

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**



CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO HUALLAGA - TINGO MARÍA

TESIS

Para optar al título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

Presentado por:

LIZ JAKELINE DIMAS NAVARRO

PROMOCIÓN: 2006

**Tingo María - Perú
2011**



P10

D68

Dimas Navarro, Liz Jakeline

Calidad de Agua del Río Huallaga – Tingo María. Tingo María 2011

42 h.; 13 cuadros; 8 fgrs.; 17 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú).

- 1. TRATAMIENTOS 2. CONSUMO HUMANO 3. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL 4. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES 5. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS - MICROBIOLÓGICOS 6. PERÚ**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 04 de Agosto de 2009, a horas 06:20 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA – TINGO MARÍA”

Presentado por la Bachiller: **LIZ JAKELINE DIMAS NAVARRO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “BUENO”.

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 08 de Abril de 2011

.....
Blgo. MSc. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE
Presidente

.....
Ing. NELINO FLORIDA ROFNER
Vocal



AUSENTE

.....
Ing. M.Sc. TANIA GUERRERO VEJARANO
Vocal

.....
Mcbigo. CÉSAR S. LÓPEZ LÓPEZ
Asesor

DEDICATORIA

A Mi amoroso Padre Celestial; quien mediante la guía de su Espíritu iluminó mi camino dándome inteligencia y sabiduría y así poder cumplir mis metas espirituales y profesionales.

A mis queridos padres Jorge y Marli por la fuerza que me dan para salir adelante y por su gran amor incondicional.

A mis queridos hermanos Heidi, Ricardo, Emita, por su apoyo y por todo su amor.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables y plana docente, por la contribución en mi formación como profesional.

Al Mtblgo. MSc. César López López, asesor; por su exigencia, orientación y confianza que me brindo para la realización en el transcurso del presente trabajo, así como en el proceso de mi formación como profesional.

A Richard Sías Rodríguez, por su amistad y colaboración para poder realizar el presente trabajo.

A todas las personas que de otra forma me brindaron su apoyo moral y muy en especial a mis tíos Ramón Julca Roldan y esposa, Artemio Gonzales y esposa por sus consejos y amistad.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCCIÓN	01
II. REVISION DE LITERATURA	03
2.1. Calidad del agua	03
2.2. La contaminación del agua	04
2.2.1. Efectos de la contaminación del agua	04
2.2.2. Fuentes de la contaminación.....	05
2.3. Propiedades microbiológica del agua.....	06
2.3.1. Agentes patógenos de las aguas	06
2.3.2. Tiempo de supervivencia de los microorganismos patógenos.....	06
2.4. Parámetros fisicoquímicos del agua.....	07
2.4.1. Temperatura del agua superficial	07
2.4.2. pH del agua superficial	07
2.5. Límites permisibles de calidad del agua.....	08
2.5.1. Límites permisibles de características bacteriológica.....	08
2.5.2. Límites permisibles de características químicas microbiológicas.....	09
2.6. <i>Vibrio cholerae</i>	10
2.7. <i>Cryptosporidium sp</i>	11
2.8. Oxígeno disuelto.....	12
2.9. Nitratos.....	12
2.10. Sólidos totales suspendidos.....	13
2.11. Influencia de la temperatura en el crecimiento microbiano	13

2.12. Normas de calidad microbiológica del agua.....	14
2.13. Descripción del río Huallaga.....	15
2.13.1. Hidrología.....	15
2.13.2. Uso del agua.....	16
2.13.3. Uso de la tierra.....	16
2.13.4. Vegetación natural.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Descripción de la zona de trabajo.....	18
3.1.1 Lugar de ejecución.....	18
3.1.2 Condiciones climáticas.....	18
3.2. Materiales y equipos.....	19
3.3. Unidad experimental.....	19
3.4. Metodología.....	19
3.4.1 Georeferenciación de la zona de estudio.....	19
3.4.2 Determinación de la calidad del agua del río Huallaga.....	19
3.5. Indicadores microbiológicos de la calidad del agua.....	20
3.5.1. Número más probable de coliformes fecales.....	20
3.5.2. Enumeración de microorganismos aerobios viables totales.....	21
3.5.3. Investigación de presencia de salmonelas.....	21
3.5.4. Investigación de la presencia <i>Vibrio cholerae</i>	22
3.5.5. Investigación de estafilococos patógeno.....	22
3.5.6. Investigación de <i>Streptococcus faecalis</i>	23
3.5.7. Enumeración de fungi.....	23
3.5.8. Investigación de la presencia de criptosporidios.....	23
3.6. Indicadores físico químicos de la calidad del agua.....	23

3.6.1	Determinación de dureza.....	23
3.6.2	Reacción de pH.....	24
3.6.3	Partículas solidas totales.....	24
3.6.4	Determinación de nitritos.....	24
3.6.5	Determinación de plomo.....	24
3.6.6	Oxigeno disuelto.....	24
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN.....	31
VI.	CONCLUSIONES	34
VII.	RECOMENDACIONES.....	35
VIII.	ABSTRACT.....	36
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
X.	ANEXOS.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Límites permisible de características.....	08
2. Límites permisibles de características físicas y organoléptica.....	09
3. Limites permisibles de características químicas.....	10
4. Limites máximos permisibles de parámetros microbiológicos	10
5. Promedio de los indicadores biológicos encontrados en el rio Huallaga Tingo María turno mañana	25
6. Promedio de los indicadores fisicoquímicos encontrados en el rio Huallaga – Tingo María turno mañana	26
7. Promedio de la determinación cualitativa de plomo y nitritos turno mañana	26
8. Promedio de los indicadores microbiológicos encontrados en el rio Huallaga – Tingo María turno medio	27
9. Promedio de los indicadores fisicoquímicos encontrados en el rio Huallaga – Tingo María turno medio	28
10. Promedio de la determinación cualitativa de plomo y nitritos turno medio día	28
11. Promedio de los indicadores microbiológicos encontrados en el rio Huallaga - Tingo María, turno noche	29
12. Promedio de los indicadores fisicoquímicos encontrados en el río Huallaga –Tingo Maria, turno noche.....	29
13. Promedio de la determinación cualitativa de plomo y nitritos turno noche.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Recolección de la muestra para los análisis correspondientes	45
2.	Preparación de los medio de cultivo.....	45
3.	Resultados de los tubos positivos de caldo Brilla.....	46
4.	Determinación de pruebas <i>E. coli</i> en caldo <i>E. coli</i>	46
5.	Determinación confirmativa de Streptococos	47
6.	Determinación de mohos y levaduras	47
7.	Determinación de <i>E. coli</i> en EMB.....	48
8.	Determinación de sólidos totales disueltos.	48

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó la calidad de las aguas del río Huallaga a partir de los parámetros físico-químicos y microbiológicos en Tingo María, mediante los análisis de 27 muestras, tomadas en tres diferentes horarios, obteniéndose que los coliformes fecales se encuentran en un promedio de 293,8 mo./ml en la mañana, 894,4 mo./ml al medio día y 345,0 mo./ml en la noche. Asimismo, el promedio de estafilococos patógenos en horas de la mañana fue de $46,1 \times 10^3$ /ml, al medio día $63,2 \times 10^3$ /ml y en la noche $44,2 \times 10^3$ /ml. Se detectó la presencia de salmonella, un 70% en la mañana, 90% al medio día y 70 % en la noche, y vibrio con porcentajes similares. No se detectó *Cryptosporidium sp.*

Los análisis físicos están dentro de los estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles a diferencia de los análisis químicos como nitrito que resultaron positivos en todas las muestras.

Los resultados hallados nos estaría indicando el riesgo de usar ésta agua para la recreación y el consumo humano, ya que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles para el uso recreacional de acuerdo a la Ley 28817 de los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles de la calidad del agua.

I. INTRODUCCIÓN

Los impactos causados a los ríos debido a la contaminación afectan tanto al ecosistema general de la cuenca como a la economía del sector urbano de los alrededores. Estas consecuencias son muy difíciles de revertir, tanto por el presupuesto como para el tiempo que implica cada método de purificación y limpieza para la zona (FLORES y SABOGAL, 2006).

Las aguas naturales utilizadas en actividades recreativas que impliquen el contacto directo, nado y esquí acuático, donde poseen un determinado riesgo para la salud de los usuarios. La contaminación de los cuerpos de agua pueden dar lugar a diferentes infecciones, las más importantes se vinculan a la transmisión de microorganismos patógenos (GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).

La producción de residuos sólidos y su considerable aumento en base al crecimiento demográfico ya es un problema que causa preocupación a nivel local, nacional e internacional. Según BUSTAMANTE (2004), cada día en los países en vías de desarrollo, como Bolivia, Perú, Ecuador y otros, unas once mil toneladas de basura va a parar a botaderos así como a ríos y acequias.

En el presente estudio se pone en consideración el problema de la contaminación del río Huallaga generada por la ciudad de Tingo María, cuyas aguas son utilizadas río abajo por las poblaciones ubicadas a lo largo de las riberas trayendo serios problemas ambientales y socio económicos sobre todo en la salud poblacional.

Ante esto surgió la interrogante: ¿Cuál es la calidad del agua del río Huallaga en Tingo María?, habiéndose contrastado la hipótesis de que el agua del río Huallaga se encuentra contaminada mostrando una calidad que sobrepasa los Estándares de Calidad y Límites Máximos Permisibles (Ley N° 28817). Para ello se trabajó con los siguientes objetivos:

- Determinar los parámetros microbiológicos del agua del río Huallaga en Tingo María.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua del río Huallaga en Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Calidad del agua

El concepto de calidad del agua, es la aptitud para satisfacer distintos usos en función de sus características, determinadas generalmente por parámetros fisicoquímicos con unos límites de concentración asociados. Éste es el enfoque de las directivas europeas aprobadas en los años 70 con el objetivo de garantizar una calidad del agua óptima para satisfacer cada uno de los usos (aguas para el consumo humano, zonas de baño, aguas destinadas a la protección de la vida piscícola, etc. (GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).

ANDREWS (2001) menciona que no es necesario analizar todos los contaminantes del agua. Simplemente con analizar el agua por el contenido de bacteria coliformes y los nitratos cada uno a tres años se tendrá una buena idea de la calidad de agua. Si se encuentra la bacteria coliforme en el agua, quieren decir que esta se ha filtrado a través del suelo desde la superficie de su terreno, pero si el agua la posee esto quiere decir que otra bacteria que si causa enfermedades podría estar presente. Existen en varios países normas dictadas por las autoridades de salud pública que identifican aquellos indicadores o parámetros de calidad de mayor significación sanitaria, donde se recomiendan valores guías y obligatorios a cumplir en cada caso. Uno o varios microorganismos indicadores de la calidad microbiológica del agua son

seleccionados e incluidos en la regulación. Los más frecuentes son: coliformes totales y fecales, *Escherichia coli*, enterococos y la determinación de *Salmonella* y enterovirus (GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).

2.2. La contaminación del agua

Según CALDERON (2004), los principales contaminantes del agua son los siguientes: aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).

2.2.1. Efectos de la contaminación del agua

ANDREWS (2001) manifiesta que los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio en los fertilizantes derivados del lodo puede ser absorbido por las cosechas, de ser ingeridos en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo. Así mismo menciona que, los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el agua, así como cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras. La mala utilización de los recursos hídricos ha conducido a que estos sean cada vez escasos y que con mayor frecuencia se empleen aguas

servidas para riego. La contaminación del agua no depende exclusivamente de las grandes industrias, pues su uso como vertederos de desechos es una mala práctica frecuente incluso en pequeños ríos y quebradas.

2.2.2. Fuentes de la contaminación

ANDREWS (2001) señala que la contaminación urbana está formada por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales. Durante muchos años, el principal objetivo de la eliminación de residuos urbanos fue tan solo reducir su contenido en materias que demandan oxígeno, sólido en suspensión, compuestos de fósforos y nitrógeno y bacterias dañinas. En los últimos años, por el contrario, se ha hecho más hincapié en mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración.

La agricultura, la ganadería comercial y las granjas avícolas, son la fuente de muchos contaminantes orgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivos como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales. Los residuos animales tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo y materia consumidora de oxígeno, y a menudo albergan organismos patógenos. Los residuos de los criaderos industriales se eliminan en tierra por contención, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escorrentías. Las medidas de control pueden incluir el uso de depósitos de sedimentación para líquidos.

2.3. Propiedades microbiológicas del agua

2.3.1. Agentes patógenos de las aguas

Las aguas residuales domesticas, sobre todo son portadoras de bacterias y hongos patógenos para la especie humana, aunque estos microorganismos no pueden crecer ahí definitivamente, sino que terminan sucumbiendo tanto en las aguas continentales como la del mar. No obstante algunos agentes patógenos son capaces de sobrevivir durante más o menos tiempo, según la clase de agua y las condiciones intemperantes en el medio (REINHEHEIMER, 1987).

Así KEMMER (1989) refiere que los limites permisibles establecidos por la organización Mundial de Salud (OMS), para la presencia de coliformes totales y coliformes fecales son de "AUSENCIA" total para estas especies bacterianas y para patógenos intestinales.

Asimismo señala que aunque los coliformes no son patógenos, se encuentran en el tracto intestinal de todos los animales de sangre caliente, de forma que su presencia es una indicación de que pueden estar presentes los organismos patógenos. Una indicación mas positiva de un peligro para la salud publica es la identificación posterior de algunas de estas como bacterias coliformes fecales.

2.3.2. Tiempo de supervivencia de los microorganismos patógenos

Los análisis bacteriológicos ponen de manifiesto la presencia de bacterias que alteran y modifican la aptitud del agua para un determinado uso.

El número de bacterias patógenas para el hombre y los animales presentes en el agua es muy reducido y difícil de determinar, por ello y dado que la mayoría de dichos gérmenes patógenos viven en el intestino del hombre y animales de sangre caliente, la detección de una contaminación fecal constituye una excelente señal de alarma (SEOANEZ, 1999).

2.4. Parámetros fisicoquímicos del agua

2.4.1. Temperatura del agua superficial

CALDERON (2004) señala que la temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones de temperatura para realizar sus funciones fisiológicas. Este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad recurso hídrico, como el pH, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

2.4.2. pH del agua superficial

CALDERON (2004) manifiesta que el pH tiene un valor que define si una sustancia es ácida o básica, su escala varía entre 0 a 14 y el pH tiene un valor de 7 cuando es neutro. Un agua con un pH por debajo de 7 es considerada ácida y un pH por encima de 7 es considerada básica. Los ácidos se caracterizan principalmente por su sabor a agrio, y en disoluciones concentradas son causticas y destruyen los tejidos vivos (naranja, vinagre, bebidas carbónicas).

APHA (1992) menciona que el valor ideal del pH debe estar comprendido entre 7.2 y 7.6. Por encima de un pH 7.8 y por debajo de un pH 7.0 el agua puede producir diversos problemas. Las aguas naturales usualmente tienen un pH entre 6.5 y 8.5. Su valor define en parte la capacidad de autodepuración de una corriente y, por ende, su contenido de materia orgánica (DQO, DBO), además de la presencia de otros contaminantes, como metales pesados.

2.5. Límites permisibles de calidad del agua

2.5.1. Límites permisibles de características bacteriológicas

Según los Estándares de Calidad Ambiental y Límites máximos permisibles (ley N° 28817) establece lo siguiente

Cuadro 1. Límites permisibles de características bacteriológicas.

CARACTERISTICAS	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	1000/100ml
	2UFC/100ml
Organismos coliformes fecales	200NMP/100ml
	Cero UFC/100ml

Fuente: Ley N° 28817.

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se debe reportar en unidades de NMP/100 ml (numero mas probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del numero más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

Cuadro 2. Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

CARACTERISTICAS	LIMITES PERMISIBLES
COLOR	<p>El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen.</p> <p>Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se puede establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.</p>
OLOR Y SABOR	<p>Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar malos olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones.</p>
TEMPERATURA	<p>El aumento de T° disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción.</p>
MATERIALES EN SUSPENSION	<p>Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no llegan a estar disueltas, son arrastradas por el agua de los ríos.</p>

Fuente: Ley N° 28817.

2.5.2. Límites permisibles de características químicas - biológicas

Según los Estándares de Calidad Ambiental y los límites máximos permisibles (ley N° 28817) establece lo siguiente, como se puede observar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Límites permisibles de características químicas.

CARACTERÍSTICAS	LIMITES PERMISIBLES
DUREZA	**
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	**
pH	6 - 9
OXIGENO DISUELTO	>= 5
NITRITOS	AUCENCIA

(**) Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que Autoridad competente lo determinará

Cuadro 4. Límites máximos permisibles de Parámetros microbiológicos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
E. Coli	NMP/100 ml	Ausencia
Bacterias coliformes termo tolerantes.	NMP/100 ml	200
Salmonellas	Ausencia / presencial	Ausencia
Estafilococos	NMP/100 ml	2
Estreptococos	NMP/100 ml	2

Fuente: Ley N° 28817.

2.6. *Vibrio cholerae*

Vibrio cholerae se encuentra normalmente en los suministros de agua contaminada debido a la eliminación antihigiénica de los excrementos. La transmisión de persona a persona es rara. Normalmente se transmite a través del consumo de alimentos o agua contaminada procedente de:

- Los suministros de agua municipal (de la llave).
- El hielo hecho con agua municipal (de la llave).
- Los alimentos y bebidas comprados de los vendedores ambulantes.

- Los vegetales regados con aguas residuales.
- El pescado crudo o incorrectamente cocinado y el marisco capturado de aguas residuales contaminadas.

La bacteria que causa el cólera normalmente es muy sensible a los ácidos presentes en el estómago y en el tubo digestivo. Los ácidos del estómago matan pequeñas cantidades de la bacteria antes de que ésta pueda establecerse en el cuerpo.

Pero, cuando grandes cantidades de la bacteria sobrepasan las defensas naturales del cuerpo, crecen en el intestino delgado y pasan a las heces de la persona infectada. Las personas infectadas que tienen casos leves o no muestran síntomas de la enfermedad, especialmente aquellas personas que no tienen buenos hábitos higiénicos, propagan la infección por la contaminación directa de los alimentos con el excremento infectado (RODRÍGUEZ y ROYO, 2004).

2.7. *Cryptosporidium sp.*

Según RODRÍGUEZ y ROYO (2004) refieren que el agua es un importante medio de transmisión, entre otros aspectos por su dispersión y la elevada resistencia que poseen los ooquistes a los tratamientos comunes de potabilización, ya que se requieren como mínimo una concentración mayor de 80 mg/ L de cloro libre para su destrucción.

2.8. Oxígeno disuelto

Todos los organismos vivos dependen del oxígeno, O_2 para sobrevivir y poder producir la energía necesaria para su desarrollo y producción. El O_2 que se encuentra en el agua de abastecimiento, especialmente superficial penetra en el agua por absorción. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad de agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida, es indicador de fuerte contaminación, condiciones sépticas de materia orgánica y de desarrollo de una actividad bacteriana intensa.

El oxígeno disuelto indica si los cambios biológicos se efectúan por organismos aeróbicos o anaeróbicos, si estos son aeróbicos, usan el O_2 disuelto para oxidar la materia orgánica e inorgánica y el resultado son productos finales inofensivos. Los organismos anaeróbicos, en cambio utilizan el O_2 disuelto de sales inorgánicas como los sulfatos y producen generalmente sustancias peligrosas, por esta razón es muy importante mantener siempre las condiciones aeróbicas, y así evitar la presencia de los elementos anaeróbicos. La materia orgánica en descomposición aumenta la demanda del oxígeno (BUJAN, 1997).

2.9. Nitratos

El valor de nitratos es importante especialmente cuando las fuentes de abastos son aguas subterráneas, pues esto indica la presencia de materia orgánica, posiblemente por contaminación fecal. El excesivo nivel de nitrato en el agua potable puede causar serias enfermedades. Si la forma como viene el

nitrógeno es el nitrito, NO_2 , el agua será mas peligrosa, porque puede causar la *metahemoglobinemia*, que es la dificultad de absorción del oxígeno del aire por la hemoglobina sanguínea; esta enfermedad ataca especialmente a los niños. Afortunadamente, cuando hay dosificación de cloro, el agua oxida los nitritos convirtiéndolos en nitratos y disminuye el riesgo de contrarrestar enfermedad (BUJAN, 1997).

2.10. Sólidos totales suspendidos

Teóricamente, los sólidos totales contenidos en las aguas son los residuos secos de los productos disueltos que las aguas poseen en el momento de tomarse la muestra para análisis, es decir partículas como arcillas, limo y otras, que son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disolución coloidales) o en suspensión que solo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Todo lo que el agua contenga, excepto el agua misma, puede considerarse materia sólida. Sin embargo, la definición de sólido se refiere a la materia que queda como residuos después de la evaporación y del secamiento. De una muestra de agua, los sólidos totales, mediante técnicas de laboratorio, se han podido clasificar en: sólidos suspendidos, sedimentos, disueltos y coloidales. Pueden hallarse en el agua en suspensión o en solución y estos a su vez pueden ser de naturaleza orgánica e inorgánica (BUJAN, 1997).

2.11. Influencia de la temperatura en el crecimiento microbiano

La temperatura es una variable física que influye notablemente en la calidad de un agua. Afecta a parámetros o características tales como:

- Solubilidad de gases y sales
- Cinética de las reacciones químicas y bioquímicas
- Desplazamiento de equilibrios químicos
- Tensión Superficial
- Desarrollo de organismos presentes en el agua.

La influencia más interesante va a ser la disminución de la solubilidad del oxígeno al aumentar la temperatura y la aceleración de los procesos de putrefacción.

La temperatura influye en la cantidad de OD, la tasa de fotosíntesis de algas y plantas acuáticas, la tasa metabólica de los organismos acuáticos a sustancias tóxicas, parásitos y enfermedades.

Aumentar las temperaturas del agua, la tasa fotosintética, el crecimiento de los organismos acuáticos y su metabolismo también aumentan, por lo que la necesidad de oxígeno aumenta (BUJAN, 1997).

2.12. Normas de calidad microbiológica del agua

Desde el punto de vista de calidad microbiológica, la Organización Mundial de la Salud, OMS, establece que el agua para consumo humano debe estar libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana. Por esto, un buen índice para determinar la salubridad de las aguas, respecto a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS recomienda que el agua para beber debe ser cero colonias de coliformes por 100 ml de agua (BUJAN, 1997).

2.13. Descripción de la cuenca del río alto Huallaga

El río Huallaga nace en las alturas del departamento de Cerro de Pasco, por la confluencia de dos ríos: Pariamarca y Pucurhuay. El río Huertas es uno de los principales tributarios del río Huallaga y uno de los mas caudalosos. El río Huallaga recorre hacia el Norte y Nor Este por los departamentos de Cerro de Pasco, Huánuco y San Martín, alcanzando mayor amplitud en Huánuco.

Los principales tributarios del río Huallaga son: el río Tingo, Condoraga, Chaupihuananga, Coquín y Quío en la zona de Ambo; los ríos Huancachupa, Higueras, Garbanza, Chinobamba y Acomayo, provenientes de las alturas de Huánuco, en su margen derecha recibe caudales de las quebradas, Chicuy, Pumarini, olijmayo y Yanamayu provenientes de las lagunas situadas al SE de la ciudad de Huánuco (ESPINOZA, 1997).

2.13.1. Hidrología

La cuenca del Alto Huallaga, desde sus nacientes a la altura de Cerro de Pasco hasta la ciudad de Huánuco (Puente Taruca), tiene una extensión aproximada de 4789,4 Km². a lo largo del recorrido la pendiente promedio del cauce aunque es variada analizada por tramos, es de 0,89%; es una cuenca húmeda en su integridad, sometida a precipitaciones significativas; tiene dos subcuencas principales y subcuencas secundarias: cuatro en el Alto Huallaga y tres en el río Huertas, además tiene una subcuenca lateral del río Higueras (ESPINOZA, 1997).

2.13.2. Usos del agua

La cuenca del río Alto Huallaga es una zona con una densidad poblacional sumamente baja y carente de áreas agrícolas de importancia, la mayoría de las cuales se cultivan al seco (ríos de precipitación); por lo que se estima que el uso de las aguas para el consumo humano, agrícola y minero-industrial es sumamente bajo y no llega ni siquiera al 25 por ciento, del caudal mínimo de la época de estiaje ($10,3 \text{ m}^3/\text{s}$) (ESPINOZA, 1997).

2.13.3. Uso de la tierra

El área agrícola bajo riego y en seco se concentra entre los poblados de Huacara, Ambo, Toma Michá, Cocha marca y Huánuco. Topográficamente son tierras que presentan pendientes por debajo de 4%, lo que le confiere una buena capacidad de labranza y permite el desarrollo de una infraestructura de riego. El total de tierras agrícolas de las provincias de Ambo, Pachitea y Huánuco involucradas en la cuenca del área de estudio son 110,417 hectáreas de las cuales 40,986 hectáreas para las provincias mencionadas.

Los cultivos presentan características de conducción y manejo propios de los valles interandinos, realizándose labores de preparación de tierras, labranza, cosecha y control de plagas y enfermedades en forma normal o mecanizada según los requerimientos de la labor misma y el grado de mecanización de la propiedad. Entre los cultivos más utilizados destacan la caña de azúcar, el maíz, frutales, hortalizas, alfalfa, tarhui y quinua (ESPINOZA, 1997).

2.13.4. Vegetación natural

La vegetación natural existente varía desde la Estepa Espinosa Montano Baja caracterizado por especies representativas como la "cabuya" (*Fourcroya andina*), la "tara" (*Caesalpinia tinotorea*), la "chamana" (*Dodonaea viscosa*), "molle" (*Schinus molle*) entre otras. Conforme se va ascendiendo se pasa a la zona de bosque seco y luego rápidamente al Bosque Húmedo Montano Tropical donde se encuentra especies arbustivas llamadas "chilca" (*Baccharis spp*), el "quishuar" (*Buddeia incana*) el "quinhual" (*Polylepis racemosa*) entre otras. Al continuar ascendiendo llegamos a las llamadas pasturas naturales que son formaciones de pastos naturales conformadas por las especies Festuca, Calamagrostis y Poa, entre otras. Aproximando el área descubierta; esta equivale a un 25% de área total. Es decir que la superficie con cobertura vegetal es de 9179,6 km² (ESPINOZA, 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de trabajo

3.1.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se ejecutó en tres zonas del cauce del río Huallaga, zona de Buenos Aires (Afilador) (E: 390354, N: 8968932), zona Puente CORPAC (E: 389446, N: 8971578) y zona La Muyuna (E: 390016, N: 89744498) que están ubicadas en la ciudad de Tingo María, a la margen derecha de la carretera hacia la ciudad de Huánuco. El área pertenece políticamente al distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco. Los análisis microbiológicos se desarrollaron en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María.

3.1.2. Condiciones climáticas

Respecto al clima del área de estudio, presenta alta pluviosidad con una precipitación anual promedio de 3428,8 mm. Las mayores precipitaciones se producen entre los meses de setiembre a abril y alcanza un máximo extremo en el mes de enero con un promedio mensual de 483.6 mm (ZAVALA, 1999). Hay una humedad relativa de 87% y una temperatura media anual de 24 °C.

3.2. Materiales y equipos

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, se utilizaron diferentes equipos, entre ellos señalamos al oxímetro, GPS, potenciómetro-pHmetro.

3.3. Unidad experimental

Muestras de agua recolectadas de tres puntos diferentes del río Huallaga dentro del ámbito de la ciudad de Tingo María

3.4. Metodología

3.4.1. Georeferenciación del lugar de estudio

Durante los primeros meses de la época de avenida, comprendida entre enero a marzo, se realizó la georeferenciación de las zonas de estudio, utilizando equipo de sistema de posicionamiento (GPS) e imágenes satelitales.

3.4.2. Determinación de la calidad de agua del río Huallaga

Para la toma de muestras se realizó en frascos de vidrio esterilizados, de boca ancha con capacidad de 1 litro debidamente limpias y rotuladas. Una vez ubicado los puntos de muestreo de las diversas fuentes, se destapó el frasco, teniendo presente las siguientes precauciones: se enjuagó con el agua de la misma fuente y se sumergió rápidamente a 20 cm de profundidad aproximadamente de bajo de la fuente del agua, dirigiendo la boca del frasco en sentido contrario a la corriente natural y en forma horizontal; etiquetándolo y acondicionándolo adecuadamente para su traslado al laboratorio.

El muestreo constó de 27 muestras de agua tomadas en un trayecto comprendido entre Afilador, Puente Corpac y la Muyuna. De cada zona se tomaran 3 muestras, en un primera oportunidad en horas de la mañana, en otro día en horas del mediodía y en una tercera salida a horas de la tarde.

Cada muestra se tomó de forma espaciada y uniforme hasta aproximadamente 30 cm por debajo de la superficie del agua a lo largo del cauce de las aguas del río y serán procesadas inmediatamente en el laboratorio para la comprobación de la presencia de indicadores microbiológicos y fisicoquímicos.

3.5. Indicadores microbiológicos de calidad del agua

3.5.1. Número Más Probable de Coliformes fecales

Se trabajó con caldo BRILA realizándose la técnica del Número Más Probable (NMP) con serie de tres tubos y en tres etapas. Se distribuyó inicialmente el medio en tubos de ensayo de 20 x 160 mm, conteniendo en su interior un tubito de Durham (REFAI, 1981; APHA, 1999), desarrollándose la pruebas en las siguientes etapas:

- **Etapas de presunción:**

Se utilizó una serie de tres diluciones, cada serie con tres tubos o repeticiones teniéndose un total de nueve tubos, conteniendo Caldo Bilis Verde Brillante (BRILA) y dentro de cada tubo se introduce un tubito de Durham invertido para la captura de gas, con una temperatura de incubación de 37 °C por un periodo de 24 a 48 horas.

- **Etapas de confirmación:**

De los tubos gas positivos de la etapa anterior, se repican en tubos con caldo lactosa presentando también tubos de Durham para la verificación de la producción de gas. De los tubos gas positivos de la etapa anterior, se repicaron en tubos con *E. coli* presentando también tubos de Durham para la verificación, con una temperatura de incubación de 44.5 °C/24 a 48 horas.

- **Etapas confirmativas prueba IMVIC:**

De los tubos de *E. coli* se repican por estrías y agotamiento sobre placas conteniendo el medio Eosina Azul de Metileno (EMB), para determinar desarrollo de colonias coliformes. La determinación final del índice del número más probable se realizó de los tubos positivos a gas según lo indicado en la tabla patrón (Anexo B).

3.5.2. Enumeración de microorganismos aerobios viables totales

Se llevó a cabo sobre medio Plate Count previas diluciones decimales de las muestras las cuáles se sembraron por profundidad y se llevaron a incubación por 24 a 48 horas para la enumeración de los microorganismos mesófilos viables totales a temperatura de 35 °C (REFAI, 1981; APHA, 1999).

3.5.3. Investigación de la presencia de salmonelas

Se prepararon matraces para pre-enriquecimiento conteniendo 225 ml de Caldo Peptona al 2%, sobre los cuáles se sembraron con 25 ml de la muestra de agua y se incubaron a 37 °C por 48 horas (REFAI, 1981).

Los matraces de pre-enriquecimiento que resultaron positivos en desarrollo se llevaron a enriquecimiento, para lo cual se prepararon matraces con 50 ml de Caldo Tetrionato y matraces con 50 ml de Caldo Cistina-Selenito. Se les agregó a cada uno de los caldos anteriores 10 ml del caldo de pre-enriquecimiento y se los llevó a incubación por 24 a 48 horas a una temperatura de 44,5 °C.

Al término de la etapa de enriquecimiento se procedió a sembrar los matraces positivos sobre placas con medio Salmoella-Shigella (Agar SS) y sobre placas con medio Agar Bilis Verde Brillante una alícuota con el anza de siembra de los medios de enriquecimiento, se llevaron a incubación a 37°C por 24 horas para detectar desarrollo de *Salmonella sp.* (REFAI, 1981; APHA, 1999).

3.5.4. Investigación de la presencia de *Vibro choleare*

Se utilizaron placas conteniendo medio agar TCBS, y se llevaron a incubación a 37 °C por 48 horas, al término de las cuales se detectaron las colonias compatibles con las características de la bacteria buscada (REFAI, 1981; APHA, 1999).

3.5.5. Investigación de estafilococos patógenos

Se sembraron muestras de agua previamente diluidas sobre placas con Agar Baird Parker e incubándoselas a 37 °C por 48 horas. Al término de la incubación se detectó la presencia de colonias de estafilococos (REFAI, 1981; APHA, 1999).

3.5.6. Investigación de la presencia de *Streptococcus faecalis* (enterococos)

Se preparó Agar Sangre-Azida de Parker y se distribuyó en placas sobre las cuáles se sembraron la muestra de agua en estudio y se llevaron a incubación por 72 horas a 37 °C (REFAI, 1981; APHA, 1999).

3.5.7. Enumeración de fungi (mohos y levaduras)

Se sembraron las muestras de agua, previa dilución decimal, sobre Medio Sabouraud Glucosa al 4% llevándolas a incubación por una semana a temperatura ambiente, para la enumeración de fungi (REFAI, 1981; APHA, 1999).

3.5.8. Investigación de la presencia de *Cryptosporidium parvum*

Se utilizó el método según VENTURINI *et al.* (2006). Para lo cual se tomaron 10 ml de muestra de agua, se centrifugaran a 3500 rpm por 15 minutos, se eliminó el sobrenadante y con el sedimento se realizara un frotis en láminas portaobjetos coloreándolas con fucsina básica por 5 minutos y posteriormente teñidos con azul de metileno por 5 minutos. La observación se realizara al microscopio con objetivo de inmersión.

3.6. Indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua

3.6.1. Determinación de Dureza

La dureza se determinó por medio del método titulométrico de EDTA (APHA, 1992), utilizando 3 ml de solución tamponada (buffer) de pH 3.0 añadiéndose como titulante indicador, gotas de negro de ericromo T, cuyo gasto indica la cantidad de Carbono de Calcio presente en la muestra.

3.6.2. Reacción (pH)

Se realizó la medición del pH *In Situ* utilizando el potenciómetro pH-metro marca EXTECH.

3.6.3. Partículas sólidas totales

La determinación de las partículas sólidas totales de las muestras fueron realizadas por el método N° 2540 APHA, (1992), por medio de la técnica de diferencia de pesos sobre papel de filtro.

3.6.4. Determinación de Nitritos

La presencia de nitritos se determinó por el método cualitativo de diazotización. Leer los mg/l de nitrógeno nitrito (N) a través de la escala de la ventana (APHA, 1999)).

3.6.5. Determinación cualitativa de plomo

El plomo se determinó por el método químico cualitativo utilizando ácido sulfúrico concentrado y bicromato de potasio al 10%, verificando la presencia de precipitado amarillo en caso positivo (CASALLAS Y GUNTER, 2001). Otra prueba es colocar un poco de la muestra en un tubo de ensayo y disolver con agua destilada, adicionar poco cromato de potasio. La prueba será positiva, si se produce un precipitado de color rojo (APHA, 1999)).

3.6.6. Oxígeno disuelto

La determinación del oxígeno disuelto, se realizó *In Situ* con el oxímetro (electrolodo de membrana), por método N° 4500 O G (APHA, 1992).

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de las 9 muestras de agua procesadas del río Huallaga durante la mañana en los tres puntos diferentes ya referenciados, en los que resalta la presencia bacteriana como coliformes totales, estafilococos, estreptococos y salmonella, e indicadores fungi, se encuentran en cantidades que superan los límites biológicos permisibles.

Cuadro 5. Promedio de los indicadores biológicos encontrados en el río Huallaga - Tingo María, turno mañana.

Muestra	NMP mo/ml	NMAV $\times 10^3$	Staf $\times 10^3$	Streptoc. $\times 10^3$	NML $\times 10^3$	Vibrio	Salmonella	Criptosp.
1	75	235	36	25	6	Ausencia	Presencia	Ausencia
2	95	171	72	18	3	Presencia	Presencia	Ausencia
3	120	180	48	22	4	Presencia	Presencia	Ausencia
4	290	155	98	12	0	Ausencia	Presencia	Ausencia
5	120	157	18	95	1	Presencia	Ausencia	Ausencia
6	1100	220	56	72	4	Presencia	Ausencia	Ausencia
7	95	125	4	61	0	Ausencia	Presencia	Ausencia
8	290	142	20	29	0	Ausencia	Ausencia	Ausencia
9	460	156	63	30	0	Presencia	Presencia	Ausencia

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

Los resultados de los análisis indicadores físicoquímicos de las 9 muestras de agua del turno mañana se presentan en el Cuadro 6, donde se puede apreciar, que el agua de uso recreacional esta considerada como agua

poco dura, manteniéndose dentro de los límites máximos permisibles y/o parámetros permisibles.

Cuadro 6. Indicadores fisicoquímicos encontrados en el río Huallaga – Tingo María, turno mañana.

MUESTRAS	Dureza ppm	ST ppm	pH	T °C	OD
1	62,73	90	7.3	21	5.9
2	68,96	88	7.2	21	6
3	71,49	50	7.3	22	6.1
4	78,17	46	7.2	21	5.9
5	106,02	54	7.2	21	6.1
6	89,60	57	7.2	21	5.9
7	128,60	41	7.2	21	6
8	90,20	48	7.2	21	6.1
9	162,40	65	7.2	21	6

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

Con respecto a las concentraciones de minerales en las muestras procesadas, en el Cuadro 7, se anotan los resultados promedio de plomo y nitritos.

Cuadro 7. Determinación cualitativa de plomo y nitritos.

Muestras	Plomo	Nitritos
1	Ausencia	Presencia
2	Ausencia	Presencia
3	Ausencia	Presencia
4	Ausencia	Presencia
5	Ausencia	Presencia
6	Ausencia	Presencia
7	Ausencia	Presencia
8	Ausencia	Presencia
9	Ausencia	Presencia

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de las 9 muestras de agua procesadas del río Huallaga turno medio día en los tres puntos diferentes ya referenciados, observándose la excesiva carga microbiana fuera de los límites permisibles.

Cuadro 8. Indicadores microbiológicos encontrados en el río Huallaga - Tingo María, turno medio día.

Muestra	NMP Mo/ml	NMAV x10 ³	Staf x10 ³	Streptoc. x10 ³	NML x10 ³	Vibrio	Salmonella	Criptosp.
1	290	368	31	61	6	Presencia	Ausencia	Ausencia
2	460	248	82	112	3	Ausencia	Presencia	Ausencia
3	1100	548	49	92	2	Presencia	Presencia	Ausencia
4	1100	308	76	94	1	Presencia	Presencia	Ausencia
5	290	400	92	26	6	Ausencia	Presencia	Ausencia
6	210	388	96	51	4	Presencia	Presencia	Ausencia
7	1100	250	39	38	2	Presencia	Presencia	Ausencia
8	1100	452	41	49	2	Presencia	Presencia	Ausencia
9	2400	388	63	60	0	Presencia	Presencia	Ausencia

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

Los resultados de los análisis dentro de los indicadores físicos – químicos, se puede observar que de las 9 muestras de agua del turno medio día se presentan en el Cuadro 9.

Refiriéndonos a la determinación de oxígeno disuelto, las muestras de agua procesadas han mostrado estar dentro de los límites máximos permisibles, las cuales son aceptables para aguas de uso recreacional y para los ríos de la selva alta o Rupa Rupa (Anexo A), los resultados se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Indicadores fisicoquímicos encontrados en el río Huallaga - Tingo María, turno medio día.

MUESTRAS	Dureza ppm	ST ppm	pH	T °C	OD
1	75,02	81	7.4	24	6.1
2	68,18	77	7.6	25	5.7
3	100,30	65	7.7	25	6.3
4	96,20	22	7.5	24	6.2
5	155,50	75	7.5	25	6.3
6	60,20	87	7.5	25	6
7	70,80	57	7.4	25	6
8	136,20	54	7.4	25	6
9	98,60	46	7.5	25	6.2

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

Con respecto a las concentraciones de minerales en las muestras procesadas, en el Cuadro 10, se anotan los resultados promedio de los principales.

Cuadro 10. Determinación de plomo y nitritos.

Muestras	Plomo	Nitritos
1	Ausencia	Presencia
2	Ausencia	Presencia
3	Ausencia	Presencia
4	Ausencia	Presencia
5	Ausencia	Presencia
6	Ausencia	Presencia
7	Ausencia	Presencia
8	Ausencia	Presencia
9	Ausencia	Presencia

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

En el Cuadro 11 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de las 9 muestras de agua procesadas del río Huallaga turno noche en los tres puntos diferentes ya referenciados.

Cuadro 11. Indicadores microbiológicos encontrados en el río Huallaga - Tingo María, turno noche.

Muestra	NMP mo/ml	NMAV x 10 ³	Staf x10 ³	Streptoc. x10 ³	NML _e x 10 ³	Vidrio	Salmonella	Criptosp.
1	120	222	104	33	3	Ausencia	Presencia	Ausencia
2	120	258	55	26	7	Presencia	Presencia	Ausencia
3	160	167	39	30	1	Presencia	Presencia	Ausencia
4	75	142	30	20	2	Ausencia	Presencia	Ausencia
5	150	144	90	103	3	Presencia	Ausencia	Ausencia
6	460	219	52	81	4	Presencia	Ausencia	Ausencia
7	460	229	6	37	2	Ausencia	Presencia	Ausencia
8	1100	243	20	46	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia
9	460	146	2	63	2	Presencia	Presencia	Ausencia

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

Los resultados de los análisis indicadores físicos – químicos de las 9 muestras de agua del turno noche incluyendo la determinación de oxígeno disuelto, se presentan en el Cuadro 12, donde se puede apreciar, que el agua de uso recreacional está considerada como agua poco dura, manteniéndose dentro de los parámetros permisibles.

Cuadro 12. Indicadores fisicoquímicos encontrados en el río Huallaga - Tingo María, turno noche.

MUESTRAS	Dureza ppm	ST ppm	pH	T °C	OD
1	71,40	76,50	7,5	22	5,6
2	74,68	65,00	7,8	22	5,5
3	73,05	80,40	7,5	22	5,7
4	76,62	75,60	7,5	22	5,8
5	76,30	58,00	7,5	23	5,8
6	118,39	86,50	7,6	23	6,0
7	92,86	40,30	7,7	23	6,0
8	74,68	75,30	7,6	22	6,0
9	141,57	48,20	7,5	22	5,9

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

Con respecto a las concentraciones de minerales en las muestras procesadas, en el Cuadro 13, se anotan los resultados promedio de los principales.

Cuadro 13. Determinación de plomo y nitritos

Muestras	Plomo	Nitritos
1	Ausencia	Presencia
2	Ausencia	Presencia
3	Ausencia	Presencia
4	Ausencia	Presencia
5	Ausencia	Presencia
6	Ausencia	Presencia
7	Ausencia	Presencia
8	Ausencia	Presencia
9	Ausencia	Presencia

Muestra: 1, 2, 3 (Afilador); 4, 5, 6 (Corpac); y 7, 8, 9 (Muyunas)

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos debemos considerarlos como señal de alarma desde el punto de vista sanitario, pues el alto índice de las bacterias coliformes y presencia de nitritos lo reitera, coincidiendo con ANDREWS (2001) quien menciona que no es necesario analizar todos los contaminantes del agua basta simplemente con detectar en el agua el contenido de bacterias coliformes y de nitritos en un intervalo de uno a tres años y se tendrá una idea de la calidad de agua en ese lapso de tiempo.

La presencia de coliformes en el agua del río, indica que estas se han filtrado a través del suelo desde la superficie, en este caso es posible que otros microorganismos bacteriales, que causan Cuadros patológicos, pudieran estar presente.

En este sentido, el agua del río Huallaga presenta indicadores microbiológicos fuera de los estándares de calidad de agua para el uso recreacional, esto se deba quizás a que el agua del río recibe contaminación de manera persistente a lo largo de su recorrido y que se incrementa por la acción del vertimiento de aguas residuales, residuos sólidos, entre otros, provenientes de las poblaciones de las riberas, confirmando lo que menciona CALDERON (2004), que los principales contaminantes del agua son los siguientes: aguas

residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).

Con respecto a la manifiesta presencia de nitritos en las muestras a agua procesadas, podemos mencionar al reporte de ANDREWS (2001) que refiere que la presencia de nitritos es originada por efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana pudiendo producir enfermedad infantil que en ocasiones es mortal.

Con referencia a los microorganismos en relación a diferentes temperaturas de muestreo, se encontró mayor presencia de microorganismos al medio día y por la noche que por la mañana. Al respecto, CALDERON (2004) señala que la temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir, ya que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico.

De los resultados se puede apreciar que para el oxígeno disuelto (OD) el valor registrado (5,40 mg/l) es ligeramente superior al valor de referencia (> 5 mg/l), lo que indica que es un cuerpo de agua con buenas condiciones de oxigenación. Respecto al valor obtenido de OD dentro de los estándares y límites permisibles consideramos a (BUJAN, 1997) señala que el OD es clave en el control de la contaminación en las aguas naturales y en los procesos tratamiento de las aguas residuales industriales y domesticas.

No necesariamente se debe tomar este dato como único indicador de calidad, pues como en este estudio, a pesar que se encuentra el OD dentro de los valores aceptables, la presencia excesiva de microorganismos fuera de los estándares permisibles de calidad, imposibilita aceptarla como de uso recreacional.

La dureza como carbonato de calcio (CaCO_3) corresponde al material restante tras la evaporación de la muestra de agua y su secado, incluyendo residuo filtrable y no filtrable, según BUSTAMANTE (2004), lo máximo deseable es una dureza de 100ppm en CaCO_3 , pero se admite hasta 400 ppm. Por encima de las 200 ppm y por debajo de 100ppm, le da al agua un CaCO_3 un carácter corrosivo y según los resultados obtenidos, son aguas pocas duras.

Los indicadores fisicoquímicos y las sales minerales a excepción de NO_2 están dentro de los límites máximos permisibles para aguas del río Huallaga, cuyo fin de uso de acuerdo a los resultados obtenidos son para recreacional, no constituyendo contaminación.

Con los resultados obtenidos podemos establecer que las aguas, no tienen la calidad biológica requerida, puesto que en ellas encontramos en alta carga de microorganismos, coliformes, estafilococcus, estreptococcus y fungi, de igual manera cualitativamente encontramos la presencia de salmonelas y vibrio.

VI. CONCLUSIONES

1. El río Huallaga presenta coliformes totales 293,8 mo./ml en la mañana, 894,4 mo./ml al medio día, en la noche 345,0 mo./ml; mesófilos aerobios viables $171,2 \times 10^3$ /ml en la mañana, $372,2 \times 10^3$ /ml al medio día y en la noche $196,6 \times 10^3$ /ml; fungi (mohos y levaduras) en la mañana 2×10^3 /ml, al medio día $2,8 \times 10^3$ /ml y $2,8 \times 10^3$ /ml en la noche; estafilococos en la mañana es de $46,1 \times 10^3$ /ml, al medio día $63,2 \times 10^3$ /ml, en la noche $44,2 \times 10^3$ /ml; y estreptococos en la mañana $40,4 \times 10^3$ /ml, medio día ($64,7 \times 10^3$ /ml, en la noche $48,7 \times 10^3$ /ml.
2. Presencia de salmonellas en un 70% en la mañana, 90% al medio día y 70% en la noche, fuera de los estándares de calidad ambiental y límites permisibles.
3. Presencia de vibrio en la mañana en un 60%, al medio día en un 80% y en la noche 60% en el río Huallaga.
4. Los indicadores fisicoquímicos en las aguas están dentro de los estándares de calidad de agua y límites permisibles (Ley N° 28817) para uso recreacional.

VII. RECOMENDACIONES

1. Concientizar a la población a no considerar el agua del río Huallaga para uso recreacional, por su alto índice de contaminación.
2. Solicitar una campaña sanitaria para detectar cuadros clínicos (enfermedades relacionadas con el agua) por el uso de las aguas del río Huallaga.
3. Requerir por parte de las autoridades municipales la gestión de los residuos sólidos implementando sistemas de limpieza pública y disposición final de residuos lo más pronto posible para minimizar el problema de contaminación del río Huallaga.

VIII. ABSTRACT

In this study we determined the quality of the Huallaga river from physicochemical and microbiological parameters in Tingo Maria, performing the microbiological and physicochemical process 27 samples, taken at three different times, finding that the fecal coliform found in an average of 293,8 mo./ml in the morning 894,4 mo./ml at noon and 345,0 mo./ml at night. Also the average of pathogenic staphylococci in the morning was 46.1×10^3 /ml, noon $63,2 \times 10^3$ /ml and evening $44,2 \times 10^3$ /ml. Detected the presence of salmonella, 70% in the morning, 90% at noon and 70% at night, and vibrio with similar percentages. We did not detect *Cryptosporidium sp.*

The physical analysis are within the environmental quality standards and maximum permissible unlike nitrite chemical analysis that were positive in all samples. We found the results would indicate the risk of using this water for recreation and human consumption, and found out the maximum permissible limits for recreational use according to Law 28817 of Environmental Quality Standards and Maximum Permissible Limits water quality.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, L. 2001. Métodos de Análisis de parámetros del agua, 7ª Edic. Madrid, España.
- APHA, AWWA, WPCF. 1992. Método normalizado para el análisis de aguas potables y residuales. Ediciones Díaz de Santos, S.A. España. 1143 p.
- APHA/AWWA/WAB. 1999. Métodos estándares de análisis de agua, American Public Health Association, N.W. Washington. USA.
- BUSTAMANTE, M. 2004. Proyecto de ley que establece que los Estándares de calidad ambiental y los niveles máximos permisibles no pueden ser superiores a los valores guía de las OMS.
- BUJAN, D. 1997. Análisis del agua. [En línea]: Scielo, (<http://www.scielop.org/scielo.php?monografias.com>, 11 May. 2009).
- CALDERON, J. 2004. Indicadores ambientales. [En línea]: Ideam, (<http://www.ideam.gov.co/indicadores/calidad5.htm>, 22 Dic. 2008).
- ESPINOZA, 1997. Inventario y análisis de pozos de agua Subterránea en Castillo Grande y Brisas del Huallaga- Tingo María. Tesis Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, UNAS. Tingo María, Perú.
- FLORES, C., SABOGAL, A. 2006. Manual de ecología, Prácticas. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú. Lima, Perú

- GONZÁLEZ, M. I.; GUTIÉRREZ, J. 2005. Método gráfico para la evaluación de la calidad microbiológica de las aguas recreativas, Centro Habana, CIP 10300, Cuba.
- KEMMER, 1989. Agua de pozos. Ediciones Mundi Prensa. Barcelona. España.
- LEY 28817. Ley de los estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles. [En línea]: Minam, (<http://www.minam.gob.pe/>, 25 de Jul. 2010).
- REFAI, M., K. 1981. Manual para el control de la calidad de alimentos. Edición Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- RODRÍGUEZ, J. C.; ROYO, G. 2004. Cryptosporidium y criptosporidiosis Control Calidad Seimc Servicio de Microbiología. Hospital General Universitario de Elche. Universidad Miguel Hernández. Elche (Alicante). [En línea]: Seimc, (http://www.seimc.org/control/revi_Para/crypto.htm, 16 Nov. 2008).
- RHINHEIMER, G. 1987. Microbiología de Aguas, Editorial Acribia.S.A, Zaragoza. España.
- SEAONEZ, 1999. Aguas residuales. Ediciones Mundi Prensa. Barcelona. España.
- VENTURINI L.; BACIGALUPE, D.; BASSO, W.; UNZAGA, J. M.; VENTURINI, M.C.; MORÉ, G. 2006. *Cryptosporidium parvum* en animales domésticos y en monos de un zoológico. Parasitol Latinoam.
- ZAVALA, W. 1999. Estudio morfopedológico como base para la recuperación de suelos degradados en Tingo María .Tesis magister Scientiae en suelos. Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

X. ANEXOS

Apéndice 1. Estándares de calidad ambiental

Anexo A. Límites máximos permisibles para aguas de uso recreacional

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES
Oxig. disul.	mg/l	>=5
pH	unidad	6,5 - 8,5
Cobre	mg/l	0.03
DBO	mg/l	15
Fosforo	mg/l	0.5
SDT	mg/l	1000
Zinc	mg/l	0.2
CT	NMP/100ml	1000
Salmonella	ause./presen	ausencia
Magnesio	mg/l	0.4
Fierro	mg/l	0.3
Dureza	mg/l	
Sodio	mg/l	200
Enterococo	NMP/100ml	200
Giardia	ause./presen	ausencia
Criptosporidium	ause./presen	ausencia
amebas	ause./presen	ausencia
estafilococos		

Fuente: Ley N° 28817.

Anexo B. Tabla del Número Más Probable (NMP) por ml/g de muestra.

10	1	0.1	NMP/ml	10	1	0.1	NMP/ml
0	0	0	0,0	2	0	0	9
0	0	1	3,0	2	0	1	14
0	0	2	6,0	2	0	2	20
0	0	3	9,0	2	0	3	26
0	1	0	3,0	2	1	0	15
0	1	1	6,1	2	1	1	20
0	1	2	3,2	2	1	2	27
0	1	3	12,0	2	1	3	34
0	2	0	6,2	2	2	0	21
0	2	1	9,3	2	2	1	28
0	2	2	12,0	2	2	2	35
0	2	3	16,0	2	2	3	42

0	3	0	9,4	2	3	0	29
0	3	1	13,0	2	3	1	36
0	3	2	16,0	2	3	2	44
0	3	3	19,0	2	3	3	53
1	0	0	3,6	3	0	0	23
1	0	1	7,2	3	0	1	39
1	0	2	11,0	3	0	2	64
1	0	3	15,0	3	0	3	95
1	1	0	7,3	3	1	0	43
1	1	1	11,0	3	1	1	75
1	1	2	15,0	3	1	2	120
1	1	3	19,0	3	1	3	160
1	2	0	11,0	3	2	0	93
1	2	1	15,0	3	2	1	150
1	2	2	20,0	3	2	2	210
1	2	3	24,0	3	2	3	290
1	3	0	16,0	3	3	0	240
1	3	1	20,0	3	3	1	460
1	3	2	24,0	3	3	2	1100
1	3	3	29,0	3	3	3	>1100

Fuente: Ley N° 28817.

Anexo C. Aguas superficiales destinadas a uso poblacional y recreacional. (Parámetros físicos - químicos)

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
FÍSICOS Y QUÍMICOS							
Color	Color verdadero escala Pt/Co	(7) 15	(2) 100	(2) 200	-2	sin cambio normal (2)	Comparación visual
Materiales Flotantes	Ausente/Prese nte	Ausente (5) (8)	**	**	Ausente (2) (7) (8)	Ausente (2)	Examen visual
Olor		Aceptable (10)	**	**	Ausente (5)	**	Test de valor umbral
Cloruros	mg/l	250 (5)	250 (5)	250 (5)	**	**	Volumétrico del nitrato de plata
Conductividad	us/cm (a)	1500 (9)	1600 (7)	**	**	**	Electrométrico
D.B.O.5	mg/l	3 (5)	5 (5)	10 (5)	5(5)	10 (5)	Electrodo de membrana. Incubación a 20°C, 5 días
D.Q.O.	mg/l	10 (7)	20 (7)	30 (2)	30 (7)	50 (7)	Colorimétrico. Reflujo cerrado. Digestión con dicromato
Dureza	mg/l	500 (1b)	**	**	**	**	Volumétrico con EDTA
Fluoruros	mg/l	1(10)	**	**	**	**	Electrodo selectivo de Iones
Fósforo Total	Mg/l P	0,1 (5)	0,15 (5)	0,15 (5)	**	**	Colorimétrico del ácido ascórbico
Nitratos	Mg/l N	10 (5)	10 (5)	10 (5)	10 (5)	**	Espectrofotométrico UV/ Reducción de cadmio
Nitritos	Mg/l N	1 (5)	1 (5)	1 (5)	1(5)	**	Método colorimétrico
Nitrógeno amoniacal	Mg/l N	1,5 (1b)	2 (5)	3,7 (5)	**	**	SM 4500NH3-F, Colorimétrico
Oxígeno Disuelto	Mg/L	>= 6 (5)	>= 5 (5)	>= 4 (5)	>= 5 (5)	>= 4 (5)	Winkler modificado
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5 (2)	5,5 – 9,0 (2)	5,5 – 9,0 (2)	6-9 (2, 5)	**	Electrométrico
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	1000 (10)	1000 (6)	1500 (6)	**	**	Gravimétrico, secado a 103-105 °C
Sulfatos	mg/l	250 (1b)	**	**	**	**	Turbidimétrico
Sulfuros	mg/l	0,05(1b)	**	**	0,05(1b)	**	Espectrofotométrico de azul de metileno
Turbiedad	UNT (b)	5 (1b)	100 (5)	**	100 (5)	**	Nefelométrico

Fuente: Ley N° 28817.

Anexo D. Aguas superficiales destinadas a uso poblacional y recreacional. (Parámetros Biológicos)

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Dieldrin	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Endosulfan	mg/l	0,000056 (5)	0,000056 (5)	*	**	**	Cromatografía de gases
Endrin	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Heptacloro	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Heptacloro epóxido	mg/L	0.00003 (1)	0.00003 (1)	*	**	**	Cromatografía de gases
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía de gases
Carbamatos:							Cromatografía de gases
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**	Cromatografía líquida de alta precisión
Policloruros Bifenilos Totales							Cromatografía de gases
(PCB's)	mg/l	0,000001 (5)	0,000001 (5)	**	**	*	Cromatografía de gases
Otros							
Asbesto	Millones de fibras/L	7 (3)	**	**	**	**	
MICROBIOLÓGICO							
Bacterias							
Coliformes Totales (37 °C) (CE)	NMP/100 ml	50 (2, 8)	3000 (8)	50000 (2)	1000 (8)	4000 (8)	Tubos múltiples de fermentación
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	0 (4)	2000 (2)	20000 (2)	200 (8)	1000(8)	Tubos múltiples de fermentación
Parasitos entericos	Ausencia o presencia/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	200(12)	**	Tubos múltiples de fermentación
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia (1)(3)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Tubos múltiples de fermentación
Giardia Lambia	Ausencia o presencia/l	Ausencia (3)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Salmonella	Ausencia o presencia/l	Ausencia (2)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia

Anexo E. Aguas superficiales destinadas a uso poblacional y recreacional.(Parámetros Microbiológicos)

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas al uso recreacional		TECNICAS DE ANALISIS RECOMENDADO
		A1	A2	A3	B1	B2	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario	
VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR			
Vibrio Cholera	Ausencia o presencia/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia
Aeromonas	Ausencia o presencia/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia/Ausencia

Fuente: Ley N° 28817.

Apéndice 2. Galerías de fotos



Figura 1. Recolección de la muestra para los análisis correspondientes.



Figura 2. Preparación de los medios de cultivo.

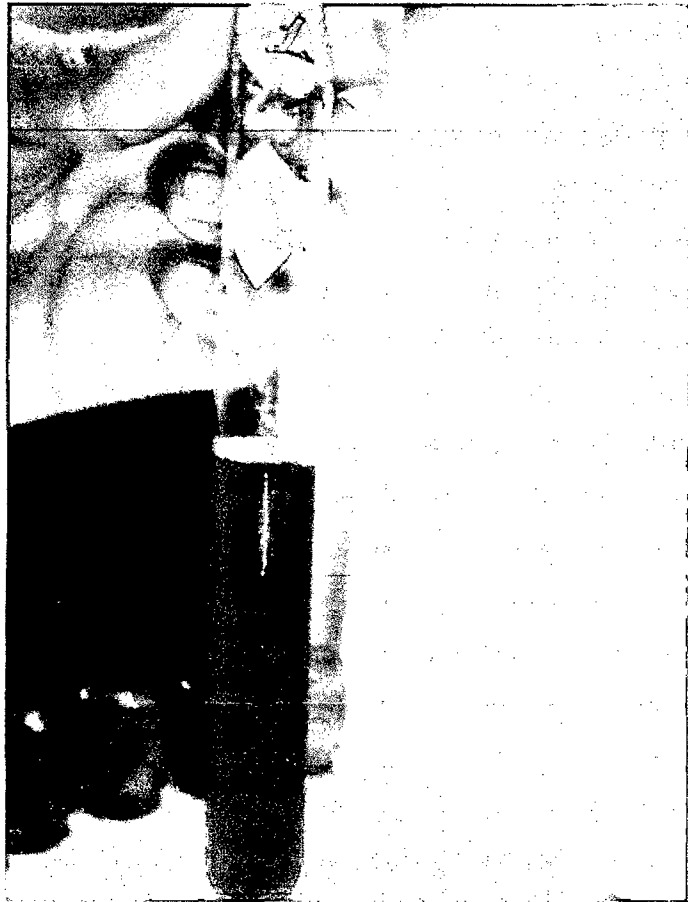


Figura 3. Resultados de los tubos positivos con caldo Brilla.



Figura 4. Determinación de pruebas *E.coli* en caldos *E. coli*.

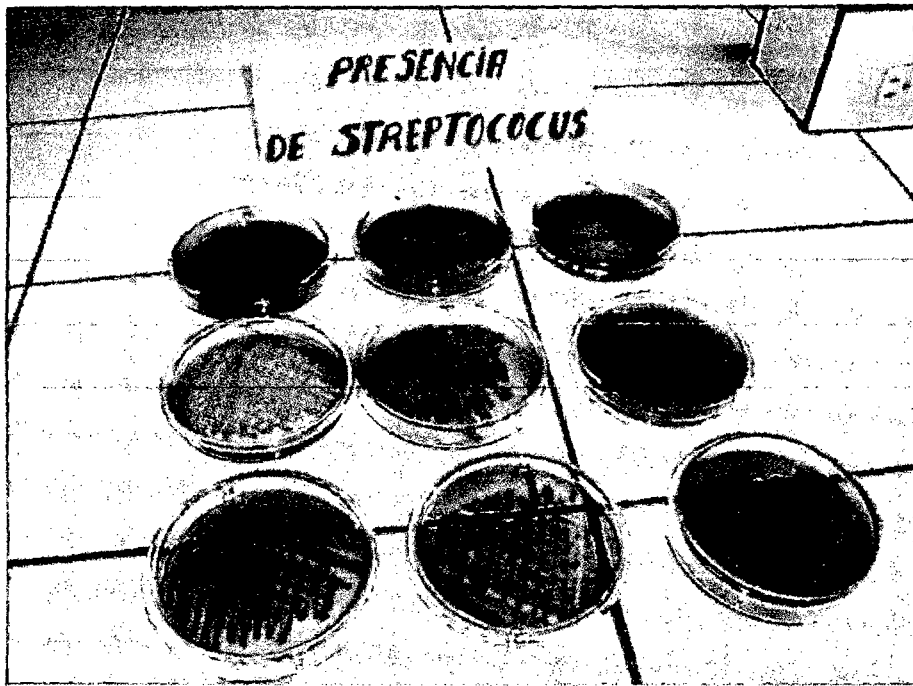


Figura 5. Determinación confirmativa de *Streptococcus*.

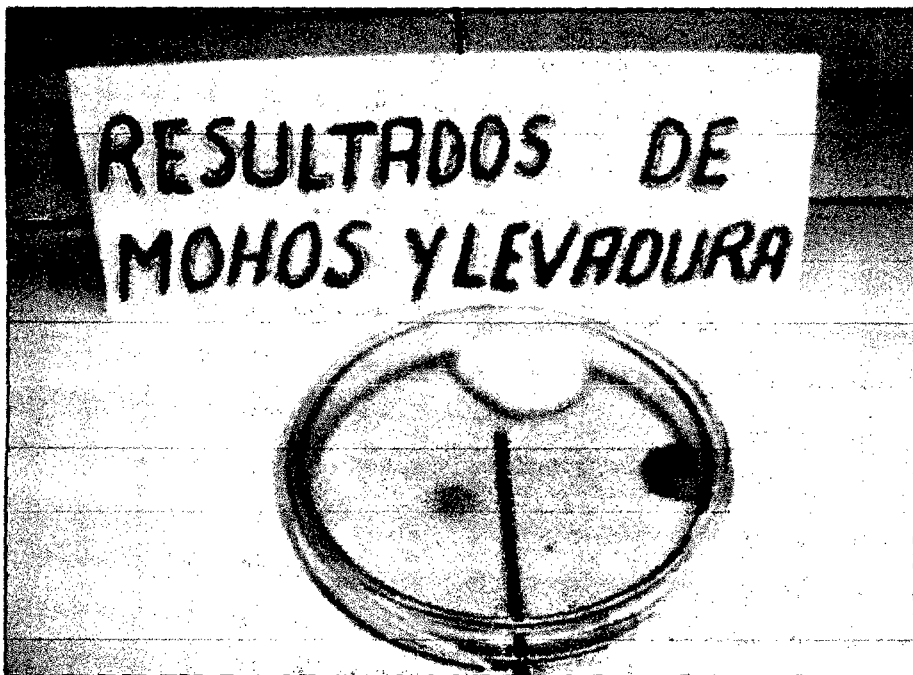


Figura 6. Determinación de mohos y levaduras.

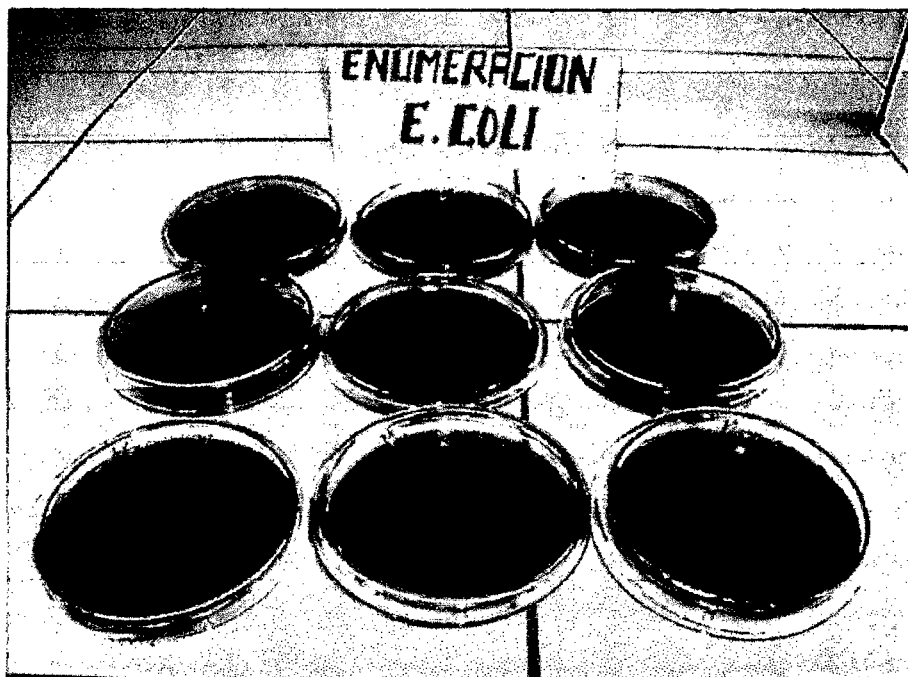


Figura 7. Determinación de *E. coli* en medio EMB.



Figura 8. Determinación de sólidos totales disueltos.