOZ

COORDINADORA DE LA CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

LICENCIADA ELBA MARGARITA BERRÍOS CASTILLO

COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ASESORES.

LICENCIADA SONIA IBETTE LEÓN DE MENDOZA

DOCENTE DIRECTORA

LICENCIADA ELBA MARGARITA BERRÍOS CASTILLO

ASESORA DE METODOLOGÍA

LICENCIADO SIMÓN MARTÍNEZ DÍAZ

ASESOR DE ESTADÍSTICA

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS TODOPODEROSO:

Por darnos la sabiduría a lo largo de nuestro proceso e iluminarnos en todo momento hasta el logro de nuestra meta.

A LA UNIVERSIDAD:

Por la formación académica que nos permitió recibir, logrando nuestra formación profesional.

A NUESTROS ASESORES:

Licenciada Sonia Ibette León de Mendoza, Licenciada Elba Margarita Berríos Castillo y Licenciado Simón Martínez Díaz, por brindarnos todo su apoyo, tiempo y orientación durante todo el proceso de investigación.

A NUESTROS DOCENTES:

Por habernos brindado todos los conocimientos adquiridos a los largo de nuestra formación académica.

AL DIRECTOR DEL CENTRO ESCOLAR RESIDENCIAL LA PRADERA II PROF. RAFAEL ANTONIO FUNES.

Por abrirnos las puertas del Centro Escolar, permitiéndonos ejecutar nuestro trabajo de investigación.

AL LIC. ALCIDES MARTÍNEZ Y SR. FIDEL MEDALES MEDINA:

Por brindarnos su apoyo incondicional en esta investigación haciendo posible el logro de nuestra meta, permitiéndonos hacer uso del laboratorio de microbiología de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

Virginia, Isabel y Marcela.

DEDICATORIA.

A DIOS TODOPODEROSO:

Por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para vencer las dificultades y cumplir la meta de alcanzar mi formación profesional.

A MIS PADRES:

Carlos Chicas y Gloria Cubías de Chicas, por todo el apoyo y la comprensión que me brindan, por ayudarme tanto económica como moralmente a lo largo de mi carrera, sin su ayuda este triunfo no habría sido posible.

A MI ABUELA:

Virginia de Cubías por haberme apoyado siempre, y le pido que desde el cielo me llene de muchas bendiciones.

A MI HERMANO:

Efraín, por ese apoyo incondicional que me has dado en todas las dificultades encontradas durante el proceso de mi formación académica, por tus oraciones y consejos.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS:

Por su apoyo y dedicación a lo largo de este proceso, por los momentos que hemos compartido y las dificultades que hemos superado juntas.

Virginia M. Chicas Cubías.

DEDICATORIA.

A DIOS TODOPODEROSO:

Por darme la vida y la oportunidad de recorrer este largo camino con dedicación, esfuerzo y sacrificio y ahora tener la dicha de culminar mi carrera exitosamente.

A MI PADRE JULIO ALBERTO PACHECO:

Por su valentía y visión deseosa del éxito profesional y ayudarme a salir adelante a mis hermanos y a mí; lo cual ha tenido un valor único, sirviéndome de motivación en el desarrollo de mi carrera, le estoy y le estaré eternamente agradecida.

A MI MADRE OLGA ISABEL AYALA DE PACHECO:

Que con su presencia espiritual me ha impulsado a ser cada día mejor siendo mi principal motivación de seguir el camino correcto; gracias por tu ejemplo digno de entrega, superación, sabiduría y lucha, sé que estas feliz y orgullosa porque ahora estoy aquí a punto de concluir una de mis metas en la vida, mamá gracias por tu apoyo incondicional antes y después de tu partida.

**A MIS HERMANOS JULIO C. PACHECO, OLGA M. PACHECO Y
FERNANDO J. PACHECO:**

Por su colaboración, apoyo, ánimo y consejos, gracias por formar parte de este logro.

A MI ABUELA MARÍA E. AYALA:

Por ser mi símbolo de fortaleza, y demás familia por estar siempre apoyándome y confiando en mí.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS:

Por su comprensión y dedicación en el desarrollo de este trabajo y así poder culminar juntas esta meta.

DE MANERA ESPECIAL A RENE M. GARAY:

Por creer en mí y apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria.

Isabel M. Pacheco Ayala

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO:

Por darme la fe, fuerza y perseverancia para culminar mi formación académica.

A MI PADRE:

Juan Agustín Constancia Moreno por ser mi ejemplo de fortaleza y enseñarme que la vida es una y debe valorarse.

A MIS ABUELOS:

Rosa Vilma Moreno de Constancia y Juan Agustín Constancia porque con sus sabios consejos y su amor me han guiado por el buen camino.

A MIS TÍAS:

Vilma Susana Constancia y Xiomara Concepción Constancia por motivarme a superarme ayudándome a realizar mis metas, gracias por confiar en mí y darme su apoyo incondicional.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS:

Por su comprensión y disposición al desarrollo de este trabajo, sin su ayuda no habría sido posible.

Cecilia M. Constancia Portillo

**DETERMINACIÓN DE BACTERIAS
COLIFORMES PATÓGENAS EN EL AGUA DE
CONSUMO DEL CENTRO ESCOLAR
RESIDENCIAL LA PRADERA II DEL
CANTÓN EL JUTE DE LA CIUDAD DE SAN
MIGUEL Y VIVIENDAS ALEDAÑAS A DICHO
CENTRO DURANTE EL PERÍODO DE JULIO
A SEPTIEMBRE DE 2011.**

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	
1.1 Antecedentes del fenómeno objeto de estudio	22
1.2 Enunciado del problema	24
1.3 Objetivos de la Investigación	25
1.3.1 Objetivo General	25
1.3.2 Objetivos Específicos	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.	
2.1 El Agua	27
2.1.1 Generalidades del agua	27
2.1.2 Calidad del agua	30
2.1.3 Características de la calidad microbiológica del agua	35
2.1.4 Factores que contribuyen a la contaminación del agua	39
2.1.5 Bacterias como contaminantes del agua	41
2.1.6 Bacterias coliformes	44
2.1.7 Características morfológicas, modo de transmisión y patogenia de coliformes que con frecuencia contaminan al hombre	48
2.1.8 Medios de cultivo	58
2.2 Definición de términos básicos	66
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.	
5.1 Hipótesis de trabajo	70
5.3 Hipótesis alterna	70
5.4 Operacionalización de las hipótesis en variables e indicadores	71

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1 Tipo de estudio o investigación	73
4.2 Universo o población	74
4.3 Muestra	74
4.3.1 Criterios para establecer la muestra	74
4.4 Tipo de muestreo	75
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	75
4.6 Técnicas de laboratorio	77
4.7 Equipo, materiales y reactivos	78
4.8 Procedimiento	80

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

5.1 Tabulación, análisis e interpretación de los datos	86
5.1.1 Tabulación, análisis e interpretación de los resultados de las de laboratorio	87
5.1.2 Tabulación, análisis e interpretación de los datos de la guía de entrevista	96
5.2 Prueba de Hipótesis	109

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones	114
6.2 Recomendaciones	118

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

120

ANEXOS:

1. Cronograma de Actividades Generales	126
2. Cronograma de Actividades Específicas	127
3. Ciclo del Agua	128
4. Clasificación de las bacterias según su morfología	129
5. Hoja de resultados obtenidos en placa Petrifilm	130

6. Hoja de resultados obtenidos en Agar MacConkey	131
7. Hoja de resultados de las pruebas bioquímicas	132
8. Entrevista realizada a habitantes de las viviendas	133
9. Formulario para la toma de muestra	135
10. Placa Petrifilm	136
11. Materiales utilizados en la toma de muestras de agua	137
12. Proceso de la toma de muestra	138
13. Proceso de inoculación de Placa Petrifilm	139
14. Lectura de Placas Petrifilm inoculadas	140
15. Siembra de placas de Agar MacConkey por método de estrías	141
16. Siembra de pruebas bioquímicas	142
17. Lectura de pruebas bioquímicas	143
18. Tabla para identificación de género y especie de Enterobacterias	144
19. Tabla para calcular el valor teórico a partir de los grados de libertad en la prueba de hipótesis con el método Chi-cuadrado de Pearson	145

RESUMEN.

En la presente investigación denominada “Determinación de bacterias coliformes patógenas en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II del cantón El Jute de la ciudad de San Miguel y viviendas aledañas a dicho centro durante el período de julio a septiembre de 2011” se analizaron 42 muestras de agua, tres de ellas correspondientes al Centro Escolar Residencial La Pradera II y las 37 restantes, a las viviendas aledañas a dicho centro con el **objetivo** de determinar la presencia de bacterias coliformes patógenas por medio de pruebas de laboratorio como fueron: el cultivo de las muestras de agua en Placa Petrifilm para el recuento de *Escherichia coli* y Coliformes Totales así como la identificación de género de Coliformes Totales por medio de las pruebas bioquímicas. **Metodología:** la investigación se caracterizó por ser de tipo prospectivo, descriptivo, analítico, transversal y de laboratorio. También se emplearon técnicas documentales y de campo, las cuales permitieron obtener información del fenómeno y los factores que pueden influir en la presencia de bacterias coliformes en el agua. La guía de entrevista realizada a los habitantes de cada vivienda en la que se les hacía preguntas relacionadas con el estudio, nos permitió la elaboración de cuadros y gráficos. A los **resultados** obtenidos en el estudio, se les aplicó la prueba de hipótesis, con la cual se comprobó que no existe contaminación bacteriológica en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro y por lo tanto se aceptó la hipótesis nula que sostiene: En el agua de consumo del

Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro no se aíslan bacterias coliformes patógenas.

Palabras claves:

- ✓ Bacterias Coliformes patógenas.
- ✓ Agua de consumo.
- ✓ *Escherichia coli*
- ✓ Calidad microbiológica del agua.
- ✓ *Klebsiella*
- ✓ *Enterobacter*
- ✓ *Proteus*
- ✓ *Shigella*
- ✓ *Salmonella*

INTRODUCCIÓN.

El agua es un líquido incoloro, insípido e inodoro; es decir, no tiene color, sabor ni olor cuando se encuentra en su mayor grado de pureza. Es un elemento vital, sin ella no sería posible la vida de los seres humanos, ya que aproximadamente el 60% y 70% del organismo humano está constituido por agua.

Toda el agua proviene de la lluvia y antes de llegar al suelo se contamina al disolver sustancias como óxidos de azufre y de nitrógeno que la convierten en lluvia ácida. Una vez en el suelo se distribuye y llega a las capas subterráneas que se encuentran en el subsuelo, debido a su ubicación puede contaminarse por los residuos que se filtran a través de éste y posteriormente es utilizada para el abastecimiento de numerosas poblaciones.

En nuestro país se cuenta con un servicio de agua potable suministrado por la Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) que se encarga de abastecer a la mayor parte de la población urbana garantizándole agua apta para el consumo humano. Sin embargo existen algunas comunidades que carecen de dicho servicio las cuales se abastecen por medio de suministros propios de la comunidad, tal es el caso de la Residencial La Pradera de la ciudad de San Miguel.

Por lo tanto tomando en cuenta la importancia que el agua tiene para la salud de la población, especialmente en los niños, la presente investigación se enfoca en “La

determinación de bacterias coliformes patógenas en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II del cantón El Jute de la ciudad de San Miguel y viviendas aledañas a dicho centro”.

Por consiguiente, los beneficiados con esta investigación son los 869 estudiantes del Centro Escolar desde parvularia hasta 9° grado y los habitantes de las viviendas que se encuentran alrededor de dicho centro, de los cuales sólo colaboraron para el desarrollo del estudio, los que residen en 39 viviendas.

Así mismo, la investigación fue conveniente porque la comunidad no cuenta con un servicio de agua potable que abastezca a sus habitantes y por lo tanto nos permitió evaluar la calidad bacteriológica del agua que actualmente les suministran.

El presente documento contiene los resultados de dicha investigación, para ello se ha estructurado en seis capítulos que se describen a continuación:

El primer capítulo presenta el planteamiento del problema que incluye los antecedentes históricos del fenómeno en estudio así como también el enunciado del problema, los cuales se enfocan principalmente en la gravedad de la contaminación que puede tener el agua de consumo de la comunidad en estudio y por último, los objetivos que se lograron alcanzar.

El segundo capítulo contiene el marco teórico, donde se hace una descripción y explicación del problema de investigación en el que se fundamentó el estudio realizado. Además se definen los términos básicos presentes en la base teórica.

El tercer capítulo incluye el sistema de hipótesis donde se plantea la hipótesis de trabajo, hipótesis nula e hipótesis alterna, así como también la definición conceptual y operacional de las variables.

El cuarto capítulo explica el diseño metodológico utilizado, el tipo de investigación, el universo o población, la muestra, los criterios para establecer la muestra, tipo de muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de laboratorio, equipo, material y reactivos para el procesamiento de las muestras, así como el procedimiento realizado.

El quinto capítulo presenta la tabulación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos tanto en las pruebas de laboratorio como en la guía de entrevista dirigida a los habitantes de las viviendas en estudio.

En el sexto capítulo se plantean las conclusiones y recomendaciones a las cuales llegó el equipo investigador después de realizar el análisis e interpretación de los datos obtenidos.

Por último se incluyen las referencias bibliográficas y los anexos para facilitar la interpretación al lector.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL FENÓMENO OBJETO DE ESTUDIO.

La contaminación del agua causada por las actividades del hombre es un fenómeno ambiental de importancia, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX.

Dicha contaminación se produce a través de la introducción directa o indirecta en los mantos acuíferos de sustancias sólidas, líquidas, gaseosas o microorganismos. Esto representa un peligro para la salud de los seres humanos ya que muchos de estos microorganismos causan daños a la salud de la población los cuales pueden ser a nivel de intestinos, piel, ojos, etc. También puede existir la presencia de metales pesados (mercurio, cromo, cadmio, arsénico, plomo, cobre, zinc y níquel) y minerales (calcio, hierro, flúor, yodo, potasio, magnesio y sodio) varios de estos hacen que los seres que la consumen obtengan una sobredosis, y como consecuencia de ello ciertos órganos (riñones, vejiga, hígado, páncreas, corazón, estómago, etc.) pueden ser afectados ya sea a corto, mediano o largo plazo.

Los recursos hídricos de El Salvador están severamente contaminados principalmente por la mano del hombre, ya que consiente o inconscientemente a través

de las actividades que realizan (agricultura, industria, pesca, etc.) contaminan enormemente el agua haciendo que esta sea cada vez menos adecuada para el consumo humano. Otro factor es la total ausencia de tratamiento de aguas negras y desechos industriales.

Los desechos industriales, que en general se concentran en las principales zonas urbanas, se eliminan de la siguiente manera: 69% son vertidos directamente a los desagües; 17% directamente a fuentes de agua como arroyos, ríos y al mar; y 10% se deposita en las alcantarillas. Se estima que solo el 4% restante de los desechos industriales es sometido a procesos de tratamiento.¹

Dados los altos índices de contaminación que se presentan en nuestro país, la ausencia de agua potable en muchas comunidades se hace cada vez mayor teniendo que ser abastecidas con servicios de agua privados, tal es el caso de la Residencial La Pradera II de la ciudad de San Miguel y su respectivo Centro Escolar fundado hace 9 años, los cuales son abastecidos a través del agua de dos tanques ubicados en la colonia; dicho líquido es suministrado en el horario de 5:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 4:00 p.m. a 9:00 p.m. Cabe destacar que la población de la colonia recibe el agua con grandes cantidades de tierra, lo que les obliga en algunos casos a comprar el agua que utilizan para tomar, pero la gran mayoría no cuenta con los recursos económicos para hacerlo y

¹ Nelson Cuéllar, La contaminación del agua en El Salvador. Desafíos y respuestas institucionales. Boletín PRISMA N° 43. Pág. 5.

la necesidad hace que consuman el agua proveniente de dichos tanques exponiéndose a adquirir enfermedades que pueden afectar su salud en general.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

De la problemática antes planteada, se deriva el siguiente enunciado:

- ✓ ¿Se aislarán bacterias coliformes patógenas en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II del cantón El Jute de la ciudad de San Miguel y viviendas aledañas a dicho centro durante el período de julio a septiembre de 2011?

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

- ✓ ¿Qué porcentaje de las muestras analizadas resultan contaminadas?
- ✓ ¿Y en el caso que se aislen bacterias coliformes patógenas, cuál es el género que más predomina?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar la presencia de bacterias coliformes patógenas en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II del cantón El Jute de la ciudad de San Miguel y viviendas aledañas a dicho centro durante el período de julio a septiembre de 2011.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Establecer la presencia de bacterias coliformes patógenas a través de un análisis bacteriológico detallado del agua que consume la comunidad.
- ✓ Identificar la bacteria coliforme patógena predominante en el agua de consumo de la comunidad.
- ✓ Determinar si existe algún factor ambiental que podrían estar influyendo en la presencia de bacterias coliformes patógenas en el agua de la comunidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 EL AGUA.

Es un líquido incoloro e insípido que es parte esencial para la supervivencia de los seres vivos, cuyos cuerpos se componen de aproximadamente un 72% de agua, sin este vital líquido el mundo no existiría. Este elemento es fundamental en la producción de alimentos, en el crecimiento y vida de las plantas, en la cría de animales, en la industria, en la construcción y en el aseo en general.

2.1.1 GENERALIDADES DEL AGUA.

Toda el agua que utiliza la humanidad procede de la precipitación del vapor acuoso de la atmósfera en forma de lluvia, granizo o nieve y escarcha captadas en una de las diversas etapas del ciclo hidrológico, por la evaporación del agua de ríos, suelos, estanques, lagos, mar y vegetación.

El agua como componente de la biosfera, es un compuesto que se encuentra en la naturaleza en grandes cantidades en estado líquido, sólido y gaseoso; su fórmula química es H_2O , la cual indica que cada una de sus moléculas está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Este elemento es un factor esencial para la vida de todos los seres vivos, ya que contribuye a la formación de los distintos líquidos necesarios para los procesos

biológicos de plantas y animales, está presente en la atmósfera en forma de nubes o niebla y forma los océanos, ríos, lagos y glaciares cubriendo las siete décimas partes de la superficie de la tierra.

El agua se mantiene en tres estados como líquido, gas o sólido sin embargo se limpia y renueva constantemente con la ayuda del sol, la tierra y el aire. La circulación constante del agua en la tierra es a lo que se le denomina ciclo hidrológico.

El movimiento del agua en el ciclo hidrológico es mantenido por la fuerza de la gravedad y por la energía radiante del sol. Es la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida.

El ciclo hidrológico comienza con la evaporación del agua desde la superficie del océano. A medida que se eleva, el aire humedecido se enfría y el vapor se transforma en agua; esto es lo que llamamos condensación. Las gotas se juntan y forman una nube, luego caen por su propio peso: este es el fenómeno llamado precipitación. Si en la atmósfera hace mucho frío, el agua cae como nieve o granizo. Si es más cálida, caerá como gotas de lluvia. (Ver Anexo N° 3)

Una parte del agua que llega a la tierra será aprovechada por los seres vivos; otra escurre por la tierra hasta llegar a un río, un lago o el océano. A este fenómeno se le conoce como escorrentía. Otra parte del agua se filtrará a través del suelo, formando

capas de agua subterránea. Este proceso es la percolación. Luego, toda esta agua volverá nuevamente a la atmósfera, debido principalmente a la evaporación.

Al evaporarse, el agua deja atrás todos los elementos que la contaminan o la hacen no apta para beber (sales minerales, químicos, desechos). Por eso el ciclo del agua es el encargado de la purificación de dicho elemento. Pero hay otro proceso que también purifica el agua, y es parte del ciclo: la transpiración de las plantas.

Las raíces de las plantas absorben el agua, la cual se desplaza hacia arriba a través de los tallos o troncos, movilizándola consigo a los elementos que necesita la planta para nutrirse. Al llegar a las hojas y flores, se evapora hacia el aire en forma de vapor de agua, este fenómeno es el que se conoce como transpiración.

Del agua que existe en el mundo, un 97.5% pertenece a los océanos, es decir, es agua salada. El agua dulce constituye el 2.5%, de este último porcentaje el 70% está retenida en casquetes polares o glaciares; un 29.6% está almacenada y sólo un 0.4% está disponible para el consumo humano del planeta. Según un estudio realizado en la Universidad de La Frontera (Temuco, Chile), el 65% de ese 0.4% es usado para fines agrícolas; el 27% para uso industrial y sólo el 8% es para uso doméstico.²

² Varas Antonio, "La guerra del agua dulce" El Diario Austral de la Araucanía 2003. 28 de abril de 2011, n° 31.739. Disponible en: <http://www.mapuche.info/fakta/austral031222.html>.

2.1.2 CALIDAD DEL AGUA.

El término calidad del agua se refiere a las propiedades físicas, químicas y biológicas que posee dicho elemento para satisfacer los requerimientos de un determinado uso. Diversas actividades que el hombre realiza producen una degradación en la calidad del agua por ejemplo, las actividades agrícolas aportan al ambiente sustancias como productos de la fertilización agrícola y residuos provenientes de los plaguicidas; las aguas de desecho de establecimientos ganaderos o agroindustriales depositan importantes cargas orgánicas contaminantes; muchos vertidos de origen humano como aguas domésticas o de lavado también desembocan en quebradas que pertenecen a la red hídrica superficial del país.

La calidad de las aguas está altamente influenciada por las actividades que se desarrollan en el entorno, las cuales pueden generar posibles fuentes de contaminación por vertidos de distinto tipo (materia orgánica, materia inorgánica, metales pesados, plaguicidas, etc.). Gran cantidad de éstas sustancias se incorporan al agua por la acción del hombre, principalmente a través de los vertidos municipales e industriales y de las actividades agrícolas y ganaderas.

Los parámetros que establecen la calidad del agua son características físicas, químicas y biológicas que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta dicho elemento. Algunos de estos se utilizan en el control de los procesos de tratamiento realizando mediciones de forma continua o discreta.

Los parámetros se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- a) Físicos.
- b) Químicos.
- c) Biológicos.

a) Parámetros físicos.

Turbidez.

Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos. Actualmente la turbidez se mide con un nefelómetro expresando los resultados como; Unidad de Turbidez Nefelométrica (UTN).

Color

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido al efecto de partículas coloidales cargadas negativamente. En general, el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle un color rojizo y la del manganeso, un color negro.

Olor y Sabor

Estos parámetros son determinaciones organolépticas y subjetivas, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registros, ni unidades de medida. EL CO₂ libre en el agua le da un sabor picante. Trazas de fenoles u otros compuestos le confiere un olor y sabor desagradable.

b) Parámetros químicos.

Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad los iones bicarbonato (CO₃H⁻), carbonato (CO₃) y oxhidrilo (OH⁻), pero también los fosfatos y ácidos de carácter débil. Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir CO₂ en el vapor, que es una fuente de corrosión en las líneas de condensado.

Se mide por titulación con una solución valorada de un alcalino o un ácido según sea el caso y estos dependen de la concentración de los iones hidroxilos (OH⁻), carbonato (CO₃) y bicarbonato (CO₃H). Cuando la alcalinidad es menor de 10 ppm (partes por millón) es recomendada para el uso doméstico.

Sólidos

Incluye toda materia sólida contenida en los materiales líquidos y se clasifican:
en:

- 1) Sólidos disueltos.

2) Sólidos en suspensión.

3) Sólidos totales.

1) Sólidos disueltos. Los sólidos disueltos son una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en las aguas subterráneas como en la superficial. Para las aguas potables se fija un valor máximo deseable de 500 ppm, este dato por sí sólo no es suficiente para catalogar el agua como apta para el consumo humano.

2) Sólidos en suspensión. Se separan por filtración y decantación. Son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm, las superficiales pueden tener mucho más dependiendo del origen y forma de captación.

3) Sólidos totales. Corresponde a la suma de sólidos disueltos y en suspensión. Es la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos incluye tanto material disuelto (residuo filtrable) y no disuelto (suspendido).

Otros Componentes Aniónicos.

Sodio

El ión sodio (Na^+), corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar, suele estar asociado al ión cloruro. El contenido de las aguas dulces esta entre 1 y 150 ppm, pero se pueden encontrar casos de hasta varios miles de ppm.

Potasio

El ión potasio K^+ , corresponde a sales de muy alta solubilidad y difíciles de precipitar. Las aguas dulces no suelen tener más de 10 ppm y se elimina por intercambio iónico y ósmosis inversa.

Calcio

El ión calcio (Ca^{++}) forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como carbonato de calcio (CO_3Ca). Es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm.

Su eliminación se hace por precipitación e intercambio iónico y ósmosis inversa.

Magnesio

El ión magnesio (Mg^{++}), tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, aunque sus sales son un poco más solubles y difíciles de precipitar. El hidróxido de magnesio es, sin embargo, menos soluble. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 ppm. El agua de mar contiene alrededor de 1300 ppm. Su aparición en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes. Contribuye a la dureza del agua y a pH alcalino, puede formar incrustaciones de hidróxido.

Metales Tóxicos

Los más comunes son el arsénico, el cadmio, el plomo, el cromo, el bario y el selenio. Todos ellos deben ser estrictamente controlados en el origen. Las mediciones se realizan por espectrofotometría de absorción atómica.

c) Parámetros biológicos

Estos parámetros son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes y otros.

Este tipo de contaminantes son más difíciles de controlar que los químicos o físicos y además los tratamientos deben estar regulándose constantemente.

2.1.3 CARACTERISTICAS DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA.

El control de la calidad del agua ha sido prioritario principalmente en zonas urbanas, para verificar una adecuada potabilización del agua, o cuando se presentan brotes de enfermedades diarreicas en la población consumidora.

A pesar del control y prevención que se persigue, en muchos países se reportan aguas contaminadas con coliformes, lo que hace que la calidad del agua no sea la deseada. Si bien muchos países tienen agua en grandes cantidades, el aumento

poblacional, la contaminación de las industrias, el uso excesivo de agroquímicos, la falta de tratamiento de aguas negras y la erosión de suelos por la deforestación hacen que ese recurso sea escaso.

El agua pura es un recurso renovable. Sin embargo, puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino nociva y de calidad deficiente para su uso.

Se considera que el número de microorganismos portadores de enfermedades en el agua es proporcional al número total de microorganismos y que una cantidad total baja representa un menor riesgo sanitario. Sin embargo, se han dado casos en que enfermedades virales han sido transmitidas por aguas que cumplen estrictamente con las normas de control de bacterias.

El agua contaminada puede estar sucia, mal oliente, ser corrosiva, de mal sabor o poco apta para el lavado. Sin embargo, para el hombre el efecto más perjudicial del agua contaminada ha sido la transmisión de enfermedades por microorganismos que pueden habitar en ella. Por ejemplo, la fiebre tifoidea causada por la bacteria *Salmonella typhi*, el cólera causado por la bacteria *Vibrio cholerae*, la disentería provocada por parásitos como la ameba *Entamoeba histolytica* y la bacteria *Shigella*, la gastroenteritis causada por virus, bacterias y protozoarios, etc.

Aunque los agentes patógenos transmitidos por el agua son capaces de sobrevivir en el agua de consumo, la mayoría no crecen ni proliferan en ella. Microorganismos

como *Escherichia coli* y *Campylobacter* pueden acumularse en los sedimentos y movilizarse al aumentar el caudal de agua.

Tras abandonar el organismo de su hospedador, la viabilidad y capacidad infecciosa de la mayoría de los agentes patógenos disminuyen gradualmente. Su número disminuye normalmente de forma exponencial, y transcurrido cierto tiempo no podrá detectarse su presencia. Los agentes patógenos con persistencia baja deben encontrar rápidamente nuevos hospedadores y es más probable su transmisión por contacto de persona a persona o por una higiene personal deficiente que por el agua de consumo.

Varios factores influyen en la persistencia, de los que la temperatura es el más importante. El número de microorganismos disminuye habitualmente con mayor rapidez a temperaturas más altas y la tasa de disminución puede verse potenciada por los efectos letales de la radiación UV de la luz solar que incide en la zona superficial del agua.

Los agentes patógenos y parásitos más comunes transmitidos por el agua son los que poseen una infectividad alta y o pueden proliferar en el agua o poseen una resistencia alta fuera del organismo.

Los virus y las formas latentes de los parásitos (quistes, ooquistes, huevos) no pueden multiplicarse en el agua. Por el contrario, la presencia de cantidades relativamente altas de carbono orgánico biodegradable, junto con temperaturas cálidas y concentraciones residuales bajas de cloro, pueden permitir la proliferación de

Legionella, *Vibrio cholerae*, *Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba* y organismos molestos en algunas aguas superficiales y en los sistemas de distribución de agua.

La calidad microbiológica del agua puede variar muy rápidamente y en gran medida. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de agentes patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua.

Las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecen en forma muy enfática que el agua para la bebida, ya sea a su ingreso al sistema de agua potable o dentro del sistema, no debe contener organismos patógenos, o sea: Cero *Escherichia coli* o coliformes termorresistentes en muestras de 100 ml.

Para los sistemas de agua potable entubados, con aguas claras y cloración que sirven pequeñas comunidades, la OMS indica: Cero *Escherichia coli* o coliformes termorresistentes y cero coliformes totales. En sistemas de la misma naturaleza pero sin tratamiento, la OMS mantiene cero coliforme fecal o termorresistente y propone: 3 Coliformes totales en una muestra ocasional, no en muestras consecutivas. En sistemas de agua no entubados, pozos, vertientes, aguas lluvias, la guía de Coli fecal o termorresistente es cero y para coliformes es: diez coliformes totales, esto no debe ocurrir en forma repetida; si es frecuente y no se puede mejorar la protección sanitaria, habrá que buscar otra fuente, si fuera posible.³

³ Guevara Jasmín, Gutiérrez Aurora, Alas David. Determinación de bacterias entéricas en agua de pozos. Tesis. 2003. Pág. 25.

2.1.4 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA CONTAMINACION DEL AGUA.

La contaminación del agua puede originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante periodos previsibles de tiempo y se debe al crecimiento demográfico, desarrollo industrial y urbanización. Estos tres factores evolucionan rápidamente y se dan uno en función del otro. En décadas recientes miles de lagos, ríos y mares se han contaminado principalmente a causa de las actividades del hombre.

Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales o artificiales, la contaminación natural es generada por el ambiente, y la artificial por las actividades humanas. La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha permitido evidenciar que entre los factores o agentes que causan su contaminación están: agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radioactivas y el calor.

La mayoría de la materia orgánica que contamina el agua procede de desechos de alimentos, de aguas negras domésticas y de fábricas y es descompuesta por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Ese proceso de descomposición ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones químicas que requieren oxígeno para transformar sustancias ricas en energía en sustancias pobres en

energía. El oxígeno disuelto en el agua puede ser consumido por la fauna acuática a una velocidad mayor a la que es reemplazado desde la atmósfera, lo que ocasiona que los organismos acuáticos compitan por el oxígeno y en consecuencia se vea afectada la distribución de la vida marina.

El agua se puede contaminar antes de que llegue a la población para su consumo y es aquí donde intervienen diferentes factores.

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- a) Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- b) Agentes infecciosos. (virus, bacterias coliformes, parásitos e incluso hongos).
- c) Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- d) Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias químicas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- e) Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- f) Minerales inorgánicos y compuestos químicos.

- g) Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- h) Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.
- i) El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.

Otra causa importante de la contaminación del agua potable es el vertido de aguas residuales. En los países en vía de desarrollo, el 95% de las aguas residuales se descargan sin ser tratadas en ríos cercanos, que a su vez suelen ser una fuente de agua potable. Las personas que consumen esta agua son más propensas a contraer enfermedades infecciosas que se propagan a través de aguas contaminadas.⁴

2.1.5 BACTERIAS COMO CONTAMINANTES DEL AGUA.

Las bacterias son microorganismos unicelulares que presentan un tamaño de algunos micrómetros de largo (entre 0.5 y 5 μ m, por lo general) y diversas formas incluyendo cocos (esferas), bacilos (barras) y espiroquetas (hélices). Son microorganismos procariotas y, por lo tanto, a diferencia de las células eucariotas (de

⁴ http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua_10.html.

animales, plantas, etc.), no tienen el núcleo definido y presenta orgánulos internos de locomoción, generalmente poseen una pared celular compuesta de peptidoglucano

Las primeras bacterias fueron observadas por Anton van Leeuwenhoek en 1683 usando un microscopio de lente simple diseñado por él mismo. Inicialmente las denominó animalículos. El nombre de bacteria fue introducido más tarde, en 1828, por Ehrenberg.

La forma de las bacterias es muy variada y en muchas ocasiones, una misma especie adopta distintos tipos morfológicos, lo que se conoce como pleomorfismo. De todas formas, podemos distinguir tres tipos fundamentales de bacterias: (Ver Anexo N° 4)

- ✓ Coco (del griego *kókkos*, grano): de forma esférica, éstos a su vez se agrupan de distintas formas así:
 - Diplococo: cocos en grupos de dos.
 - Estreptococos: cocos en cadenas.
 - Estafilococos: cocos en agrupaciones irregulares o en racimo.

- ✓ Bacilo (del latín *baculus*, varilla): en forma de bastoncillo.

- ✓ Formas helicoidales: las cuales pueden ser:
 - Vibrio: ligeramente curvados y en forma de coma, judía o cacahuete.
 - Espirilo: en forma helicoidal rígida o en forma de tirabuzón.
 - Espiroqueta: en forma de tirabuzón (helicoidal flexible).

Algunas especies presentan incluso formas tetraédricas o cúbicas. Esta amplia variedad de formas es determinada en última instancia por la composición de la pared celular y el citoesqueleto, siendo de vital importancia, ya que puede influir en la capacidad de la bacteria para adquirir nutrientes, unirse a superficies o moverse en presencia de estímulos.

Según su respuesta al método de tinción diferencial más importante en microbiología diseñado por el bacteriólogo danés Hans Christian Gram en 1884, las bacterias también pueden clasificarse en dos grandes grupos, las Gram Positivas y las Gram Negativas.

La diferencia de tinción radica en la resistencia de la bacteria a la decoloración con alcohol acetona y refleja las diferencias de estructura de la pared bacteriana. Al final de la tinción las bacterias Gram positivas permanecen teñidas de púrpura, mientras que las Gram Negativas se tiñen de rojo.⁵

También la tinción de Ziehl-Neelsen formó dos grandes grupos: las bacterias Acido-Alcohol Resistentes que se tiñen de color rojo y las bacterias No Acido-Alcohol Resistentes que se tiñen de color azul con ésta técnica.⁶

Otro aspecto a tener en cuenta en la clasificación de bacterias es la necesidad de oxígeno para poder vivir. Dependen en buena medida de la disponibilidad de las enzimas eliminadoras de peróxidos y superóxidos. Cuando se descubrió la forma de

⁵ José M. Macarulla y Félix M. Goñi. Bioquímica Humana, 2º Edición, Barcelona, España 1994. Pág. 161.

⁶ Raúl Romero Cabello. Microbiología y Paraitología Humana. 3º Edición, México D.F, 2007. Pág. 635.

respiración de las bacterias, surgió otro criterio de clasificación que las agrupó en cuatro tipos:

- ✓ Bacterias aerobias estrictas: Aquellas que requieren oxígeno como último aceptor de electrones.
- ✓ Bacterias anaerobias estrictas: Son aquellas que utilizan sales inorgánicas en lugar del oxígeno para transferir electrones, y que además la presencia de oxígeno es nociva por formar compuestos tóxicos para la bacteria.
- ✓ Bacterias aerobias y anaerobias facultativas: Son las que pueden respirar en presencia y en ausencia de oxígeno, ya que cuentan con sistemas enzimáticos que pueden activarse en cualquiera de éstas situaciones
- ✓ Bacterias microaerofílicas: Son las que requieren de menor concentración de oxígeno en el medio para realizar mejor la respiración.

2.1.6 BACTERIAS COLIFORMES.

La denominación de bacterias coliformes se refiere a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común y que son de importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, pero también están ampliamente

distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales. Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal, sin embargo, existen muchos coliformes de vida libre.

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

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

No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que algunos investigadores desarrollaron pruebas para diferenciarlos y por lo tanto emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen a los coliformes totales, que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales que son únicamente los de origen intestinal

Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante ya que permite asegurar con alto grado de certeza si la contaminación que presenta el agua es de origen fecal.

Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 ± 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es *Escherichia coli*. Los niveles recomendados de bacterias coliformes fecales en agua potable son: menos de 0 colonias por 100 ml de la muestra de agua.

Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a $44\text{-}45^{\circ}\text{C}$ se conocen como coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también son termotolerantes.

Escherichia coli se puede distinguir de los demás coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β -glucuronidasa, además de ser la bacteria que más está presente en grandes concentraciones de heces humanas y animales.

ENTEROBACTERIAS.

La familia Enterobacteriaceae es el grupo más grande y heterogéneo de bacilos Gram negativos con importancia clínica. Se han descrito 40 géneros con más de 150

especies, a pesar de la complejidad de esta familia, menos de 20 especies son las responsables de más del 95% de las infecciones.

Se encuentran de forma universal en el suelo, el agua y la vegetación, también en la flora intestinal normal de muchos animales, incluido el hombre. Producen una gran variedad de enfermedades en el ser humano, como del 30 al 35% de las septicemias, más del 70% de las infecciones del aparato urinario y muchas infecciones intestinales.

Los géneros más representativos de ésta familia son: *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* y *Proteus*.

Las enterobacterias presentan las siguientes características:

Son bacilos Gram negativos de tamaño intermedio (0.3 a 1 x 1 a 6µm), pueden ser inmóviles o móviles con flagelos peritricos y no forman esporas. Todos los géneros pueden crecer rápidamente de forma aerobia o anaerobia (anaerobios facultativos) tanto en medios no selectivos (Agar Sangre) como en medios selectivos (Agar MacConkey). La familia Enterobacteriaceae tiene requerimientos nutricionales sencillos: fermentan la glucosa en vez de oxidarla, reducen los nitratos a nitritos, son catalasa positivos y oxidasa negativos.

La capacidad de fermentar la lactosa se ha utilizado para distinguir las cepas fermentadoras de lactosa (Por ejemplo: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*) de las cepas que no fermentan la lactosa o lo hacen lentamente (Por ejemplo: *Proteus*, *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia spp.*)

2.1.7 CARACTERISTICAS MORFOLÓGICAS, MODO DE TRANSMISION Y PATOGENIA DE COLIFORMES QUE CON FRECUENCIA CONTAMINAN AL HOMBRE.

Entre los géneros de bacterias coliformes que más afectan al hombre tenemos:

Escherichia coli.

Escherichia coli es una bacteria que habita normalmente en el intestino del hombre y animales de sangre caliente, desempeña un importante papel en la fisiología del intestino. La distribución en el ambiente está determinada por su presencia en el intestino. Por ser un habitante regular y normal del intestino se usa desde hace un siglo como el mejor indicador de contaminación con materia fecal de los alimentos.

Es un bacilo de 1- 3 μ m por 0.5 μ m, que se presenta sólo, en pares, en cortas cadenas o conformando grupos. Es móvil (por medio de flagelos peritricos), no forman esporas, por lo general no es capsulado, Gram negativo y es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa.

Modo de transmisión:

La transmisión de la mayoría de las cepas de *Escherichia coli* asociadas con diarrea proviene de alimentos o agua contaminados con heces humanas, de animales o de individuos infectados sintomáticos o portadores, esto ocurre principalmente en la

zona rural donde no cuentan con un servicio de aguas negras sino que poseen sistemas de letrinas que ponen en contacto directo las heces con las fuentes de agua (ríos, lagos, quebradas, etc.). También se puede transmitir por carne de vaca mal cocida, frutos contaminados, leche no pasteurizada y una amplia variedad de vehículos contaminados con heces bovinas.

El contacto con animales y su medio, y la propagación fecal-oral o por fómites, son otros modos de transmisión.

El período de incubación de la mayoría de las cepas de *Escherichia coli* es de 10 horas a 6 días.

Patogenia:

Escherichia coli posee una amplia variedad de factores de virulencia además de los factores generales que comparten todos los miembros de la familia Enterobacteriaceae. Las cepas responsables de enfermedades como la gastroenteritis poseen factores de virulencia especializados. Estas dos categorías generales son las adhesinas y exotoxinas.

Adhesinas:

Escherichia coli es capaz de permanecer en el aparato digestivo como consecuencia de su capacidad de adherencia a las células en éstas localizaciones para evitar ser eliminado por el efecto de arrastre de la motilidad intestinal.

Exotoxinas:

Escherichia coli produce también varias exotoxinas, éstas incluyen las toxinas Shiga, toxinas termoestables y toxinas termolábiles.

Las cepas de *Escherichia coli* que provocan gastroenteritis se subdividen en los cinco grupos siguientes:

- ✓ *Escherichia coli* enteropatógena (ECEP).
- ✓ *Escherichia coli* enterotoxígena (ECET).
- ✓ *Escherichia coli* enterohemorrágica (ECEH).
- ✓ *Escherichia coli* enteroinvasiva (ECEI).
- ✓ *Escherichia coli* enteroagregativa (ECEA).

Género Klebsiella.

Características:

Los microorganismos del género *Klebsiella* son bacilos gramnegativos inmóviles con un tamaño de 0.3 a 1.5 x 0.6 a 6µm. La capa más externa de *Klebsiella* spp. está formada por una gran cápsula de polisacáridos que diferencia a estos microorganismos de otros géneros de esta familia. Aproximadamente del 60 al 80% de los microorganismos del género *Klebsiella* aislados de muestras de heces son *Klebsiella pneumoniae* y dan positivo en la prueba de coliformes termotolerantes. Este género es

parte de la flora intestinal del hombre, se encuentran en el excremento del 5% de individuos normales.

Modo de transmisión y Patogenia:

Klebsiella pneumoniae principalmente es el agente causal de infecciones del tracto urinario, neumonías, sepsis, infecciones de tejidos blandos, e infecciones gastrointestinales, además causa alrededor del 1% de las neumonías bacterianas. Son especialmente susceptibles los pacientes inmunodeprimidos o alcohólicos.

Los factores de patogenicidad de este género son la cápsula que es un antifagocitario y la endotoxina de pared que es un lipopolisacárido como el de los otros bacilos de esta familia.

La transmisión se da principalmente de persona a persona y también por medio de la ingestión de alimentos contaminados con este microorganismo.

Género Enterobacter.

Características:

Comprende un grupo de bacilos Gram negativos móviles, anaerobios facultativos con un tamaño de 0.6 a 1 x 1.2 a 3µm, forma parte de la flora normal del intestino del hombre por lo que en algunas ocasiones se comporta como oportunista. Este género es fermentador de lactosa y forman colonias mucoides.

Modo de Transmisión y Patogenia:

Las cepas de *Enterobacter sp.* surgen a menudo de la flora intestinal endógena, pero pueden aparecer en brotes de fuentes comunes o se disemina de persona a persona. Se encuentran en las heces de los animales y el hombre, los derivados lácteos, aguas residuales, la tierra y el agua. Las infecciones son frecuentes en pacientes hospitalizados e inmunodeprimidos.

Puede causar una amplia variedad de infecciones, entre ellas neumonía, infecciones de heridas, infecciones de vías urinarias y meningitis.

Género Proteus.

Características:

Son un grupo de bacilos rectos, móviles por flagelos peritricos y Gram negativos, habitan en el intestino del hombre y de algunas especies animales, no son enteropatógenas, pero fuera del tracto digestivo pueden causar daño.

Modo de Transmisión:

Principalmente se da por medio de diseminación endógena, colonización intestinal o transmisión de persona a persona, sobre todo en pacientes hospitalizados. Este microorganismo se encuentra en el suelo, agua y forma parte de la flora gastrointestinal normal del humano.

Patogenia:

Hay tres especies que causan infecciones oportunistas en el hombre: *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, y *Proteus penneri*. Causan infecciones urinarias (más del 10% de complicaciones del tracto urinario incluyendo cálculos y lesiones celulares del epitelio renal), enteritis principalmente en niños, abscesos hepáticos, meningitis, otitis media y neumonía.

Género Shigella.**Características:**

Es un género de bacterias con forma de bacilo, Gram negativas, no móviles, no formadoras de esporas e incapaces de fermentar la lactosa y son patógenos exclusivos del hombre.

Shigella sp. se encuentra estrechamente relacionado con el género *Escherichia*, por sus propiedades bioquímicas, serológicas y por similitudes genéticas.

Modo de Transmisión:

La transmisión de *Shigella* ocurre fundamentalmente de persona a persona, hecho facilitado por su bajo inóculo infectante, de hecho la dosis infectante puede ser tan baja como 100 o 200 bacterias en la mayoría de las especies e incluso menos. Es por lo tanto fácilmente transmisible a través de las manos, agua, alimentos o fómites contaminados con una fuente común y puede sobrevivir hasta 30 días en alimentos.

También se ha podido evidenciar que la mosca doméstica puede actuar como vector de éste germen, por lo cual el contagio por vía fecal oral se ve facilitado.

Respecto a la transmisión a través de alimentos, existen reportes que vinculan esta enfermedad a una gran diversidad de ellos (leche, frutas y verduras crudas alimentos preparados y luego manipulados por personas infectadas) así como al consumo de aguas contaminadas, y a la exposición a aguas recreativas (piscinas, parques acuáticos fuentes, etc.)

Patogenia:

Shigella spp. puede ocasionar enfermedades intestinales graves, incluida la disentería bacilar. La mayoría de las infecciones por *Shigella* se producen en niños menores de diez años. El periodo de incubación de la shigelosis suele ser de 24 a 72 horas.

Al comienzo de la enfermedad aparecen cólicos, fiebre y diarrea acuosa. Todas las especies pueden producir enfermedades graves, pero la enfermedad producida por *Shigella sonnei* es, por lo general, relativamente leve y de resolución espontánea. En el caso de *Shigella dysenteriae*, las manifestaciones clínicas pueden desembocar en la formación de úlceras con diarrea hemorrágica y una concentración alta de neutrófilos en las heces. Estas manifestaciones están relacionadas con la producción de la toxina Shiga por el microorganismo patógeno.

Género Salmonella.

Características:

Son bacilos cortos de 2 a 4 x 0.5 a 0.6 μm , Gram negativos, no esporulados. Son bacterias anaerobias facultativas que se caracterizan por ser oxidasa negativa, son móviles por la presencia de abundantes flagelos peritricos, no desarrollan cápsula (excepto la especie *Salmonella typhi*) ni esporas. Producen sulfuro de hidrógeno (H_2S), fermentan glucosa por poseer una enzima especializada, pero no fermentan la lactosa, y no producen ureasa.

Modo de Transmisión:

La mayoría de las infecciones se adquieren por comer alimentos contaminados (aves, huevos y productos lácteos son las fuentes más frecuentes de infección).

La transmisión directa fecal- oral es muy común especialmente en los niños; debido a que estas infecciones pasan de una persona a otra, es frecuente la colonización prolongada y asintomática.

En las zonas endémicas donde normalmente faltan las medidas sanitarias apropiadas, el género *Salmonella* se transmite con mayor frecuencia por medio del agua, que de los alimentos.

Patogenia:

Las manifestaciones clínicas de las salmonelosis se presentan básicamente bajo tres modalidades: las denominadas fiebres entéricas entre las cuales la más común es la fiebre tifoidea producida por la *Salmonella typhi*; las gastroenteritis producidas por varios tipos, entre ellas la *Salmonella typhimurium*; y la forma septicémica, caracterizada por la bacteremia asociada frecuentemente a la *Salmonella choleraesuis*.

Dentro de las manifestaciones clínicas comunes está la fiebre acompañada de dolor abdominal, evacuaciones intestinales frecuentes, líquidas, de aspecto verdoso, fétidas, mucoides y en ocasiones con estrías de sangre. Estos cuadros clínicos son más severos en los niños y en los ancianos.

La infección se localiza principalmente en el íleo terminal y en el intestino grueso. La *Salmonella typhi* y *paratyphi* normalmente invaden la circulación, mientras que las otras están limitadas a la mucosa intestinal. El mecanismo de producción de la diarrea, está relacionado más directamente con el de las diarreas de tipo secretorio, en el que la respuesta inflamatoria debido a la penetración de la salmonella produce liberación de prostaglandinas y como consecuencia, secreción activa de líquidos.

Análisis Bacteriológico del agua.

El agua es esencial en nuestra vida, sin embargo puede ser vector de microorganismos peligrosos, por lo cual es necesario determinar su potabilidad. Para

ello se realizan una serie de análisis bacteriológicos. Las pruebas bacteriológicas tienen como objetivo determinar si el agua contiene microorganismos fecales (no necesariamente patógenos), cuya presencia es indicativa de contaminación de origen animal o humano.

La presencia de un único microorganismo patógeno es suficiente para provocar enfermedades a una persona. Los microorganismos más abundantes en el intestino humano y por tanto en el excremento, son los coliformes. La presencia de estos microorganismos (aunque no sean patógenos) indica contaminación fecal y descarta que el agua de consumo de una determinada población sea apta para el consumo humano.

El análisis bacteriológico establece un estudio de gran valor y vital importancia en la prevención de epidemias resultantes de la contaminación del agua.

Con este tipo de análisis se determina el número de bacterias presentes en el agua así como la presencia o ausencia de bacterias del grupo coliforme cuya presencia es indicativo de contaminación fecal y, por tanto, de la posible presencia de cepas microbianas patógenas responsables de enfermedades, tales como la fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, disentería, cólera, etc.

Las aguas contaminadas con materias fecales siempre contienen coliformes, la presencia de estos gérmenes puede demostrarse fácilmente, mediante el crecimiento de colonias en los diferentes medios de cultivos.

2.1.8 MEDIOS DE CULTIVO.

Para poder aislar e identificar una especie bacteriana y diferenciarla de otras con las que pudiera confundirse morfológicamente, es necesario realizar cultivos en los cuales, por medio de características macro y microscópicas y por el estudio de las propiedades bioquímicas del microorganismo nos permitan establecer su identidad.

Un medio de cultivo está constituido por sustancias generalmente complejas que facilitan el crecimiento de las bacterias. Estas obtienen del medio las fuentes de carbono, nitrógeno, fosforo, potasio, sodio, magnesio y otros elementos o sustancias necesarias para su crecimiento.

El desarrollo de un microorganismo en un medio de cultivo depende de diversos factores, entre los cuales los más importantes son:

- ✓ Disponibilidad de los elementos nutritivos necesarios.
- ✓ Existencia del oxígeno requerido.
- ✓ Grado de humedad apropiado.
- ✓ Valores de pH adecuados: usualmente neutros o ligeramente alcalinos (7.2 – 7.4), salvo excepciones.
- ✓ Temperatura de incubación precisa: 35 – 37 ° C para las bacterias patógenas.
- ✓ Condiciones de esterilidad del medio y protección de posibles contaminaciones.

Clasificación de los medios de cultivo.

Los medios de cultivo se pueden clasificar de distintas maneras, atendiendo a algunas de sus características:

1- Según su composición:

- ✓ **Definidos:** Son aquellos en los que se conoce exactamente las sustancias que los integran.
- ✓ **Indefinidos:** En ellos entran a formar parte sustancias de naturaleza compleja cuya composición es difícil de establecer con precisión (peptonas, extracto de levadura, extracto de carne, etc.) Estos medios son más empleados que los anteriores.

2- Según su estado físico:

- ✓ **Líquidos (Caldos):** Favorecen mucho el desarrollo y multiplicación de las bacterias porque al difundirse por todo el medio encuentran con facilidad las sustancias que necesitan para su nutrición.
- ✓ **Sólidos:** En ellos las bacterias crecen con mayor dificultad, pues los nutrientes se agotan con rapidez en el punto donde se desarrollan; sin embargo son de gran utilidad para el estudio de las características de crecimiento, de la producción de hemólisis, etc.
- ✓ **Semisólidos:** Se utilizan especialmente para el estudio de algunas propiedades bioquímicas.

3- Según su aplicación:

- ✓ **Medios nutritivos:** Son aquellos que poseen los componentes mínimos para que pueda producirse el crecimiento de bacterias que no necesiten requerimientos especiales, ya que no poseen inhibidores. El medio más conocido de este grupo es el Agar Nutritivo, otro representantes de este grupo es el Agar Trypticase Soya.
- ✓ **Medios de enriquecimiento:** Son aquellos que, además de las sustancias nutritivas normales, incorporan una serie de factores indispensables para el crecimiento de microorganismos exigentes. Este enriquecimiento se hace por adición de sangre u otros productos biológicos (suero, leche, huevo, bilis, etc.) que aportan dichos factores. En ocasiones es posible añadir suplementos artificiales a los medios para producir un enriquecimiento del mismo.
- ✓ **Medios selectivos:** Son medios utilizados para favorecer el crecimiento de ciertas bacterias contenidas en una población de varias especies. El fundamento de estos medios consiste en facilitar nutricionalmente el crecimiento de una población microbiana específica. Un ejemplo de medio selectivo es el caldo selenito, que se utiliza para favorecer el crecimiento de *Salmonella* e impedir el crecimiento del resto de enterobacterias.
- ✓ **Medios Inhibidores:** Cuando las sustancias añadidas a un medio selectivo impiden totalmente el crecimiento de una población microbiana, se denomina inhibidor. Los medios inhibidores podrían considerarse como una variante más restrictiva de los medios selectivos, se consiguen habitualmente por

adición de sustancias antimicrobianas o de cualquier otra que inhiba completamente el desarrollo de una determinada población bacteriana. Un medio inhibidor es el MacConkey que permite el crecimiento de las bacterias Gram negativas e impide el crecimiento de las Gram positivas.

- ✓ **Medios Diferenciales:** Se utilizan para resaltar características que ayuden a diferenciar géneros o especies. La adición de un azúcar fermentable o un sustrato metabolizable se utilizan para este fin. El Agar MacConkey es un medio diferencial porque permite distinguir las bacterias que fermentan la lactosa de aquellas que no lo hacen. También lo son el Agar Sangre y el SS (que es doblemente diferencial).
- ✓ **Medios de Transporte:** Se usan para el transporte de muestras clínicas que no pueden sembrarse inmediatamente y se desea mantener la viabilidad del microorganismo. Son ejemplos típicos de este grupo los medios de Stuart, Amies, Cary-Blair, etc.
- ✓ **Medios para pruebas bioquímicas:** Son aquellos que detectan actividades fisiológicas de una determinada especie bacteriana, es decir son utilizados para identificar cada especie bacteriana a través de reacciones bioquímicas particulares. Como ejemplo de ellos tenemos: Citrato de Simmons, Urea, Rojo de Metilo (VP), Movilidad, Tres Azúcares y Hierro (TSI), etc.

Componentes usuales de los medios de cultivo.

- ✓ **Extracto de Carne:** Constituye una fuente de carbono, nitrógeno, sales inorgánicas y otros nutrientes.
- ✓ **Peptona:** Son proteínas degradadas ricas en carbono y nitrógeno de fácil disposición.
- ✓ **Cloruro Sódico:** Tienen como fin proporcionar un adecuado equilibrio osmótico.
- ✓ **Tampones estabilizadores de pH:** Son necesarios para contrarrestar las variaciones de pH por la acumulación de los productos resultantes del metabolismo bacteriano.
- ✓ **Agentes solidificantes:** Están contenidos en los medios sólidos y semisólidos. El agar es el más común; la gelatina y la albúmina se utilizan escasamente.
- ✓ **Nutrientes con fines de enriquecimiento:**
 - Extracto de Levadura: Rico en vitaminas del complejo B, proteínas y ácidos nucleicos principalmente.
 - Extracto de glóbulos rojos: Suministra aparte de otros nutrientes, los factores X (hemina) y V (difosfo- piridin- adenin- nucleótido o coenzima I), imprescindibles para el crecimiento de algunos microorganismos.
 - Infusión de hígado o de corazón y cerebro: Son infusiones ricas en aminoácidos azufrados que reducen el potencial de óxido-reducción.

✓ **Agentes Reductores:** Se adicionan a los medios para promover la anaerobiosis.

Entre los más utilizados están: tioglicolato sódico, cisteína y ácido ascórbico.

✓ **Agentes Selectivos:**

- Colorantes: El cristal violeta, el azul de metileno el verde brillante y otros, se utilizan por su efecto tóxico sobre Gram positivos.
- Bilis o sales biliares: Taurocolato sódico, Desoxicolato sódico.
- Antibióticos: Los más usados son: Gentamicina, Cloranfenicol, Amicacina, Vancomicina, Colimicina, Novobiocina y Cefalosporinas de la tercera generación.

✓ **Azúcares:** Pueden adicionarse con fines de nutrición o para investigar la actividad metabólica.

✓ **Indicadores de pH:** Su presencia es esencial para detectar variaciones en la acidez o alcalinidad del medio causadas por el metabolismo bacteriano. Estas variaciones se aprecian por el cambio de color del indicador. Los utilizados con más frecuencia son:

- Rojo Fenol (amarillo 6.9 , rojo 8.5)
- Rojo Neutro (rojo 6.8, amarillo 8.0)
- Azul de Bromotimol (amarillo 6.1, azul 7.7)
- Fenolftaleína (incoloro 8.3, rojo 10.0)

Los medios de cultivo se comercializan deshidratados, en forma de polvo para su disolución y esterilización. Actualmente se pueden adquirir también medios sólidos ya

preparados, dispuestos en frascos que se licúan mediante ebullición y se distribuyen en placas, medios líquidos en tubos y medios sólidos en placas listos para su inoculación.

Su control de calidad se realiza mediante comprobación del pH, comprobación de esterilidad y comprobación de la actividad del medio de cultivo.

Los medios de cultivo utilizados para el estudio de bacterias coliformes son:

Agar Mac Conkey:

Utilizado para la detección y enumeración de bacterias coliformes y patógenas intestinales en agua, productos lácteos y muestras biológicas.

En este medio selectivo las sales biliares y el cristal violeta actúan como inhibidores. El indicador vira a color rojo o rosado en medio ácido. Las bacterias que fermentan lactosa producen colonias de color rosado, las no fermentadoras producen colonias incoloras más o menos transparentes.

Agar Eosina Azul de Metileno:

Es recomendado en la detección de bacterias coliformes, en las muestras de agua y leche, asimismo de bacilos entéricos.

Su uso es prácticamente el mismo que el del medio Agar Mac Conkey. El azul de metileno actúa como indicador e inhibidor al mismo tiempo. Las colonias fermentadoras

de lactosa presentan un tono violeta más o menos intenso. *Escherichia coli* origina colonias oscuras con brillo verde metálico que facilita su detección en aguas contaminadas con materias fecales.

Agar Tres Azúcares y Hierro (TSI):

Es un medio de gran utilidad en la identificación de bacterias Gram negativas fermentadoras de carbohidratos. Este medio permite reconocer:

- ✓ Las bacterias que fermentan solo glucosa.
- ✓ Las que además de fermentar glucosa, fermentan lactosa, sacarosa o ambas.
- ✓ Las que no fermentan ninguno de los tres azúcares.

Además permite detectar:

- ✓ La producción de gas proveniente de la fermentación de los azúcares.
- ✓ La aparición de H₂S, producto de la reducción del tiosulfato incorporado al medio de cultivo.

Agar Citrato de Simmons:

Permite determinar la capacidad de un microorganismo para utilizar citrato de sodio como única fuente de carbono para su metabolismo y crecimiento por lo que es utilizado para la identificación de enterobacterias.

4.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Ácidos húmicos: son unos de los principales componentes de las sustancias húmicas, las cuales son los constituyentes principales del humus, materia orgánica del suelo. Contribuyen a la calidad físico-químicas del mismo y también son precursores de combustibles fósiles.

Agua potable: Es el agua apta para consumo humano, la cual debe estar exenta de microorganismos patógenos, y de elementos o sustancias que pueden producir efectos fisiológicos perjudiciales, cumpliendo con los requisitos de la Organización Mundial de la Salud.

Agua subterránea: Se forman cuando el agua se infiltra entre capas permeables que se encuentran debajo del suelo entre grietas y espacios que hay en la tierra, incluyendo arena y piedra.

Bacterias: Son microorganismos procariotas que presentan un tamaño de algunos micrómetros de largo (entre 0.5 y 5 μm , por lo general) y diversas formas, no tienen el núcleo definido y presentan orgánulos internos de locomoción.

Bacterias coliformes: Término general aplicado a un grupo de bacilos Gram negativos que sirve como indicador de contaminantes y patógenos cuando son

encontradas en las aguas. Estas son usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente.

Condensación: Es el proceso por medio del cual el agua cambia de fase de vapor o gas a estado líquido.

Contaminación del agua: Es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Éstos deterioran la calidad del agua y la hacen perjudicial para la salud del hombre.

Limo: Es un sedimento incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados.

Medios de Cultivo: Solución que cuenta con los nutrientes necesarios para recuperar, multiplicar, aislar e identificar los microorganismos (bajo condiciones favorables de temperatura y pH), así como efectuar pruebas de susceptibilidad.

Ósmosis inversa: Proceso en el que los dos lados de una membrana están a la misma presión; si se aumenta la presión del lado de mayor concentración, puede lograrse que el agua pase desde el lado de alta concentración de sales al de baja concentración.

Partes por millón (ppm): Es una unidad de medida de concentración . Se refiere a la cantidad de unidades de la sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto.

Percolación: Penetración del agua a través del suelo hacia la capa de agua subterránea.

Peróxidos y Superóxidos: Los peróxidos son aquellos compuestos que contienen oxígeno con estado de oxidación -1, por ejemplo el peróxido de hidrogeno (H_2O_2), mientras que Los superóxidos son los que tienen oxígeno con estado de oxidación -1/2, un ejemplo es el superóxido de potasio KO_2 .

Precipitación: Caída de agua en estado sólido o líquido por la condensación del vapor sobre la superficie terrestre.

Propiedades organolépticas: Son el conjunto de descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir nuestros sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color, etc.

Refinado del uranio y el torio: Procesos químicos en los cuales se producen residuos que contienen sustancias radiactivas que resultan contaminantes para el agua.

CAPÍTULO III:
SISTEMA DE HIPÓTESIS.

3. SISTEMA DE HIPOTESIS.

3.1 HIPOTESIS DE TRABAJO:

Hi: En el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro se aíslan bacterias coliformes patógenas.

3.2 HIPOTESIS NULA:

Ho: En el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro no se aíslan bacterias coliformes patógenas.

3.3 HIPOTESIS ALTERNA:

Ha: Se aíslan bacterias coliformes patógenas sólo en uno de los sitios de muestreo (Centro Escolar Residencial La Pradera II o viviendas aledañas a dicho centro).

3.4 OPERACIONALIZACION DE LAS HIPOTESIS EN VARIABLES E INDICADORES.

HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Hi: En el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro se aíslan bacterias coliformes patógenas.</p>	<p>Agua de consumo</p> <p>Bacterias coliformes</p>	<p>Líquido vital para todo ser humano, el cual debe ser apto tanto para el consumo como para el uso doméstico, es decir no debe contener sustancias o microorganismos que perjudiquen su salud.</p> <p>Es un grupo de microorganismos que suelen habitar en el tracto intestinal humano y cuya presencia en el agua es indicador de contaminación.</p>	<p>Se analizarán muestras de agua para determinar la presencia de bacterias coliformes patógenas por medio de pruebas de laboratorio como es el cultivo y su posterior identificación.</p> <p>Se obtendrá la muestra directamente del grifo previamente flameado. Se cultivará en placas Petrifilm, luego se realizarán subcultivos en Agar MacConkey y posteriormente se harán las pruebas bioquímicas para identificar género.</p>	<p>✓ Calidad del agua.</p> <p>✓ Control.</p> <p>✓ Coliformes Patógenos.</p>	<p>✓ Aspecto.</p> <p>✓ Tratamiento.</p> <p>✓ Cantidad de muestra.</p> <p>✓ Bacterias con morfología de bacilos Gramnegativos.</p> <p>✓ Colonias lactosa negativas.</p> <p>✓ Reacciones bioquímicas.</p>

CAPÍTULO IV:
DISEÑO METODOLÓGICO.

4. DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada se caracterizó por ser de tipo prospectivo, descriptivo, transversal, de laboratorio y analítico.

Prospectivo: Porque la información registrada, se obtuvo mientras fueron ocurriendo los sucesos en las pruebas de laboratorio para la identificación de bacterias coliformes.

Descriptivo: Porque la investigación se orientó a determinar las condiciones en que se encuentra la calidad del agua de la comunidad, para conocer si está directamente relacionada con la presencia de bacterias coliformes.

Transversal: Porque el estudio se realizó en un período corto comprendido en los meses de julio a septiembre de 2011, en los cuales se realizaron 3 muestreos en una semana.

De laboratorio: Ya que mediante pruebas de laboratorio (cultivo microbiológico) se determinó la presencia de bacterias coliformes en el agua, en conteos no significativos.

Analítico: Ya que mediante el análisis de los resultados obtenidos se pudo explicar las condiciones en las que se encuentra actualmente el agua de los tanques de la colonia y algunas causas que determinan la condición de dicho líquido.

4.2 UNIVERSO O POBLACIÓN.

El universo para esta investigación estuvo constituido por el Centro Escolar Residencial La Pradera II y las 89 viviendas ubicadas a una distancia no mayor de una cuadra alrededor de dicha institución.

4.3 MUESTRA.

La muestra estuvo integrada por el total de elementos que conforman el universo (Centro Escolar Residencial La Pradera II y las 89 viviendas ubicadas a una cuadra alrededor de dicho centro). Sin embargo, tomando en cuenta los criterios de inclusión y de exclusión, la muestra se redujo a 39 viviendas y el Centro Escolar Residencial La Pradera II.

4.3.1 CRITERIOS PARA ESTABLECER LA MUESTRA.

Criterios de Inclusión.

- ✓ Viviendas ubicadas a una cuadra de distancia alrededor del Centro Escolar.
- ✓ Personas que acepten colaborar con el estudio.
- ✓ Viviendas habitadas.
- ✓ Viviendas en las cuales esté presente una persona mayor de 18 años.

Criterios de Exclusión.

- ✓ Viviendas ubicadas a más de una cuadra de distancia alrededor del Centro Escolar.
- ✓ Personas que no acepten colaborar con el estudio.
- ✓ Viviendas abandonadas.
- ✓ Viviendas cerradas.
- ✓ Personas que tengan menos de un mes de habitar en la comunidad.
- ✓ Personas incapacitadas mentalmente.

4.4 TIPO DE MUESTREO.

El diseño que se utilizó es el muestreo no probabilístico de tipo intencional o de conveniencia, ya que fue seleccionado el total de los elementos que conformaron el universo, de acuerdo a la factibilidad y conveniencia del equipo de investigación.

4.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

TECNICAS.

Para la recopilación de información se utilizaron diferentes técnicas entre las cuales podemos mencionar:

- ✓ **Documental bibliográfica:** Permitió obtener información que fundamentaron el estudio sobre una base teórica, por medio de libros, diccionarios, guías, manuales, entre otros.
- ✓ **Documental hemerográfica:** Permitió recolectar información de documentos, tesis, revistas y boletines.
- ✓ **Documental de información electrónica:** Permitió el uso de páginas web, artículos científicos, revistas on-line referentes al tema investigado.
- ✓ **De campo:** Dentro de ésta se utilizó la guía de entrevista y la observación que nos permitió obtener información sobre las condiciones del lugar donde se realizó el estudio, el uso que le dan al agua los habitantes de las viviendas y algunos factores ambientales que pueden determinar las condiciones en las que se encuentra dicho líquido.

INSTRUMENTOS.

Entre los instrumentos que se utilizaron en la investigación tenemos:

- ✓ Formularios donde se recopilaron los resultados obtenidos en las diferentes pruebas:
 - Placa Petrifilm. (Ver Anexo N° 5)
 - Resiembra en Agar MacConkey. (Ver Anexo N° 6)
 - Pruebas bioquímicas. (Ver Anexo N° 7)

- ✓ Guía de entrevista dirigida a uno de los habitantes de cada vivienda muestreada.
(Ver Anexo N° 8)
- ✓ Formulario para la toma de muestra. (Ver Anexo N° 9)

4.6 TÉCNICAS O MÉTODOS DE LABORATORIO.

Para confirmar la presencia de bacterias coliformes en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro se utilizó el método de la placa Petrifilm para *Escherichia coli* y coliformes totales. (Ver Anexo N° 10)

El método microbiológico de la placa Petrifilm consiste en inocular 1 ml de la muestra en el centro de la película cuadrada inferior de la placa, luego se desliza hacia abajo la película semitransparente superior para tapar el inóculo el cual se distribuye posteriormente por todo el medio.

Luego se espera 1 minuto aproximadamente para que se solidifique el medio y se procede a incubar durante 24- 48 horas a 35°C (+/- 1°C).

Posteriormente se revisan las placas a las 24 horas de incubación observando las colonias de *Escherichia coli* de color azul y las colonias de coliformes totales de color rojo. Si no hay crecimiento a las 24 horas se incuban las placas durante 24 horas más.

Se realizan resiembras, por el método de estrías en Agar MacConkey de las colonias de coliformes totales, se incuban las placas durante 24 horas a 37°C. Luego se

realiza la técnica de inoculación en tubo de medios sólidos y líquidos denominado Medios de reacciones bioquímicas, entre ellos tenemos: Tres azúcares y hierro (TSI), Citrato, Movilidad, Indol, Rojo de Metilo, Voges Proskauer y Urea.

4.7 EQUIPO DE LABORATORIO, MATERIALES Y REACTIVOS.

EQUIPO.

- ✓ Refrigerador.
- ✓ Incubadora.
- ✓ Hielera.
- ✓ Autoclave.
- ✓ Balanza granataria.

MATERIALES.

- ✓ Tubos de ensayo con rosca.
- ✓ Asas bacteriológicas.
- ✓ Erlenmeyers.
- ✓ Mechero de Bunsen.
- ✓ Placas Petrifilm.
- ✓ Cajas de Petri.

- ✓ Gradillas.
- ✓ Guantes de látex.
- ✓ Frascos de plástico estéril.
- ✓ Pipeta automatizada de 1ml.
- ✓ Puntas estériles.
- ✓ Lápiz graso.
- ✓ Marcadores permanentes.
- ✓ Papel toalla.
- ✓ Bolsas para basura.
- ✓ Algodón.
- ✓ Alcohol.
- ✓ Fósforos.

REACTIVOS.

- ✓ Agar Tres azúcares y Hierro (TSI)
- ✓ Agar Citrato de Simmons.
- ✓ Movilidad.
- ✓ Rojo de Metilo.
- ✓ Indol.
- ✓ Urea.
- ✓ Reactivo de Erlich.
- ✓ Reactivo rojo de metilo.

- ✓ Agua destilada.
- ✓ Lejía.
- ✓ Detergente.

4.8 PROCEDIMIENTO.

El estudio se realizó en un período de nueve meses comenzando desde la planificación hasta la elaboración del informe final.

Primeramente la investigación inició con la búsqueda del Docente Director, asesor de metodología y asesor de estadística, luego continuó la planeación de la investigación, para ello fue necesaria la selección del tema, el cual se denomina: “Determinación de bacterias coliformes patógenas en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II del cantón El Jute de la ciudad de San Miguel y viviendas aledañas a dicho centro, durante el período de julio a septiembre de 2011” una vez se contó con la aprobación del profesor Rafael Antonio Funes, director del Centro Escolar, se procedió a elaborar el perfil de investigación.

Posteriormente se hizo un reconocimiento de la comunidad, visitando el Centro Escolar donde el director nos dio a conocer la problemática que afecta a toda la comunidad, que es la desconfianza que tienen para consumir el agua de la colonia, que puede afectar especialmente a los niños que asisten a dicha institución. También se tuvo

contacto con la inspectora de saneamiento de la Unidad de Salud de la Colonia Carrillo, ya que ellos mantienen una vigilancia sanitaria sobre diversos sectores entre los cuales se encuentran la comunidad en estudio.

Luego de conocer la situación de la comunidad se plantearon los objetivos, la hipótesis de trabajo, la metodología del muestreo para proceder a la ejecución de la investigación.

Primero se realizó una lista de los materiales a utilizar para el muestreo, posteriormente se dio paso a la compra de éstos (Ver Anexo N° 11). También se investigaron los diferentes tipos de métodos para aislar coliformes en el agua, eligiendo la placa Petrifilm para identificación de *Escherichia coli* y coliformes totales ya que es un método práctico, sencillo y específico (Ver Anexo N° 10).

Una vez adquirido el material, se procedió a preparar las placas con Agar MacConkey siguiendo las instrucciones del fabricante, el cual se disolvió según la cantidad establecida de medio deshidratado en agua destilada, llevándolo luego a ebullición, posteriormente se esterilizó en el autoclave a 121°C por 15 minutos, luego el medio esterilizado se dejó a temperatura ambiente por 15 minutos para ser vertido en placas Petri de poliestireno, las cuales se llenaron aproximadamente con 20ml de agar líquido, luego que el medio solidificó, se guardaron las placas de forma invertida en la refrigeradora listo para ser utilizado.

También se prepararon las pruebas bioquímicas que incluyeron: Agar tres azúcares y hierro (TSI), Citrato, Movilidad, Indol, Rojo de Metilo- Vogues Proskauer y

Urea de la siguiente manera: después de haber disuelto el medio en agua destilada, cada uno se llevó a ebullición, luego se dejaron a temperatura ambiente por 15 minutos y se colocó un volumen establecido de 5ml en cada tubo, todos fueron esterilizados en la autoclave a 121°C por 15 minutos, a excepción del medio de Urea que no se esterilizó, para este medio solo se esteriliza el agua con la que se disuelve.

Todos estos medios fueron refrigerados, para posteriormente ser utilizados durante el procesamiento de las muestras.

Para realizar el muestreo del agua del Centro Escolar y las 89 viviendas de la comunidad, se procedió de la siguiente manera: primero con la llama de una torunda de algodón con alcohol sostenido con una pinza metálica, se flameó el grifo, luego se abrió la llave del chorro y se dejó correr el agua por un momento, después se destapó el frasco donde se recolectó la muestra sin tocar la boca ni el interior de éste. Se introdujo el frasco en la corriente de agua tomando una pequeña cantidad de la muestra, se tapó el frasco y se rotuló adecuadamente cada una (Ver Anexo N° 12).

Cada muestra recolectada se almacenó inmediatamente en la hielera que contenía hielo para mantener viables las bacterias si estaban presentes. Luego se trasladaron al laboratorio donde se procesaron. Una vez en el laboratorio, se sacaron las muestras de la hielera para dejarlas a temperatura ambiente por unos 15 minutos, luego se procedió a la inoculación de las placas Petrifilm de la siguiente manera: (Ver Anexo N° 13)

- ✓ Se le quitó el envoltorio a la placa, se colocó sobre una superficie plana y nivelada.
- ✓ Se levantó la lámina semitransparente superior, que cubre la placa.
- ✓ Se colocó en el centro de la placa 1 ml de la muestra de agua.
- ✓ Con mucho cuidado se deslizó hacia abajo la lámina semitransparente superior evitando la formación de burbujas.
- ✓ Con la parte plana del dispersor se presionó sobre la película superior para distribuir uniformemente el inóculo en la placa. Se esperó un minuto a que se solidificara el gel.
- ✓ Luego se incubó en grupos de hasta 20 unidades durante 24- 48 horas a 37°C

Luego de 24 horas se procedió a la lectura e interpretación de las placas, en las que se observaban dos placas con colonias de color azul que correspondían a *Escherichia coli*, mientras que las colonias de color rojo correspondían a otra especie de bacterias coliformes. Las placas en las cuales no se observó crecimiento a las 24 horas, se incubaron durante 24 horas más. (Ver Anexo N° 14)

Para la identificación de las especies de coliformes totales (colonias rojas) se realizó la resiembra de algunas de las colonias en Agar MacConkey por el método de estrías, la inoculación se realizó frente al mechero con la ayuda de un asa bacteriológica (Ver Anexo N° 15). Una vez inoculadas las placas se incubaron durante 24 horas a 37° C.

Transcurridas las 24 horas se procedió a la lectura, tomando en cuenta el color de la colonia, su tamaño y su forma, observándose un mínimo crecimiento de colonias

lactosa negativa. Posteriormente se inocularon las pruebas bioquímicas para identificar la especie utilizando los medios: Rojo de Metilo-Vogues Proskauer y Urea se utilizó asa bacteriológica normal. Para los medios de TSI (Tres Azúcares y Hierro), Citrato, Movilidad-Indol, asa bacteriológica en punta, luego se incubaron a 37°C por 24 horas. (Ver Anexo N° 16)

Transcurrido el tiempo, se procedió a la lectura de cada una de las pruebas, colocando tres gotas de reactivo de Erlich sobre el tubo de Movilidad – Indol y tres gotas de rojo de metilo sobre el medio Rojo de Metilo – Vogues Proskauer (Ver Anexo N° 17) Con ayuda de la tabla de identificación bacteriana se determinó que el género aislado fue *Pseudomonas sp.* (Ver Anexo N° 18).

Después de haber obtenido los resultados se procedió a la tabulación de los datos, así como también su análisis e interpretación por métodos estadísticos lo que permitió determinar la ausencia de bacterias coliformes patógenas en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro, concluyendo que el agua de la Colonia La Pradera es bacteriológicamente apta para ser utilizada por la población tanto para usos domésticos como de consumo.

CAPÍTULO V:
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

5. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos de la investigación sobre la Determinación de bacterias coliformes patógenas en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II del cantón El Jute de la ciudad de San Miguel y viviendas aledañas a dicho centro.

En primer lugar se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio como son: Placa Petrifilm para recuento de *Escherichia coli* y Coliformes Totales, así como las pruebas bioquímicas.

Seguidamente se presenta la tabulación, análisis e interpretación de los datos obtenidos en la guía de entrevista realizada en cada vivienda muestreada de la comunidad.

Todos los datos y resultados obtenidos, tanto en la guía de entrevista como en las pruebas de laboratorio se presentan en cuadros sinópticos elaborados a través del programa estadístico SPS, los cuales son detallados mediante representaciones gráficas y valores porcentuales para una mayor comprensión en el análisis e interpretación. Además se presenta la prueba de hipótesis utilizando el método Chi cuadrado de Pearson que nos permitió comprobar a través de los resultados obtenidos, que en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro no se aíslan bacterias coliformes patógenas.

5.1 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

5.1.1 PRUEBAS DE LABORATORIO.

CUADRO N° 1.

Porcentaje de muestras de agua con crecimiento bacteriano del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro.

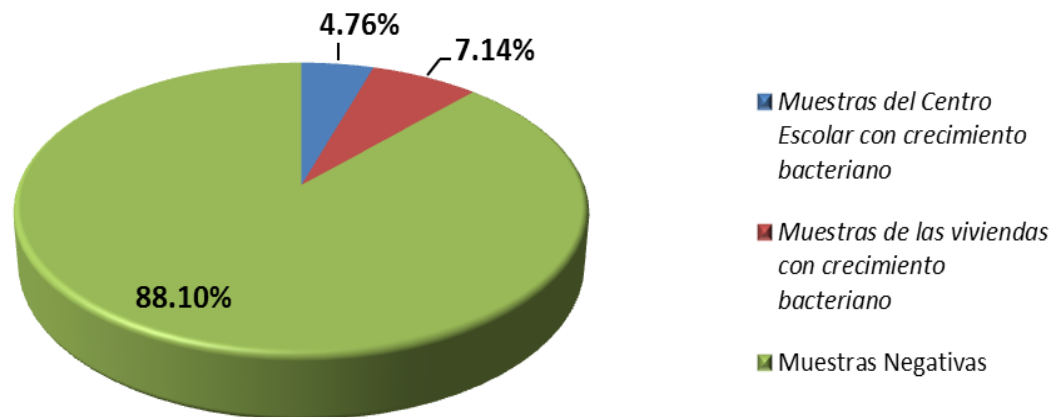
Resultado	Frecuencia	Porcentaje
Centro Escolar	3	7.14
Viviendas	2	4.76
Negativas	37	88.10
Total	42	100.00%

Fuente: Hoja de Resultados.

De las 42 muestras de agua analizadas, 37 de ellas que corresponden al 88.10% resultaron negativas a la presencia de bacterias coliformes, el 7.14% que corresponde a las 3 muestras del Centro Escolar Residencial La Pradera II, y el 4.76% equivale a 2 muestras de agua de las viviendas aledañas a dicho Centro Escolar, resultaron con un mínimo de crecimiento bacteriano.

GRÁFICO N° 1.

Porcentaje de muestras de agua con crecimiento bacteriano del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro.



Fuente: Cuadro N° 1.

La gran mayoría de las 42 muestras de agua que fueron analizadas (37), no presentaron contaminación con bacterias coliformes. Sólo las tres muestras del Centro Escolar y dos pertenecientes a las viviendas presentaron crecimiento bacteriano en conteos que no son significativos según el método de la Placa Petrifilm para *Escherichia coli* y Coliformes Totales utilizado en el estudio, por lo que se puede afirmar que tanto en el Centro Escolar Residencial La Pradera II como en las viviendas aledañas a dicho centro no existe contaminación con bacterias coliformes patógenas.

CUADRO N° 2

Conteo de *Escherichia coli* en placa Petrifilm

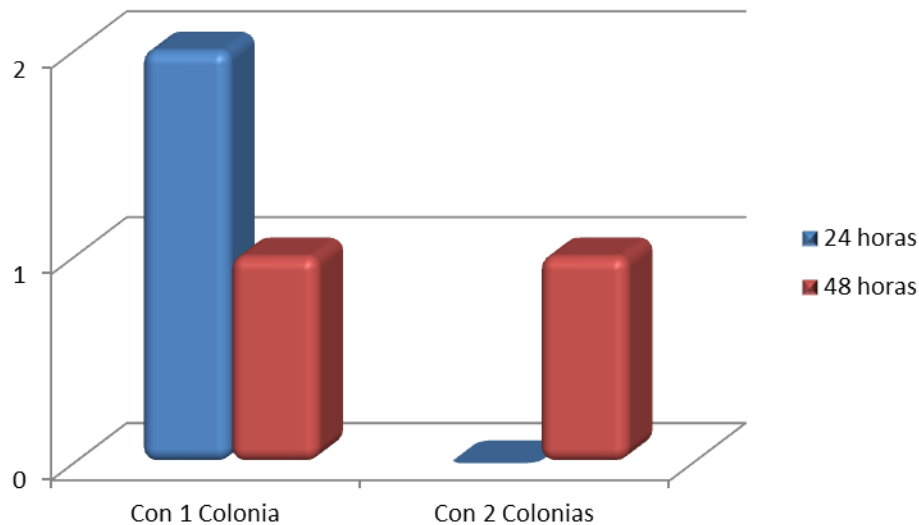
HORAS DE INCUBACIÓN	NÚMERO DE MUESTRAS		TOTAL DE MUESTRAS
	Con 1 Colonia	Con 2 Colonias	
24 horas	2	0	2
48 horas	1	1	2
Total de colonias	3	1	4

Fuente: Hoja de resultados de Placa Petrifilm.

Del total de 42 muestras de agua analizadas utilizando la placa Petrifilm para *Escherichia coli* y Coliformes Totales, únicamente dos de ellas desarrollaron 1 colonia de *Escherichia coli* a 37°C en 24 horas de incubación, mientras que a las 48 horas de incubación, una muestra había desarrollado 2 colonias y la otra muestra se mantenía con el conteo de 1 colonia de la bacteria antes mencionada, haciendo un total de 4 muestras en las que se obtuvo un mínimo crecimiento bacteriano.

GRÁFICO N° 2.

Conteo de *Escherichia coli* en placa Petrifilm



Fuente: Cuadro N° 2.

De las 42 muestras de agua analizadas, la mayoría de ellas (40) no presentaron crecimiento de *Escherichia coli* a 37°C, tanto a las 24 como a las 48 horas de incubación utilizando el método de la Placa Petrifilm para el recuento de *Escherichia coli* y Coliformes Totales. Esto se debe a que no hay una exposición directa de materia fecal con los pozos que llenan cada tanque de agua que abastece a la colonia en estudio. Únicamente dos de las muestras de agua en las placas, indicaron la presencia de 1 y 2 colonias respectivamente, cantidad que no es significativa según el método utilizado; siendo para éste método un conteo de 49 colonias de *Escherichia coli* el validado internacionalmente por la AOAC (Sociedad Americana de Químicos Analistas) para considerar una contaminación verdadera con dicha bacteria.

CUADRO N° 3.

Conteo de Coliformes Totales en placa Petrifilm

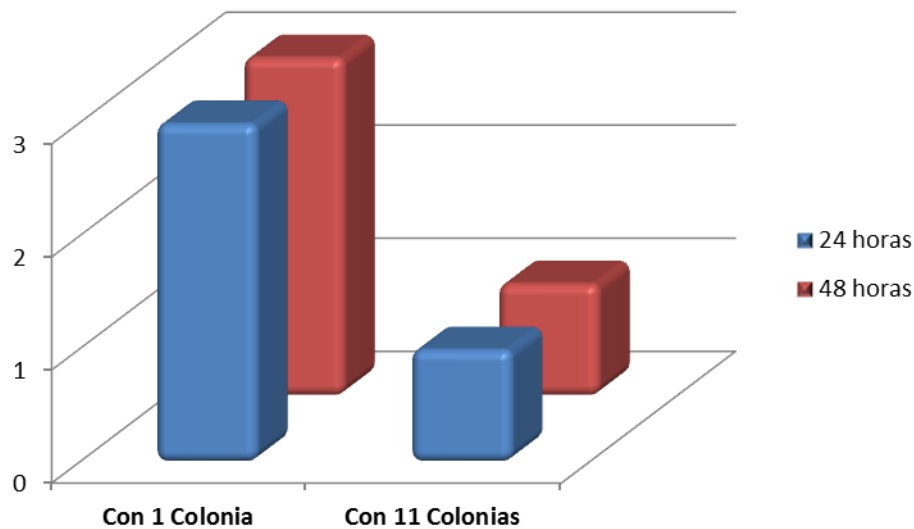
HORAS DE INCUBACIÓN	NÚMERO DE MUESTRAS		TOTAL DE MUESTRAS
	Con 1 Colonia	Con 11 Colonias	
24 horas	3	1	4
48 horas	3	1	4
Total de colonias	6	2	8

Fuente: Hoja de resultados de Placa Petrifilm.

Del total de 42 muestras de agua analizadas utilizando la placa Petrifilm para *Escherichia coli* y Coliformes Totales, únicamente 3 de ellas desarrollaron 1 colonia a 37°C tanto a las 24 como a las 48 horas de incubación, sólo una muestra presentó 11 colonias a 37°C en 24 y 48 horas de incubación.

GRÁFICA N° 3.

Conteo de Coliformes Totales en placa Petrifilm



Fuente: Cuadro N° 3.

De las 42 muestras de agua analizadas, la mayoría de ellas (38) no presentó crecimiento de Coliformes Totales a 37°C, tanto a las 24 como a las 48 horas de incubación utilizando el método de la Placa Petrifilm para el recuento de *Escherichia coli* y Coliformes Totales. Únicamente tres de las muestras indicaron la presencia de 1 colonia y una muestra presentó un conteo de 11 colonias, cantidad que no es significativa según el método utilizado; siendo un conteo de 87 colonias de Coliformes Totales el validado internacionalmente por la AOAC (Sociedad Americana de Químicos Analistas) para considerar una contaminación verdadera con Coliformes Totales.

CUADRO N° 4.

MUESTRAS DE AGUA QUE RESULTARON CON CRECIMIENTO EN LA PLACA PETRIFILM PARA IDENTIFICACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* Y COLIFORMES TOTALES.

Muestras	Frecuencia	Porcentaje
Con crecimiento de <i>Escherichia coli</i>	2	4.76
Con crecimiento de Coliformes Totales (<i>Pseudomonas sp.</i>)*	3	7.14
Negativas	37	88.10
Total	42	100.00%

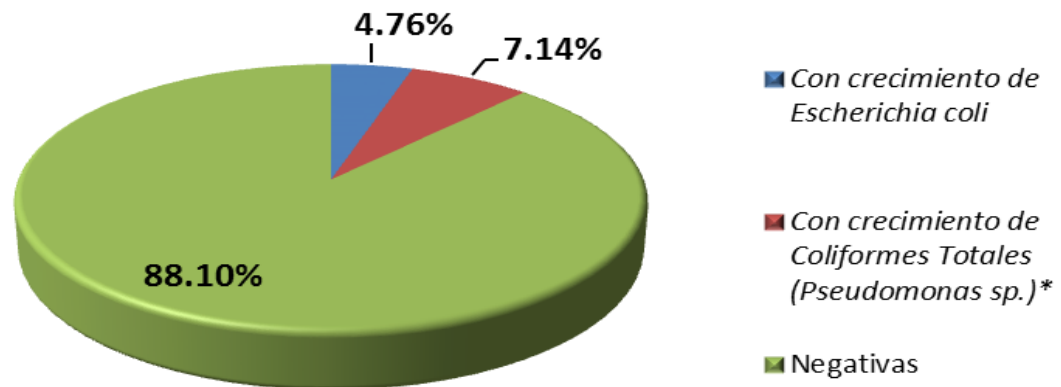
* Identificada a través de Pruebas Bioquímicas.

Fuente: Hoja de Resultados Placa Petrifilm y Pruebas Bioquímicas.

De las 42 muestras de agua analizadas, el 88.10% que corresponde a 37 muestras resultaron negativas a la presencia de bacterias, el 7.14% que equivale a 3 muestras resultaron con crecimiento de Coliformes Totales aislándose el género *Pseudomonas sp.* Y el menor porcentaje que corresponde al 4.76% representa únicamente 2 muestras, en las cuales hubo crecimiento de *Escherichia coli* a través de la técnica de las placas Petrifilm, sin embargo el conteo de ambas no es significativo para decir que existe una contaminación bacteriana.

GRAFICA N° 4.

MUESTRAS DE AGUA QUE RESULTARON CON CRECIMIENTO EN LA PLACA PETRIFILM PARA LA IDENTIFICACIÓN DE *ESCHERICHIA COLI* Y COLIFORMES TOTALES.



Fuente: Cuadro N° 4.

La mayor parte de las muestras de agua analizadas (37), con el método de la Placa Petrifilm para identificación de *Escherichia coli* y Coliformes Totales, resultaron negativas a la presencia de bacterias. De las 5 muestras que presentaron crecimiento bacteriano, en 3 de ellas se aisló el género *Pseudomonas sp.*, una bacteria capaz de sobrevivir y multiplicarse en aguas tratadas, además algunas de sus especies producen

una sustancia llamada Pseudocin, cuya acción es inhibir el crecimiento de los coliformes especialmente *Escherichia coli*. Solamente 2 de las muestras presentaron crecimiento de *Escherichia coli* (una muestra con 1 colonia y la otra con 2 colonias) el principal indicador de contaminación fecal. Cabe mencionar que todas las muestras que presentaron crecimiento bacteriano no alcanzaron los conteos validados por el método de Placa Petrifilm para *Escherichia coli* y Coliformes Totales, siendo éstos de 49 colonias para *Escherichia coli* y 87 colonias para Coliformes Totales, por lo tanto se considera que las muestras de agua analizadas no presentan contaminación por bacterias coliformes.

5.1.2 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DE LA GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES DE LAS VIVIENDAS ALEDAÑAS AL CENTRO ESCOLAR RESIDENCIAL LA PRADERA II.

CUADRO N° 5.

Edades de los habitantes de las viviendas en estudio que respondieron la guía de entrevista.

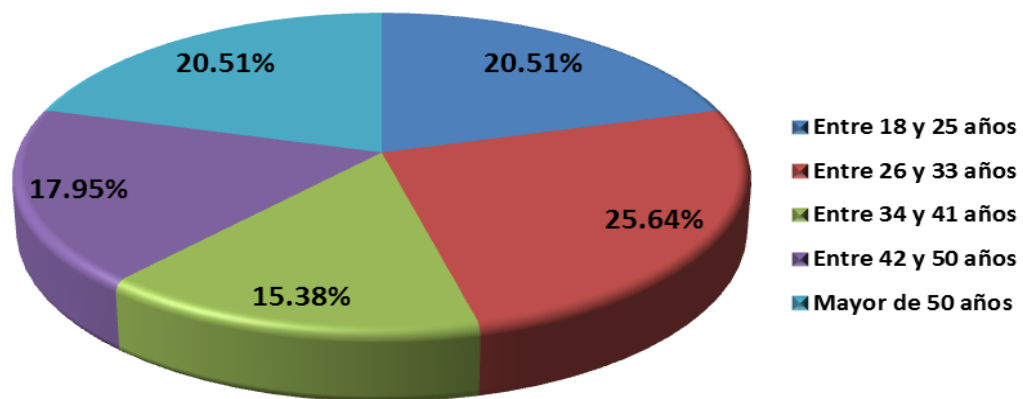
Edad	Frecuencia	Porcentaje
Entre 18 y 25 años	8	20.51
Entre 26 y 33 años	10	25.64
Entre 34 y 41 años	6	15.38
Entre 42 y 50 años	7	17.95
Mayor de 50 años	8	20.51
Total	39	100.00%

Fuente: Guía de Entrevista.

En el cuadro se puede apreciar que de las 39 viviendas incluidas en la investigación, el 25.64% de los habitantes que colaboraron con las preguntas de la guía de entrevista, tienen edades entre los 26 y 33 años, el 20.51% corresponde a los habitantes cuyas edades oscilan entre los 18 y 25 años, así como también a los mayores de 50 años, el 17.95% está conformado por los habitantes que tienen edades entre 42 y 50 años, mientras que el 15.38% está constituido por los que tienen edades entre 34 y 41 años.

GRÁFICO N° 5.

Edades de los habitantes de las viviendas en estudio que respondieron la guía de entrevista.



Fuente: Cuadro N° 5.

De las 39 viviendas en las que se realizó el estudio, todos los habitantes que colaboraron con la guía de entrevista fueron mayores de edad, y se vieron interesados en responder las preguntas de manera responsable para el buen desarrollo de la investigación, por lo tanto la información proporcionada por ellos es confiable.

CUADRO N° 6.

¿Cuánto tiempo tiene de residir en la colonia La Pradera II?

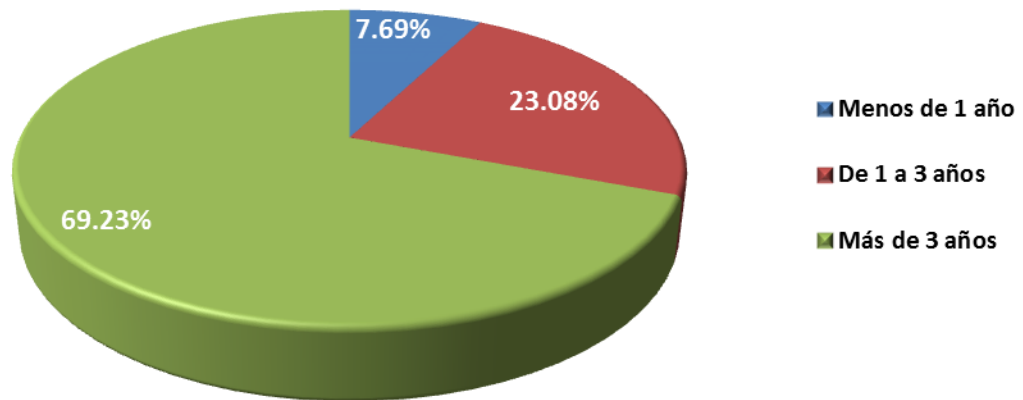
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 1 año	3	7.69
De 1 a 3 años	9	23.08
Más de 3 años	27	69.23
Total	39	100.00%

Fuente: Guía de Entrevista.

El presente cuadro refleja el tiempo de residencia de la población en la zona de estudio. Nótese que el 69.23% tienen más de tres años viviendo en la comunidad, el 23.08% tienen de 1 a 3 años, mientras que el 7.69% tiene menos de 1 año, haciendo un total del 100% de la población estudiada, constituida por 39 viviendas.

GRÁFICO N° 6.

¿Cuánto tiempo tiene de residir en la colonia La Pradera II?



Fuente: Cuadro N° 6.

De las 39 viviendas encuestadas que se incluyeron en el estudio, 27 de éstas (69.23%), los habitantes tienen más de 3 años de residir en la comunidad debido a que es una zona populosa, la cual en sus inicios ofrecía las viviendas a precios accesibles, por lo que la mayoría de los habitantes manifestaron verbalmente que sus casas eran propias. Por otra parte, los habitantes que tienen de 1 a 3 años residiendo en la colonia, conforman el 23.08% que corresponde a 9 viviendas y el 7.69% está constituido por 3 viviendas donde sus habitantes manifestaron tener menos de 1 año de residir en la colonia. Cabe mencionar que en todas las viviendas, los habitantes estuvieron interesados en colaborar con la realización del estudio.

CUADRO N° 7.

¿Utiliza el agua proveniente de los tanques de la colonia La Pradera?

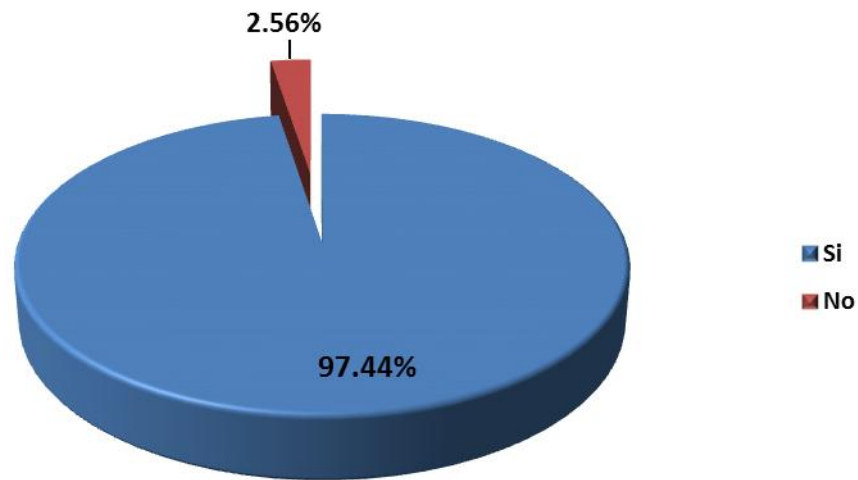
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	38	97.44
No	1	2.56
Total	39	100.00%

Fuente: Guía de Entrevista.

De las 39 viviendas incluidas en el estudio, un 97.44% que corresponde a 38 de las viviendas, sus habitantes manifestaron que sí utilizan el agua que proviene de los tanques de la colonia La Pradera, mientras que el 2.56% que corresponde a 1 vivienda, expresaron que no utilizan el agua que proviene de dichos tanques y se abastecen comprando agua filtrada.

GRÁFICO N° 7.

¿Utiliza el agua proveniente de los tanques de la colonia La Pradera?



Fuente: Cuadro N° 7.

Casi en su totalidad, la población de las viviendas incluidas en el estudio hace uso del agua que proviene de los tanques de la colonia, ya que manifestaron es la única fuente de abastecimiento que reciben, teniendo que utilizarla por necesidad ya que su situación económica no les permite comprar agua potable. Sólo uno de los habitantes manifestó que compraba agua filtrada y por lo tanto no utilizaba el agua de los tanques de la colonia, dando a conocer que desconfía de la calidad e higiene de ésta.

CUADRO N° 8.

¿Cuáles son los usos que se le da al agua proveniente de los tanques de la colonia La Pradera?

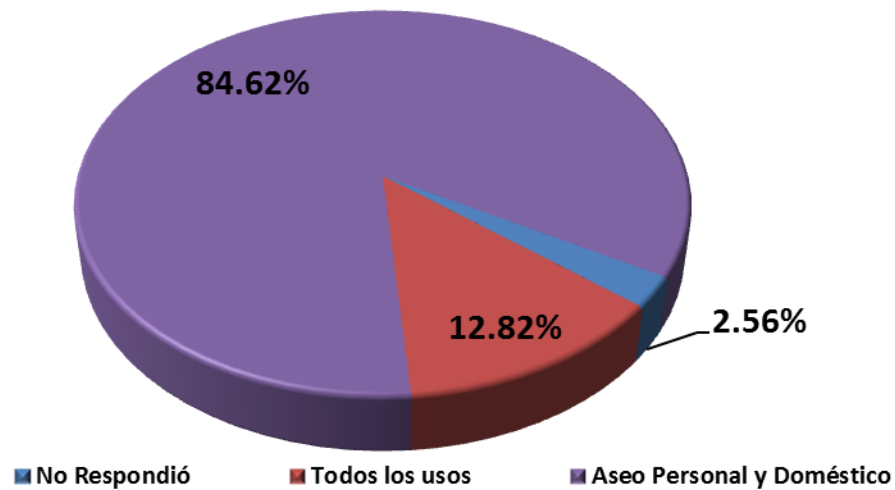
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
No Respondió	1	2.56
Beber, Aseo Personal y Doméstico	5	12.82
Aseo Personal y Doméstico	33	84.62
Total	39	100.00%

Fuente: Guía de Entrevista.

De las 39 viviendas que conforman el estudio, el 84.63% que corresponde a 33 viviendas, los habitantes expresaron que utilizan el agua proveniente de los tanques de la colonia para realizar oficios domésticos, así como para su aseo personal y el riego de jardín. Por otra parte, el 12.82% que pertenece a 5 viviendas, las personas manifestaron que utilizan dicha agua para todos los usos, es decir tanto para beber como para realizar oficios domésticos, el aseo personal y riego de jardines. Únicamente en el 2.56% que corresponde a 1 vivienda en la que sus habitantes no respondieron dicha pregunta.

GRÁFICO N° 8.

¿Cuáles son los usos que se le da al agua proveniente de los tanques de la colonia La Pradera?



Fuente: Cuadro N° 8.

Los principales usos que en 33 de las viviendas, los habitantes le dan al agua proveniente de los tanques de la colonia La Pradera es para realizar oficios domésticos, el aseo personal y riego de jardines, manifestando que compran agua envasada para beber, esto se debe a la poca confianza que tienen respecto a la calidad y condiciones de higiene del agua que les suministra la administración de la colonia. Sólo en 5 de las viviendas el agua es utilizada tanto para beber como para el aseo personal y oficios domésticos, expresando que no cuentan con los recursos económicos suficientes para cubrir el gasto para comprar agua envasada. En una de las viviendas no respondieron

dicha pregunta ya que dijeron no utilizar el agua de los tanques de la colonia para ninguna de las opciones mencionadas debido a que compran agua filtrada, la cual utilizan para todos los usos.

CUADRO N° 9.

¿Le da algún tipo de tratamiento al agua que llega de los tanques de la colonia a su vivienda?

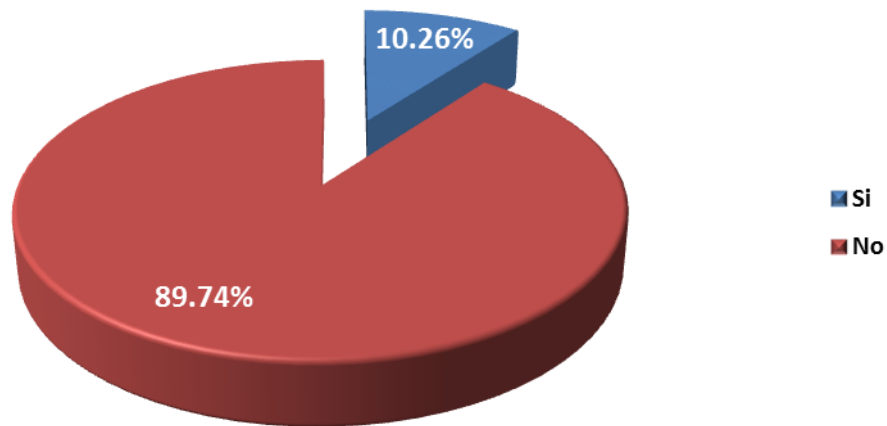
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	10.26
No	35	89.74
Total	39	100.00%

Fuente: Guía de Entrevista.

En 35 viviendas incluidas en el estudio, que corresponden al 89.74%, no le dan ningún tipo de tratamiento al agua que proviene de los tanques de la colonia La Pradera; mientras que sólo en 4 viviendas, pertenecientes al 10.26% si le dan tratamiento al agua que reciben de dichos tanques.

GRÁFICO N° 9.

¿Le da algún tipo de tratamiento al agua que llega de los tanques de la colonia a su vivienda?



Fuente: Cuadro N° 9.

En 35 de las viviendas en estudio no le dan ningún tipo de tratamiento al agua, ya que dijeron no utilizar dicha agua para beber ni en la preparación de alimentos. Por otra parte, sólo en 4 viviendas sus habitantes manifestaron que si le dan tratamiento al agua, para asegurarse que dicho líquido tenga una mejor calidad y por lo tanto utilizarla con mayor confianza para consumo humano.

CUADRO N° 10.

¿Qué tipo de tratamiento le da al agua?

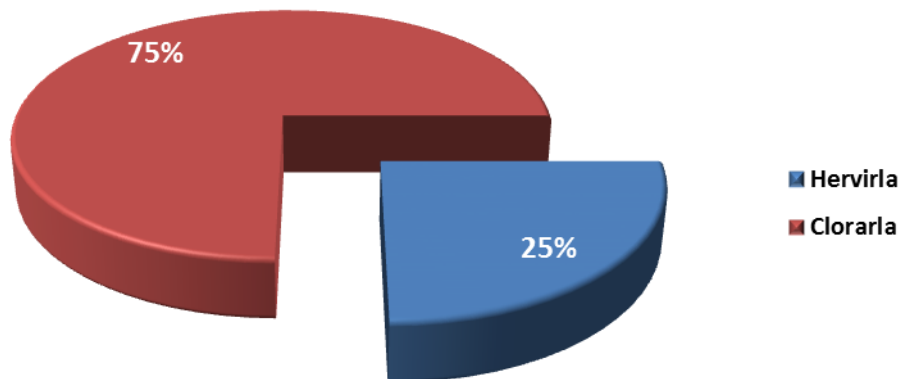
Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Hervirla	1	25.00
Clorarla	3	75.00
Filtrarla	0	0.00
Total	4	100.00%

Fuente: Guía de Entrevista.

En las 4 viviendas donde manifestaron que si le dan tratamiento al agua, un 25% que corresponde a 1 vivienda, utilizan el método de hervir el agua; mientras que el 75% restante que está constituido por 3 viviendas prefieren clorarla. En ninguna de las viviendas utilizan el método de filtración de agua.

GRÁFICO N° 10.

¿Qué tipo de tratamiento le da al agua?



Fuente: Cuadro N° 10.

En la mayor parte de las viviendas donde le dan tratamiento al agua, optan por el método de clorarla, puesto que consideran es sencillo, económico y práctico; los habitantes expresaron verbalmente que colocan unas cuantas gotas de cloro o lejía ya sea en la pila, en los barriles y en los recipientes donde almacenan el agua para tenerla lista para su posterior uso. Por otra parte, sólo en una de las viviendas manifestaron que prefieren hervirla, ya que consideran este método como más efectivo y confiable, pudiendo utilizar dicha agua con mayor confianza para beber y preparar alimentos.

5.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS.

Resultados de las muestras de agua analizadas de las viviendas en estudio con relación a los usos que le dan al agua proveniente de los tanques de la colonia.

Usos que se le da al agua	Resultados		TOTAL
	Con Crecimiento	Sin Crecimiento	
Beber	2	3	5
Aseo Personal	5	33	38
Oficios Domésticos	5	33	38
Riego de Jardín	5	33	38

El cuadro anterior presenta los resultados obtenidos de las muestras de agua que presentaron crecimiento bacteriano y las que no presentaron, con relación al uso que los habitantes de cada vivienda en estudio le dan al agua que proviene de los tanques de la Residencial La Pradera II del cantón El Jute de la ciudad de San Miguel, en el período de Julio a Septiembre de 2011.

Para la comprobación de hipótesis se utilizó la prueba Chi-cuadrado de Pearson, que es el más utilizado para realizar pruebas de hipótesis y se refieren a datos que se pueden presentar en una tabla, cuyas variables están medidas en opciones o cualidades.

El cálculo de Chi cuadrado cuenta con la opción alfa (α); este valor hace referencia al nivel de confianza que deseamos que tengan los cálculos de la prueba; en

este caso tiene un nivel de confianza del 95%, el valor de alfa es igual a 0.05, lo cual corresponde al complemento porcentual de la confianza.

Esta prueba es útil para comprobar la hipótesis mediante el nivel de significación, por lo que si el valor de la significación es mayor o igual que alfa (0.05), se acepta la hipótesis nula, pero si es menor se rechaza.

Resultados obtenidos en las pruebas realizadas.	
Chi Cuadrado	3.63
gl	4
Sig.	0.458

La prueba de independencia de Chi-cuadrado, parte de la hipótesis que las variables son independientes; es decir, que no existe ninguna relación entre ellas y por lo tanto ninguna ejerce influencia sobre la otra.

Para calcular el valor de significación, el Chi-cuadrado mide la diferencia global entre los recuentos observados y los recuentos esperados. Es decir los valores que esperaríamos obtener en caso de que la hipótesis de trabajo fuera cierta, o sea que las variables en estudio sean independientes. Entre mayor sea el valor de Chi-cuadrado, mayor será la diferencia entre los recuentos observados y esperados, lo que nos indica que mayor es la relación entre las variables. El valor de significación corresponde a la probabilidad de que una muestra aleatoria, extraída del Chi-cuadrado nos de cómo

resultado un valor inferior a 3.63; es decir, es la probabilidad que los datos de una muestra aleatoria extraída de las dos variables sean independientes.

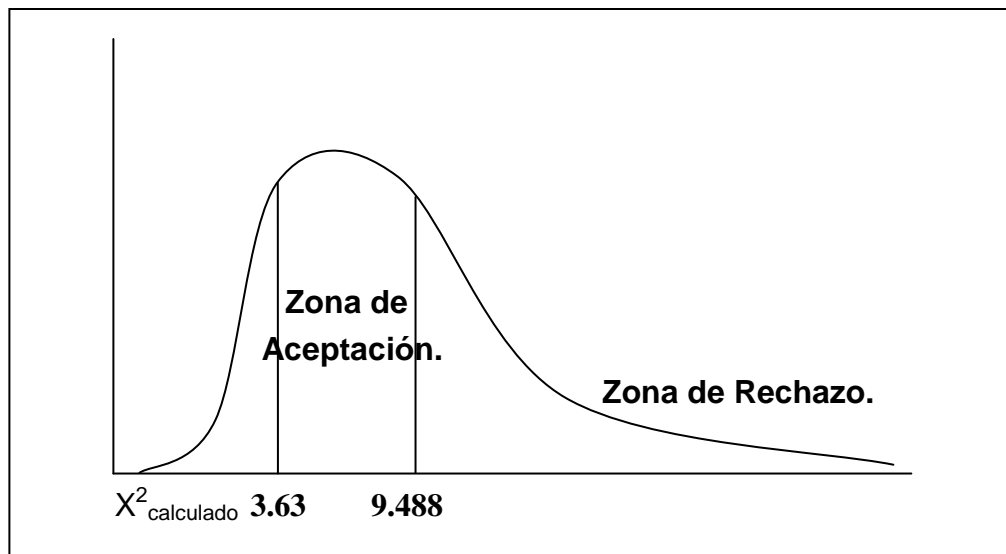
Regla de Decisión:

Es una regla simple la cual es una afirmación de las condiciones bajo las que se acepta la hipótesis nula.

Si $X^2_{\text{calculado}}$ es menor que el $X^2_{\text{teórico}}$ se acepta la hipótesis nula ya que cae en la zona de aceptación.

Si $X^2_{\text{calculado}}$ es mayor que el $X^2_{\text{teórico}}$ se rechaza la hipótesis nula, ya que cae en la zona de rechazo.

Gráfico Chi- cuadrado correspondiente a las muestras con crecimiento y sin crecimiento bacteriano con relación a los usos que se le da al agua proveniente de los tanques de la colonia.



Decisión estadística: dado que el valor calculado (3.63) es menor al valor teórico (9.488) entonces se dice que no existe relación entre las muestras que resultaron positivas y los usos que los habitantes de las viviendas en estudio le dan al agua que proviene de los tanques de la colonia (Ver Anexo N° 19).

Conclusión

De acuerdo al estadístico de prueba correspondiente a los usos que los habitantes de las viviendas en estudio le dan al agua proveniente de los tanques de la colonia, con relación al crecimiento bacteriano presentado en el estudio, se obtuvo un valor de 3.63 y al observar el valor teórico con un nivel de significancia del 5% y a 4 grados de libertad es de 9.488 se observa que el valor calculado cae en la zona de aceptación, dado que éste es menor que el teórico, por lo que aceptamos la hipótesis nula, la cual dice de la siguiente manera: *En el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro no se aíslan bacterias coliformes patógenas.*

CAPÍTULO VI:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES

Mediante el análisis de los resultados obtenidos en la Determinación de Bacterias Coliformes Patógenas en el Agua de Consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II del Cantón El Jute de la ciudad de San Miguel y viviendas aledañas a dicho Centro, se concluye lo siguiente:

- ✓ De las 42 muestras de agua analizadas utilizando el método de la Placa Petrifilm, en 1 de ellas se observó colonias de *Escherichia coli*, en 3 de éstas hubo crecimiento de Coliformes Totales, mientras que en 1 se observó ambos tipos de colonias, haciendo un total de 5 muestras con crecimiento bacteriano. Sin embargo, dicho crecimiento no fue significativo, ya que según los conteos validados por la AOAC (Sociedad Americana de Químicos Analistas) éstos deben ser de 49 colonias de *Escherichia coli* y 87 colonias de Coliformes Totales para considerar una muestra como positiva.

- ✓ De las 42 muestras de agua analizadas utilizando el método de la Placa Petrifilm para la identificación de *Escherichia coli* y Coliformes Totales, se determinó que no existe contaminación por bacterias coliformes en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho Centro. Comprobándose así la hipótesis nula planteada por el equipo de investigación

que dice: En el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho Centro no se aíslan bacterias coliformes patógenas.

- ✓ Al realizar la identificación de género de las 4 muestras que presentaron colonias de Coliformes Totales en la Placa Petrifilm, se aisló únicamente el género *Pseudomonas sp.* el cual es capaz de sobrevivir y multiplicarse en aguas tratadas, debido a que poseen una densa capa polisacárida capaz de proteger a la bacteria de las moléculas de cloro libre residual,⁷ sin embargo su crecimiento no es significativo según el método.

- ✓ Debido a que no hay una exposición directa de materia fecal con el agua de los pozos que llenan los tanques de la colonia La Pradera, no ha ocurrido infiltración de bacterias coliformes a través del agua del subsuelo que origine una contaminación de dicho líquido en el Centro Escolar y viviendas aledañas, sumado a que los tanques que abastecen el vital líquido, son lavados y clorados cada 6 meses.

- ✓ A pesar de la desconfianza que la población manifestó tener sobre la calidad del agua proveniente de los tanques de la colonia, la mayoría de los pobladores de

⁷ Edgar Orlando, Marchand Pajares. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand_p_e/anteced.htm

las viviendas no le dan ningún tipo de tratamiento al agua que reciben, por lo tanto no utilizan el agua para beber ni para la preparación de alimentos.

- ✓ Los usos que en la mayoría de las viviendas le dan al agua que proviene de los tanques de la colonia son para el aseo personal y la realización de los oficios domésticos.

- ✓ Según el estudio bacteriológico realizado en el agua de la colonia La Pradera, ésta cumple con los requisitos establecidos por la OMS (Organización Mundial de la Salud) en el reglamento sobre vigilancia de calidad del agua para consumo humano, sin embargo se desconoce la existencia de metales pesados o sustancias tóxicas que pueden afectar la salud de los habitantes de la comunidad, ya que el presente estudio fue netamente bacteriológico.

- ✓ Hasta el mes de septiembre que se terminó de realizar el presente estudio, podemos asegurar que en el agua de consumo del Centro Escolar Residencial La Pradera II y viviendas aledañas a dicho centro, no existe contaminación por bacterias coliformes patógenas.

- ✓ De las 89 viviendas existentes en una cuadra alrededor del Centro Escolar, sólo 39 fueron muestreadas, debido a que el resto de las viviendas se encontraban deshabitadas o cerradas.

- ✓ Algunas personas no permitieron el acceso a sus viviendas, debido a la desconfianza por la delincuencia que impera en la zona.

6.2 RECOMENDACIONES.

Según lo descrito anteriormente, el agua de consumo tanto del Centro Escolar Residencial La Pradera II como de las viviendas aledañas a dicho centro, no presenta contaminación por bacterias coliformes patógenas, por lo que se recomienda lo siguiente:

- ✓ A la Unidad de Salud de la Colonia Carrillo en coordinación con el Ministerio de Salud, para que mantengan un programa de vigilancia sobre la calidad bacteriológica del agua de la comunidad cada cierto tiempo.
- ✓ Motivar a los habitantes de la comunidad a desinfectar el agua proveniente de los tanques de la colonia, hirviéndola cuando ésta sea utilizada para beber o en la preparación de alimentos.
- ✓ Que en estudios posteriores se investigue la presencia de metales pesados en el agua de la comunidad, ya que ésta investigación únicamente fue enfocada a la presencia de bacterias coliformes.
- ✓ Que en investigaciones futuras se realice la determinación de levaduras en el agua de la comunidad, por ser de los microorganismos capaces de ejercer una acción inhibitoria en el crecimiento del grupo coliforme.

- ✓ A los estudiantes de Laboratorio Clínico, para que se interesen por realizar estudios microbiológicos en otras comunidades que pueden estar afectadas con la presencia de bacterias coliformes en el agua de sus pozos.

- ✓ A la Universidad, que apoye en todos los proyectos planteados por los estudiantes.

- ✓ A la Defensoría del Consumidor, para que en coordinación con la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), puedan llevar el servicio de agua potable a toda la colonia, ya que el servicio que reciben actualmente a través de los tanques es muy limitado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

✓ LIBROS.

MORETO, V.F; MARQUEZ, S.R; OLMOS, R.R. El Agua en el Medio Ambiente. Muestreo y Análisis. 1ª Edición, México D.F. Editorial Plaza y Valdés, 2003, 213 Págs.

PRIETO BOLIVAR, Carlos Jaime. El Agua: sus Formas, Efectos, Abastecimientos, Usos, Daños, Control y Conservación. 2ª Edición, Bogotá, Colombia. Ecoe Ediciones, 2004, 380 Págs.

SHAM F. Daniel; FORBES, Betty. Diagnóstico Microbiológico. 12ª Edición, Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana S.A, 2009, 1026 Págs.

SPICER W. John. Microbiología Clínica y Enfermedades Infecciosas. 2ª Edición, Barcelona, España. Editorial Elsevier, 2009, 251 Págs.

RUIZ, Vicente Ausina; MORENO GUILLÉN, Santiago. Tratado SEIMC de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. 2ª Edición, Madrid, España. Editorial Médica Panamericana S.A, 2006, 1597 Págs.

GAMAZO, C.; LÓPEZ – GOÑI, I.; DIAZ, R. Manual Práctico de Microbiología. 3ª Edición, España. Editorial Masson, 2005, 235 Págs.

STRUTHERS, J. Keith; WESTRAN, Roger. Bacteriología Clínica. 1ª Edición, Barcelona, España. Editorial Masson, 2005. 459 Págs.

MAC FADDIN, Jean. Pruebas Bioquímicas para la identificación de Bacterias de Importancia Clínica. 3ª Edición, Argentina. Editorial Médica Panamericana S.A, 2003, 850 Págs.

RODRÍGUEZ CAVALLINI y Otros. Bacteriología General. Principios y Prácticas de Laboratorio. 1ª Edición, Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica, 2005, 475 Págs.

ROMERO CABELLO, Raúl; HERRERA BENAVENTE, Israel. Síndrome Diarreico Infeccioso. 1ª Edición, México D.F. Editorial Médica Panamericana S.A., 2002, 682 Págs.

ICART ISERN, María Teresa y Otros. Elaboración de un Protocolo de Investigación y una Tesina. 2ª Edición, España. Editorial Universidad de Barcelona, 2006, 154 Págs.

MÉNDEZ RODRÍGUEZ, Alejandro; ASTUDILLO MOYA, Marcela. La Investigación en la Era de la Información. Guía para Realizar Bibliografías y Fichas de Trabajo. 1ª Edición, México D.F. Editorial Trillas S.A de C.V, 2008, 181 Págs.

NAMAKFOROOSH, Mohammad Naghi. Metodología de la Investigación. 2ª Edición, México. Editorial Limusa Noriega, 2005, 525 Págs.

✓ **MANUALES.**

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Programa de mejoramiento de la capacidad de los laboratorios de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. 47ª.Edición. Cincinnati, Ohio, Estados Unidos, 2000.

PIZA TEXEIRA, Paulo Fernando. Manual sobre Vigilancia Ambiental. Volumen IV No. 12 OPS. Washington D.C. Manuales Operativos Paltex Editores. 1996, 104 Págs.

✓ **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS.**

MANOSALVA GUALDRÓN, Silvia Paola. Generalidades del Agua. (Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Generalidades-Del-Agua/661940.html>.) Consultado el: 09 de Marzo de 2011. 7:38 p.m.

Generalidades sobre el agua. Propiedades químico- físicas. (Disponible en: <http://www.neocorpwater.com/generalidades-sobre-el-agua-propiedades-fisicas-y-quimicas.html>.) Consultado el: 11 de Marzo de 2011. 10:35 p.m.

MORIN, Bernarda. El Ciclo del Agua. (Disponible en: <http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html>.) Consultado el: 26 de Marzo de 2011. 9:15 a.m

ALMIRÓN, Elodia. El agua como elemento vital en el desarrollo del hombre. (Disponible en: http://www.observatoriomercosur.org.uy/libro/el_agua_como_elemento_vital_en_el_desarrollo_del_hombre_17.php#autor.) Consultado el: 2 de Abril de 2011. 9:54 a.m.

VARAS, Antonio. La guerra del agua dulce. (Disponible en: <http://www.mapuche.info/fakta/austral031222.html>.) Consultado el: 10 de Abril de 2011. 11:24 a.m.

Servicio Hidrológico Nacional. Informe de calidad de agua de los ríos en El Salvador. (Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/ver/hidrologia/monitoreo+hidrologico/calidad+de+agua/calidad+de+agua+2010/>) Consultado el: 19 de Mayo de 2011. 8:50 p.m.

Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano. (Disponible en: <http://www.pnuma.org/reclnat/esp/documentos/cap5.pdf>.) Consultado el: 21 de Mayo de 2011. 8:40 a.m.

FÉLIX FUENTES, A., CAMPAS BAYPOLI, O, N., AGUILAR APODACA, G. Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano. (Disponible en: http://www.respyn.uanl.mx/viii/3/articulos/calidad_de_agua.htm.) Consultado el: 3 de Junio de 2011. 12:35 a.m.

SAENZ PEÑA, Chaco. Mecanismos de adhesión del *Escherichia coli* enteropatógeno a la célula intestinal. (Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/bacterias/ecoliep/ecoliepe.htm#Introducci%C3%B3n>.) Consultado el: 13 de Junio de 2011. 11:12 p.m.

Shigella. (Disponible en: <http://www.bvsops.org.uy/pdf/shigella.pdf>.) Consultado el: 25 de Junio de 2011. 10:45 p.m.

El proceso de investigación: hipótesis y operacionalización de variables. (Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/hipotesis-y-operacionalizacion-de-variables.html>.) Consultado el: 29 de Junio de 2011. 11:50 p.m.

ANEXOS

ANEXO N° 1.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN EL PROCESO DE GRADUACIÓN
CICLO I Y II AÑO 2011.**

MESES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DIC.									
SEMANAS	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								
ACTIVIDADES																																														
1. Reuniones generales con la coord. del proceso de graduación.	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X															
2. Inscripción del proceso de graduación.				X																																										
3. Elaboración del perfil de investigación.				X	X	X	X	X																																						
4. Entrega del perfil de investigación.*								X																																						
5. Elaboración del protocolo de investigación.									X	X	X	X	X	X	X	X																														
6. Entrega del protocolo de investigación.*																	X																													
7. Ejecución de la investigación.																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																		
8. Tabulación, análisis e interpretación de los datos.																													X	X																
9. Redacción del informe final.																															X	X														
10. Entrega del informe final.																																	X	X												
11. Exposición de resultados.																																							X	X	X					

ANEXO N° 2.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ESPECÍFICO A REALIZAR EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES PATÓGENAS EN EL AGUA DE CONSUMO DEL CENTRO ESCOLAR RESIDENCIAL LA PRADERA II DEL CANTON EL JUTE DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL Y VIVIENDAS ALEDAÑAS A DICHO CENTRO DURANTE EL PERIODO DE JULIO A SEPTIEMBRE DE 2011.

MESES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE							
SEMANAS	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				
ACTIVIDADES																																								
1. Inscripción del proceso de graduación.				X																																				
2. Reuniones con docente director y asesores.	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
3. Elaboración del perfil de investigación.				X	X	X	X	X																																
4. Elaboración del protocolo de investigación.									X	X	X	X	X	X	X	X																								
5. Reconocimiento de La comunidad.																X																								
6. Ejecución del protocolo de investigación.																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
7. Recolección de las muestras.																				X																				
8. Procesamiento de las muestras.																				X																				
9. Tabulación, análisis e interpretación de los datos.																									X	X														
10. Elaboración de conclusiones y recomendaciones.																												X	X											
11. Elaboración del informe final.																															X	X								
12. Presentación del informe final.																																	X							
13. Exposición oral de resultados.																																		X	X					

ANEXO N° 3.

Ciclo del Agua.

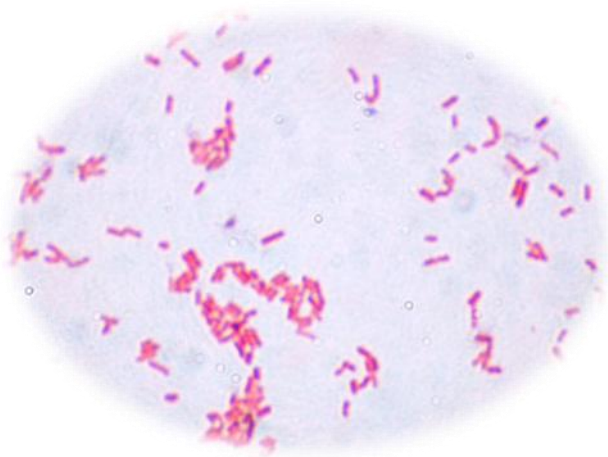


El ciclo hidrológico comienza con la evaporación del agua desde la superficie del océano. A medida que se eleva, el aire humedecido se enfría y el vapor se transforma en agua: es la condensación. Las gotas se juntan y forman una nube. Luego, caen por su propio peso: es la precipitación. Si en la atmósfera hace mucho frío, el agua cae como nieve o granizo. Si es más cálida, caerán gotas de lluvia.

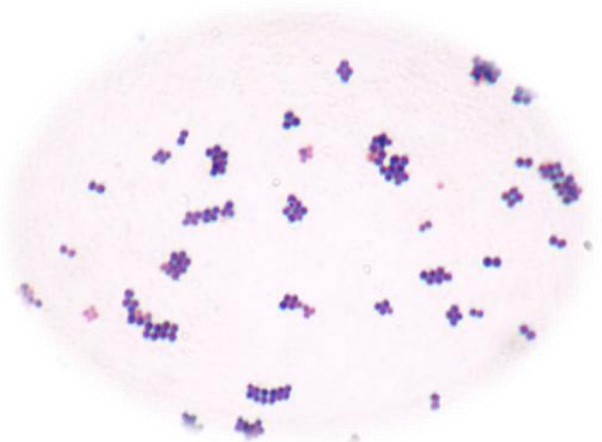
Una parte del agua que llega a la superficie terrestre será aprovechada por los seres vivos; otra escurrirá por el terreno hasta llegar a un río, un lago o el océano. A este fenómeno se le conoce como escorrentía. Otro porcentaje del agua se filtrará a través del suelo, formando capas de agua subterránea, conocidas como acuíferos. Este proceso es la percolación. Tarde o temprano, toda esta agua volverá nuevamente a la atmósfera, debido principalmente a la evaporación.

ANEXO N° 4.

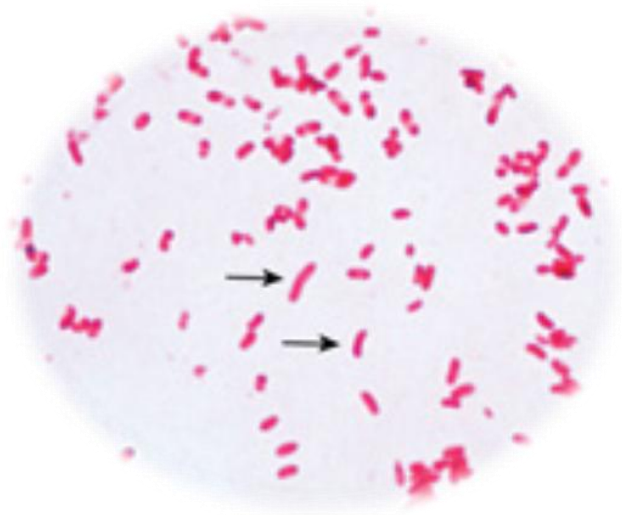
Clasificación de las bacterias según su morfología.



Bacilos



Cocos



Vibrios.

Observe las diferentes morfologías de bacterias que pueden encontrarse en el agua contaminada.

ANEXO N° 5.

Hoja de resultados obtenidos según el crecimiento bacteriano en las Placas Petrifilm.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLINICO

HOJA DE RESULTADOS.

SEGÚN EL CRECIMIENTO BACTERIANO EN LA PLACAS PETRIFILM.

FECHA:

N° DE MX.	CONTEO DE <i>ESCHERICHIA COLI</i>		CONTEO DE COLIFORMES TOTALES	
	24 HORAS	48 HORAS	24 HORAS	48 HORAS

ANEXO N° 6.

Hoja de resultados obtenidos en Agar MacConkey.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLINICO

HOJA DE RESULTADOS.

CRECIMIENTO BACTERIANO EN AGAR MACCONKEY.

FECHA:

N° DE MX.	CARACTERISTICAS DE LAS COLONIAS		
	COLOR	FORMA	TAMAÑO

ANEXO N° 7.

Hoja de resultados de las pruebas bioquímicas.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLINICO

HOJA DE RESULTADOS.
PRUEBAS BIOQUÍMICAS.

FECHA:

N° DE MX.	REACCIONES BIOQUIMICAS								
	TSI			CITRATO	MOV.	INDOL	UREA	RM	ESPECIE BACTERIANA
	MEDIO	CO ₂	SH ₂						

ANEXO N° 8.

Entrevista realizada a los habitantes de las viviendas.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLINICO

GUIA DE ENTREVISTA.

1- Edad:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| a) Menor de 18 años _____ | b) Entre 18 y 25 años _____ |
| c) Entre 26 y 33 años _____ | d) Entre 34 y 41 años _____ |
| e) Entre 42 y 50 años _____ | f) Mayor de 50 años _____ |

2- ¿Cuánto tiempo tiene de residir en la comunidad?

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| a) Menos de 1 mes _____ | b) Entre 1 y 6 mese _____ |
| c) Entre 6 meses y 1 año _____ | d) Entre 1 y 3 años _____ |
| e) Más de 3 años _____ | |

3- ¿Utiliza el agua que proviene de los tanques comunales?

Sí _____ No _____

¿Porqué? _____

4- Si su respuesta es no, ¿Cuál es la fuente de abastecimiento de agua que utiliza?

5- ¿Cuáles son los usos que le da al agua proveniente de los tanques comunales?

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| a) Beber _____ | b) Aseo Personal _____ |
| c) Oficios Domésticos _____ | d) Riego de jardín _____ |

6- ¿Le da algún tipo de tratamiento al agua del tanque comunal que consume?

Sí _____ No _____

¿Porqué? _____

7- Si su respuesta es afirmativa, ¿qué tipo de tratamiento le da al agua?

- | | |
|--------------------|-------------------|
| a) Hervirla _____ | b) Clorarla _____ |
| c) Filtrarla _____ | |

Estudiantes del equipo investigador realizando la guía de entrevista a los habitantes de las viviendas aledañas al Centro Escolar Residencial La Pradera II.



ANEXO N° 9.

Formulario para la toma de muestra.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CARRERA DE LABORATORIO CLINICO

FORMULARIO DE TOMA DE MUESTRA.

FECHA DE RECOLECCIÓN: _____

N° DE MX.	HORA DE RECOLECCIÓN		N° DE VIVIENDA	VIVIENDA MUESTREADA		LIMITANTES
	HRS	MIN		SI	NO	

ANEXO N° 10.

Placa Petrifilm.



Método utilizado por el equipo investigador para realizar el conteo de colonias *Escherichia coli* y Coliformes Totales.



Ejemplo de como se observa la positividad de colonias tanto de *Escherichia coli* (color azul) como de Coliformes Totales (color rojo) en Placa Petrifilm.

ANEXO N° 11.

Materiales utilizados para la toma de las muestras de agua.



Los materiales que se utilizaron para la toma de las muestras de agua fueron:

- ✓ Algodón
- ✓ Alcohol
- ✓ Pinzas metálicas para sostener la torunda de algodón con alcohol.
- ✓ Tirro y marcador permanente para rotular las muestras.
- ✓ Frascos de plástico con tapadera de rosca para recolectar las muestras de agua.
- ✓ Hielera para trasladar las muestras de agua al laboratorio.

ANEXO N° 12.

Proceso de la toma de muestra.



Primero se flameó el chorro con ayuda de una torunda algodón empapado con alcohol, con el objetivo de eliminar las bacterias que pudieran estar presentes en la boca del chorro.

Luego se dejó correr el agua por unos segundos para que saliera el agua que podría estar estancada en la tubería. Posteriormente se recolectó la muestra en frascos de plástico estériles, herméticamente sellados.



Seguidamente se rotularon los frascos con la siguiente información: N° de la muestra, N° de vivienda y hora de recolección de la muestra, luego se colocaron en hielera para transportarlas al laboratorio de Microbiología del departamento de Biología de la Universidad de El Salvador.



ANEXO N° 13.

Proceso de la inoculación de Placa Petrifilm.



En el laboratorio de Microbiología, primero se agitó el frasco, luego se destapó y con la ayuda de una pipeta automatizada de 1 ml se tomó dicha cantidad de muestra para ser colocada en la Placa Petrifilm.



Se colocó la pipeta en forma vertical sobre la Placa Petrifilm, luego se inoculó la muestra de agua en el centro de la placa y posteriormente se bajó la película de plástico transparente que trae dicha placa para cubrirla, evitando la formación de burbujas. Cuando se inoculó todas las placas se llevaron a incubación durante 24 horas a 37°C.

ANEXO N° 14.

Lectura de Placas Petrifilm inoculadas.



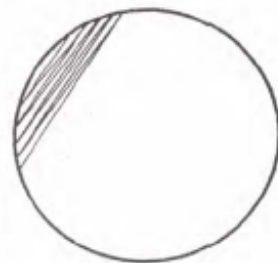
Placas que no presentaron crecimiento bacteriano.



Nótese las colonias de color azul que pertenecen a *Escherichia coli*, y las colonias de color rosado correspondientes a Coliformes Totales.

ANEXO N° 15.

Siembra de placas de Agar MacConkey por método de estrías.



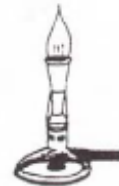
1. Con asa o hisopo estéril, estriar inóculo original de aproximadamente 0.5 cm., en el borde de la caja de Petri.



2. Flamear primera vez al terminar el inóculo original.



3. Segunda estría cruzada, debe tocar ligeramente el inóculo original.



4. Flamear segunda vez al terminar la segunda estría.



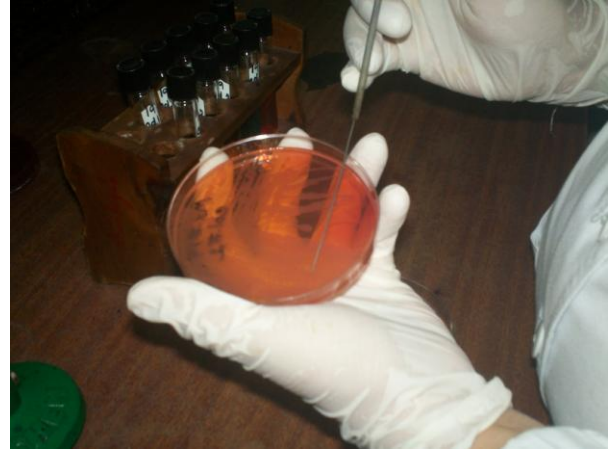
5. Tercera estría. Debe tocar ligeramente la segunda estría, y cubrir toda la superficie libre del medio sin tocar al final el inóculo original.

ANEXO N° 16.

Siembra de pruebas bioquímicas.



Esterilización del asa bacteriológica



Se tomaron las colonias aisladas



Se inoculó cada prueba bioquímica con el tipo de asa correspondiente, luego se incubó durante 24 horas a 37°C. Después de 24 horas de incubación se hizo la lectura de los resultados.

ANEXO N° 17.

Lectura de pruebas bioquímicas.



Pruebas bioquímicas antes de ser inoculadas.



Pruebas bioquímicas a las 24 horas de incubación a 37°C, obsérvese que han ocurrido cambios bioquímicos que en algunos medios se manifiesta por el viraje de color, luego se comparan las características con la tabla para la identificación respectiva de las Enterobacterias y se identifica el género.

ANEXO N° 18.

Tabla para la identificación de género y especie de Enterobacterias.

MICROORGANISMOS	TSI		REACCIONES TÍPICAS DE DIVERSOS ORGANISMOS EN MEDIOS DIFERENTES												
	BISEL	PRO F	SH ₂	INDOL	URE A	VP	RM	MOV	CIT	FENIL	PIGMENTO	OXIDA	ESCULIN	OPTOCH	CATALA
<i>ESCHERICHIA COLI</i>	A	AG	-	+	-	-	+	+/-	-	-	Amarillo	-	D	-	+
<i>CITROBACTER DIVERSUS</i>	A	AG	-	+/-	D	-	+	+/-	+	-	Amarillo	-	D		+
<i>CITROBACTER FREUNDI</i>	A	AG	+	-	D	-	+	+	+	-	Amarillo	-	D		+
<i>KLEBSIELLA PNEUMONIAE</i>	N/A	AG-A	-	-	+40H	+	-	-	+	-	Amarillo				+
<i>" RHINOSOLEROMATA TIC</i>	N	AG-A	-	-	D		+	-	D	-	Amarillo				+
<i>ENTEROBACTER AEROGENES</i>	A	AG	-	-	-	-	+	-	+	-	Amarillo				+
<i>ENTEROBACTER CLOACAE</i>	A	AG	-	-	+	+	-	+	+	-	Amarillo				+
<i>HAFNIA ALVEL</i>	N/A	AG	-	-	-	+	-	+	+	-	Amarillo		-		+
<i>SERRATIA MERCESCENS</i>	N/A	AG	-	-	-		-	+	+	-	Rojo	-	-		+
<i>PROTEUS VULGARIS</i>	N	A	+	+	+	-	+	+	+D	+	Amarillo		D		+
<i>PROTEUS MIRABILIS</i>	N	AG	+	-	+	-/+	+	+	+D	+	Oscuro		-		+
<i>MORGANELLA MORGANIS</i>	N	A	-	+	+	-	+	+	-	+	Amarillo		-		+
<i>PROVIDENSE REGERI</i>	N	A/AG	-	+	+	-	+	+	+	+	Amarillo		+		+
<i>PROVIDENSE ESTARTIL (2)</i>	N	AG	-	+	-	-	+	+	+	+	Amarillo				
<i>PROVIDENSE ALKALIFACIENS</i>	N	A	-	+	-	-	+	+	+	+	Amarillo				
<i>SHIGELLA A.B.C.</i>	N	A	-	+/-	-	-	+	-	-	-	Amarillo				D
<i>SHIGELLA SONNEI</i>	N	A	-	-	-	-	+				Amarillo				-
<i>SALMONELLA TYPHI</i>	N	A	+	-	-	-	+	+	-	-	Amarillo				-
<i>YERSINIA ENTEROCOLITICA</i>	N	A	-	+/-	+/-	-	+	-	-	-	Amarillo				
<i>SALMONELLA ARIZONA</i>	N	A	+	-	-	-	+	+	+	-	Oscuro				
<i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	A	A	-							-	Dorado	-		-	+
<i>STAPHYLOCOCCUS ALBUS</i>	A	A	-							-	Blanco	-	-	-	+
<i>STREPTOCOCCUS BETA A₁₋₄</i>	A	A	-								Gris	-	-	-	-
<i>STREPTOCOCCUS GRUPO AD₁₋₄</i>	A	A	-	-	-	-					Verdoso	-	+	-	-
<i>STREPTOCOCCUS PNEUMONIAE</i>	-	-	-								Oscuro	-	-	+	-
<i>PSEUDOMONA AERUGINOSA</i>	N	N	-	-	-	-	-	+	+	-	Verde	+	-	-	
<i>ACINETOBACTER CALCOUCCETICUS</i>	N	N	-	-	-	-	-	-	+	-		-	-	-	
<i>NEISSERIA GONORREAE</i>											Blanco	+	-	-	
<i>NEISSERIA MENINGITIDIS</i>											Blanco	+	-	-	

ANEXO N° 19.

Tabla para calcular el valor teórico a partir de los grados de libertad en la prueba de hipótesis con el método Chi cuadrado de Pearson.

V	0,005	0,01	0,025	0,05	0,95	0,975	0,99	0,995
1	0,00003935	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278