



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

TESIS:

**“CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DE LAS QUEBRADAS
DE LA CONCESIÓN DE CONSERVACIÓN – CUENCA ALTA RÍO ITAYA
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR : Ever Edson Gonzáles Vásquez

ASESOR : Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores Mgr.

San Juan Bautista – Maynas – Loreto – Perú 2018

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía espiritual y estar presente en cada momento de mi vida, en especial en esos momentos donde buscas una luz de esperanza y se presenta la palabra fe, que me enseñó que existe una fuerza superior y que todo pasa.

A mi madre Rose Marie Vásquez Sánchez, por su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos Manley, Joyci, Rossmery, Mayra y Erick, familia numerosa del que me siento orgulloso, grandes hermanos y espejos vivientes de experiencias que me ayudaron a crecer.

Por. Ever Edson Gonzáles Vásquez.

AGRADECIMIENTO

A la Unidad de Laboratorio de Salud Ambiental de la Dirección Regional de Salud Ambiental DIRESA - Loreto, por brindarme los materiales de laboratorio para la ejecución de mi Tesis.

Al Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Amazonia (CIRNA-UNAP), por permitirme el uso de sus instalaciones y equipos para la ejecución de este proyecto de tesis.

Al Laboratorio de Biotecnología y Bioenergética de la Universidad Científica del Perú, por permitirme el acceso a sus instalaciones para realizar la preparación de soluciones que se utilizaron en la presente tesis.

Al Dr. Juan Carlos Castro Gómez Investigador de la Unidad Especializada de Biotecnología del Centro de Investigaciones de Recursos Naturales – CIRNA, por los consejos oportunos en el proceso de la presente tesis

A mi asesor Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores. Mgr, por el apoyo incondicional y paciencia durante todo el proceso de la ejecución de mi tesis, confianza depositada en cada momento y por sus buenos consejos en cada paso de esta realización del proyecto de tesis.

A todas aquellas personas que, contribuyeron en la culminación de la tesis, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE ECOLOGÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resolución Decanal N°070-2015-FCEI-UCP del 24 de marzo de 2015, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- Ing. Carmen Patricia Cerdeña Del Águila, Dra. Presidente
- Blga. Marianela Cobos Ruíz, Dra. Miembro
- Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos M.Sc. Miembro

En la ciudad de Iquitos, siendo las 17:30 horas del día lunes 14 de mayo de 2018, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "Calidad bacteriológica de las aguas de las quebradas de la Concesión de Conservación – Cuenca Alta Río Itaya de la Universidad Científica del Perú"

Presentado por el sustentante:

EVER EDSON GONZÁLES VÁSQUEZ

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Ambiental**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *Satisfactoria*

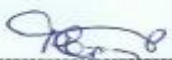
El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: *Aprobada (Magna Cum Laude)*

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (2) Suma Cum Laude	19 – 20
	Aprobado (2) Magna Cum Laude	17 – 18
	Aprobado (2) Cum Laude	15 – 16
	Aprobado (2)	13 – 14
	Desaprobado (0)	00 – 12

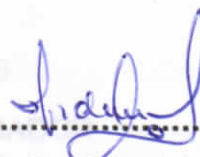
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ACTA DE BUSTENTACION DE TESIS

JURADO CALIF



Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Águila, Dra.

RESUMEN

PRESIDENTE

ABSTRACT

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. Lugar y fecha de realización

2. Blgo. Marianela Cobos Ruiz, Dra.

MIEMBRO

Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos, Mgr



MIEMBRO

2.3. Población

2.3.1. Población

2.3.2. Muestra

2.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

2.4.3. Procedimiento Experimental

2.4.3.1. Creación de

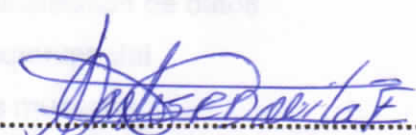
2.4.3.2. Fase de

2.4.3.3. Fase de

2.4.3.4. Procesamiento de la información

Blgo. Carlos Roberto Dávila Flores, Mgr.

ASESOR



ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	iv
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	v
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	13
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II	16
MATERIALES Y METODOS	16
2.1 Lugar y desarrollo de la investigación	16
2.2 Tipo y Diseño de la investigación	16
2.3 Población y muestra	17
2.3.1 Población	17
2.3.2 Muestra	17
2.4 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	17
2.4.1 Técnica de recolección de datos	17
2.4.2 Instrumento de recolección de datos	17
2.4.3 Procedimiento Experimental	18
2.4.3.1 Colecta de muestras	18
2.4.3.2 Fase presuntiva	18
2.4.3.3 Fase de confirmativa	19
2.4.3.4 Procesamiento de la información	19

CAPÍTULO III	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1 Resultados.	
3.1.1 Grado de contaminación por coliformes totales en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de creciente.	20
3.1.2. Grado de contaminación por coliformes termotolerantes en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de creciente.	21
3.1.3. Grado de contaminación por coliformes totales en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de vaciante.	22
3.1.4 Grado de contaminación por coliformes termotolerantes en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de vaciante.	23
3.2. Discusión	25
CAPÍTULO IV	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	28
4.1 Conclusiones.	28
4.2 Recomendaciones.	28
CAPÍTULO V	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPITULO VI	32
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Título	Pág.
1	Evaluación bacteriológica de las cuatro quebradas en época de creciente y vaciante	24
2	Ficha Evaluativa N° 1. Época de creciente según la norma de la ECA 3000	46
3	Ficha Evaluativa N° 1. Época de creciente según la norma de la ECA 2000	46
4	Ficha Evaluativa N° 2. Época de Vaciante según la norma de la ECA 3000	47
5	Ficha Evaluativa N° 2. Época de Vaciante según la norma de la ECA 2000	47
6	Categoría. Conservación del Ambiente Acuático. Estándares Nacionales de la Calidad para Agua. Decreto Supremo N° 002 2008 MINAM	48
7	Índice NMP y límites de confianza del 95 % para varias combinaciones de resultados positivos cuando son usados 5 tubos por dilución (10 mL, 1 MI, 0.1 mL).	49

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Valores obtenidos de coliformes totales en época de creciente	20
2	Valores obtenidos de coliformes termotolerantes en época de creciente	21
3	Valores obtenidos de coliformes totales en época de vaciante	22
4	Valores obtenidos de coliformes termotolerantes en época de vaciante	23
5	Diseño experimental de la investigación.	33
6	Ubicación geográfica del Área de Concesión de Conservación cuenca alta río Itaya de la Universidad Científica del Perú comunidad Luz del Oriente. Iquitos-Perú	34
7	Georreferencias Puente Itaya, carretera Iquitos-Nauta	35
8	Procesamiento del metodo del Número mas Probable (NMP). Fase Presuntiva.	36
9	Procedimiento del metodo del numero Mas Probable (NMP). Fase Confirmativa	37
10	Etapa de muestreo. Registro de las características de cada Quebrada y preparación de materiales	38
11	Recolección de muestras Quebrada 01	39
12	Recolección de muestras Quebrada 02	40
13	Recolección de muestras Quebrada 03	41
14	Recolección de muestras Quebrada 04	42
15	Muestras de todas las quebradas	43
16	Diversos tubos con Caldo Lauril y los tubos invertidos de	

	Durham en su interior	43
17	Inoculación de las muestras de agua en concentración de 10 mL, 1mL y 0.1 mL en caldo Lauril.	44
18	Incubando las muestras por 48 horas de 35°C- 37°C	44
19	Tubo positivo (Presencia de gas). Fase Presuntiva	45
20	Caldo <i>E. Coli</i> (Coliformes Termotolerantes) y caldo Brilla (Coliformes Totales).	45

RESUMEN

Evaluar la calidad bacteriológica de las quebradas del área de conservación de la Universidad Científica del Perú (UCP), es importante ya que existe el riesgo de consumirla contaminada con bacterias patógenas y otros microorganismos. El objetivo fue determinar la calidad bacteriológica de las aguas de las quebradas de la Concesión de Conservación – Cuenca alta río Itaya de la Universidad Científica del Perú, Los resultados indican que en época de creciente en la quebrada N°1, se obtuvieron los valores más altos de células bacterianas; coliformes totales 110000 NMP, y coliformes termotolerantes 21000 NMP. En la quebrada N° 4, se obtuvieron los valores más bajos de células bacterianas; coliformes totales 15000 NMP, y Coliformes termotolerantes 9300 NMP. Por consiguiente, en época de vaciante en la quebrada N°1, se obtuvieron los valores más altos de células bacterianas; coliformes totales 24000 NMP y Coliformes termotolerantes 21000 NMP. En la quebrada N° 2 se obtuvo el valor más bajo de coliformes totales 15000 NMP y en la quebrada N° 4, se obtuvo el valor más bajo de coliformes termotolerantes 7500 NMP. En conclusión se determinó que en las quebradas de estudio, la presencia de bacterias indicadoras de contaminación sobrepasan los estándares de calidad para aguas de conservación de ambientes acuáticos.

Palabras Clave: Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Quebradas.

ABSTRACT

To evaluate the bacteriological quality of the streams of the conservation area of the Scientific University of Peru (UCP), is important, since there is a risk of consuming it contaminated with pathogenic bacteria and other microorganisms. The objective was to determine the bacteriological quality of the waters of the streams of the Conservation Concession - Itaya River High Basin of the Scientific University of Peru. The results indicate that during the growing season in stream No. 1, the most significant values were obtained. high bacterial cells; total coliforms 110000 NMP, and heat tolerant coliforms 21000 NMP. In stream No. 4, the lowest values of bacterial cells were obtained; total coliforms 15,000 NMP, and thermotolerant Coliforms 9300 NMP. Therefore, at the time of emptying in stream No. 1, the highest values of bacterial cells were obtained; total coliforms 24000 NMP and thermotolerant coliforms 21000 NMP. In stream No. 2 the lowest value of 15,000 NMP total coliforms was obtained and in stream No. 4, the lowest value of 7500 NMP thermotolerant coliforms was obtained. In conclusion, it was determined that in the study streams, the presence of bacteria indicating pollution exceeds the quality standards for water conservation in aquatic environments.

Key word: Total coliforms, thermotolerant coliforms, streams.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Evaluar la calidad bacteriológica de las quebradas del área de conservación de la Universidad Científica del Perú (UCP), es de suma importancia, debido a que existe el riesgo de consumirla contaminada con bacterias patógenas, protozoarios y otros microorganismos provenientes de las heces fecales de humanos y animales de sangre caliente ⁽¹⁾. Asimismo, se encuentra dentro de un área de amortiguamiento de la concesión de conservación – cuenca alta río Itaya de la U.C.P. Por tanto, dichas evaluaciones podrían prevenir futuras alteraciones negativas de manera significativa en la salud de las personas y en la conservación de los ecosistemas ⁽²⁾.

Además, los aspectos bacteriológicos han adquirido una creciente importancia en el estudio de los sistemas acuáticos, Debido a que, las variables físicas y químicas no determinan con precisión la calidad de las aguas y sólo dan una idea específica sobre ella ⁽³⁾. Adicionalmente, en el agua normalmente se encuentran presentes microorganismos y otros llegan accidentalmente por medio del aire, suelo u otros factores siendo así un problema en la industrialización y en la vida del ser humano ⁽⁴⁾. Por ello, es necesario el implemento del análisis bacteriológico del agua para establecer la contaminación que estas pueden presentar y aplicar el proceso adecuado para su purificación evaluar la calidad de las aguas y su grado de contaminación por materia fecal es una labor de importancia por razones de tipo ecológico, sanitario y estético ⁽⁵⁾.

Los resultados de esta investigación, contribuirán a nuevas investigaciones relacionadas a la calidad bacteriológica del agua. Además, importantes y recientes acontecimientos y acuerdos internacionales han atraído la atención en temas de la calidad del agua. Tales como, de los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, el sistema de las Naciones Unidas, las instituciones financieras internacionales, las empresas y el sector industrial y otras entidades acerca de la trascendencia de las cuestiones relativas al agua dulce ⁽⁶⁾. Por lo tanto, dicho interés hace que se centren en mejora la calidad de vida de las personas. Además, apoyar la

aplicación de guías y estándares para áreas de conservación de contacto primario para proteger la salud pública y ecosistemas ⁽⁷⁾.

Ante esto, la evaluación de la calidad bacteriológica de las quebradas del área de conservación de la U.C.P. controlará los posibles impactos negativos que se puedan generar entorno al uso de dichas fuentes de agua. Debido a que estas fuentes de agua son utilizadas por los comuneros dentro de sus actividades diarias. Tales como, la preparación de sus alimentos, beber el agua, lavado de ropas, bañarse, etc. Por lo tanto, todas las actividades de la comunidad se desarrollan en torno al agua ⁽⁸⁾.

Sin embargo, en la actualidad la calidad del recurso agua está siendo alterado. Esto se atribuye a múltiples formas de contaminación. Tales como, la procedencia de los desechos; por sedimentos, materia orgánica, biosidas ⁽⁹⁾. De manera que, provocan distintos grados de impactos sobre las características físico-químicas propias del agua, sobre la flora, la fauna y el hombre ⁽¹⁰⁾.

Actualmente, existe un gran impacto en las quebradas de la Concesión de Conservación de la UCP comunidad Luz del Oriente. Este impacto se debe a que la mayoría de las familias no cuenta con letrinas sanitarias para eliminar sus excretas. Además, eliminan la basura en lugares inadecuados (en los ríos y detrás de las casas). En conjunto estos impactos inadecuados aumentan los riesgos de la contaminación del agua ⁽¹¹⁾.

La ingesta de agua contaminada se convierte en uno de los mayores problemas que tiene que afrontar una comunidad. También, es la causa fundamental de enfermedades transmisibles e infecciosas que empeoran la calidad de vida de las personas ⁽¹²⁾. Entre estas enfermedades están, enfermedades diarreicas como disentería, cólera o tifoidea y enfermedades parasitarias ⁽¹³⁾.

Por esa razón es muy importante identificar la calidad bacteriológica del agua de las quebradas de la Concesión de Conservación de la UCP. La identificación de la calidad bacteriológica de las aguas, servirá como instrumento que permitirá caracterizar eficazmente las aguas de las quebradas. Al mismo tiempo permitirá identificar ambientes acuáticos críticos por su gravedad. Además, ayudara a desarrollar

programas correctivos para proteger tan importante recurso para el desarrollo de la comunidad.

Por tal motivo, en el presente trabajo de investigación se planteó la hipótesis, si existirá en las quebradas de la zona de amortiguamiento del área de conservación de la concesión cuenca alta río Itaya, la presencia de bacterias indicadoras de contaminación por encima de los estándares de calidad para aguas de uso de conservación de ambientes acuáticos. En tal sentido, se tuvo como objetivo general determinar la calidad bacteriológica de las aguas de las quebradas de la Concesión de Conservación – cuenca alta río Itaya de la Universidad Científica del Perú y como objetivos específicos; Evaluar el grado de contaminación por coliformes totales y coliformes termotolerantes en las quebradas de estudio en época de creciente, del mismo modo, evaluar el grado de contaminación por coliformes totales y coliformes termotolerantes en las quebradas de estudio en época de vaciante, y como objetivo final: Determinar si el agua de las quebradas en estudio se encuentran aptas para uso de conservación tanto en época de vaciante y en época de creciente.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar y desarrollo de la investigación

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo dentro de la zona de amortiguamiento del Área de Concesión de Conservación – cuenca alta río Itaya de la Universidad Científica del Perú (geopolíticamente) en el sector occidental a Iquitos, región Loreto, provincia de Maynas, distrito de San Juan Bautista (Loreto, Perú). Mientras, geográficamente, se encuentra ubicado en el distrito de San Juan Bautista, ubicado en la cuenca alta del río Itaya, entre las comunidades de Melitón Carbajal, Luz del Oriente, 28 de enero y Nueva Villa Belén (Figura 06). El lugar tiene un área de 10.077.784 Has y los bosques de este sector corresponden a bosques húmedos tropicales con precipitación de 3000 mm anuales. Además, las quebradas existentes en el área son de origen meándrica. Por ende, guardan relación especial con las dimensiones del cauce principal del río Itaya. Teniendo como cuerpos de aguas más representativas a Lamas Cocha, Cocha Anguilla y Tipishca Veintiocho de Enero (Figura 07).

2.2. Tipo y Diseño de la Investigación.

La Investigación fue de tipo descriptivo porque consistió en la determinación de la calidad bacteriológica de las quebradas.

El diseño fue de tipo no experimental y longitudinal porque no se manipularon las variables y se realizaron los muestreos en dos épocas del año, tanto en creciente y en vaciante. Además, se realizó la colecta de muestras tanto en época de creciente y vaciante, las cuales fueron transportadas al laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigaciones de Recursos Naturales (CIRNA–UNAP), donde se ejecutó la fase experimental del estudio (Figura 01).

2.3. Población y muestra.

2.3.1. Población.

La Población estuvo constituida por todas las quebradas presentes en el área de amortiguamiento de la concesión de la UCP.

2.3.2. Muestra.

La muestra estuvo representada por cuatro quebradas del área de amortiguamiento de la concesión de conservación de la UCP.

2.4. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

2.4.1. Técnica de recolección de datos:

Para la recolección de datos, se tomó una muestra de agua de 150 mL, de cada una de las quebradas, en un frasco de vidrio estéril de 250 ml, de boca ancha y con tapa rosca, previamente desinfectadas con cloro y enjuagadas varias veces con agua destilada; siguiendo las instrucciones para la toma de muestra en una corriente de agua ⁽¹⁴⁾. Las muestras fueron transportadas en una caja térmica a una temperatura de 4 a 10 °C.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos:

Los instrumentos para la recolección de datos que se utilizaron fueron los siguientes:

- a). Fichas o guías de observación. Se utilizaron para registrar información de las características de las quebradas. Así como también, la fecha y hora de la toma de muestras (Figura 10).
- b). Los equipos que se utilizaron para obtener directamente el registro de datos fueron GPS marca Garmin modelo Etrex 10, cámara fotográfica marca Samsung modelo Tablet j8, Campanas de Durham, Autoclave (Yamato, SM510), Estufa Ecocell 111.

2.4.3. Procedimiento.

2.4.3.1. Colecta de muestras

Las muestras se recogieron en frascos de vidrio, boca ancha con capacidad de 250 mL debidamente tapados, rotulados y esterilizados en autoclave a 121° a 15 libras de presión por 20 minutos ⁽¹⁵⁾. Además, las muestras bacteriológicas se colectaron a una profundidad de 20 a 30 cm. Asimismo, para la toma de la muestra se dejó correr el agua por un tiempo de 5 minutos, para enseguida llenar $\frac{3}{4}$ partes del recipiente. Del mismo modo, se dejó un espacio para la aireación y mezcla de $\frac{1}{3}$ del frasco de muestreo ⁽¹⁶⁾. El transporte de las muestras se efectuó con extremo cuidado, a fin de evitar todo tipo de pérdidas o contaminación de las mismas por otras sustancias. También se evitó la exposición a la luz para minimizar al máximo la foto degradación de algunos compuestos.

2.4.3.2. Fase Presuntiva

En esta etapa de la investigación, se procedió a efectuar el análisis bacteriológico de las muestras de agua a través del método de tubos múltiples de fermentación (serie de 5 tubos), el cual consistió en determinar la densidad del grupo coliformes expresadas en términos del “Numero Más Probable” (NMP) (Tabla 07). Para lo cual se efectuó en 2 fases: Presuntiva y Confirmativa ⁽¹⁷⁾. Se inoculó muestras de agua en volúmenes de 10 mL, 1 mL y 0.1 mL respectivamente, con campanas de Durham invertidos en su interior en serie de 5 tubos de fermentación que contenían 10 mL del medio de cultivo caldo Lauril sulfato, luego se procedió a la incubación a 37°C durante 48 horas; al cabo de este tiempo se examinó los tubos de las series, constituyendo la presencia de gas como positivo. Por consiguiente, se procedió a efectuar la fase confirmativa.

2.4.3.3. Fase Confirmativa.

En esta fase del análisis solo se trabajó con los tubos positivos de la fase presuntiva. El cual, nos permitió determinar la presencia de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes (Figura 19)

Para la confirmación de coliformes totales, se inoculó una azada de los tubos positivos en series de 5 tubos de fermentación que contenían en su interior campanas de Durham invertidas y 10 mL de caldo bilis verde brillante o caldo brilla, luego se les incubó a 37°C durante 48 horas, al cabo de este tiempo se anotó el número de tubos de las series que presento formación de gas en este medio y se calculó el número de coliformes totales en 100mL. A partir de esos resultados se verificó en la tabla del NMP (Tabla 07) se comprobó si se encuentra dentro del límite máximo permisible que establece el ECA´s - MINAM. (Tabla 06).

Para la confirmación de coliformes termotolerantes, se inoculó una azada de los tubos positivos en series de 5 tubos de fermentación que contenían tubos Durham en su interior y 10 mL de caldo *Escherichia coli*, luego se les incubó a 44.5°C durante 48 horas en baño maría; al cabo de este tiempo se examinó los tubos de las series, constituyendo la presencia de gas como positivo. Posteriormente, a partir de los tubos que resultarán positivos, se procedieron a determinar el número de coliformes termotolerantes por 100 mL; con la ayuda de la tabla del NMP. (Tabla 07).

Todos los resultados se compararon con la Norma de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua ECA´s-MINAM. (Tabla 07).

2.4.3.4. Procesamiento de la información.

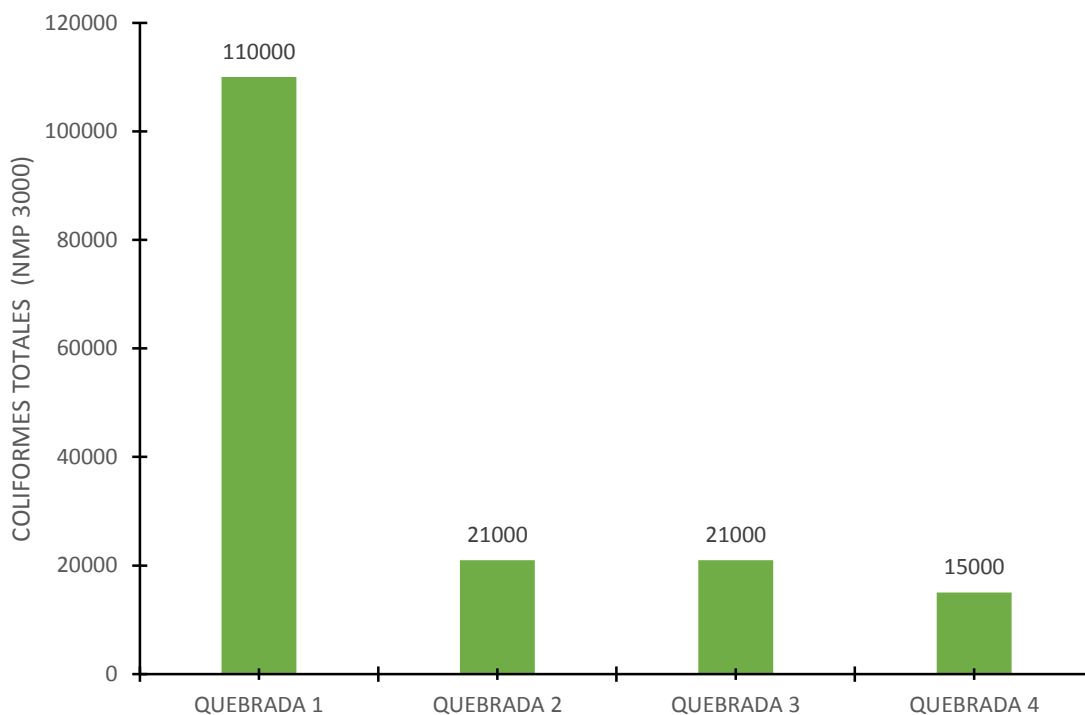
Para el análisis de los datos se utilizó la estadística inferencial, mediante los siguientes análisis estadísticos: Análisis univariado: La frecuencia, este análisis permitió relacionar la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes en las quebradas de la Concesión en épocas de creciente y vaciante.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

3.1.1 Grado de contaminación por coliformes totales en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de creciente.

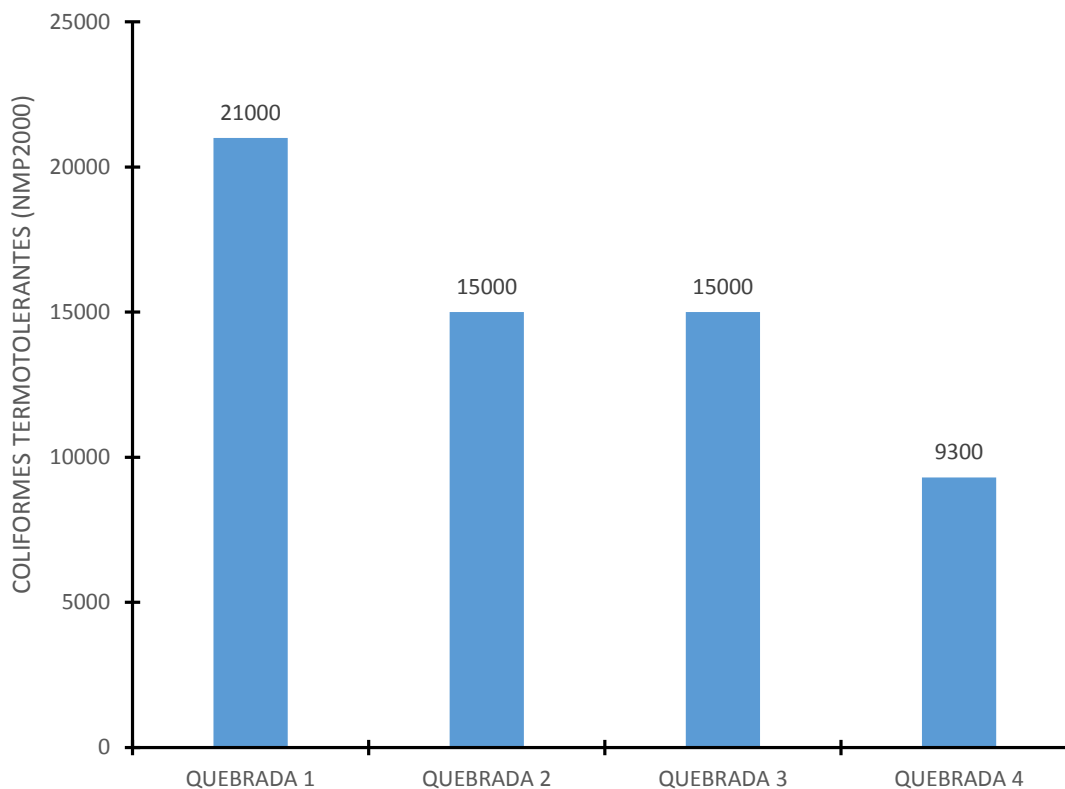


Fuente: Datos recopilados por el tesista.

Figura 1: Valores obtenidos de coliformes totales en época de creciente

En la figura **N° 01**, en la evaluación de Coliformes totales en la quebrada numero N° 1, se obtuvieron el valor más alto de células bacterianas (110 000 NMP), y en la quebrada N° 4, presento el valor más bajo de células bacterianas (15000 NMP). (Tabla 02). Estos resultados reflejan que las aguas de las 4 quebradas evaluadas en época de creciente no son aptas para la conservación del ambiente acuático, debido a la presencia de Coliformes totales en cantidades mayores al límite de referencia. (Valor de Referencia 3 000 NMP), según el ECA – MINAM, para aguas de uso de conservación del ambiente acuático.

3.1.2 Grado de contaminación por coliformes termotolerantes en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de creciente.

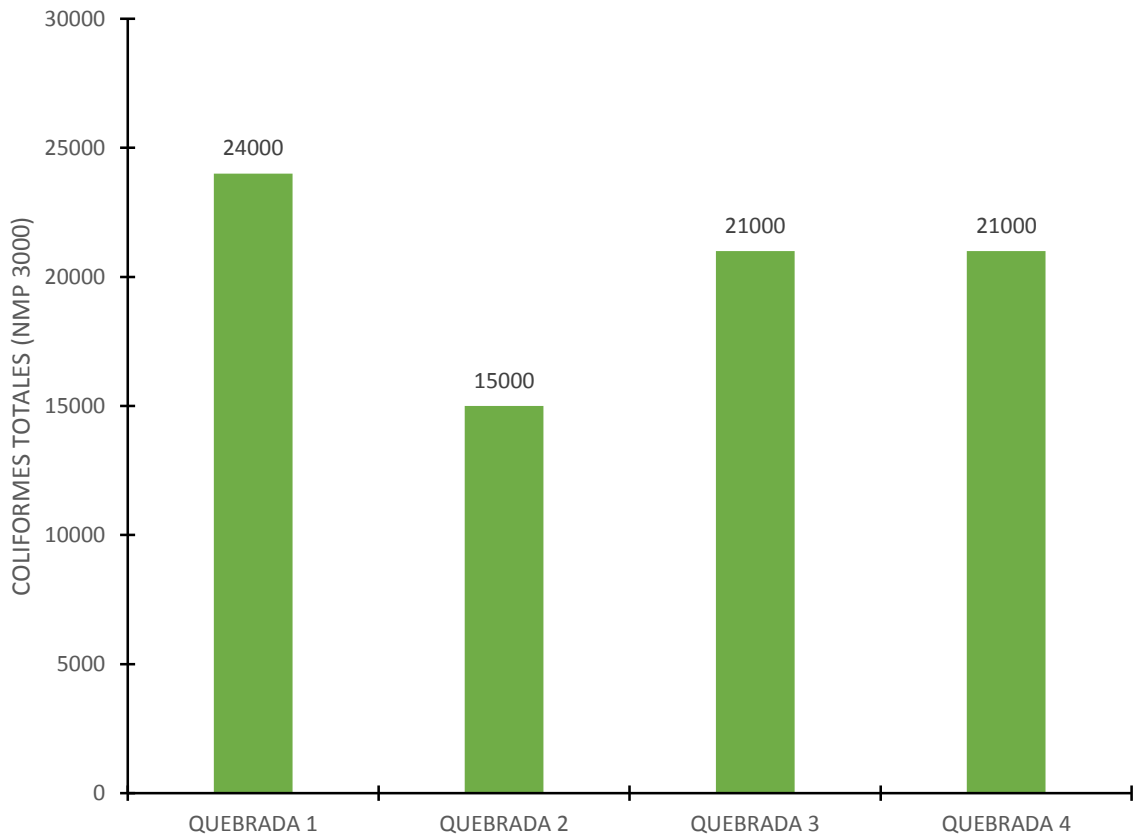


Fuente: Datos recopilados por el tesista

Figura 2: Valores obtenidos de coliformes termotolerantes en época de creciente

En la figura N° 2, en la evaluación de los Coliformes termotolerantes, en la quebrada numero N° 1, se obtuvieron el valor más alto de células bacterianas (21000 NMP), y en la quebrada N° 4, presento el valor más bajo de células bacterianas (9300 NMP). (Tabla 03). Estos resultados reflejan que las aguas de las 4 quebradas evaluadas en época de creciente no son aptas para la conservación del ambiente acuático, debido a la presencia de Coliformes termotolerantes en cantidades mayores al límite de referencia. (Valor de Referencia 2 000 NMP), según el ECA – MINAM, para aguas de uso de conservación del ambiente acuático.

3.1.3 Grado de contaminación por coliformes totales en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de vaciante.

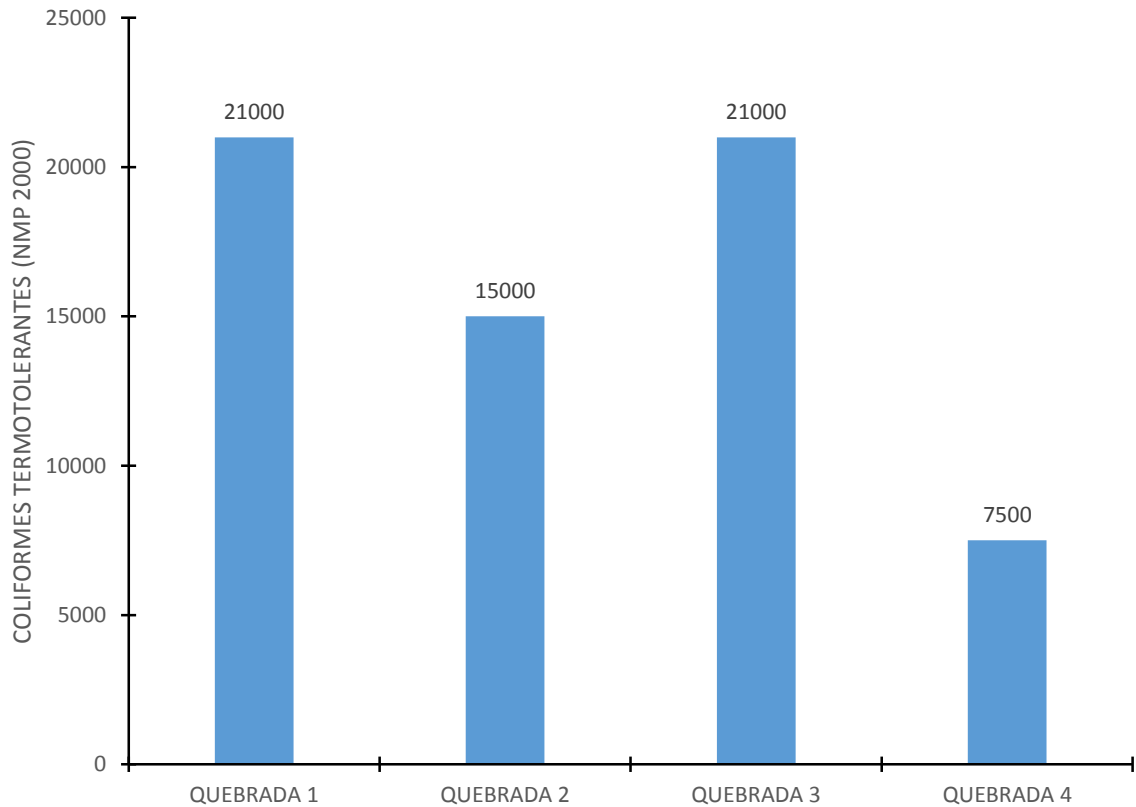


Fuente: Datos recopilados por el tesista.

Figura 3: Valores obtenidos de coliformes totales en época de vaciante

En la figura N° 3, en la evaluación de Coliformes totales en la quebrada numero N° 1, se obtuvieron el valor más alto de células bacterianas (24000 NMP), y en la quebrada N° 2, presento el valor más bajo de células bacterianas (15000 NMP). (Tabla 04). Estos resultados reflejan que las aguas de las 4 quebradas evaluadas en época de vaciante no son aptas para la conservación del ambiente acuático, debido a la presencia de Coliformes totales en cantidades mayores al límite de referencia. (Valor de Referencia 3 000 NMP), según el ECA – MINAM, para aguas de uso de conservación del ambiente acuático.

3.1.4 Grado de contaminación por coliformes termotolerantes en las quebradas de estudio de la zona de amortiguamiento de la UCP – comunidad Luz del Oriente en época de vaciante.



Fuente: Datos recopilados por el tesista.

Figura 4: Valores obtenidos de coliformes termotolerantes en época de vaciante

En la figura N° 4, en la evaluación de los Coliformes termotolerantes, en la quebrada numero N° 1, se obtuvieron el valor más alto de células bacterianas (21000 NMP), y en la quebrada N° 4, presento el valor más bajo de células bacterianas (7500 NMP). (Tabla 05). Estos resultados reflejan que las aguas de las 4 quebradas evaluadas en época de vaciante no son aptas para la conservación del ambiente acuático, debido a la presencia de Coliformes termotolerantes en cantidades mayores al límite de referencia. (Valor de Referencia 2 000 NMP), según el ECA – MINAM, para aguas de uso de conservación del ambiente acuático.

Tabla 1. Evaluación bacteriológica de las 4 quebradas en época de creciente y vaciante.

QUEBRADAS EVALUADS	EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA DE LAS QUEBRADAS							
	ÉPOCA DE CRECIENTE.				ÉPOCA DE VACIANTE.			
	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES TERMOTOLERANTES		COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES TERMOTOLERANTES	
	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO
1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	0	1	0	1	0	1	0	1
3	0	1	0	1	0	1	0	1
4	0	1	0	1	0	1	0	1
TOTAL	0	4	0	4	0	4	0	4

Fuente: Datos recopilados por el tesista.

En la tabla **N° 1**, Se observa que la calidad de las aguas de las 4 quebradas evaluadas tanto en época de creciente como en vaciante, están contaminadas por la presencia de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes, considerados como indicadores bacteriológicos de contaminación de las fuentes de agua, quienes sobrepasan los límites de referencia planteados en la norma, corroborando que las aguas de las 4 quebradas no son aptas para agua de conservación del ambiente acuático.

3.2 Discusión

El crecimiento de la población a nivel mundial y el aumento del uso del agua para diferentes actividades, ha incrementado los niveles de contaminación, esta contaminación está relacionada con los vertidos de origen doméstico e industrial a los cuerpos de agua. Por ende, en el caso de los residuos de origen doméstico, la carga contaminante está representada por altos índices de microorganismos de origen fecal, estos microorganismos son causantes de enfermedades de origen hídrico, que generan altos porcentajes de morbi-mortalidad en la población ⁽¹⁸⁾. Además, la aceleración de este fenómeno por causas antropogénicas es usualmente por descargas de desperdicios orgánicos y de nutrientes ⁽¹⁹⁾. Asimismo, los altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal presentes en las aguas residuales traen consigo daño a la flora y fauna. El alto índice de contaminación de las aguas en el planeta, trae consigo muchos problemas ambientales en los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, las quebradas del área de concesión de conservación cuenca alta río Itaya de la UCP, no están ajenas a esta problemática, debido a que existe el riesgo de consumirlas contaminadas con bacterias patógenas, protozoarios y otros microorganismos provenientes de heces fecales de animales de sangre caliente y de los pobladores que habitan en la zona de amortiguamiento del área de concesión. La contaminación por coliformes totales se muestra claramente en la figura N° 2. Del mismo modo, la contaminación por coliformes termotolerantes se muestra claramente en la figura N° 3, ambos resultados obtenidos en época de creciente. Por consiguiente, en los resultados obtenidos en época de vaciante, la contaminación por coliformes totales se muestra claramente en la figura N° 4. Del mismo modo, la contaminación por coliformes termotolerantes se muestra en la figura N° 5, época en donde se puede apreciar la contaminación excesiva por coliformes totales y coliformes termotolerantes, tanto es así que en la época de vaciante las quebradas de estudio quedan incomunicado o apenas queda unido por algún caño de su principal río tributario, el Río Itaya. Es así, que el rango de los valores obtenidos en dicha época van desde los 15000 NMP a 24000 NMP para el caso de Coliformes Totales y 7500 NMP a 21000 NMP para el caso de coliformes Termotolerantes. De igual modo, en época de creciente en la que las quebradas reciben gran aporte de

lluvias y de aguas de los ríos desbordados, el rango de los valores va desde los 15000 NMP a 110000 NMP para el caso de Coliformes Totales y 9300 NMP a 21000 NMP para el caso de Coliformes Termotolerantes. Por lo tanto, indica que las aguas de las quebradas del área de concesión de conservación cuenca alta río Itaya de la UCP, presentan valores por encima de los niveles máximos permisibles.

Aparentemente, esta problemática se mantiene actualmente, ya que la contaminación generada por aguas residuales de origen domestica continua en aumento debido a que no existe ningún plan de control y tratamiento por parte de las autoridades del Ministerio del Ambiente (MINAM), más aun tratándose de una zona rural donde la presencia de las mismas es casi inexistente. De igual modo, estos estudios son similares a los reportados por *Ávila et al* ⁽²⁰⁾ en el humedal de Jaboque en Bogotá Colombia en el 2010, quienes realizando el recuento de las bacterias aisladas coliformes totales, *E. coli*, *Enterococcus* spp., especies de *Pseudomonas*, *Aeromonas* y *Clostridium* muestran cierto nivel de similitud (ANOSIM, Test global, R= 0.1648 y P= 0.1048), entre las muestras tomadas en época seca (marzo) y las de época de lluvia (mayo). Igualmente, Toledo ⁽²¹⁾, en el 2014 estudiando la calidad del agua de microcuencas en un área natural protegida en Jalisco Mexico en épocas de temporal de lluvias y después de las lluvias, todas las muestras contenían coliformes fecales en cuando menos una de las muestras de cada sitio rebasando los límites máximos permisibles.

En tanto, en un estudio realizado en el Río Amazonas, se reportaron en coliformes totales 7 800 - 110 000 NMP/100 mL y para coliformes termotolerantes 48 000 - 980 00 NMP/100 mL ⁽²²⁾, sobrepasando los niveles máximos permisibles en los ECA's. Similar situación se registró en un trabajo realizado en Colombia en la Bahía Santa Marta, en donde se detectó rangos entre 12 7400 y 58 000NMP/100 ml. de coliformes ⁽²³⁾.

En tanto, en un estudio realizado en Chile, las 157 muestras tuvieron contaminación por coliformes, mientras que, en Perú, el río Itaya tuvo rangos de 2100 - 110 000 NMP/100 mL de coliformes totales y 2000 - 95 000 NMP/100 ml para coliformes termotolerantes ⁽²⁴⁾.

Asimismo, la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorios de muchos enteropatógenos 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 contaminadas ⁽²⁵⁾.

Por consiguiente, después de analizar los diferentes indicadores bacteriológicos y realizar la determinación cuantitativa de la calidad ambiental del agua de las quebradas de la zona de amortiguamiento de la Concesión de Conservación de la UCP, se encontró que estos exceden los niveles permisibles de los ambientes acuáticos para uso de conservación, lo que indica que las actividades antropogénicas están impactando de forma negativa.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

- ❖ Se determinó que en las quebradas de la zona de amortiguamiento del área de conservación de la concesión cuenca alta río Itaya la presencia de bacterias indicadoras de contaminación están por encima de los Estándares de calidad para aguas de conservación de ambientes acuáticos, lo cual hace que disminuya la calidad de la misma.
- ❖ En las dos épocas que se realizó el estudio el grado de contaminación sobrepasa los estándares permitidos.

4.2. Recomendaciones.

- ❖ Es necesario que la Universidad Científica Del Perú, realice monitoreos para la verificación de la calidad bacteriológica en las quebradas que sirven de abastecimiento de agua y tengan contacto directo con la población; además, se debe tomar en cuenta realizar las respectivas tomas de muestras en las quebradas hasta el punto de salida al río Itaya, para conocer el estado actual del agua y, sobre todo, para asegurar la calidad de la misma.
- ❖ Es necesario que la Universidad Científica Del Perú, forme un protocolo para dar capacitaciones a la población, el cual deberá proveer información de la descripción del problema, junto con las causas y efectos del mismo, indicando riesgos y síntomas que afecten a la salud de los habitantes y manifestando las medidas de solución y tiempo en el que se estima resolver el problema.
- ❖ Es necesario que la Universidad Científica del Perú, desarrolle campañas de sensibilización a la población para incrementar el uso de agua hervida o de sustancias bactericidas (plata coloidal, nitrato de plata, cloración, etc.).

CAPÍTULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

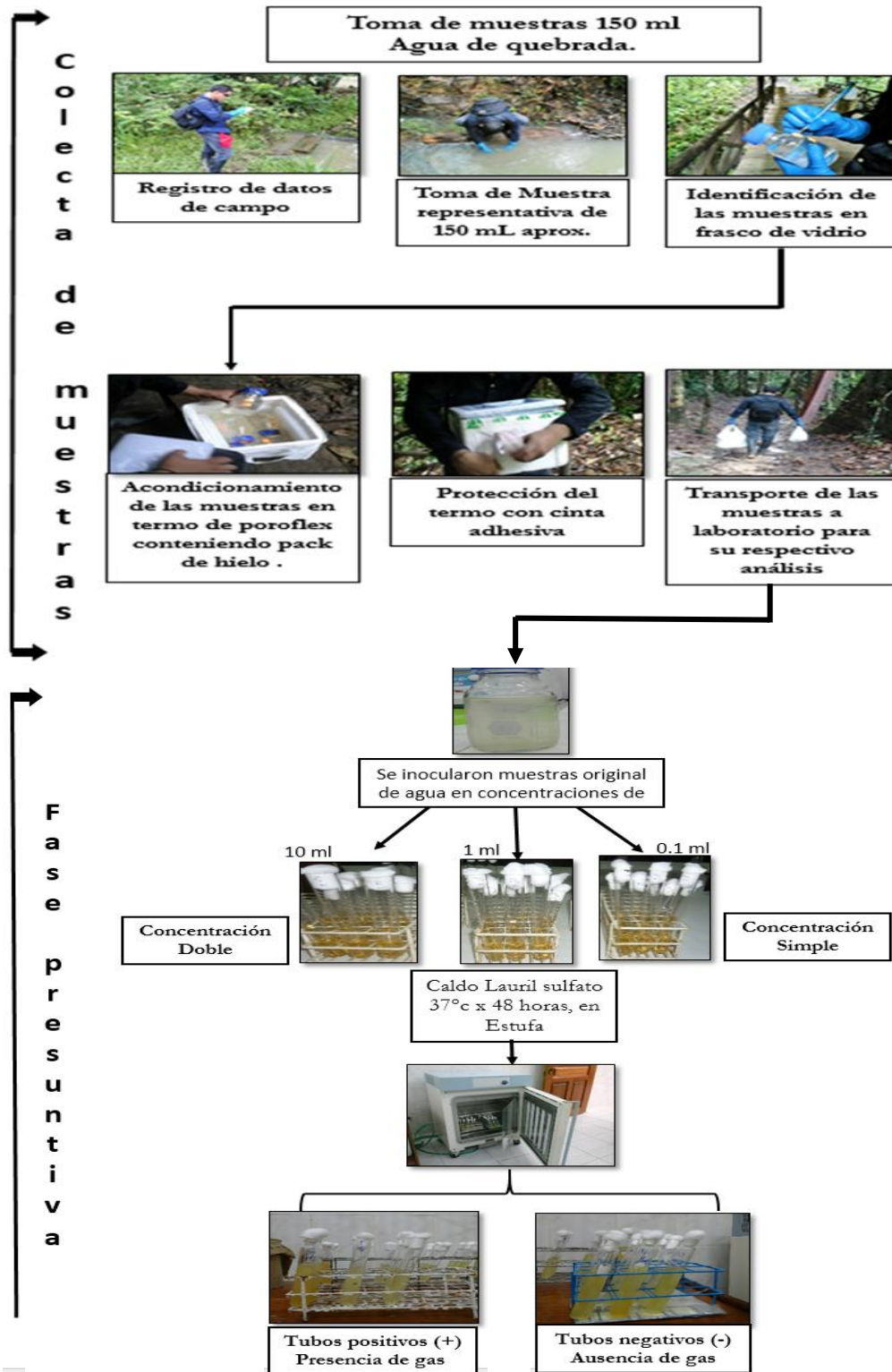
1. Forstner, u & Witman, g.t.w. Metal Pollution in the Aquatic Environmental. Berlin, heidelberg new york. Springer verlag.400 pp.
2. Trejos c, Isaza I, Paredes v. Estrategias para Disminuir la Contaminación por Organismos Bacterianos, en la Fuente Abastecedora de Agua del Acueducto de la Ciudad de Pereira. Scientia et Technica. 2003; 9(23):23-7.
3. Gestión de Recursos Hídricos, Tratamiento y Calidad del agua. Aguas Continentales: Descripción física del libro: 276 p.: il. Col. Publicación: Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2008. Referencia CSIC: 11582.
4. Aycachi R. Evaluación de la calidad microbiológica del agua de las fuentes utilizadas para abastecimiento de agua potable de la ciudad de rioja –San Martín de 16 de mayo 2012.
5. Nataro, J 6 Caper, J., Diarrheagenic Escherichia coli. Clinical Microbiology Reviews, 1998. p 11:142 – 201.
6. Agua para todos, Agua para la vida. World Water Assessment. UNESCO, (2003) Paris, UNESCO.
7. Seminario Regional para América Latina y el caribe. Percepción Ambiental: Montevideo Unesco. (1984).
8. Filtros Artesanales de Agua: Una propuesta de acceso al agua segura en la reserva nacional Pacaya Samiria”. Proyecto araucaria amazonas nauta. Aeci-gorel. Iquitos. Agencia española de cooperación internacional. 2005.
9. Safe Drinking water is in our hands. Environmental protection agency (EPA) 1998. 815-f- 98 007.
10. Cousteau, J.; M. Richards. An expedição de Jacques cousteauna. Amazonia. Río de janeiro. Record, 1985. 235 pp.
11. Organización Panamericana de la Salud. Manejo adecuado de las excretas en Situaciones de Emergencias y Desastre. Honduras 2010.

12. La Utilización Tratamiento de las Aguas y la Operación de Acueductos Privados en comunidades rurales. Departamento de salud ambiental. 1993. Pp.12-98. Recinto de ciencias médicas, u.p.r., río piedras, p.r.
13. Informe de confianza de calidad de agua para el consumidor. Departamento de salud de p.r. 2006. (2000-2006). Sistemas non-prasa, San Juan.
14. Zumaeta, M. 2003. Manual: Identificación y cuantificación de enteroparásitos en aguas residuales. Lima, PE, CEPIS.
15. Apha, & Awwa, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1998 Veinteava Edicion Ed, Dias de Santos, Madrid, España pp. 9-38, 9-39, 9-41.
16. Hoja de datos de ONU-Agua sobre calidad del agua. Farmacéuticos en el agua potable teniendo en cuenta el conocimiento científico. Calidad del agua. Decenio Internacional para la Acción www.un.org/spanish/.../quality.shtml. Oct 22, 2014.
17. Pérez R; Ramírez G; Restrepo J. Fundamentos de Limnología neotropical. Segunda Edición. Antioquia, Chile. 2008.
18. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas Capítulo 20.
19. Navarro A; Ph.D. Eutrofización y descargas orgánicas Especialista en Calidad de Agua UPR-Prograde Colegio Sea Grant.
20. Ávila S; Estupiñan S; Mejía A; Mora L: "La calidad bacteriológica del agua del humedal Jaboque (Bogotá, Colombia) en dos épocas contrastantes" 2014.
21. Toledo S; Perez A; Casas J; García J; Santiago A; "Calidad del agua de microcuencas en el área natural protegida Sierra de Quila en Jalisco". Universidad de Guadalajara Mexico 2014.
22. Pezo, Roberto. Principales Contaminantes de los cuerpos de agua adyacentes a las ciudades de Iquitos, Pucallpa y Tarapoto. Proyecto de Monitoreo de Evaluación de la Contaminación de los Ríos. Editor IIAP. Iquitos, Perú. 2008.

23. Moscarella, M; De García, F.; Palacio, C. Calidad Microbiológica del agua de la bahía de Santa Marta. [Internet]. [Citado 20 mayo 2015] Disponible en:<http://dyna.unalmed.edu.co/ediciones/167/articulos/a15v78n167/a15v78n167.pdf>.
24. Pezo Díaz, Roberto. Principales Contaminantes de los cuerpos de agua adyacentes a las ciudades de Iquitos, Pucallpa y Tarapoto. Proyecto de Monitoreo de Evaluación de la Contaminación de los Ríos. Editor IIAP. Iquitos, Perú. 2008.
25. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Ficha del proyecto: Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable e instalación del sistema de alcantarillado para la zona baja de Belén: A.H. “Zona Baja de Belén”, A.H. “30 de agosto”, centro poblado Pueblo Libre, III etapa del pueblo joven Belén, A.H. Sachachorro y A.H. “6 de octubre”, distrito de Belén – Maynas, Loreto. Lima, Perú. 2013.

CAPÍTULO VI:

ANEXOS



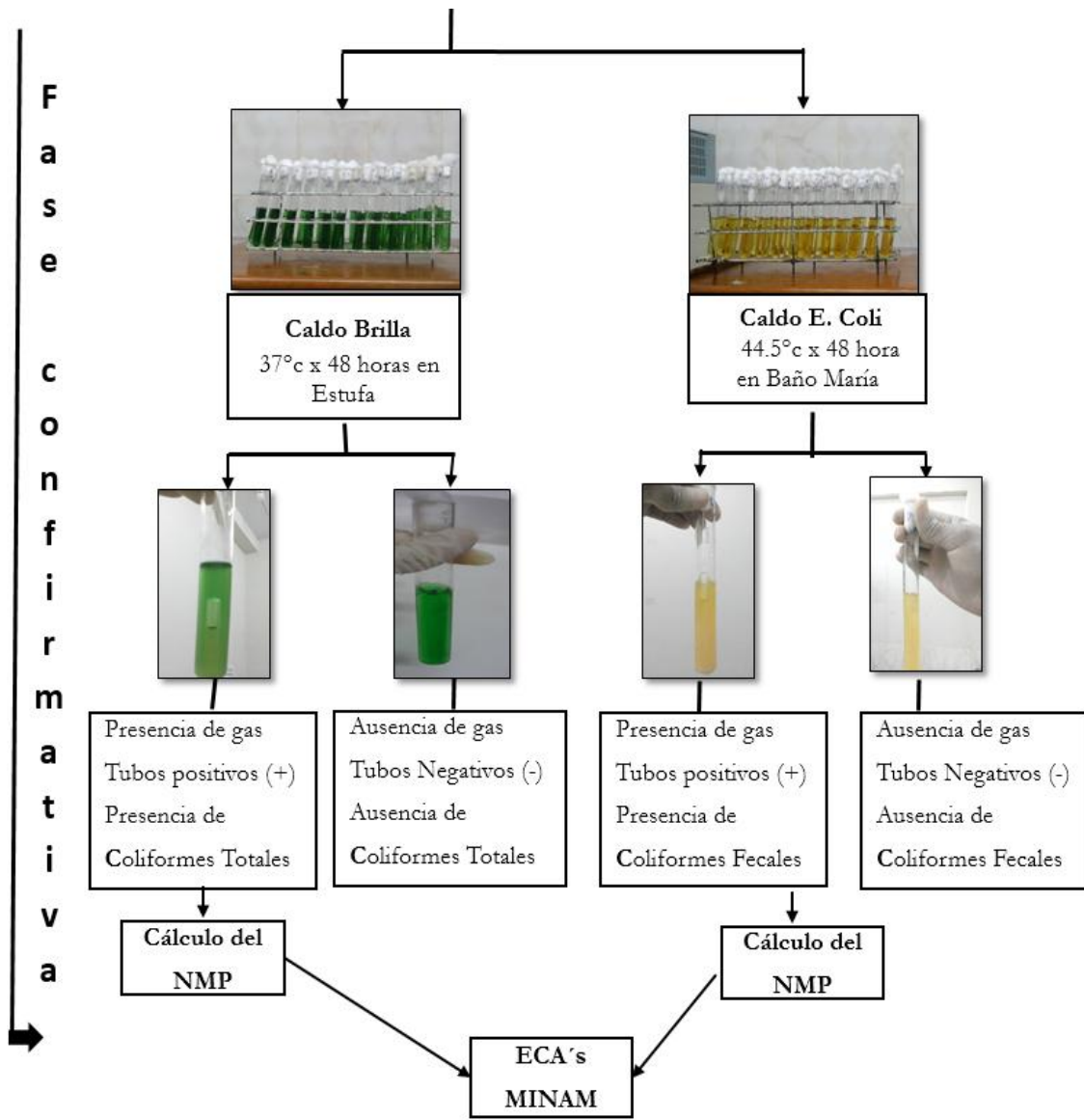


Figura 05: Diseño experimental de la investigación.

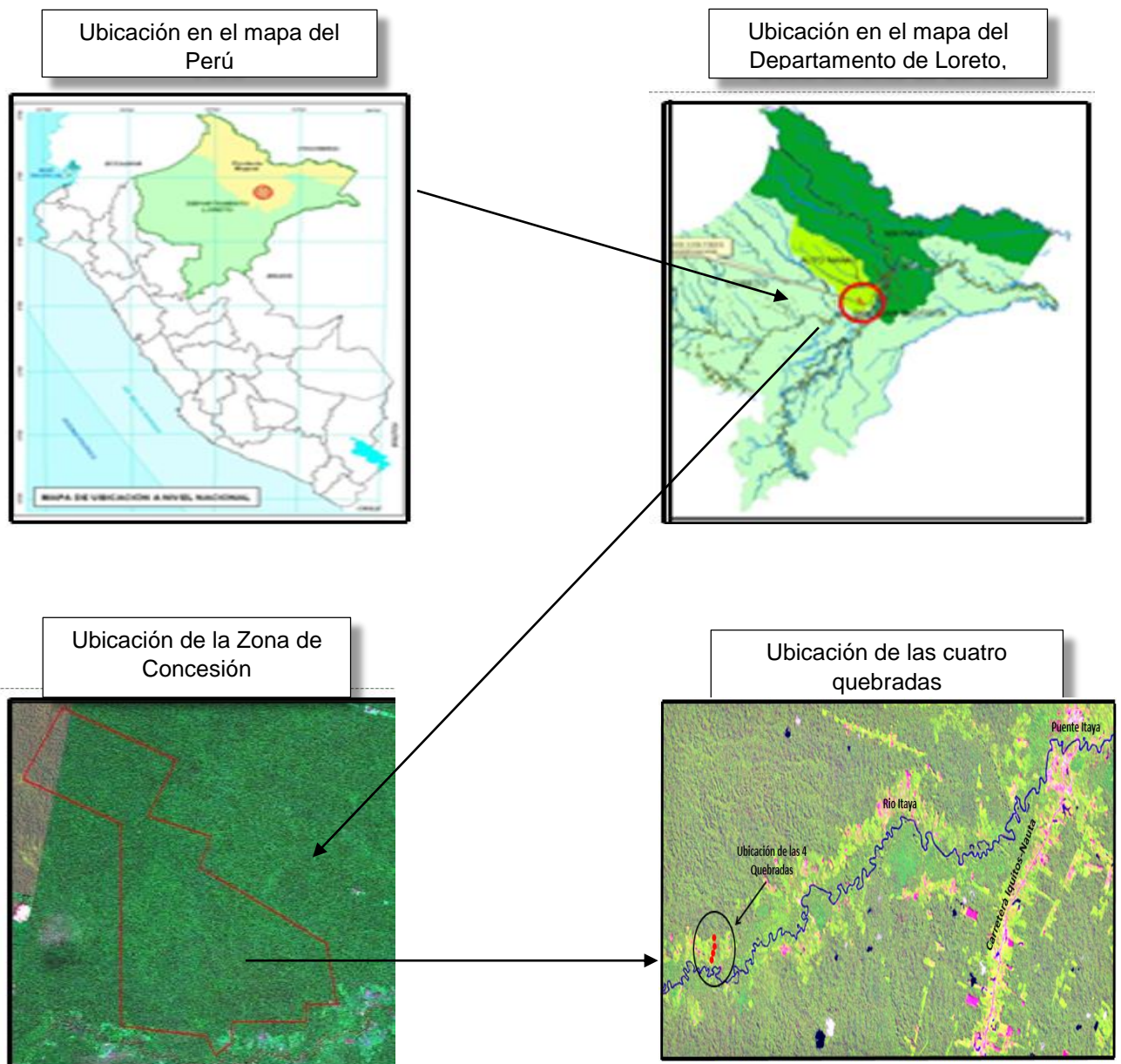


Figura N° 06. Ubicación geográfica del Área de Concesión de Conservación – cuenca alta río Itaya de la Universidad Científica del Perú, comunidad Luz del Oriente-Iquitos Perú.

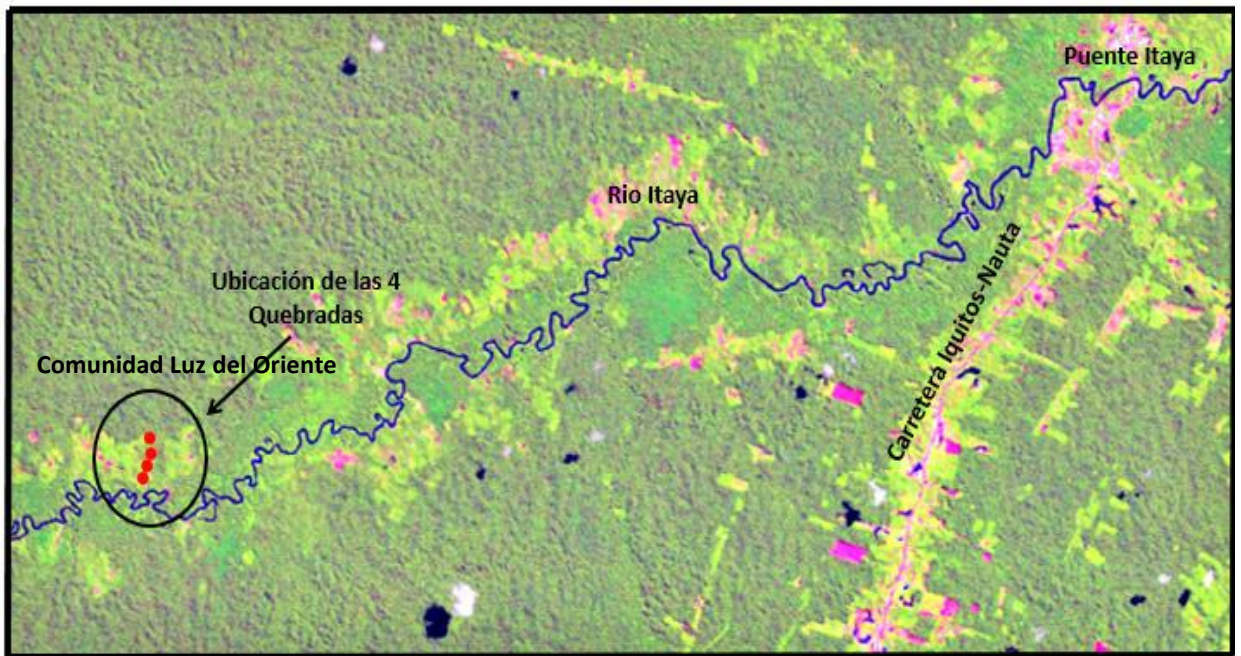
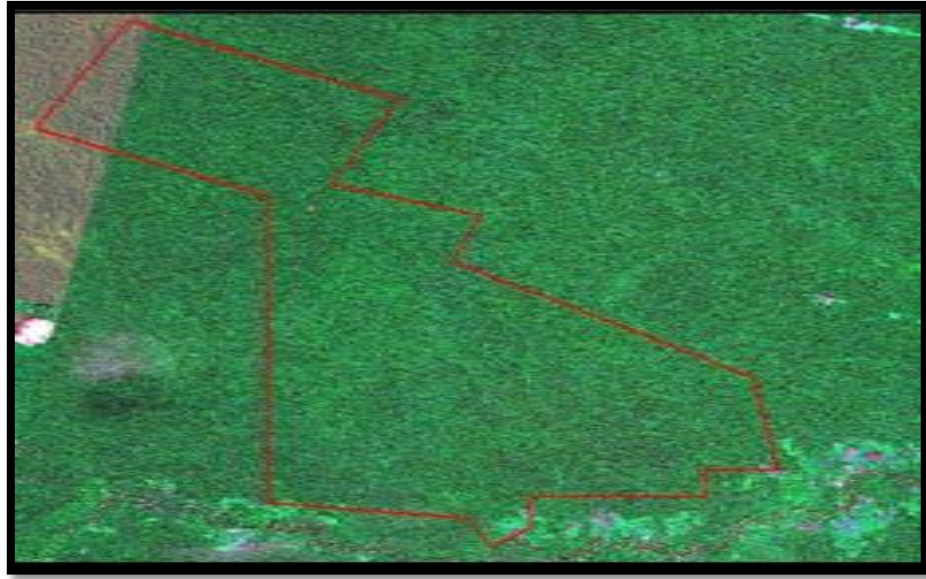


Figura N° 07: Georreferencias Puente Itaya, carretera Iquitos-Nauta

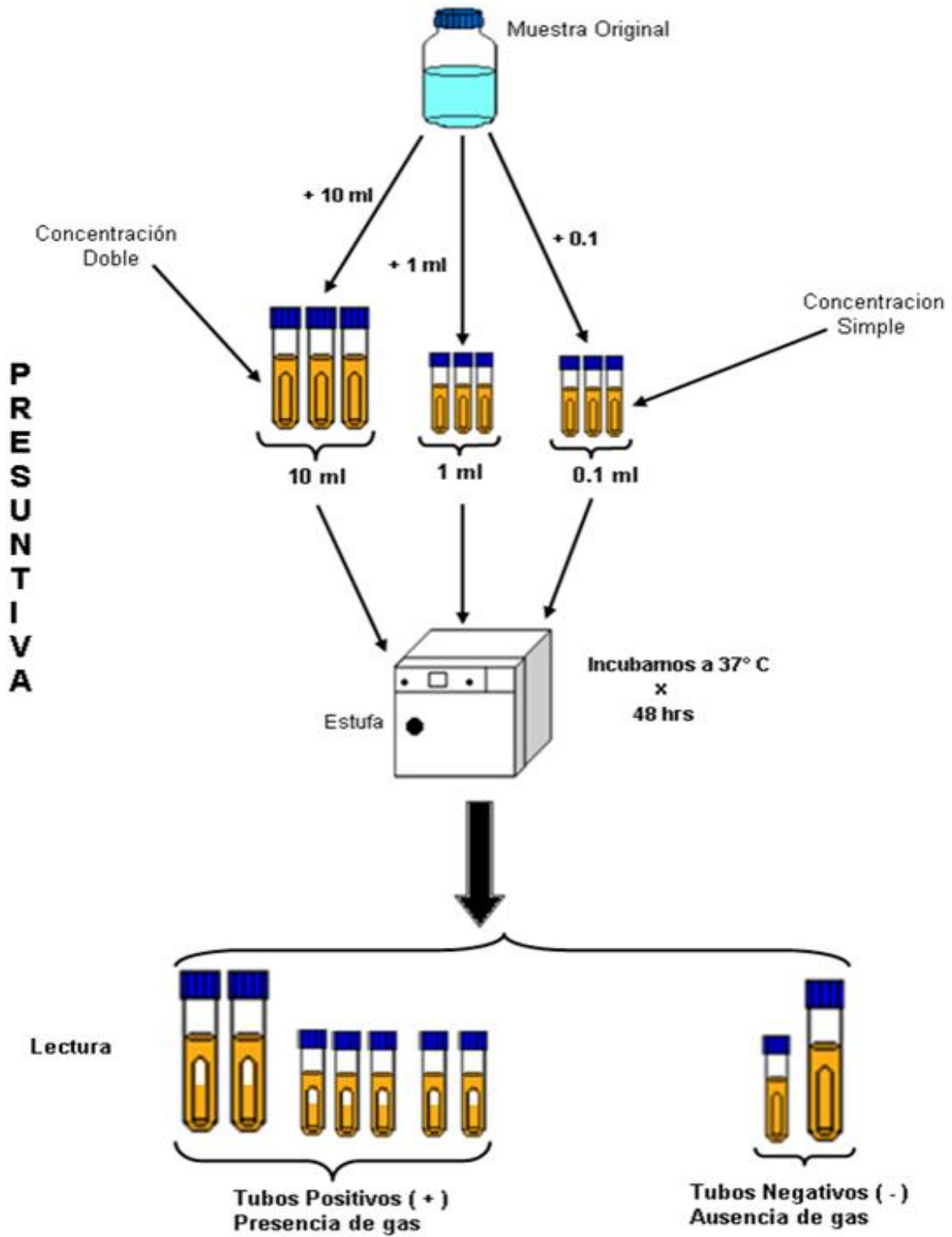


Figura N° 08: Procesamiento del método del Número mas probable (NMP). Fase Presuntiva

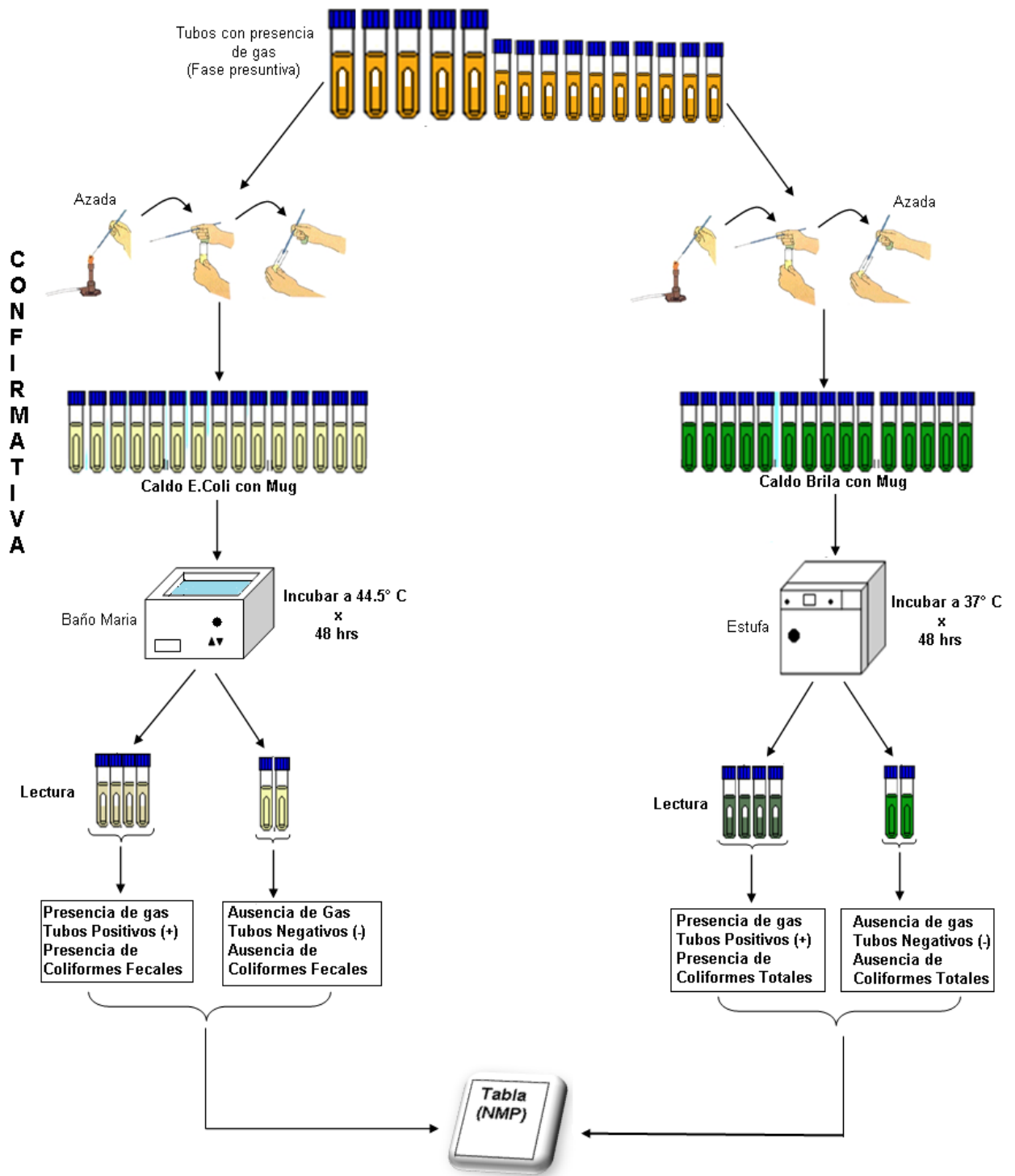


Figura N° 9: Procedimiento del metodo del numero Mas Probable (NMP). Fase Confirmativa



Figura N° 10: Etapa de muestreo. Registro de las características de cada quebrada y preparasion de materiales.



Figura N° 11. Recoleccion de mustradas Quebrada 01

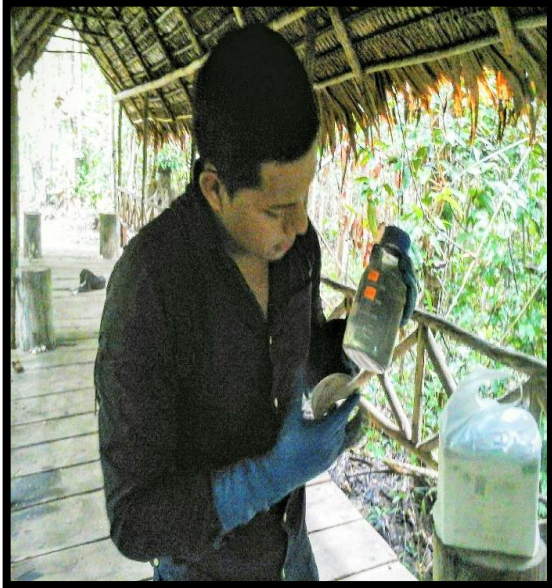


Figura N° 12. Recolección de muestras Quebrada 02



Figura N° 13. Recolección de muestras Quebrada 03



Figura N° 14. Recolección de muestras Quebrada 04



Figura Nº 15. Muestras de todas las Quebradas



Figura Nº 16. Diversos tubos con caldo Lauril y los tubos invertidos de durham en su interior.



Figura Nº 17 . Inoculación de las muestras de agua en concentración de 10 mL, 1mL y 0.1 mL en caldo Lauril



Figura Nº 18. Incubando las muestras por 48 horas a temperatura de 35°C – 37°C



Figura N° 19. Tubo positivo (Presencia de gas). Fase Presuntiva



Figura N° 20. Caldo *E. coli* (Coliformes Termotolerantes) y Caldo Brilla (Coliformes Totales).

Tabla N° 02. Ficha Evaluativa N° 1. **Época de Creciente** según la norma de la ECA 3000

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE COLIFORMES TOTALES, EN EPOCA DE CRECIENTE						
Coliformes Totales Caldo Brilla	10 mL	1 mL	0.1 mL	Requisitos según la norma De la ECA 3000	Valor de Referencia/3000	Calificación
Quebrada 1	3	3	2	110000	<3.0	No apto
Quebrada 2	3	2	2	21000	<3.0	No apto
Quebrada 3	3	2	2	21000	<3.0	No apto
Quebrada 4	3	2	1	15000	<3.0	No apto

Tabla N° 03. Ficha Evaluativa N° 1. **Época de Creciente** según la norma de la ECA 2000

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE COLIFORMES TERMOTOLERNTES, EN EPOCA DE CRECIENTE						
Coliformes Termotolerantes <i>Escherichia coli</i>	10 mL	1 mL	0.1 mL	Requisitos según la norma de la ECA 2000	Valor de Referencia/2000	Calificación
Quebrada 1	3	2	2	21000	<2.0	No apto
Quebrada 2	3	2	1	15000	<2.0	No apto
Quebrada 3	3	2	1	15000	<2.0	No apto
Quebrada 4	3	2	0	9300	<2.0	No apto

Tabla N° 04. Ficha Evaluativa N° 2. **Época de Vaciante** según la norma de la ECA 3000

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE COLIFORMES TOTALES, EN EPOCA DE VACIANTE						
Coliformes Totales Caldo Brilla	10 mL	1 mL	0.1 mL	NMP Coliformes Totales 3000 mL	Valor de Referencia/3000 mL	Calificación
Quebrada 1	3	3	3	24000	<3.0	No apto
Quebrada 2	3	2	1	15000	<3.0	No apto
Quebrada 3	3	2	2	21000	<3.0	No apto
Quebrada 4	3	2	2	21000	<3.0	No apto

Tabla N° 05. Ficha Evaluativa N° 2. **Época de Vaciante** según la norma de la ECA 2000

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, EN EPOCA DE CRECIENTE						
Coliformes Termotolerantes <i>Escherichia coli</i>	10 mL	1 mL	0.1 mL	Resultados NMP	NMP Coliformes Termotolerantes/2000mL	Calificación
Quebrada 1	3	2	2	21000	<2.0	No apto
Quebrada 2	3	2	1	15000	<2.0	No apto
Quebrada 3	3	2	2	21000	<2.0	No apto
Quebrada 4	3	2	0	7500	<2.0	No apto

Tabla N° 06. Categoría. Conservación del Ambiente Acuático. Estándares Nacionales de Calidad para Agua. Decreto Supremo N°002-2008 MINAM.

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 (DBO ₅)	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 Suspendidos 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-NO ₃)	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 (H ₂ S indisoluble)	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	

Tabla Nº 07. Índice NMP y límites de confianza del 95 % para varias combinaciones de resultados positivos cuando son usados 5 tubos por dilución (10 mL, 1 mL, 0.1 mL).

Combinación de tubos positivos	Índice NMP por 100 ml	Límites de confianza del 95%		Combinación de tubos positivos	Índice NMP por 100 ml	Límites de confianza del 95%	
		límite inferior	límite superior			límite inferior	límite superior
0-0-0	< 2	-	-	4-2-0	22	9	56
0-0-1	2	1	10	4-2-1	26	12	65
0-1-0	2	1	10	4-3-0	27	12	67
0-2-0	4	1	13	4-3-1	33	15	77
1-0-0	2	1	11	4-4-0	34	16	80
1-0-1	4	1	15	5-0-0	23	9	86
1-1-0	4	1	15	5-0-1	30	10	110
1-1-1	6	2	18	5-0-2	40	20	140
1-2-0	6	2	18	5-1-0	30	10	120
2-0-0	4	1	17	5-1-1	50	20	150
2-0-1	7	2	20	5-1-2	60	30	180
2-1-0	7	2	21	5-2-0	50	20	170
2-1-1	9	3	24	5-2-1	70	30	210
2-2-0	9	3	25	5-2-2	94	40	250
2-3-0	12	5	29	5-3-0	79	30	250
3-0-0	8	3	24	5-3-1	110	40	300
3-0-1	11	4	29	5-3-2	140	60	360
3-1-0	11	4	29	5-3-3	180	80	410
3-1-1	14	6	35	5-4-0	130	50	390
3-2-0	14	6	35	5-4-1	170	70	480
3-2-1	17	7	40	5-4-2	220	100	580
4-0-0	13	5	30	5-4-3	280	120	690
4-0-1	17	7	45	5-4-4	350	160	820
4-1-0	17	7	46	5-5-0	240	100	940
4-1-1	21	9	55	5-5-1	350	100	1.300
4-1-2	26	12	63	5-5-2	540	200	2.000
				5-5-3	920	300	2.900
				5-5-4	1.600	600	5.300
				5-5-5	2.400	-	-