



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

**“AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES
Y COLIFORMES FECALES, DE AGUAS DE LA QUEBRADA
CORRIENTILLO DEL CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCCHA
(IQUITOS, PERÚ)”**

T E S I S

Para optar el título profesional de

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Presentado por

LUZ MARICRUZ VARGAS PEÑA

Bachiller en Gestión Ambiental

IQUITOS, PERÚ

2016



UNAP

**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN GESTIÓN AMBIENTAL**

ACTA DE SUSTENTACIÓN



En Iquitos, a los 24 días del mes de AGOSTO del dos mil quince, a horas 12:00 M. el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional, intergrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

Ing. JORGE AGUSTÍN FLORES MALAVERRY	PRESIDENTE
Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.	MIEMBRO
Ing. EMILIO DÍAZ SANGAMA, M.Sc.	MIEMBRO

Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, para escuchar la sustentación de la Tesis titulada: "AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES, DE AGUAS DE LA QUEBRADA CORRIENTILLO DEL CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCOCHA (IQUITOS, PERÚ)", presentado por la Bachiller en Gestión Ambiental LUZ MARICRUZ VARGAS PEÑA, para optar el Título Profesional de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

La Tesis ha sido APROBADA POR MAJORIA

Siendo las 1:30 P.M. se dio por terminado el acto FELICITANDO a la sustentante por su trabajo.


Ing. JORGE AGUSTÍN FLORES MALAVERRY
Presidente


Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.
Miembro


Ing. EMILIO DIAZ SANGAMA, M.Sc.
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Tesis aprobada en sustentación pública el día 24 del mes de Agosto del 2015, por el Jurado nombrado por la Dirección de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

JURADOS:

Ing. JORGE AGUSTÍN FLORES MALAVERRY
Presidente

Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.
Miembro

Ing. EMILIO DIAZ SANGAMA, M.Sc.
Miembro

Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
Asesor

Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Decano



DEDICATORIA

Todo el tiempo, esfuerzo y entusiasmo depositados en este trabajo se lo dedico a mis padres, **Weider Vargas Gonzales y Robertina Peña Ruiz** quienes hicieron grandes esfuerzos para ofrecerme un mañana mejor, apoyándome incondicionalmente, para llegar con éxito a la culminación de esta etapa en la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que fueron partícipes en este proyecto:

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por haberme brindado la oportunidad de superación y aprendizaje, y el aporte a nuestra formación integral.

A todos los docentes quienes con su orientación y enseñanzas tuvieron un importante grado de participación necesaria para desempeñarnos mejor en la vida profesional y laboral.

Al docente de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos Mgr. De la Facultad de Ciencias Biológicas por permitirme la ejecución de este proyecto en la Institución mencionada y por brindarme todas las facilidades posibles.

A mis hermanos Rocio del Pilar, Keila Melissa, Wilber Alexander, y a dos personas muy importante en mi vida, Grecia García Villacorta y Kill Derby Cuchca Tihuay que me brindaron su comprensión y apoyo constante, a lo largo de todo este proceso, que me ha permitido alcanzar esta meta personal y profesional.

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCION	08
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES	10
1.1.1 Descripción del Problema	10
1.1.2 Hipótesis	11
1.1.3 Identificación de las variables.....	11
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.2.1 Objetivo generales.....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	13
CAPITULO II. METODOLOGIA	14
2.1 MATERIALES.....	14
2.1.1 Muestras.....	14
2.1.2 Materiales de Laboratorio.....	14
2.2 MÉTODOS.....	16
2.2.1 Tipo y diseño de la Investigación.....	16
2.2.2 Estadística a emplear.....	16
2.2.3 Selección del área o ámbito de estudio.....	16
2.2.4 Población y Muestra.....	17
2.2.5 Diseño Muestral.....	17
2.2.6 Procesamiento y análisis de la muestra.....	18
CAPITULO III. REVISIÓN DE LITERATURA	20
3.1 MARCO TEORICO.....	20
3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	25
CAPITULO IV. ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	28
4.1 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES TOTALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DE CORRIENTILLO EN EL CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCOCHA MARGEN DERECHO	38
4.2 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES FECALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DE “CORRIENTILLO” EN EL CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCOCHA MARGEN DERECHO	39

4.3 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES TOTALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA CORRIENTILLO MARGEN IZQUIERDO.....	41
4.4 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES FECALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA CORRIENTILLO MARGEN IZQUIERDO.....	42
CAPITULO V. DISCUSIÓN	44
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
6.1 CONCLUSIONES.....	47
6.2 RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS.....	52

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01: Nivel de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de Corrientillo del centro poblado de Zungarococha (margen derecho).....	29
Cuadro 02: Nivel de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de Corrientillo del centro poblado de Zungarococha (margen izquierdo).....	31
Cuadro 03: Porcentaje de coliformes totales y coliformes fecales de las muestras de aguas de la quebrada Corrientillo del centro poblado de Zungarococha. (margen derecho).....	33
Cuadro 04: Porcentaje de coliformes totales y coliformes fecales de las muestras de agua de la quebrada corrientillo del centro poblado de Zungarococha (margen izquierdo)	35
Cuadro 05: Porcentaje total de coliformes totales y coliformes fecales de las muestras de aguas de la quebrada Corrientillo. (margen derecho – margen izquierdo).....	37
Cuadro 06: Análisis de varianza del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las Aguas de la quebrada Corrientillo Margen derecho	38
Cuadro 07: Prueba de Tuckey del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen derecho.....	39
Cuadro 08: Análisis de varianza del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen derecho.....	40
Cuadro 09: Prueba de Tuckey del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las Aguas de la quebrada Corrientillo margen derecho	40
Cuadro 10: Análisis de Varianza nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo	41
Cuadro 11: Prueba de Tuckey del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo	42
Cuadro 12: Análisis de Varianza nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo	43
Cuadro 13: Prueba de Tuckey del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo	43

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los elementos más valiosos que nos brinda la naturaleza y es imprescindible para la vida y el bienestar del hombre y de su calidad depende el estado de salud de los que la consumen. Es importante entonces, que el agua que consume el hombre, reúna las condiciones sanitarias óptimas que garanticen su buen estado de salud (Ángeles, 2000)

El Perú es un país que en sus tres regiones geográficas (Costa, Sierra y Selva), tiene una carencia de servicio de agua potable, a pesar que la Selva alberga una gran diversidad de cuerpos de agua conformado por ríos, quebradas, cochas y lagos; sin embargo, se cuenta con muy poco agua que esté disponible para el consumo humano; razón por la cual, tanto en las zonas urbanas como rurales, las familias se ven en la necesidad de construir pozos que muchas veces no cuentan con los criterios técnicos sanitarios adecuados; ya que, en la generalidad de los casos se observa que estos pozos son construidos en las partes bajas por lo que son fácilmente contaminados con desechos orgánicos que se encuentran en el suelo y que contienen no sólo microorganismos saprófitos, sino también patógenos intestinales procedentes de heces humanas y de animales. (Hurtado, 2007)

El agua de consumo humano ha sido definida en las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud- OMS (OMS, 1985) como “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual incluida la higiene personal”. El agua no debe presentar ningún tipo de contaminación que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana (Marchand, 2002).

En numerosas ocasiones el agua que llega a las viviendas de muchas comunidades rurales proviene de manantiales, ríos, arroyos, ojos de agua y pozos artesianos y rústicos expuestas muchas veces a la contaminación debidas a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánica. (Bardales, 1979).

Asimismo, las materias fecales del hombre y de los animales contienen una gran variedad de microorganismos entero patógenos como *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shiguella*, *Persona*, *Aeromonas*, *Pastúrela*, *Francisella*, *Leptospira*, *Vibrio*, protozoarios y varios grupos de virus. Cuando estos microorganismos son descargados en aguas naturales, su presencia denota contaminación fecal y constituyen un riesgo de trasmisión de enfermedades para la población humana. (Paz, 2003), estos microorganismos son causantes de enfermedades de origen hídrico, que generan altos porcentajes de morbi – mortalidad en la población lo que podría estar ocasionando la contaminación de las mismas con microorganismos patógenos que estarían poniendo en peligro la salud no sólo de los pobladores de la zona, sino también de sus visitantes. (Ministerio de Salud, 2009)

Así estos agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial en la salud pública, debido a que producen una serie de enfermedades gastrointestinales como la diarrea, todo ello demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua. (Marchand, 2002)

Debido a estos antecedentes se consideró de urgencia aislar e identificar coliformes totales y coliformes fecales de las aguas de la quebrada de corrientillo del centro poblado de Zungarococha, y determinar si existe contaminación, de acuerdo a los valores de referencia establecidos en la Ley General de aguas; para poder orientar a la población de su uso adecuado.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.1.1 Descripción del Problema

El centro poblado de Zungarococha, con una población en constante de crecimiento, el uso de sus fuentes de aguas naturales se ha visto compartido no solo con un mayor número de pobladores, sino también por los visitantes, quienes en busca de esparcimiento, por el sofocante calor de nuestro trópico nadan en sus ríos, cochas y quebradas, y los pobladores que viven en la periferia utilizan para sus uso doméstico.

Estas cochas y quebradas reciben sus aguas no solo de manantiales y aguajales sino también de la precipitación pluvial, que arrastra consigo los desechos de la población de estos caseríos y algunas granjas de animales aledañas, en el caso de los residuos domésticos, la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal. (Hurtado, 2007)

Asimismo de acuerdo con información verbal proporcionada por el Teniente Gobernador de la comunidad, no existen estudios para determinar la calidad bacteriológica del agua de esta quebrada, y el Ministerio de Salud de Loreto, reporto 4170 casos de diarreas acuosas en una población de menos de un año a 61 años de edad, (Ministerio de Salud, 2009), muchas veces relacionadas a enfermedades gastrointestinales, las cuales se encuentran relacionadas con el abasto y la calidad del agua para consumo humano y recreacional.

Como resulta difícil determinar los agentes causales de las distintas enfermedades ocasionadas por el uso de aguas contaminadas, el ICMSF (Comité Internacional de Especificaciones Microbiológicas de Alimento).2000, ha establecido indicadores de contaminación microbiológica como el grupo coliformes, cuya presencia en determinado número estaría determinando el riesgo sanitario; por lo que se plantea la siguiente interrogante:

¿Será el aislamiento e identificación mecanismos suficientes para determinar la presencia o ausencia de coliformes fecales en las aguas de la quebrada Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha?

1.1.2 Hipótesis

El aislamiento e identificación son suficientes mecanismos para determinar la presencia o ausencia de coniformes totales y fecales en aguas de la quebrada corrientillo del centro poblado de Zungarococha, que son usadas por los pobladores y visitantes.

1.1.3 Identificación de las variables

X_1 = Puntos de muestreo de la quebrada Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha.

Indicadores

$X_{1,1}$ = Punto de muestreo 1

$X_{1,2}$ = Punto de muestreo 2

$X_{1,3}$ = Punto de muestreo 3

$X_{1,4}$ = Punto de muestreo 4

$X_{1,5}$ = Punto de muestreo 5

$X_{1,6}$ = Punto de Muestreo 6

$X_{1,7}$ = Punto de Muestreo 7

$X_{1,8}$ = Punto de Muestreo 8

$X_{1,9}$ = Punto de Muestreo 9

$X_{1,10}$ = Punto de Muestreo 10

Y_1 = Contaminación Bacteriológica:

$Y_{1,1}$ = Contaminación Bacteriológica con coliformes totales.

$Y_{1,2}$ = margen derecho

$Y_{1,3}$ = margen izquierdo

$Y_{1,4}$ = Contaminación Bacteriológicas con coliformes Fecales

$Y_{1,5}$ = margen derecho

$Y_{1,6}$ = margen izquierdo

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

- Aislar e Identificar coliformes totales y coliformes fecales para determinar su presencia o ausencia en aguas de la quebrada Corrientillo, del centro poblado de Zungarococha, de acuerdo a los valores de referencia establecidos en la Ley General de aguas; para poder orientar a la población de su uso adecuado.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aislar coliformes totales y coliformes fecales para determinar su presencia o ausencia en aguas de la quebrada Corrientillo, del centro poblado de Zungarococha.
- Identificar coliformes totales y coliformes fecales para determinar su presencia o ausencia en aguas de la quebrada Corrientillo, del centro poblado de Zungarococha, de acuerdo a los valores de referencia establecidos en la Ley General de aguas; para poder orientar a la población de su uso adecuado.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los resultados obtenidos en este estudio revelan la necesidad de desarrollar una campaña de educación para la salud dirigida a la población de Zungarococha; sensibilizando a la población sobre las ventajas de utilizar y consumir agua de buena calidad y los peligros del consumo de agua de mala calidad, incrementando el uso de agua hervida o de sustancias bactericidas (nitrato de plata, cloración, etc.), y de esa manera puedan mejorar sus condiciones de vida y al mismo tiempo colaborar con las autoridades de sector salud para mejorar el plan de monitoreo y evaluaciones permanentes de la calidad del agua para el consumo de la población y para la recreación

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES

2.1.1 Muestras

- Agua de la quebrada de corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha

2.1.2 Materiales de Laboratorio

Materiales de laboratorio

a. Equipos

- Autoclave Austermod. 437 –P
- Horno tipo L/P.0302 -303
- Estufa Heraus
- Baño María marca Thelco
- Balanza Cobos de 2 platillos
- Balanza analítica Standard Ohaus
- Cocina eléctrica: Citecil

b. Medios de cultivo

- Caldo Lauril Sulfato. Merck
- Caldo Brila. Merck
- Caldo EC (Caldo E, coli). Merck

c. Materiales de vidrio

- Tubos de ensayo 16 x 150 mm
- Tubos de ensayo 25 x 200 mm

- Campanas de Durham
- Matraz de 250 y 500 ml.
- Pipetas de 5 y 10 ml
- Probeta de 100 ml
- Termómetro
- Vaso precipitado
- Frascos colectores de boca ancha y tapa rosca
- Mechero de alcohol

d. Otros

- Termo de Poroflex
- Paquetes fríos
- Asas Bacteriológicas
- Gradillas
- Espátula
- Papel despacho
- Algodón
- Alcohol de 96°C
- Encendedor
- Agua destilada
- Hilo pabilo
- Mandil
- Lejía y detergente

e. Materiales de escritorio

- Papel bond
- Marcadores de vidrio
- Etiquetas

2.2 METODOS

2.2.1 Tipo y diseño de estudio

Fue una investigación explicativa, descriptiva y experimental. Porque se evaluó cada una de las variables desde una óptica descriptiva y luego se midió la interacción de las variables que se relacionan entre sí.

2.2.2 Estadística a emplear

La estadística empleada corresponde al tipo explicativa del tipo de causa y efecto, que busca analizar los resultados a través del análisis de varianza.

F.V.	G.L.
Tratamientos	$t - 1 = 10 - 1 = 9$
Error	$t(r - 1) = 40$
Total	tr-1 = 49

$$10 \cdot 5 - 1 = 10(4) = 40$$

2.2.3 Selección del área o ámbito de estudio

El presente de estudio se realizó en la quebrada Corrientillo, sito en las inmediaciones del Centro Poblado de Zungarococha, Distrito de San Juan Bautista, Departamento de Loreto.

2.2.4 Población y muestra

Población:

Estuvo conformado por 20 zonas de muestreo de la Quebrada de Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha.

Muestra: A través de un muestreo aleatorio simple se obtuvo 100 muestras asumidas de 20 zonas de muestreo (5 muestras de cada zona de muestreo).

2.2.5 Diseño muestral

Para el análisis estadístico se utilizó el diseño completo al azar con 10 tratamientos y 5 repeticiones.

Procedimiento para la recolección de la muestra.

Recolección de las muestras.

Las muestras de agua de la quebrada de Corrientillo se realizó sumergiendo un frasco de vidrio estéril, de 250 ml. De capacidad, aproximadamente 15 cm. Debajo de la superficie del agua, colocando la boca del frasco en sentido contrario de la corriente, para evitar la contaminación de la muestra con gérmenes procedentes de la mano y de la superficie del agua en un volumen de 150 ml, aproximadamente. (Anexo 11)

Transporte de las muestras

Las muestras fueron transportadas en cajas térmicas con paquetes de hielo, y con un termómetro en el interior para controlar la temperatura que estuvo entre 4°C a 10°C.

Posteriormente se transportó al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía para su respectivo procesamiento en un tiempo no mayor de 6 horas. (Hurtado. 2007). (Anexo 12)

2.2.6 Procesamiento y análisis de la muestra

Análisis Bacteriológico

Determinación del Número más Probable de Coliformes Totales y Coliformes Fecales

Se empleó la técnica del número más probable _ NMP, utilizando campanas de Durham (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), American Water Word Association and Water Pollution Control Federation . (1998).

• **Fase Presuntiva**

Se utilizó inóculos de 10, 1 y 0.1 ml de la muestra original, en serie de tres tubos, cada tubo contenía en su interior una campana de Durham invertida y 10 ml. De medio de cultivo. Para el inóculo de 10 ml, se empleó tres tubos con Caldo Lauril Sulfato a doble concentración; para los inóculos de 1 y 0,1., se utilizó seis tubos con el mismo medio de cultivo pero a concentración normal (tres tubos con 1ml. De inoculo y tres con 0,1., respectivamente).

Se incubó a 37°C durante 24 -48 horas, y se consideró como tubo positivo aquel que presento formación de gas en el interior de la campana de Durham, en cualquier periodo de tiempo dentro de las 48 horas. (Desplazamiento del medio en la campana de Durham). (Anexo 05)

• **Fase confirmativa**

Confirmación de Coliformes Totales

Para confirmar la presencia de coliformes totales, se pasó una azada a partir de los tubos con formación de gas de la fase presuntiva, a tubos que contenían en su interior campanas de Durham invertidas y 1 ml, de Caldo Brila (Verde Brillante – Bilis – Lactosa). (APHA, 1998).

Los tubos fueron incubados a 37°C durante 24 – 48 horas, después del tiempo de incubación, se anotó el número de tubos que presentaron formación de gas en este medio de cultivo para

calcular el número de coliformes totales por 100 ml., utilizando la tabla del NMP. (Mossel y Moreno, 1985). (Anexo 06)

Confirmación de coliformes fecales

Para la confirmación de coliformes fecales, se pasó una azada a partir de aquellos tubos positivos en la fase presuntiva; a tubos que contengan en su interior campanas de Durham invertidas y 10 ml, de Caldo E, coli. Se incubó a 44, 5°C durante 24 – 48 horas en baño maría, posteriormente a partir de los tubos que resultaron positivos, se procedió a determinar el número de coliformes fecales por 100 ml.; con la ayuda de la tabla del NMP. (Anexo 05). Todos los resultados se compararán con la Norma de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua El Peruano (2008). (Anexo 09).

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 MARCO TEÓRICO

Bardales (1979), realizó un estudio de la calidad bacteriológica de aguas provenientes de pozos del pueblo joven “Túpac Amaru”, de la ciudad de Iquitos, tomando como base 100 muestras (4 muestras por cada pozo), de 25 pozos escogidos al azar de un total de 67 pozos existentes en toda la población, determinando la presencia de coliformes totales (25%) y coliformes fecales (75%), considerándolos no apto para el consumo humano.

MORA (1992), manifestó que los porcentajes de cobertura de agua para consumo humano y la evacuación de excretas, son 2 elementos fundamentales del saneamiento básico de los países. Estos 2 aspectos conjuntamente con el porcentaje de alfabetismo, son concordantes con la situación higiénico – sanitario de las poblaciones de nuestro planeta.

ISAAC et al, (1994), realizó un estudio para conocer la calidad sanitaria de tres muestreos del agua procedente de 35 suministros (pozos) de agua que abastecen a la población de la ciudad de Campeche, México, consistente en la detección de bacterias mesófitas aerobias, organismos coliformes totales y fecales, así como en la inspección del entorno inmediato. Evidenciándose bacterias mesófitas aerobias en 44 (46.81%) de las muestras examinadas, 34 (36,17%) presentaron coliformes totales y 21 (22.34%) coliformes fecales respectivamente, estos resultados indicaron la existencia de factores que condicionan la exposición del agua a la contaminación por materia orgánica, entre ellos la práctica del fecalismo al aire libre debido a la carencia de sistemas de drenaje o albañal en las viviendas, ya que el 17,38% de las viviendas de la ciudad de Campeche no cuenta con servicios de eliminación de excretas y en el 5,68% del total que posee el servicio, éste se realiza a través de letrinas.

Craun, et al (1994), manifestaron que según la Organización Mundial de la Salud, casi la mitad de los países en vías de desarrollo tiene problemas de salud relacionados con la escasez de agua o agua contaminada y en los países más pobres la morbilidad y mortalidad causadas por enfermedades de origen hídrico son motivo de gran preocupación.

Venczel (1996), estimó que el 59% de la población de América latina y el Caribe consume agua microbiológicamente insegura o de dudosa calidad microbiana. Aproximadamente, la mitad de los hogares afectados están conectados a sistemas de abastecimiento de agua que no tienen tratamientos adecuados confiables, con servicios sin capacidad para excluir la contaminación microbiana; la otra mitad se abastece de agua no entubado y contaminada de microbios. Esto significa que 200 millones de personas de la región de América Latina y el Caribe están amenazados de contraer enfermedades transmitidos por el agua.

Ángeles (2000), realizó una evaluación de la calidad del agua potable de la ciudad de Luján, en su aspecto bacteriológico, corroborando que la calidad del agua tiene una fuerte repercusión en la salud pública, por lo que el control de su calidad fundamentalmente la de consumo humano, es un factor importante en la prevención de muchas enfermedades, principalmente de origen alimentario. Dicho control consiste en muestrear y analizar periódicamente, las características físicas, químicas, y microbiológicas del agua suministrada a la población.

Perdomo et al, (2001), evaluaron la contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes, de 50 muestras de aguas superficiales (ríos, arroyos y cañadas) y 355 de aguas subterráneas en pozos ubicados en zonas rurales del sudoeste del Uruguay, revelando una contaminación casi generalizada con Coliformes totales y menor, aunque también importante, con Coliformes fecales, ya que el 87% de los pozos evaluados estaban

contaminados con Coliformes totales y el 60% con Coliformes fecales. Un estudio similar realizado en pozos de granjas avícolas en Buenos Aires (Argentina) reveló que el 54% de los pozos evaluados no estaban aptos para el consumo humano por la presencia de Coliformes totales y un 16% por Coliformes fecales.

Zamora et al (2002), el grado de contaminación microbiológica en aguas de pozo en tres barrios del partido de Gral. Pueyrredón. Provincia de Buenos Aires – Argentina. Reportando, que el barrio del Gral. Belgrano de 231 muestras, estuvo contaminado por bacterias mesófilas (30,1%), coliformes (96,9%), E. coli (19,7%) y Pseudomonas aeruginosa (10,4 %); asimismo del barrio Chapadmalal de 30 muestras, encontró bacterias mesófilas (39,1%), Coliformes (92,9%), E. Coli (35,5%) y Pseudomonas aeruginosa (14,3%); y en el barrio de Jorge Newbery de un total de 35 muestras reportaron bacterias mesófilas (24%), Coliformes (100%), E. coli (24%) y Pseudomonas aeruginosa (8%); concluyendo que los análisis bacteriológicos efectuados en las muestras de agua de los pozos de los barrios mencionados, fueron considerados no aptos para el consumo humano, 187 (83,9%) para Gral. Belgrano, 25 (71,4%) en Jorge Newbery, y 28 (93,3%) en el barrio de Chapadmalal, y considerados aptos para el consumo humano 39 (16,1%) Gral. Belgrano, 10 (38,6%) Jorge Newbery, 2 (6,7%) el barrio de Chapadmalal respectivamente, lo que estaría indicando deficiencias higiénicas o de construcción del pozo que facilitan el acceso de la contaminación superficial al agua.

Suárez (2002), corrobora que la enumeración de bacterias o grupos de bacterias indicadoras de contaminación fecal es utilizada para valorar la calidad sanitaria de alimentos, sedimentos y aguas destinadas al consumo humano, la agricultura, la industria y la recreación. No existe un indicador universal, por lo que los especialistas deben seleccionar el apropiado para la situación específica en estudio. Dentro del rango de los indicadores se encuentran el grupo

de bacterias coliformes, E. Coli, colifagos, Bifidobacterium sp., Clostridium perfringens y el grupo estreptococos fecales.

Picone et al, (2003), Evaluaron la contaminación con nitratos y bacterias coliformes en muestras de agua subterránea en el área rural de la cuenca alta del arroyo Pantanoso (Balcarcel), provincia de Buenos Aires, de los 39 pozos examinados, 6 de las muestras analizadas presentaron igual o menos 3 NMP de bacterias coliformes por 100 ml. de agua, que es uno de los criterios establecidos para aguas de consumo humano por el Código Alimentario Argentino. Este resultado fue obtenido en pozos bien construidos y ubicados lejos de los corrales de encierro de los animales, las muestras restantes (33), presentaron valores superiores a 3 NMP de bacterias coliformes por 100ml de agua, desde 4 hasta 1100 NMP de coliformes por 100 ml de agua, sugiriendo un alto riesgo sanitario por contaminación fecal, que pueden ser atribuidas a diversos factores , la presencia de pozos ciegos y/o cámaras sépticas en las cercanías de donde se realizó la toma de las muestras.

Paz et al,(2003), menciona que las materias fecales del hombre y de los animales contienen una gran variedad de microorganismos entero patógenos como *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shiguella*, *Yersinia*, *Aeromonas*, *Pasteurella*, *Francisella*, *Leptospira*, *Vibrio*, protozoarios y varios grupos de virus. Cuando estos microorganismos son descargados en aguas naturales, su presencia denota contaminación fecal y constituyen un riesgo de transmisión de enfermedades para la población humana.

Claret et al (2003), en el secano mediterráneo de Chile analizaron la calidad del agua de 92 pozos utilizada para consumo humano, mostrando que un 78.3% (72 pozos) contenían coliformes fecales y un 88% (81 pozos) con coliformes totales, evidenciando una contaminación generalizada con coliformes.

González et al,(2007), caracterizó la calidad de agua de consumo de 69 fuentes de aguas de los pozos de las comunidades del sector noreste de León; comparando algunos parámetros críticos de calidad según el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE), reportando que de las 69 muestras analizadas un 95,7% (63) de los pozos no cumplen con los requisitos establecidos en las normas CAPRE, considerando a las aguas de estos pozos de mala calidad para el consumo humano, solamente un 4,3% (6) cumplieron con estos requisitos por lo tanto fueron considerados de buena calidad para el consumo humano. Además, observó in situ las características de los pozos, donde el 95% de los pozos se localizan junto a pilas para almacenar agua, baños y lavaderos, es decir zonas que suele mantenerse encharcadas y facilitar la introducción de contaminantes por medio de filtración. El 70.3% de las letrinas se encuentran a una distancia mayor o igual a 30 m del pozo.

Aunque la distancia es adecuada, el 29% de las letrinas están ubicadas en un terreno más alto que el pozo, esto podría ser una posible causa de contaminación. En 63.1% de los pozos, el ganado llega a tomar agua a la pila próxima al pozo lo que implica que puede haber una elevada concentración de heces en el suelo cercano al pozo y en el 95% de los pozos muestreados el agua es utilizada para todas las actividades de la casa (lavar ropa, regar, aseo personal, consumo, etc.).

Hurtado (2007), comparó la calidad bacteriológica del agua de pozos artesianos y rústicos con agua almacenada en las viviendas del Caserío Nina Rumi – Loreto, reportando que de los 4 pozos artesianos considerados en el estudio, 2 pozos artesianos resultaron no aptas para el consumo humano debido a la presencia de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y coliformes termo tolerantes, mientras que para los 7 pozos rústicos encontró que

todos estaban contaminados con las mencionadas bacterias, del mismo modo del agua almacenada en las viviendas.

Gómez et al. (2008), en las aguas del golfo de Urabá, Colombia, evaluaron la distribución de bacterias indicadoras de calidad ambiental y sanitaria, corroborando que los coliformes en su calidad de indicadores son ampliamente empleados en el control de la contaminación de estuarios, zonas costeras y océanos, representando un cuadro global de la calidad sanitaria y ambiental del agua de ríos, mar, destinadas a zonas recreativas y de pesca.

El Peruano (2008), aprobó los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas, ni para el ambiente. Considerando dentro de los parámetros microbiológicos a Coliformes Termotolerantes (44.5°C), Coliformes Totales (35 – 37°C), Enterococos fecales, Escherichia coli, Salmonella y Vibrio cholerae.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

Aguas residuales

Las aguas residuales son aquellas que proceden del uso doméstico o industrial que no pueden ser vertidas a ríos o lagos debido a los problemas de salud, económicos o estéticos que causaría. Esta agua se encuentra contaminada con materiales fecales humanos o de animales. Las aguas residuales comúnmente contienen sustancias orgánicas o inorgánicas potencialmente peligrosas, así como microorganismos patógenos. (Mora, 1992).

Bacterias

Las bacterias que se encuentran más frecuentemente en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal.

Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por lo tanto su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha usado el grupo de las bacterias coliformes como indicadores, ya que su detección es más rápida y sencilla. (Arcos, 2005).

Coliformes

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana debido a que estos son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente, están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas y se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección. (Paz, 2003).

Coliformes totales

Al utilizar este término, los microbiólogos se refieren en forma general a la familia de bacterias de los géneros, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*. La mayoría de estos organismos se encuentran en vida libre es decir en el medio ambiente y materia en descomposición, excepto el género *Escherichia* que vive solo en organismos como el hombre y animales de sangre caliente. (Madigan, et al , 2004).

Coliformes fecales

Con este término se designan principalmente a los órdenes de bacterias *Escherichia* y *Klebsiella* spp. Las bacterias de esta familia son indicadoras por excelencia de contaminación fecal del agua por heces de origen humano principalmente. Son bacterias que fermentan la lactosa a 44,5 – 45,5°C. Los Coliformes fecales se denominan termo tolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Estas bacterias son de interés clínico, ya que pueden ser capaces de generar infecciones oportunistas en el tracto respiratorio superior e inferior, además de bacteriemia, infecciones de piel y tejidos blandos, enfermedad diarreica aguda y otras enfermedades severas en el ser humano. (Madigan, et al 2004)

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y RESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente trabajo se aisló e identificó coliformes totales y coliformes fecales, de aguas de la quebrada Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha (Iquitos, Perú), de un total de 100 muestras correspondientes a 20 puntos de muestreo. **(Ver anexo 10)**.

Los resultados obtenidos en el aislamiento e identificación de coliformes totales y coliformes fecales, de aguas de la quebrada Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha (Iquitos, Perú), se muestran en el cuadro N° 01.

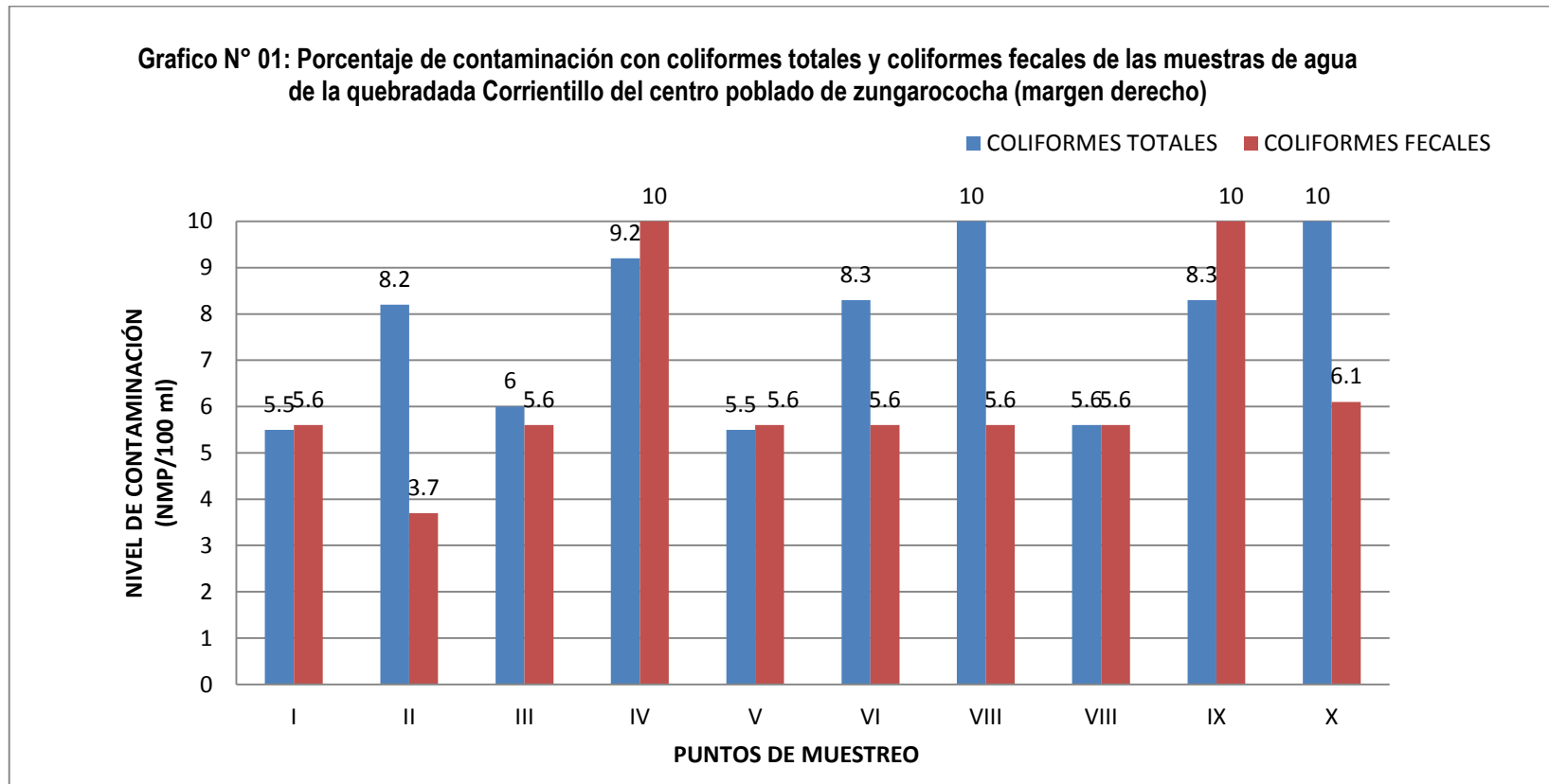
Cuadro 01: nivel de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de Corrientillo del centro poblado de Zungarococha (margen derecho)

Punto de Muestreo	NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN CADA MUESTRA (NMP/100 ml)									
	Coliformes totales					Coliformes fecales				
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
I	1,8/100ml	3,7/100ml.	3,6/100ml	5,5/100ml.	2,0/100ml	3,6/100ml	1,8/100ml	5,5/100ml	5,6/100ml	1,8/100ml
II	8,2/100ml	1,8/100ml	1,8/100 ml	3,7/100ml	3,6/100ml	1,8/100ml	1,8/100ml	3,7/100ml	3,6/100ml	1,8/100ml
III	1,8/100ml	6,0/100ml	4,0/100ml	3,7/100ml	3,6/100ml	3,7/100ml	1,8/100ml	5,5/100ml	5,6/100ml	3,7/100ml
IV	8,4/100ml	4,5/100ml	8,0/100ml	9,2/100ml	3,7/100ml	6,8/100ml	10/100ml	7,8/100ml	10/100ml	1,8/100ml
V	1,8/100ml	3,6/100ml	3,7/100ml	1,8/100ml	5,5/100ml	1,8/100ml	3,7/100ml	5,6/100ml	3,6/100ml	1,8/100ml
VI	8,2/100ml	8,3/100ml	8,1/100ml	6,1/100ml	4,0/100ml	1,8/100ml	5,5/100ml	3,7/100ml	1,8/100ml	5,6/100ml
VII	1,8/100ml	5,5/100ml	10/100ml	8,3/100ml	6,1/100ml	4,0/100ml	5,6/100ml	2,0/100ml	5,5/100ml	4,0/100ml
VIII	3,6/100ml	1,8/100ml	5,6/100ml	5,5/100ml.	3,7/100ml	1,8/100ml	3,6/100ml	5,6/100ml	1,8/100ml	5,5/100ml
IX	5,5/100ml	1,8/100ml	8,3/100ml	6,1/100ml	2,0/100ml	3,6/100ml	1,8/100ml	3,7/100ml	6,8/100ml	10/100ml
\bar{x}	10/100ml	10/100ml	9,1/100ml	6,1/100ml	2,0/100ml	6,0/100ml	6,1/100ml	4,0/100ml	2,0/100ml	1,8/100ml

NMP: Número Más Probable/100 ml

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro N° 01, se reporta los niveles de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de corrientillo del centro poblado de Zungarococha del margen derecho, mostrando el nivel de contaminación con coliformes totales y coliformes fecales, quienes sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para aguas superficiales



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el gráfico N° 01, se observa el porcentaje de frecuencia de las muestras evaluadas (5 muestras por cada punto de muestreo), mostrando una elevada presencia de coliformes totales, coliformes fecales los cuales sobrepasaron los límites de referencia.

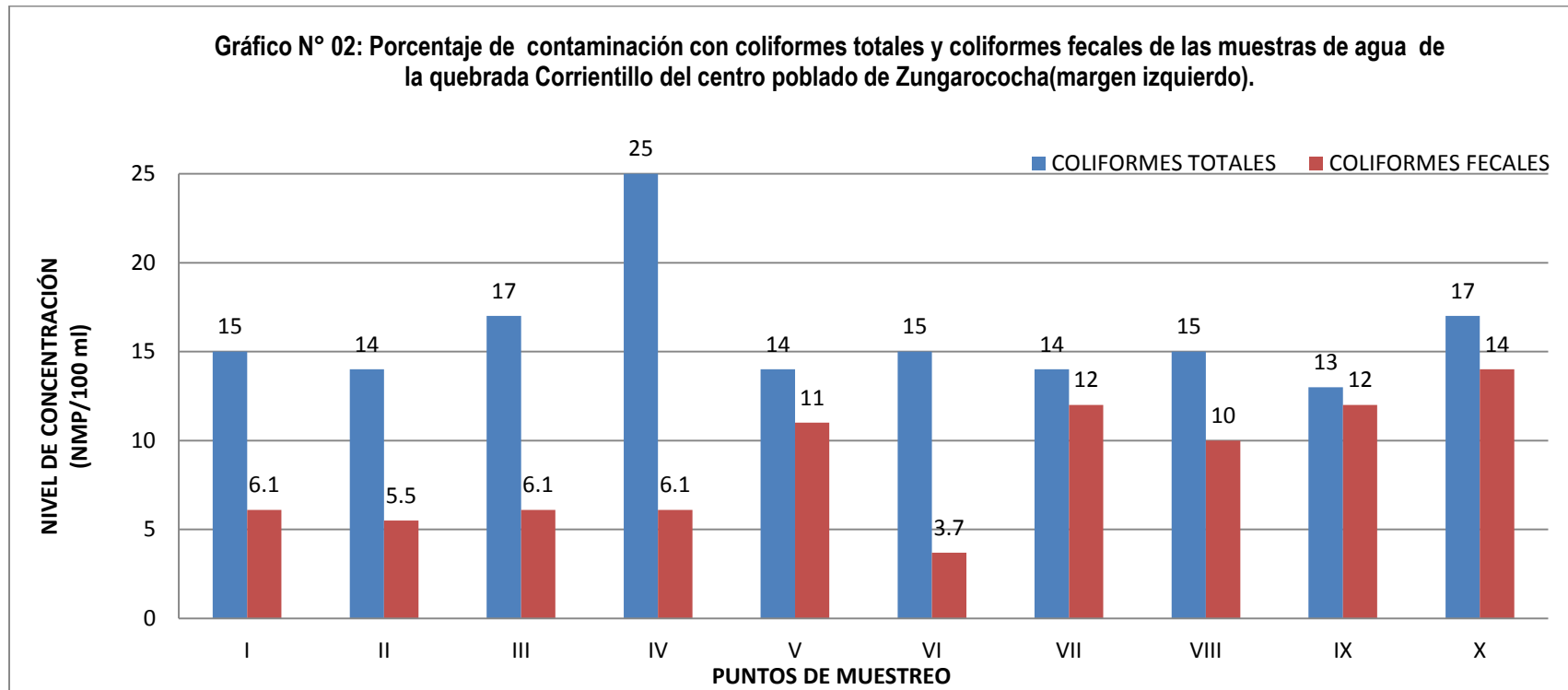
Cuadro 02: Nivel de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de Corrientillo del centro poblado de Zungarococha (margen izquierdo)

PUNTO DE MUESTREO	NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN CADA MUESTRA (NMP/100 ml)									
	COLIFORMES TOTALES					COLIFORMES FECALES				
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
I	9,3/100ml	9,3/100ml.	11/100ml	14/100ml.	15/100ml	6,1/100ml	5,6/100ml	1,8/100ml	1,8/100ml	3,6/100ml
II	14/100ml	11/100ml	14/100 ml	12/100ml	10/100ml	3,6/100ml	5,5/100ml	1,8/100ml	1,8/100ml	3,7/100ml
III	12/100ml	14/100ml	14/100ml	17/100ml	17/100ml	1,8/100ml	1,8/100ml	2,0/100ml	4,5/100ml	6,1/100ml
IV	21/100ml	25/100ml	17/100ml	14/100ml	11/100ml	1,8/100ml	1,8/100ml	6,1/100ml	5,6/100ml	1,8/100ml
V	6,0/100ml	8,1/100ml	6,8/100ml	12/100ml	14/100ml	5,6/100ml	5,5/100ml	8,2/100ml	7,8/100ml	11/100ml
VI	12/100ml	15/100ml	14/100ml	12/100ml	6,8/100ml	3,6/100ml	1,8/100ml	2,0/100ml	3,7/100ml	3,6/100ml
VII	11/100ml	14/100ml	9,3/100ml	6,0/100ml	8,1/100ml	6,8/100ml	12/100ml	9,3/100ml	5,6/100ml	4,5/100ml
VIII	10/100ml	13/100ml	11/100ml	11/100ml.	15/100ml	1,8/100ml	1,8/100ml	5,5/100ml	6,1/100ml	10/100ml
IX	4,5/100ml	9,1/100ml	9,3/100ml	7,8/100ml	13/100ml	3,7/100ml	4,0/100ml	8,2/100ml	10/100ml	12/100ml
\bar{x}	17/100ml	9,2/100ml	9,1/100ml	6,8/100ml	10/100ml	14/100ml	12/100ml	4,0/100ml	2,0/100ml	5,6/100ml

NMP: Número Más Probable/100 ml

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro N° 02, se reporta los niveles de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de corrientillo del centro poblado de Zungarococha del margen izquierdo, mostrando el nivel de contaminación con coliformes totales y coliformes fecales, quienes sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para aguas superficiales.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

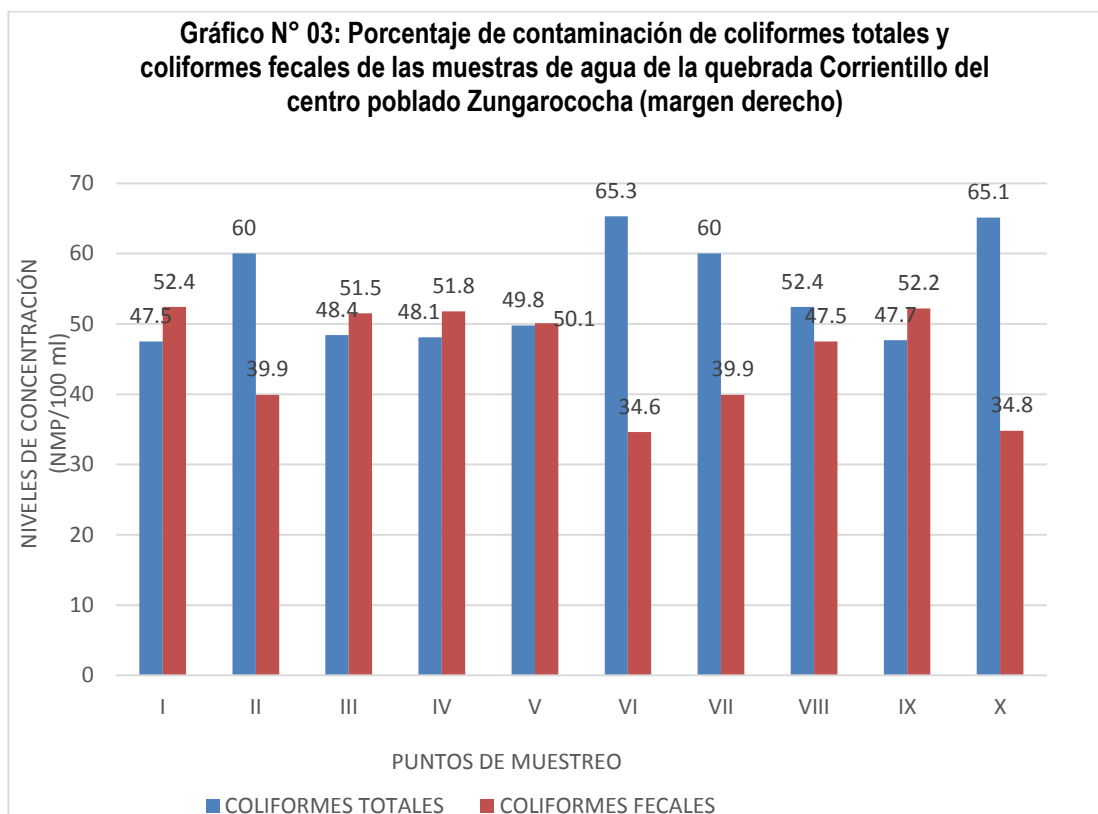
En el gráfico N° 02, se observa el porcentaje de contaminación de las muestras evaluadas (5 muestras por cada punto de muestreo), mostrando una elevada presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales los cuales sobrepasaron los límites de referencia

Cuadro 03: Porcentaje de coliformes totales y coliformes fecales de las muestras de aguas de la quebrada corrientillo del centro poblado de Zungarococha. (margen derecho).

Punto de Muestreo	Niveles de Contaminación en cada muestra (NMP/100ml)			
	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES	
	NMP/100ml	%	NMP/100ml	%
1	16.6	47.5	18.3	52.4
2	19.1	60	12.7	39.9
3	19.1	48.4	20.3	51.5
4	33.8	48.1	36.4	51.8
5	16.4	49.8	16.5	50.1
6	34.7	65.3	18.4	34.6
7	31.7	60	21.1	39.9
8	20.2	52.4	18.3	47.5
9	23.7	47.7	25.9	52.2
10	37.2	65.1	19.9	34.8

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro N° 03, se reporta los promedios de los niveles de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de corrientillo en cada punto de muestreo tanto en valores proporcionales y porcentuales, donde el tratamiento T₁₀ (Punto de muestreo 10) mostró el mayor promedio en niveles de coliformes totales que fue igual a 37.2 NMP/100 ml, mientras que el T₄ (Punto de muestreo 4) mostró el mayor promedio de coliformes fecales y fue igual a 36.4 NMP/100 ml del centro poblado de Zungarococha, margen izquierdo, mostrando los niveles de contaminación con coliformes totales y coliformes fecales, que sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para aguas superficiales.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

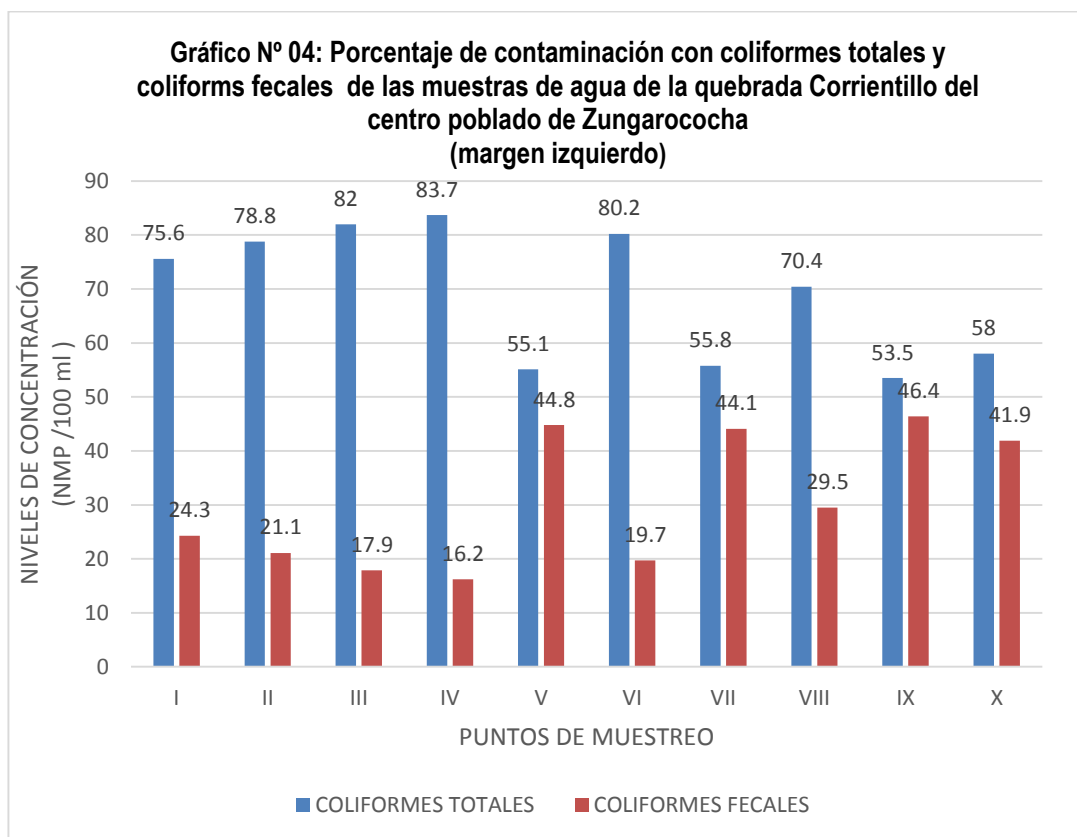
En el gráfico N° 03, se reporta los niveles de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de corrientillo del centro poblado de Zungarococha, margen derecho, mostrando los niveles de contaminación con coliformes totales y coliformes fecales, quienes sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para aguas superficiales.

Cuadro 04: Porcentaje de coliformes totales y coliformes fecales de las muestras de agua de la quebrada Corrientillo del centro poblado de Zungarococha (margen izquierdo)

Nivel de Contaminación en cada muestra (NMP/100ml)				
PUNTO DE MUESTREO	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES	
	NMP/100m	%	NMP/100ml	%
1	58,6	75,6	18,9	24,3
2	61	78,8	16,4	21,1
3	74	82	16,2	17,9
4	88	83,7	17,1	16,2
5	46,9	55,1	38,1	44,8
6	59,8	80,2	14,7	19,7
7	48,4	55,8	38,2	44,1
8	60	70,4	25,2	29,5
9	43,7	53,5	37,9	46,4
10	52,1	58	37,6	41,9

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro N° 04, se reporta los promedios de los niveles de contaminación bacteriológica de las aguas de la quebrada de corrientillo en cada punto de muestreo tanto en valores proporcionales y porcentuales se tiene donde el tratamiento T₄ (Punto de muestreo 4) mostro el mayor promedio en niveles de coliformes totales que fue igual a 88 NMP/100 ml, mientras que el T₇ (Punto de muestreo 7) mostro el mayor promedio de coliformes fecales y fue igual 38.2 NMP/100 ml del centro poblado de Zungarococha, margen izquierdo, mostrando los niveles de contaminación con coliformes totales y coliformes fecales, que sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para aguas superficiales.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el gráfico N° 04, se reporta el porcentaje de contaminación con Coliformes totales, Coliformes fecales, (margen izquierdo) los cuales sobrepasaron los límites de referencia.

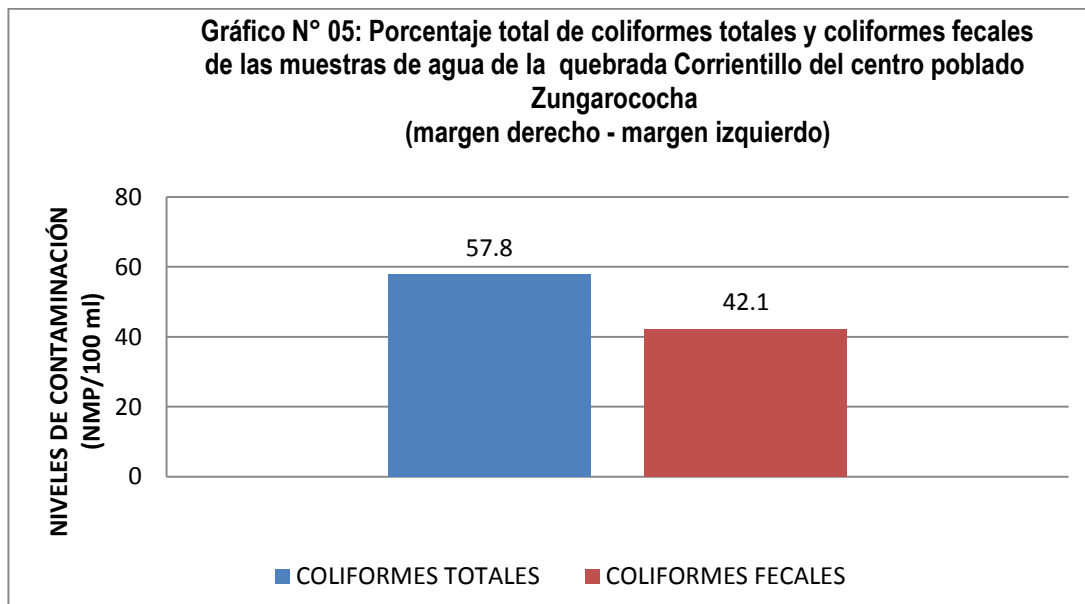
Cuadro 05: Porcentaje total de coliformes totales y coliformes fecales de las muestras de aguas de la quebrada Corrientillo.

(margen derecho – margen izquierdo)

NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN CADA MUESTRA			
(NMP/100ml.)			
COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES	
NMP/(100ml)	845/100ml	NMP(100/ml)	616.6/100ml
PORCENTAJE TOTAL (%)	57.8	PORCENTAJE TOTAL (%)	42.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro N° 05 se reporta el porcentaje total de contaminación de las aguas de la quebrada corrientillo: Coliformes Totales (57.8 %) y Coliformes Fecales (42.1%).



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el gráfico N° 05, se reporta el porcentaje de Coliformes totales, Coliformes fecales de las muestras de agua de la quebrada corrientillo del centro poblado Zungarococha, los cuales sobrepasaron los límites de referencia.

4.1 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES TOTALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DE CORRIENTILLO EN EL CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCOCHA MARGEN DERECHO.

En el Cuadro 06 se indica el análisis de varianza del Nivel de contaminación Bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada corrientillo margen derecho, se puede apreciar que en la fuente de variación tratamientos hubo diferencias estadísticas significativas (*) en tratamientos, el coeficiente de variación fue de 46,53%, que está indicando dispersión experimental de los resultados obtenidos, por lo que se tuvo que utilizar una prueba más rigurosa como la de Tuckey

Cuadro 06: Análisis de varianza del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen derecho.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabular	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	120.71	13.41	2.43 *	2.12	2.88
Error	40	220.74	5.52			
Total	49	341.45				

* Significativo al 5%
C.V. = 46.53%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para mejor interpretación de los resultados se hizo la prueba de rangos Múltiples de Tuckey que se indica en el cuadro siguiente:

Cuadro 07: Prueba de Tuckey del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen derecho.

Orden de mérito	Tratamientos		Promedio: NMP/100 ml	Significación(*)
	Clave	Descripción		
1	T ₁₀	Punto de muestreo 10	7.44	a
2	T ₆	Punto de muestreo 06	6.94	a
3	T ₄	Punto de Muestreo 04	6.76	a
4	T ₇	Punto de muestreo 07	6.34	a
5	T ₉	Punto de Muestreo 09	4.74	a
6	T ₈	Punto de muestreo 08	4.04	a
7	T ₂	Punto de muestreo 02	3.82	a
8	T ₃	Punto de muestreo 03	3.82	a
9	T ₁	Punto de muestreo 01	3.32	a
10	T ₅	Punto de muestreo 05	3.28	a

***Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según el cuadro 07: Se observa que los promedios constituyen un solo grupo estadísticamente homogéneos entre sí, donde el tratamiento T₁₀ (Punto de muestreo 10) tuvo promedio de 7.44 NMP/100 ml de coliformes totales, siendo sin embargo estadísticamente igual a los demás tratamientos (Punto de muestreo) respectivamente.

4.2 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES FECALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA DE "CORRIENTILLO" EN EL CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCOCHA MARGEN DERECHO.

En el cuadro 08 se reporta el análisis de varianza del Nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las aguas de la quebrada corrientillo del centro poblado Zungarococha margen derecho, se aprecia que no hay diferencia estadística en la fuente de variación tratamientos (Puntos de Muestreo); el coeficiente de variación fue de 50.88% está indicando dispersión experimental de los datos, por lo que se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tuckey por ser la más rigurosa.

Cuadro 08: Análisis de varianza del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen derecho.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabular	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	74.57	8.29	1.85 NS	2,12	2.88
Error	40	179.29	4.48			
Total	49	253.86				

N.S. No significativo

C.V. = 50.88%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para mejor interpretación de los resultados se hizo la prueba de rangos Múltiples de Tuckey que se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro 09: Prueba de Tuckey del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen derecho.

Orden de mérito	Tratamientos		Promedio: NMP/100 ml	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	t ₄	puntos de muestreo 04	7.28	a
2	t ₅	puntos de muestreo 05	6.54	ab
3	t ₉	puntos de muestreo 09	5.18	ab
4	t ₇	puntos de muestreo 07	4.22	ab
5	t ₃	puntos de muestreo 03	4.06	ab
6	t ₁₀	puntos de muestreo 10	3.98	ab
7	t ₆	puntos de muestreo 6	3.66	ab
8	t ₁	puntos de muestreo 01	3.66	ab
9	t ₈	puntos de muestreo 08	3.66	ab
10	t ₂	puntos de muestreo 02	2.54	b

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El cuadro 09, reporta la prueba estadística de Tuckey dentro el marco del orden de mérito (O.M.), donde se aprecia dos grupos estadísticamente homogéneos entre sí, discrepantes entre ambos donde se aprecia que el T₄ (punto de muestreo 4) es estadísticamente igual a los demás tratamientos superando solamente al tratamiento T₂ (Punto de muestreo 2) que ocupó el último lugar del orden de mérito (O.M.) con promedio de 2.54 NMP/100 ml.

4.3 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES TOTALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA CORRIENTILLO MARGEN IZQUIERDO.

En el cuadro 10: Se indica el análisis de Varianza del nivel de contaminación bacteriológica totales de las aguas de la quebrada "Corrientillo" en Zungarococha, se aprecia alta diferencia estadística significativa para la fuente de variación tratamientos; El coeficiente de variación de 27.37% que indica confianza experimental de los resultados obtenidos.

Cuadro 10: Análisis de varianza nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabular	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	322.33	35.81	3,40**	2.12	2.88
Error	40	420.80	10.52			
Total	49	743.13				

** Alta diferencia estadística significativa al 1% de probabilidad
C.V. =27.37%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para mejor interpretación de los resultados se hizo la prueba de rangos Múltiples de Tuckey que se indica en el cuadro siguiente:

Cuadro 11: Prueba de Tuckey del Nivel de contaminación bacteriológica con coliformes totales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo.

Orden de mérito	Tratamientos		Promedio: NMP/100 ml	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T ₄	Punto de Muestreo 4	17.60	a
2	T ₃	Punto de Muestreo 3	14.80	a
3	T ₂	Punto de Muestreo 2	12.20	a
4	T ₈	Punto de Muestreo 8	12.00	a
5	T ₆	Punto de Muestreo 6	11.96	a
6	T ₁	Punto de Muestreo 1	11.72	a b
7	T ₁₀	Punto de Muestreo 10	10.42	b
8	T ₇	Punto de Muestreo 7	9.68	b
9	T ₅	Punto de Muestreo 5	9.38	b
10	T ₉	Punto de Muestreo 9	8.74	b

***Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según el cuadro 11: se puede apreciar que los promedios de esta variable constituyen dos (2) grupos estadísticamente homogéneos entre sí donde el tratamiento T₄ (Punto de muestreo 4) con promedio de 17.60 NMP/100ml ocupó el 1° lugar del orden de mérito (O.M) sin embargo es estadísticamente igual a T₃ (Punto de muestreo 3), T₂ (Punto de muestreo 2), T₈ (Punto de muestreo 8), T₆ (Punto de muestreo 6) y T₁ (Punto de muestreo 1), discrepando este 1° grupo homogéneo, con el segundo grupo homogéneo que lo conforman los tratamientos (Puntos de muestreo) T₁₀ (Punto de muestreo 10), T₇ (Punto de muestreo 7), T₅ (punto de muestreo 5) y T₉ (Punto de muestreo 9), respectivamente.

4.4 NIVELES DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA CON COLIFORMES FECALES DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA CORRIENTILLO MARGEN IZQUIERDO.

En el cuadro 12 se indica el análisis de varianza del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales en la margen izquierda de la quebrada “corrientillo” en Zungarococha, se aprecia diferencia estadística significativa para tratamientos; el coeficiente de variación de 38.26% está indicando dispersión experimental para los datos obtenidos por lo que utilizamos una prueba más rigurosa como es la prueba de Tuckey.

Cuadro 12: Análisis de varianza nivel de contaminación bacteriológica con coliformes fecales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabular	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	203.51	22.61	2.73*	2.12	2.88
Error	40	331.10	8.28			
Total	49	534.61				

* Significativo al 5% de probabilidad

C.V. =38.26%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para mejor interpretación de los resultados se hizo la prueba de Tuckey que se indica en el cuadro 13.

Cuadro 13: Prueba de Tuckey del nivel de contaminación bacteriológica con coliformes Fecales de las aguas de la quebrada Corrientillo margen izquierdo.

Orden de mérito	Tratamientos		Promedio: NMP/100 ml	Significación
	clave	Descripción		
1	T ₇	Punto de Muestreo 7	7.64	a
2	T ₅	Punto de Muestreo 5	7.62	a
3	T ₉	Punto de Muestreo 9	7.58	a
4	T ₁₀	Punto de Muestreo 10	7.52	a
5	T ₈	Punto de Muestreo 8	5.04	a
6	T ₁	Punto de Muestreo 1	3.78	a
7	T ₄	Punto de Muestreo 4	3.42	a
8	T ₂	Punto de Muestreo 2	3.28	a
9	T ₃	Punto de Muestreo 3	3.24	a
10	T ₆	Punto de Muestreo 6	2.94	a

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según el cuadro 13: se puede apreciar que los promedios para esta variable constituyen un solo grupo homogéneo, siendo de esta manera estadísticamente iguales entre sí.

CAPITULO V

DISCUSION

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana debido a que estos son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente, están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas y se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección. (Paz, 2003).

Al utilizar este término, los microbiólogos se refieren en forma general a la familia de bacterias de los géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*. La mayoría de estos organismos se encuentran en vida libre es decir en el medio ambiente y materia en descomposición, excepto el género *Escherichia* que vive solo en organismos como el hombre y animales de sangre caliente. (Madigan, 2004).

Con este término se designan principalmente a los órdenes de bacterias *Escherichia* y *Klebsiella spp.* Las bacterias de esta familia son indicadoras por excelencia de contaminación fecal del agua por heces de origen humano principalmente. Son bacterias que fermentan la lactosa a 44,5 – 45,5 °C. Los Coliformes fecales se denominan termo tolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. (Madigan, 2004).

Los resultados reportados en este estudio respecto al aislamiento e identificación de coliformes totales y coliformes fecales en aguas de la quebrada corrientillo, del centro poblado de Zungarococha, evidenciaron la presencia de coliformes totales en 57.8%, mientras que el 42,1% fueron positivos a coliformes termotolerantes, encontrándose niveles que sobrepasa los límites máximos permisibles planteados en la norma para agua de consumo humano y superficiales. **(El Peruano 2008)**.

Estos resultados corroboran la existencia de factores que condicionaron la exposición del agua a la contaminación por materia orgánica, ya que la población del centro poblado de Zungarococha no cuenta con el servicio de alcantarillado, ni redes de distribución de agua potable, asimismo, Ángeles, (2000), menciona que la calidad del agua tiene una fuerte repercusión en la salud pública, por lo que el control de su calidad fundamentalmente la de consumo humano, es un factor importante en la prevención de muchas enfermedades, principalmente de origen hídrico. Por otro lado, Suárez (2002), corrobora que la enumeración de bacterias o grupos de bacterias indicadoras de contaminación fecal es utilizada para valorar la calidad sanitaria de los alimentos, sedimentos y aguas destinadas al consumo humano, la agricultura y la recreación.

Además, la presencia de Coliformes totales (57.8%) fue mayor a lo reportado por Bardales (1979) en la ciudad de Iquitos, con (25%); Isaac (1994) con (36,17%), en la ciudad de Campeche –México y resultó inferior a lo reportado por Perdomo et al. (2001) en el Uruguay, con (87%) y Claret et al. (2003) en Chile quienes reportaron un (78,3%) para coliformes totales. Mientras que Coliformes fecales (42,1%), resulto ser inferior a lo reportado por Bardales (1979) en Iquitos, Perdomo et al, (2001) en Uruguay y Zamora et al (2002) en Argentina Claret et al (2003) en Chile.

Asimismo, Paz, (2003), menciona que las materias fecales del hombre y de los animales contienen una gran variedad de microorganismos entero patógenos como *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Aeromonas*, *Pasteurella*, *Francisella*, *Leptospira*, *Vibrio*, protozoarios y varios grupos de virus. Cuando estos microorganismos son descargados en aguas naturales, su presencia denota contaminación fecal y constituyen un riesgo importante de transmisión de enfermedades para la población.

Por lo que la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorios de muchos enteros patógenos y otras bacterias oportunistas y la defecación a campo abierto podrían contribuir a la presencia de las bacterias del grupo coliformes, las mismas que son consideradas como indicadores microbiológicos en aguas para el consumo humano. De igual manera, la construcción defectuosa de las letrinas y la ausencia o irregular mantenimiento de estas instalaciones predispondrían el ingreso y multiplicación de microorganismos a partir de distintas fuentes.

Estos resultados indicaron la existencia de factores que condicionaron la exposición del agua a la contaminación por materia orgánica, ya que el Centro Poblado de Zungarococha no cuenta con el servicio de alcantarillado, los pobladores utilizan los canales naturales para fluir las agua pluviales, y las letrinas y pozos ciegos como baños. Asimismo la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorios de muchos enteros patógenos y otras bacterias oportunistas y la defecación a campo abierto podrían contribuir a la presencia de las bacterias del grupo coliformes, las mismas que son consideradas como indicadores microbiológicos en aguas para el consumo humano.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- ✓ El agua de la Quebrada Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha se encuentra contaminado con bacterias coliformes totales y coliformes fecales, siendo no apto para el consumo humano y uso recreativos.

- ✓ Las muestras presentaron valores de 845/100ml para coliformes totales y 616/100ml para coliformes fecales.

- ✓ El porcentaje de la presencia de coliformes totales fue de 57,8% y coliformes fecales de 42,1%.

- ✓ Los niveles de la presencia de coliformes totales y coliformes fecales, indican que las aguas de la quebrada corrientillo sobrepasan los límites máximos permisibles para estas bacterias.

- ✓ Los mecanismos de aislamiento e identificación de coliformes Totales y fecales resultaron suficientes para determinar la presencia o ausencia de coliformes fecales en las aguas de la quebrada Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha, lo cual quedó reflejado en los resultados.

6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar monitoreo constante de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los sistemas de agua superficiales.

- ✓ Utilizar nuevas tecnologías para la descontaminación de las aguas, como es la fitorremediación utilizando plantas vasculares, algas para minimizar los efectos que causan en la población.

- ✓ Identificar otros contaminantes microbiológicos, tales como *Enterococos fecales* y algunas formas parasitarias, *Salmonella* y *Vibrio cholerae*.

- ✓ Desarrollar campañas de sensibilización a la población para incrementar el uso de agua hervida o de sustancias bactericidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOS, P. M; AVILA, N. S; ESTUPIÑAN. T. S; GÓMEZ, P. A; 2005.** Indicadores Microbiológicos de Contaminación de las Fuentes de Agua.
División de Investigaciones, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Colombia.
- ANGELES, C. J. 2000.** Evaluación de la Calidad Bacteriológica del Agua Potable de la Ciudad de Iquitos. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana .Iquitos – Perú. 47 pp.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), American Water Work Association and Water Pollution Control Federation (1998).** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed.; Washington, D.C. USA. Parte 9000.
- BARDALES, G. J. 1979.** Control Bacteriológico de Aguas provenientes de pozos del pueblo joven “Túpac Amaru”. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 32 pp.
- CLARET, M,; URRUTIA, R.; ABARZUA, M.; PÉREZ, C.; PALACIOS, M.; 2003.** Estudio de la contaminación en agua de pozo destinada a consumo humano y su expresión espacial en el secano mediterráneo de Chile.
- CRAUN, G.; et al 1994.** Balances de los riesgos químicos y microbianos de la desinfección del agua potable. Water SRT- Aqua, Vol 43. OPS/OMS/CEPIS. Lima.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS DE LOS ALIMENTOS (ICMSF). 2000.** Microorganismos de los alimentos. Su significado y métodos de enumeración Vol. I – 2da. Edic. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 439 pp.
- EL PERUANO. (2008).** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Normas Legales. Perú.

- GONZÁLES, O.; AGUIRRE, J.; SAUGAR, G.; OROZCO, L.; ÁLVAREZ, G.; PALACIOS, K.; GUEVARA, O.; 2007.** Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. Universitas. Volumen 1, Año 1, 2007, pp. 7 -13.
- GOMEZ, F.A.; AGUIRRE, N.J.; BETANCUR, J.; TORO.M.; 2008.** Distribución de dos indicadores bacterianos de calidad de agua en el golfo de Uraba. Gestión y Ambiente. Colombia. Volumen 11.
- HERRERO, M.A.; BIRHMAN, E.; VIILAR, E.; FLORES, M.; CARBO, L.; SARDI, G. y SILVESTRE, A. 1997.** Aspectos químicos y microbiológicos del agua subterránea en granjas de producción avícola. In: Congreso Internacional sobre Aguas, Libro de Resúmenes. Ed. Universidad de Buenos Aires: III-41. Buenos Aires, Argentina.
- HURTADO, B. J. 2007.** Comparación de la Calidad Bacteriológica del Agua de Pozos Artesianos y Rústicos con Agua Almacenada en las Viviendas del Caserío Nina Rumi – Loreto. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 52 pp.
- ISAAC, A.; LEZAMA, C.; KU, P.; TAMAY,P.; 1994.** Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México pp 655 -661.
- MADIGAN, M, MARTINKO, J; PARKER, J. 2004.** Brock. Biología de los Microorganismos 10° edición. Editorial Pearson. Educación. S.A. España. 1011pp.
- MARCHAND, E.O. 2002.** Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo en Lima Metropolitana. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo con Mención en Microbiología y Parasitología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima- Perú. 150 pp.
- MINISTERIO DE SALUD. 2009.** Reporte de casos de enfermedades diarreicas durante el periodo de Enero a Diciembre del 2009. Iquitos. Perú.

- MORA, D. 1992.** Situación del agua de consumo humano y evacuación de excretas en América Latina y el Caribe. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José. Libro de resúmenes. Reunión Regional sobre calidad de agua potable OPS/OMS/CEPIS. Lima-Perú.65pp.
- MOSSEL, D.; MORENO, G.; 1985.** Microbiología de los Alimentos. 1era. Edic. Edit. Acribia S.A. Zaragoza. España. 375 pp
- PAZ, M.; BARZOLA, C.; LAZCANO, C.; PONCE, M.; LEON, J.; 2003.** Colifagos como indicadores de contaminación fecal y de remoción bacteriana en la potabilización del agua. Rev. Perú. biol. 10(2): 133 – 144.
- PERDOMO C. H., CASANOVA O. N. Y CINGADA V.S. 2001.** Contaminación de Aguas subterráneas con nitratos y Coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. Agro ciencia. Universidad de la República. Montevideo-Uruguay. Vol. V N° 1 pág. 10-22 pp.
- PICONE,L.; ANDREOLI, Y.; COSTA, j.; APARICIO, V.; CRESPO, L.; NANNINI, j.; TAMBASIO,W., 2003 .** Evaluación de nitratos y bacterias coliformes en pozos de la cuenca alta del arroyo Pantanoso, Buenos Aires. Revista de Investigaciones Agropecuarias, abril, año/vol.32, número 001. Buenos Aires, Argentina. pp.99 -110.
- SUÁREZ, M. 2002.** Tendencia actual del estreptococo como indicador de contaminación fecal. Rev. Cubana. Hig. Epidemiol; 40(1): 38 -43.
- VENCZEL, L. 1996.** Vinculación de la vigilancia de la salud con los programas de monitoreo de la calidad de agua. ECO/OPS/OMS. Libro de resúmenes. Reunión Regional sobre la calidad del agua potable.OPS/OMS/CEPIS. Lima. 68 pp.
- ZAMORA, A; FOLABELLA, A.; PEREZ GUZZI, J; DOMINGUEZ, S.; DE LUCA, L. 2002.** Contaminación Microbiológica en aguas de pozo Partido Gral. Pueyrredon-Provincia de Buenos Aires - Argentina. Universidad Nacional de Mar de Plata. Laboratorio de Microbiología. Mar de Plata-Argentina.

ANEXO

ANEXO 01

Datos originales de los niveles de contaminación bacteriológica con coliformes totales (NMP/100 ml) de las aguas de la quebrada de “Corrientillo” margen derecho.

Repeticiones	Puntos de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1.8	8.2	1.8	8.4	1.8	8.2	1.8	3.6	5.5	10	
2	3.7	1.8	6.0	4.5	3.6	8.3	5.5	1.8	1.8	10	
3	3.6	1.8	4.0	8.0	3.7	8.1	10	5.6	8.3	9.1	
4	5.5	3.7	3.7	9.2	1.8	6.1	8.3	5.5	6.1	6.1	
5	2.0	3.6	3.6	3.7	5.5	4.0	6.1	3.7	2.0	2.0	
Total	16.60	19.10	19,10	33.80	16.40	34.70	31.70	20.20	23.70	37.20	252.50
Promedio	3,32	3.82	3.82	6.76	3.28	6.94	6.34	4.04	4.74	7.44	5.05

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 02

Datos originales de los niveles de contaminación bacteriológica con coliformes fecales (NMP/100 ml) de las aguas de la quebrada de “Corrientillo” margen derecho.

Repeticiones	Puntos de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3.6	1.8	3.7	6.8	1.8	1.8	4.0	1.8	3.6	6.0	
2	1.8	1.8	1.8	10.0	3.7	5.5	5.6	3.6	1.8	6.1	
3	5.5	3.7	5.5	7.8	5.6	3.7	2.0	5.6	3.7	4.0	
4	5.6	3.6	5.6	10.0	3.6	1.8	5.5	1.8	6.8	2.0	
5	1.80	1.8	3.7	1.8	1.8	5.6	4.0	5.5	10.0	1.8	
Total	18.30	12.70	20.30	36.40	16,50	18.40	21.10	18.30	25.90	19.90	207.80
Promedio	3,66	2.54	4.06	7.28	6.54	3.68	4.22	3.66	5.18	3.98	4.16

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 03

Datos originales de los niveles de contaminación bacteriológica con coliformes totales
(NMP/100 ml) de las aguas de la quebrada de "Corrientillo" margen izquierdo.

Repeticiones	Puntos de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	9.3	14.0	12.0	21.0	6.0	12.0	11.0	10.0	4.5	17.0	
2	9.3	11.0	14.0	25.0	8.1	15.0	14.0	13.0	9.1	9.2	
3	11.0	14.0	14.0	17.0	6.8	14.0	9.3	11.0	9.3	9.1	
4	14.0	12.0	17.0	14.0	12.0	12.0	6.0	11.0	7.8	6.8	
5	15.0	10.0	17.0	11.0	14.0	6.8	8.1	15.0	13.0	10.0	
Total	58.60	61.0	74.0	88.0	46.90	59.80	48.40	60.0	43.70	52.10	592.50
Promedio	11,72	12.20	14.80	17.60	9.38	11.96	9.68	12.0	8.74	10.42	11.85

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 04

Datos originales de los niveles de contaminación bacteriológica con coliformes fecales
(NMP/100 ml) de las aguas de la quebrada de "Corrientillo" margen izquierdo.

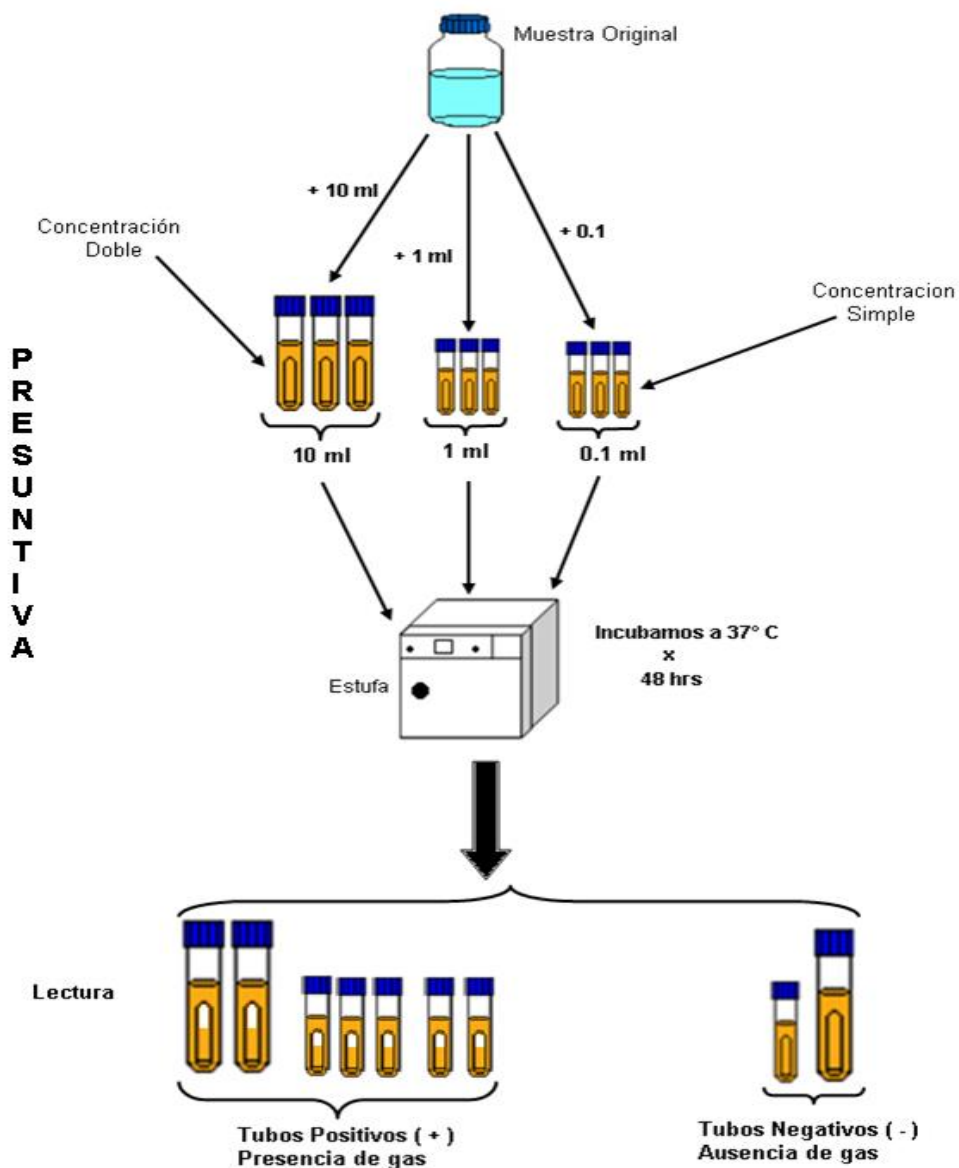
Repeticiones	Puntos de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	6.1	3.6	1.8	1.8	5.6	3.6	6.8	1.8	3.7	14.0	
2	5.6	5.5	1.8	1.8	5.5	1.8	12.0	1.8	4.0	12.0	
3	1.8	1.8	2.0	6.1	8.2	2.0	9.3	5.5	8.2	4.0	
4	1.8	1.8	4.5	5.6	7.8	3.7	5.6	6.1	10.0	2.0	
5	3.6	3.7	6.1	1.8	11.0	3.6	4.5	10.0	12.0	5.6	
Total	18.90	16.40	16.20	17.10	38.10	14.70	38.20	25.20	37.90	37.60	260.30
Promedio	3.78	3.28	3.24	3.42	7.62	2.94	7.64	5.04	7.58	7.52	5.21

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 05

Procedimiento del método del Numero Más Probable (NMP)

Fase Presuntiva

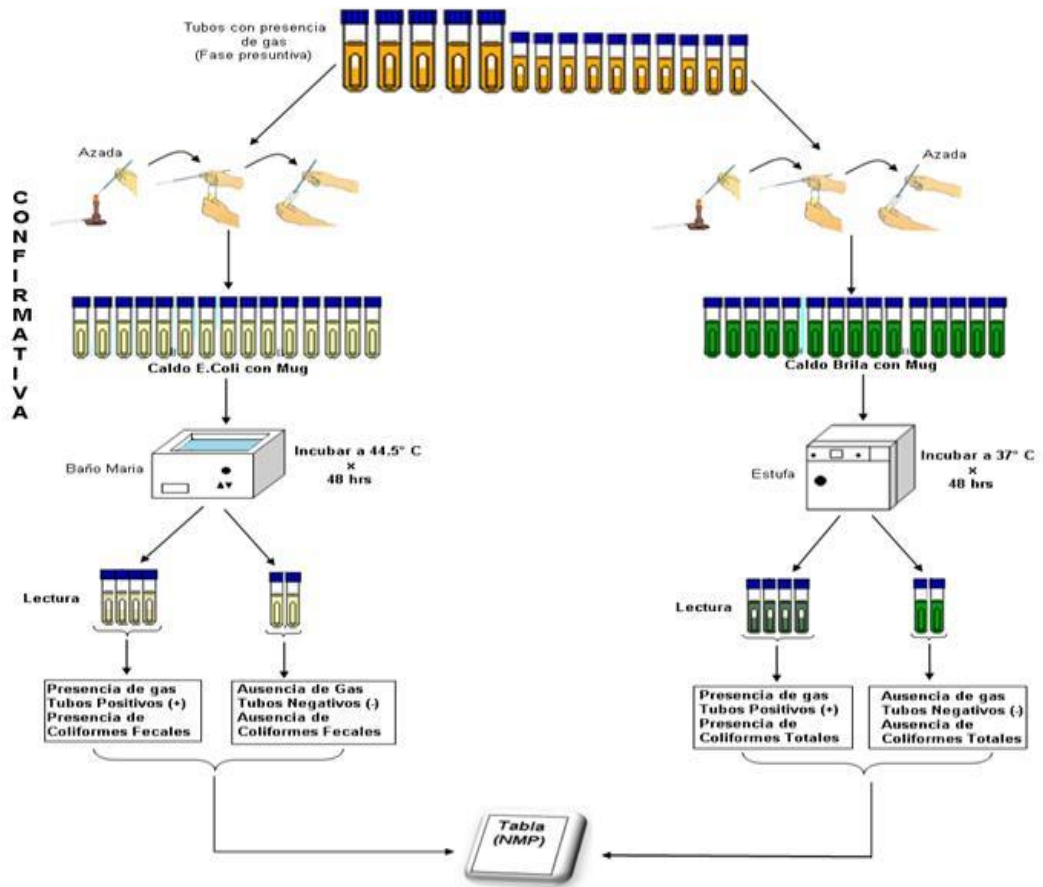


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 06

Procedimiento del método del Numero Más Probable (NMP)

Fase Confirmativa



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 07

Tabla para agua superficial, efluentes tratados y sin tratar, subterránea, residual y mar y límites de confianza 95% para las diversas combinaciones de tubos positivos (3 tubos por dilución), cuando las diluciones elegidas corresponden a inoculos de siembra de 10gr, 1gr y 0.1gr

Numero de tubos sembrados por cada dilución (3 tubos)

Combinaciones de tubos positivos	NMP/gr	Límites de confianza 95%	
		Inf.	Sup.
0-0-0	<1.8	--	6.1
0-0-1	1.8	0.090	6.8
0-1-0	1.8	0.090	6.9
0-1-1	3.6	0.70	10
0-2-0	3.7	0.70	10
0-2-1	5.5	1.8	15
0-3-0	3.4	1.4	15
1-0-0	2.0	0.10	10
1-0-1	4.0	0.70	10
1-0-2	6.0	1.8	15
1-1-0	4.0	0.71	72
1-1-1	6.1	1.8	15
1-1-2	8.1	3.4	23
1-2-0	6.1	1.8	15
1-2-1	8.3	3.4	22
1-3-0	8.3	3.4	22
1-3-1	10	3.5	22
1-4-0	10	3.5	22
1-0-0	4.5	0.70	15
2-0-1	6.8	1.8	15
2-0-2	9.1	3.4	22
2-1-0	6.8	1.8	17
2-1-1	9.2	3.4	22
2-1-2	12	4.1	26
2-2-0	9.3	3.4	21
2-2-1	12	4.1	26
2-2-2	14	5.9	36
2-3-0	12	4.1	36
2-3-1	14	5.9	36
2-4-0	15	5.5	36
3-0-0	7.8	2.1	22
3-0-1	11	2.5	23
3-0-2	13	5.6	35
3-1-0	11	3.5	26
3-1-1	14	5.6	36
3-1-2	17	6.0	36
3-2-0	14	5.7	36
3-2-1	17	6.8	40
3-3-2	20	6.1	40
3-3-0	17	6.8	40
3-3-1	21	6.8	40
3-3-2	24	9.8	70
3-4-1	21	6.8	40
3-5-0	24	9.8	70
4-0-0	25	9.8	70
4-0-1	13	4.3	35
4-0-2	17	5.9	36

FUENTE: (Pascual et al, 2000)

ANEXO 08

Valores para aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y recreación.
(Normas Legales para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua)

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FISICOS Y QUIMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5		6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
INORGANICOS						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	----
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	----
Clorofila A	mg/L	10	----	----	----	----
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGANICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		----	----
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L	----	----	----	----	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S inasociable)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		2 000	

Fuente:

Ministerio de Salud. Lima-Perú.

Dirección general de Salud Ambiental 2011.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Anexo 09

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. <i>E. Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente:

Ministerio de Salud. Lima-Perú.

Dirección general de Salud Ambiental 2011.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

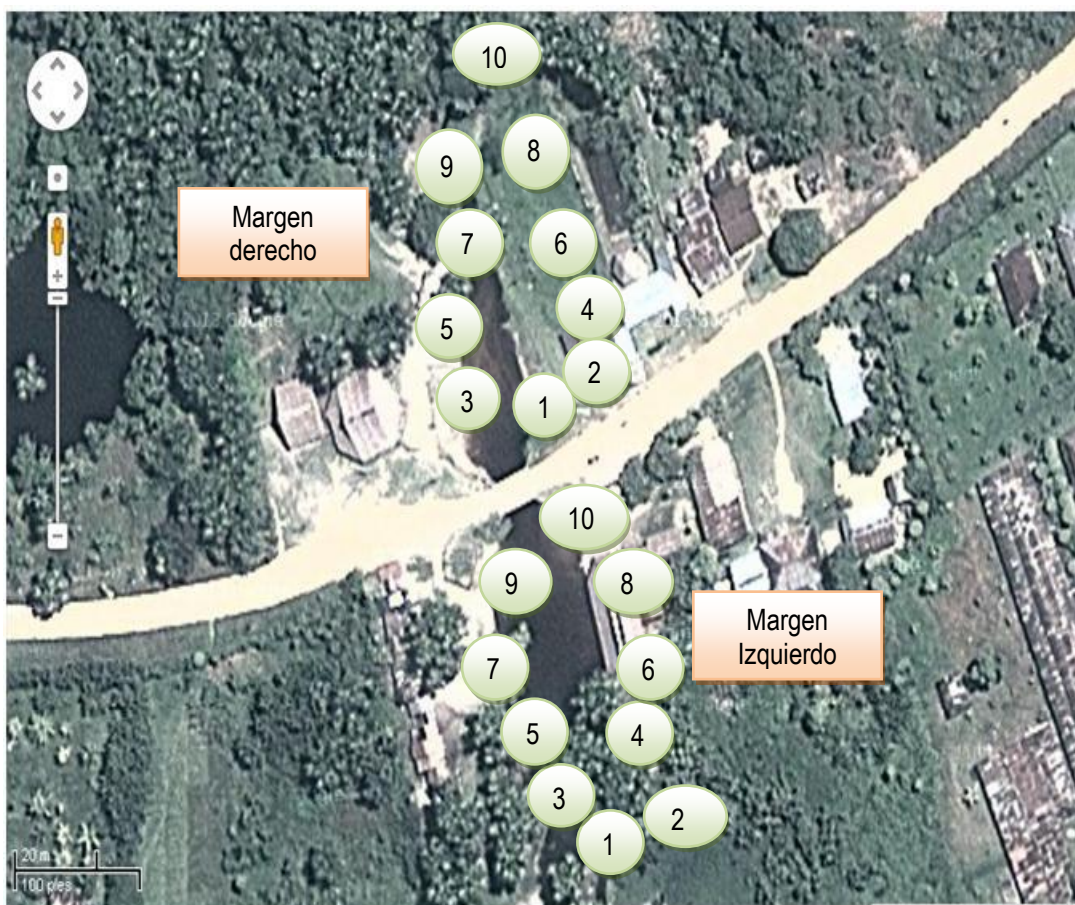
ANEXO 10

Ubicación de los puntos de muestreo en la quebrada Corrientillo del Centro Poblado de Zungarococha.

Coordenadas Geográficas de la quebrada Corrientillo

4° 25' 39.11" S

73° 34' 52.50" O



❖ Google map (2014).- Ubicación de puntos de muestreo en la quebrada de Corrientillo.

Link de la página

[https://www.google.com.pe/maps/place/Carretera+Zungarococha/@-](https://www.google.com.pe/maps/place/Carretera+Zungarococha/@-3.8325151,73.3621317,166m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x91ea0c74cda52b3:0x107945f286f8422d?h|=es-419)

[3.8325151,73.3621317,166m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x91ea0c74cda52b3:0x107945f286f8422d?h|=es-419](https://www.google.com.pe/maps/place/Carretera+Zungarococha/@-3.8325151,73.3621317,166m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x91ea0c74cda52b3:0x107945f286f8422d?h|=es-419)

ANEXO 11

Recolección de las muestras en los diferentes puntos de muestreo (N° 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07,08)

Foto N° 01



Foto N° 02



Foto N° 02



Foto N° 03



Foto N° 05



Foto N° 06



Foto N° 07



Foto N° 08



ANEXO 12

Transporte de las muestras



ANEXO 13

Diversas muestras recolectadas de los diferentes puntos de muestreo de la quebrada Corrientillo. (Fotos N° 01,02)

Foto N° 01



Foto N° 02



ANEXO 14

Preparación de medios de cultivo para el análisis en laboratorio



Tubos con caldo lauril y los tubos de Durham invertidos



A la izquierda un tubo negativo y a la derecha un tubo positivo (presencia de gas) en la fase presuntiva



Caldo E. Coli (izquierda) y caldo Brila (derecha) en la fase confirmativa



Tubos con caldo E. coli (izquierda) y tubos con caldo Brila (Derecha) en la fase confirmativa



Preparación de los medios de cultivo



ANEXO 15

Vista panorámica del área en estudio

