

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIÓTICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE SAPROBIEDAD  
EN LAS AGUAS DEL RÍO TINGO DE LOS DISTRITOS DE YANACANCHA, YARUSYACÁN Y  
PALLANCHACRA - PROVINCIA DE PASCO -2017”**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**Presentado por:**  
**BACH. POZO SALVADOR, LESLY LUISA**

**Cerro de Pasco - Perú - 2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIÓTICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE SAPROBIDAD EN LAS AGUAS DEL RÍO TINGO DE LOS DISTRITOS DE YANACANCHA, YARUSYACÁN Y PALLANCHACRA - PROVINCIA DE PASCO - 2017”

PRESENTADO POR: **BACH. POZO SALVADOR, Lesly Luisa.**

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISION DE JURADOS

---

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA

PRESIDENTE

---

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA.

MIEMBRO JURADO

---

Mg. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY

MIEMBRO JURADO

PASCO 2018

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme en cada paso de mi vida, a mis padres por su apoyo incondicional para obtener cada uno mis logros y a mi familia por darme la confianza para alcanzar cada meta propuesta.

## RESUMEN

La microcuenca del Río Tingo, es uno de los varios recursos hídricos con que cuenta la región Pasco., ignorando su calidad que es objeto de nuestro estudio. En la naciente del río Tingo se encuentran ubicadas grandes depósitos de desmontes mineros, producto de la actividad de la empresa minera Cerro SAC. En esta zona también son depositados los residuos sólidos generados en la ciudad de Cerro de Pasco.

Sin embargo, se presume que este curso de agua tiene altas concentraciones de sustancias contaminantes las cuales son susceptibles de determinar en forma biológica a través de los índices de saprobiedad razón de ser del presente estudio. Los estudios con usos de especies bióticas en nuestros ríos son prácticamente nuevos y es necesario la profundización en su estudio, motivo por el cual la propuesta de esta investigación en río Tingo.

Por lo cual el objetivo de la presente investigación es evaluar la calidad biótica de las aguas del río tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacan y pallanchacra, utilizando como medida de comprobación los índices saprobiedad; en el cual el método empleado fue la realización de muestreo de parámetro físicos en campo, seguidamente de la realización de análisis de muestras en laboratorio y la interpretación de estos.

Finalizada la investigación pudimos concluir utilizando los índices de saprobiedad que la calidad biótica y calidad de agua al inicio de la cuenca se ve alterada bióticamente y en su calidad de agua, por lo que a medida de su recorrido por debajo del Km 10 se autodepura y mejora su calidad.

**Palabras claves:** Saprobiedad, Biótica, Calidad de agua, Microcuenca,  
Autodepura.

## SUMMARY

The Tingo River micro-basin is one of the several water resources of the Pasco region, ignoring the quality that is the subject of our study. In the source of the Tingo River are located large deposits of mine clearance, product of the activity of the mining company Cerro SAC. Solid waste generated in the city of Cerro de Pasco is also deposited in this area.

However, it is presumed that this water course has high concentrations of polluting substances which are susceptible to be determined in a biological way through the saprobity indexes rationale of this study. The studies with uses of biotic species in our rivers are practically new and it is necessary to deepen their study, which is why the proposal of this investigation on the Tingo River.

Therefore, the objective of the present investigation is to evaluate the biotic quality of the Tingo river waters of the Yanacancha, Yarusyacan and Pallanchacra Districts, using the saprobity indexes as a verification measure; in which the method used was the realization of physical parameter sampling in the field, followed by the analysis of samples in the laboratory and their interpretation.

After the investigation we could conclude using the saprobity indexes that the biotic quality and water quality at the beginning of the basin is biologically altered and its water quality, so that as it travels below Km 10, it self-purifies and improves its quality.

**Keywords:** Saprobiidad, Biótica, Water quality, Microcuenca, Autodepura.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
SUMMARY .....	V
ÍNDICE .....	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	IX
ÍNDICE DE MAPAS .....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.1</b>
<b>1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.1</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
<b>1.2.1 Problema General: .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
<b>1.2.2 Problemas Específicos: .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.3</b>
<b>1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
<b>1.3.1 Objetivo General: .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos: .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
<b>1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
<b>1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.5</b>
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.17</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS...</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.2</b>
<b>2.2.4 MARCO LEGAL.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS: .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.2</b>
<b>2.4 HIPÓTESIS.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.1 Hipótesis General.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.34</b>
<b>2.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.35</b>
<b>2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE .....</b>	<b>35</b>

<b>CAPÍTULO III</b> .....	36
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	36
<b>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	36
<b>3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	36
<b>3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	37
<b>3.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	37
<b>3.4.1 UBICACIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO:</b> .....	37
<b>3.4.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO</b> .... ¡Error! Marcador no definido.....	38
<b>3.4.3 MUESTREO DE PARAMETROS FISICOS E     HIDROBIOLOGICOS</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	0
<b>3.4.4 ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO</b> .....	43
<b>3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	44
<b>3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	45
<b>3.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS</b> .....	45
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	46
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	46
<b>4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE     CUADROS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS</b> .....	46
<b>4.1.1 Parámetros Físicos</b> .....	46
<b>4.1.2 Parámetros Saprobios</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>4.2 EVALUACIÓN DE HIPÓTESIS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.54
<b>4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.54
<b>CONCLUSIONES</b> .....	57
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	59
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	60
<b>ANEXOS</b> .....	63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Resultados de pH en el Río Tingo.....	47
Gráfico N° 2: Resultados de Temperatura (°C) en el Río Tingo.....	48
Gráfico N° 3: Resultados de Conductividad (us/cm) en el Río Tingo.....	48
Gráfico N° 4: Resultado de Índice de Saprobiedad-Río Tingo.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Índice de Saprobios (Hütter, 1994).....	26
Tabla N° 2: Valor de Calidad de Agua.....	28
Tabla N° 03: Estándar de Calidad Ambiental-Agua (Parámetros Físicos).....	31
Tabla N° 04: Ubicación de los Puntos de Monitoreo.....	40
TABLA N° 05: Resultados de Parámetros Físicos.....	47
TABLA N° 06: Resultado de Índice de Saprobiedad.....	50

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 01: Puntos de Monitoreo P-1.....	40
Fotografía N° 02: Puntos de Monitoreo P-2.....	41
Fotografía N° 03: Puntos de Monitoreo P-3.....	42
Fotografía N° 04: Puntos de Monitoreo P-4.....	42
Fotografía N° 05: Análisis en Laboratorio.....	57
Fotografía N° 06: Resultado de Cultivo de Muestra P-1.....	50
Fotografía N° 07: Resultado de la Muestra P-2.....	51
Fotografía N° 08: Resultado de la Muestra P-3.....	51
Fotografía N° 09: Resultado de la Muestra P-4.....	52

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 01: Ubicación de los Puntos de Monitoreo.....	39
---	----

## INTRODUCCIÓN

La microcuenca del río Tingo se encuentra ubicada en la Región y Provincia de Pasco, cuya naciente se encuentra en el distrito de Yanacancha, pero su recorrido abarca también los distritos de Yarusyacán y Pallanchacra, ya que, en este último, básicamente en la comunidad de Salcachupán, desemboca sus aguas al río Huallaga, tiene una longitud de 37.10 km.

La microcuenca del Río Tingo es de vital importancia, así como las demás subcuencas o microcuencas, ya que forma parte de la cuenca hidrográfica del río Huallaga. Por tal motivo precisa un control, estudios y monitoreos permanentes para lograr su mejoramiento y así garantizar el recurso hídrico, el cual depende de la protección de la vegetación de la ribera y por ende la fauna acuática.

El objetivo de la presente investigación es determinar cuál es la calidad biótica de las aguas del río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra, utilizando como medida de comprobación los Índices Saprobiedad.

La investigación tiene como referencias antecedentes relacionadas a lo realizado por Gracia, M<sup>a</sup> P. & Igual, J., 1987. Los Ciliados como Organismos Saprobios de las Agua. Dept. de Biología Animal, Facultad de Biología, Univ. de Barcelona, Barcelona, España, donde menciona: Los protozoos ciliados pueden ser utilizados para diagnosticar la calidad del agua, ya sea natural o urbana, empleando el sistema de los saprobios. Para ello las muestras fueron tomadas en cuatro estaciones del Río Llobregat. El Llobregat forma parte de la red fluvial pirenaica mediterránea, su cauce recorre una

distancia de 156,5 Km para desembocar en el Mar Mediterráneo. Teniendo los siguientes resultados.

El inventario de las especies halladas en las cuatro estaciones muestreadas en el Río Llobregat. El agua puede considerarse como a-mesosapróbica, apreciándose una tendencia a disminuir la a-mesosaprobiedad para aumentar la polisaprobiedad, como corresponde a la mayor contaminación orgánica, en el curso bajo del río.

**La Autora**

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

La microcuenca del Río Tingo, es uno de los varios recursos hídricos con que cuenta la región Pasco., ignorando su calidad que es objeto de nuestro estudio.

En la naciente del río Tingo se encuentran ubicadas grandes depósitos de desmontes mineros, producto de la actividad de la empresa minera Cerro SAC.

En esta zona también son depositados los residuos sólidos generados en la ciudad de Cerro de Pasco. Esta situación ha generado durante muchos años,

la alteración en la composición de las aguas del Tingo e influido en la degradación de la calidad de las mismas.

A lo largo del recorrido del Tingo, se encuentran ubicados varias comunidades, entre ellas destacan la Comunidad Campesina de Tingo Palca y Anasquizque que pertenecen al distrito de Yanacancha; Cochacharao, Pachacrahuay, Yanatambón, Chauyar, Junipalca y Chacra Colorada, que pertenecen al distrito de Yarusyacán; Huichpin, Pallanchacra y Salcachupan que pertenecen al distrito de Pallanchacra, donde el 80% de la Población Económicamente Activa (PEA), se dedican a la actividad agropecuaria. Sin embargo, esta población no ha podido desarrollarse como tal, por tener a su principal recurso hídrico contaminado; en otras palabras la actividad agropecuaria no ha podido sobresalir frente a la actividad minera debido a que los recursos naturales existentes en las riberas, han sido afectados a causa de la degradación de las aguas de este río y actualmente no se le viene dando ningún uso; en las comunidades solo es considerado como el principal captador de residuos sólidos y de aguas servidas producto de las actividades domésticas<sup>1</sup>.

Sin embargo, se presume que estos cursos de agua tienen altas concentraciones de sustancias contaminantes las cuales son susceptibles

---

<sup>1</sup> Calidad de aguas en la microcuenca del río Tingo-Boletín Participación N° 21- Centro de Cultura Popular Labor.

de determinar en forma biológica a través de los índices de saprobiedad razón de ser del presente estudio.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Problema General:**

¿Cuál es la calidad biótica de las aguas del río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra, utilizando como medida de comprobación los Índices Saprobiedad?

### **1.2.2 Problemas Específicos:**

- a) ¿Los índices de saprobiedad en las aguas del Río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra de la provincia de Pasco, cumple con los Estándares de los Índices Saprobiedad?
  
- b) ¿Qué tipo de efluentes producto de la actividad humana e industrial se vierten al río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco?
  
- c) ¿Cuál es el estado de la cantidad polisapróbica, mesosapróbica, oligosapróbica en muestras de agua del río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco?

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

Evaluar la calidad biótica de las aguas del río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra, utilizando como medida de comprobación los Índices Saprobiedad.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- a) Determinar si los índices de saprobiedad en el río Tingo de la jurisdicción de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra de la provincia de Pasco, cumple con los estándares correspondientes.
  
- b) Identificar el tipo de efluentes producto de la actividad humana e industrial que se vierten al río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco.
  
- c) Identificar el estado en las muestras de agua del río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y pallanchacra – Provincia de Pasco.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **JUSTIFICACION TEORICA:**

Esta investigación se realiza con usos de especies bióticas en nuestros ríos las cuales son prácticamente nuevos y es necesario la profundización en su estudio, motivo por el cual la propuesta de esta investigación en el Río Tingo.

El propósito es aportar al conocimiento existente sobre el uso de los índices de saprobiedad, como índices de evaluación de la calidad de agua de esta manera se estaría incorporando al conocimiento del estudiante en nuestra región.

**JUSTIFICACION PRACTICA:**

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar e incorporar nuevas técnicas para la determinación de la calidad del agua; mediante las pruebas realizadas en el laboratorio con la toma de muestras se logró determinar la calidad y las condiciones del agua en el río Tingo en un tiempo y espacio determinado, mediante la cantidad de especies bióticas.

**JUSTIFICACION LEGAL:**

La investigación y la determinación en el laboratorio, son demostrados según los estándares de calidad, establecidos por el MINAM; las cuales una vez que sean demostrados su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación.

## **1.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La subcuenca del Río Tingo es de vital importancia, como de igual manera lo son las demás subcuencas, ya que forma parte de la cuenca hidrográfica del río Huallaga. Por tal motivo precisa un control, estudios y monitoreos permanentes para lograr su mejoramiento y así garantizar el recurso agua,

mismo que depende de la protección de vegetación de ribera y por ende la fauna acuática.

Este trabajo investigativo tiene como alcance contribuir en el conocimiento de un mundo poco conocido como lo son los indicadores bióticos, ya que son sin duda una pauta y herramienta base para saber la situación de las aguas en los diferentes tipos de ecosistema acuáticos, logrando economizar recursos y aproximándonos más a la realidad de la situación de la calidad de agua del río Tingo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

**2.1.1 Gracia, M<sup>a</sup> P. & Igual, J., 1987. Los Ciliados como Organismos Saprobios de las Agua. Dept. de Biología Animal, Facultad de Biología, Univ. de Barcelona, Barcelona, España.- Artículo.**

**Resumen:**

Los protozoos ciliados pueden ser utilizados para diagnosticar la calidad del agua, ya sea natural o urbana, empleando el sistema de los saprobios debido principalmente a KOLKWITZ & MARSSON (1969). Las muestras fueron tomadas en cuatro estaciones del Río Llobregat. El Llobregat forma parte de la red fluvial pirenaica mediterránea, su cauce recorre una distancia de 156,5 Km para desembocar en el Mar Mediterráneo. La localización de las estaciones de muestreo es la siguiente: 1. en el curso alto del río, poco después del embalse de La

Baells y la población de Berga; 2. en el curso medio del río a la salida de la población de Balsareny; 3. después de la afluencia del Río Cardener y 4. en la población de Sant Boi a 6,5 Km de su desembocadura. Los muestreos se efectuaron dos veces al mes y en cada estación se determinaron diversos factores físico-químicos como: temperatura, caudal, oxígeno disuelto, cloruros, alcalinidad, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, DBO.

Teniendo los siguientes resultados. El inventario de las especies halladas en las cuatro estaciones muestreadas en el Río Llobregat. Caracterizadas así las cuatro estaciones respecto a su saprobiedad y comparando estos resultados con los obtenidos mediante el sistema de los saprobios.

Basándonos pues en estos resultados, a lo largo del Río Llobregat y en las estaciones muestreadas, el agua puede considerarse como a-mesosapróbica, apreciándose una tendencia a disminuir la a-mesosaprobiedad para aumentar la polisaprobiedad, como corresponde a la mayor contaminación orgánica, en el curso bajo del río.

La polución determina una disminución del índice de diversidad de las comunidades de protozoos ciliado se ha comprobado que este último no refleja suficientemente las diferencias de la calidad del agua entre el curso alto y bajo del río. Posiblemente esto sea debido a una

clasificación sapróbica inadecuada de algunos ciliados, como, por ejemplo, *Cyclidium glaucoma*, muy abundante en el río y considerado por los especialistas como indicador de condiciones a-mesosapróbicas. Sin embargo, aparece con gran frecuencia en las estaciones de muestreo del curso alto del río con una calidad química del agua, en esta zona, de oligosapróbica o mesosapróbica.

Sin embargo, la utilización de los ciliados como indicadores de la calidad del agua puede presentar ventajas respecto a la utilización de otros microorganismos, por su cosmopolitismo, su forma de reproducción, y su abundancia.

### **2.1.2 Dennys Julieth Aguirre Sanchez, Néstor Jaime Aguirre Ramírez y Orlando Caicedo Quintero. Evaluación de la calidad del agua a través de los protistas en la quebrada La Ayurá en Envigado (Antioquia)**

**Introducción.** El perifiton de agua dulce compuesto en gran parte por algas y protozoos, son microorganismos que presentan características especiales en tanto su sensibilidad a las variaciones de régimen de caudal, calidad fisicoquímica y distribución de la biota dentro del cuerpo hídrico.

**Objetivo.** Analizar la comunidad de algas y protozoos de vida libre de la quebrada La Ayurá y su relación con la calidad del agua.

**Materiales y métodos.** Se realizaron tres muestreos en tres estaciones a lo largo de la quebrada. Se tomaron muestras de aguas para el

análisis de variables fisicoquímico, coliformes totales y fecales. Se colectaron muestras del perifiton para ser analizadas en el laboratorio.

Para la determinación de la calidad del agua en la quebrada de la Ayurá, se utilizaron las algas y los protozoos de vida libre como indicadores de contaminación orgánica del agua. Estos organismos se relacionaron con algunas variables fisicoquímicas, con el fin de obtener una aproximación a los contaminantes provenientes de las diferentes acciones generadas por el hombre o como resultado de procesos ambientales que pueden estar asociados a la ausencia y/o abundancia de estos organismos.

El índice de saprobios de Pantle y Buck permitió clasificar este ambiente como b- mesosaprobio mostrando dentro de éste dos divisiones en donde por una parte la quebrada se encontró medianamente cargada con materia orgánica en los muestreos de noviembre de 2007 y enero de 2008. El otro estado saprobico fue de críticamente cargado en el muestreo realizado en febrero de 2008. También se puede apreciar que los valores de saprobiedad se incrementaron levemente entre las estaciones 1 a la 3. En relación con los valores reportados por los demás índices de calidad y de diversidad se pudo establecer que la cuenca presenta una calidad de agua de regular a mala y las comunidades no presentan una dominancia de especies y que por el contrario muestran una diversidad asociado al estado b-mesosapróbico.

**2.1.3 Hugo A. Yucra & Pedro M. Tapia del Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Lima, Universidad Nacional Federico Villarreal. El Uso de Microalgas Como Bioindicadoras de Polución Orgánica en Brisas de Oquendo, ene-jun 2008. Callao, Perú**

Una serie de charcos de aguas estancadas frente a la urbanización Brisas de Oquendo, Callao, Perú, provee una gran oportunidad de estudiar la composición de algas en ambientes polucionados. Se realizó una caracterización de las especies desde mayo a septiembre del 2005, colectándose muestras cualitativas de plancton y sedimento superficial. Se identificaron los taxa indicando su abundancia relativa y nivel de saprobiedad. En total se identificaron 22 especies las cuales se distribuyeron en las siguientes divisiones: Bacillariophyta (14 especies), seguidas de las Cyanophyta (4 especies), Chlorophyta (2 especies) y Euglenophyta (2 especies). Las especies dominantes fueron *Chlamydomonas ehrenbergi* y *Euglena viridis*, las cuales formaron floraciones algales durante todo el período de muestreo. En las especies codominates tenemos a: *Nitzschia linearis*, *Nitzschia solita*, *Nitzschia fonticola*, *Oscillatoria tenuis* y *Lyngbya* sp. La asociación algal sugiere que

estas aguas varían de â-mesosaprobia a polisaprobia, demostrando así la importancia del uso de estas especies tolerantes a la polución orgánica en estudios de calidad de agua.

## 2.2 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS

### 2.2.1 Índices Biológicos

Los principales tipos de índices biológicos que encontramos son:

**a. Índices bióticos:** Suelen ser específicos para un tipo de contaminación y/o región geográfica, y se basan en el concepto del organismo indicador. Permiten la valoración del estado ecológico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación. Para ello a los grupos de organismos de una muestra se les asigna un valor numérico en función de su tolerancia a un tipo de contaminación, la suma de todos estos valores nos indica la calidad de ese ecosistema.

Un índice biótico responde a la sensibilidad o tolerancia de especies individuales o grupos a la contaminación, y les asigna un valor tal que, sumando todos ellos se obtiene una categorización sobre la contaminación existente en la zona.

Los datos pueden ser cualitativos (presencia – ausencia) o cuantitativos (abundancia relativa o densidad absoluta). Estos índices se han pensado especialmente para evaluar la contaminación orgánica (Mason, 1982).

**b. Índices de diversidad:** miden la abundancia y diversidad de especies de un sitio, a mayor diversidad mayor puntuación. Reflejan alteraciones del número total de comunidades de organismos. Como ventaja de estos índices respecto a los bióticos destaca que no se requiere información sobre la tolerancia a

contaminación y sirven para detectar episodios leves de contaminación.

### **2.2.2 Índices Sapróbico**

Uno de los índices bióticos más conocidos y aplicados mundialmente es el índice de Pantle y Buck (1955). Estos autores tomaron el sistema sapróbico de Kolwitz y Marsson (1908) y le adicionaron el concepto de abundancia relativa de los organismos de una muestra (Pinilla, 1998). El grado de saprobiedad en los ecosistemas acuáticos, está relacionado directamente con la oxidación o degradación de la materia orgánica, por la presencia de organismos saprófitos.

Un saprófito (saprós = “pódrido” y fitos = “planta”), es un organismo heterótrofo vegetal que obtiene su energía de la materia orgánica muerta o de los detritos desechados por otros seres vivos, de los cuales extraen los compuestos orgánicos que requiere como nutrientes. Los saprófitos son casi invariablemente organismos cuyas células están dotadas de una pared, y poseen nutrición osmótrofa (absorción de agua o nutrientes que realiza la célula a través de su membrana). Esta es una actividad crucial en la cadena trófica, pues es el primer paso del proceso de descomposición, que devuelve al entorno en forma de iones libres de los componentes empleados por los organismos muertos, cerrando los ciclos de los nutrientes. Los descomponedores actúan sobre toda clase de

restos orgánicos y, en algunos casos, sólo ellos son capaces de reutilizar provechosamente algunos compuestos.

El primer índice biótico que se concibió fue el sistema de Kolkwitz y Marsson (1908, y 1909) para los saprofitos, debido a la ausencia o presencia, reconocía cuatro etapas en la oxidación de la materia orgánica: polisapróbica,  $\alpha$ -mesosapróbica,  $\beta$ -mesosapróbica y oligosapróbica. Pantle y Buck (1955), desarrollaron el sistema anterior para que tuviera en cuenta la abundancia relativa de organismos de una muestra. Asignaron un valor (h) a la abundancia de cada organismo en el grupo Saprobiano y otro valor (s) a la agrupación sapróbica. El índice saprobiano y sus derivados se utilizan frecuentemente en el continente europeo, mas no así en las islas Británicas o Norteamérica. Los índices saprobianos han sido estudiados también por Sládecek (1979), citado en Mason (1982). El "Sistemas de los Saprobios" de Kolkwitz y Marsson contenía más de 500 géneros y especies de animales y vegetales. En los años 1951 y 1962 Liebmann amplió esta lista como "Sistema Saprobio" para ríos y lagos (Bardowicks, 2000). No fue hasta mediados de los años 50's cuando comenzaron a utilizarse diferentes metodologías de evaluación de la calidad del agua mediante el uso de los indicadores biológicos. Patrick (1949 y 1950), propone métodos biológicos para evaluar las condiciones ecológicas de las corrientes (Roldán, 1999).

En general se acepta que las comunidades de organismos acuáticos, pueden servir como indicador de la contaminación.

Kolkwitz y Marsson (1908), formularon la relación de organismos acuáticos con el grado de contaminación del agua, introduciendo por primera vez el concepto de bioindicador de contaminación en su sistema de saprofitos o también llamado saprobios, que se basa en determinar las zonas saprobias de acuerdo con la caracterización de especies vegetales y animales (Wu, 1984). A partir del tipo de organismos fitoplanctónicos presentes en un ambiente particular, así como de su abundancia y densidad, pueden hallarse una serie de índices que permiten determinar el estado de la calidad del agua. El método de Pantle y Buck (1955) se basa en el sistema de los saprobios de Kolkwitz y Marsson (1908), y consiste en calcular la frecuencia (h) de los diversos taxones en el lugar de la investigación. Pantle y Buck utilizan sólo tres grados de frecuencia: 1 hallazgos casuales, 3 hallazgos frecuentes, y 5 hallazgos abundantes (Ramírez, 2000).

**Tabla N° 1: Índice de Saprobios (Hütter, 1994).**

<p><b>Polisaprobio</b> <b>IV Excesivamente contaminado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Microorganismos dominantes con pocas especies.</li> <li>➤ Bacterias en desarrollo.</li> <li>➤ Diversidad baja.</li> <li>➤ Densidad de saprobios alta.</li> <li>➤ Organismos degradadores alta.</li> <li>➤ Degradadores predominan sobre los productores.</li> <li>➤ Productores visualmente ausentes.</li> <li>➤ Ausencia de organismos que requieren oxígeno (peces, crustáceos).</li> </ul>
<p><b>Mesosaprobio</b> <b>III Fuertemente contaminado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Microorganismos con mayor número de especies, pero no son predominantes.</li> <li>➤ Diversidad mayor de organismos.</li> <li>➤ Presencia de macroorganismos.</li> <li>➤ Degradadores son predominantes.</li> <li>➤ Los predadores aumentan sobre los degradadores.</li> <li>➤ Los consumidores de <math>O_2</math> de origen animal aumenta.</li> </ul>
<p><b>Mesosaprobio</b> <b>II Moderadamente contaminado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las condiciones de vida son adecuadas para la mayoría de los organismos.</li> <li>➤ Hay disminución importante de degradadores y aumento importante de productores y consumidores.</li> <li>➤ La biocenosis muestra una diversidad alta y constante.</li> </ul>
<p><b>Oligosaprobio</b> <b>I Muy poco contaminado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los productores predominan.</li> <li>➤ Los consumidores se reducen.</li> <li>➤ Los macroorganismos son dominantes.</li> <li>➤ Gran diversidad aunque en general se observa menor número de individuos.</li> </ul>

### 2.2.3 Cálculo de los Índices bióticos.

Se calculará el índice de saprobio (S) por Pantle y Buck (1955) (Pinilla, 1998).

$$(S) = \frac{\sum(S.h)}{\sum h}$$

**Dónde: (S)** = valores de saprobiedad obtenidos (Índice de saprobio)

**s. = 1**, organismos indicadores oligosapróbicos

**s. = 2**, organismos indicadores beta mesosapróbicos

**s. = 3**, organismos indicadores alfa mesosapróbicos

**s. = 4**, organismos indicadores polisapróbicos

**h** = abundancia de cada especie del grupo saprobiano

**1**= ocasional

**2**= frecuente

**3**= muy frecuente.

El índice saprobico está basado en la presencia de especies indicadoras que reciben un valor saprobico dependiente de su tolerancia frente a la polución; estos valores varían de 0 a 8 o sea de menor a mayor tolerancia.

**Tabla N° 2:** Valor de Calidad de Agua

NIVEL	S	DESCRIPCION
Catarobica	-1	Aguas puras de ríos de montaña, agua potable.
Xenosaprobica	0	Aguas no contaminadas.
Oligosaprobica	1	Aguas poco contaminadas.
β - mesosaprobica	2	Aguas medianamente contaminadas.
α - mesosaprobica	3	Aguas muy contaminadas.
Polisaprobica	4	Aguas fuertemente contaminadas.
Isosaprobica	5	Aguas de alcantarilla, dominio de ciliados.
Metasaprobica	6	Pozos sépticos, zona de $H_2S$ , dominio de flagelados.
Hipersaprobica	7	Aguas industriales, descomposición fuerte, bacterias.
Ultrasaprobica	8	Aguas abióticas no tóxicas.

**Fuente:** Índices saprobicos de Antonio Ros Moreno

### 2.2.3.3 Especies indicadoras Polisaprobios

- ✓ **bacterias:** *Bacillus subtilis*, *B. mesentericus*, *Proteus* spp., *Escherichia coli*, *Pseudomonas* spp., *Beggiatoa alba*, *Sphaerotilus natans*, etc.
- ✓ **Flagelados incoloros:** *Bodo caudatus*, *Pleuromonas jaculans*, etc.
- ✓ **Ciliados:** *Colpoda cucullus*, *Vorticella microstoma*, etc.
- ✓ **Rotíferos:** *Rotaria neptunia*
- ✓ **Dípteros:** larvas de quironómidos, psicódidos, sírfidos
- ✓ **Oligoquetos:** tubificidos

#### 2.2.3.4 Especies indicadoras beta Mesosaprobico

- ✓ **Algas:** Merismopedia punctata, Scenedesmus spp., Pediastrum spp., Achnantes minutissima, Gomphonema constrictum (Gamofita), Rhoicosphaenia curvata,
- ✓ **Ciliados:** Hemiophrys bivacuolata, Stylonychia pustulata
- ✓ **Rotíferos:** Brachionus falcatus, B. budapestinensis
- ✓ **Larvas de odonatos y efemerópteros**
- ✓ **Oligoquetos:** Stylaria lacustris

#### 2.2.3.5 Especies indicadoras alfa Mesosaprobico

- ✓ **Bacterias:** Sphaerotilus dichotomus
- ✓ **Algas:** Oscillatoria tenuis, Euglena proxima, Nitzschia palea, Crisofitas, Navicula cryptocephala
- ✓ **Protozoos:** Amoeba radiosa
- ✓ **Ciliados:** Paramecium caudatum, Stentor coeruleus, Carchesium polypinum
- ✓ **hongos:** Fusarium spp.
- ✓ **Dípteros:** larvas de quironómidos y ceratopogónidos
- ✓ **Oligoquetos:** tubificidos

#### 2.2.3.6 Especies indicadoras Oligosaprobios

- ✓ **Algas:** Chamaesiphon spp., Mallomonas spp., Dinobryon spp., Sphaerocystis schroeteri

- ✓ **Protozoos:** Euglypha acanthophora
- ✓ **Ciliados:** Nassula gracilis, Stentor mulleri
- ✓ **Rotíferos:** Collotheca spp., Monommata spp.,  
Trichocerca spp.
- ✓ **Larvas** de tricópteros y coleópteros
- ✓ **Crustáceos:** varias especies de cladóceros y  
copépodos

#### **2.2.4 Marco legal**

- **Constitución Política del Perú.**

Artículo II, inciso 22.- A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

- **Ley General del Medio Ambiente N°28611.-**

Capitulo 3, Calidad Ambiental.

- **Ley general de recursos hídricos N°29338.**

- **D.S N° 002-2008-MINAM :**

El 7 de Junio del 2017, mediante decreto supremo N° 004-2017-MINAM, el congreso de la Republica aprueba la nueva ECA AGUA, derogando a la ECA AGUA D.S N° 002-2008-MINAM, el Ministerio del Ambiente crea los nuevos “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” el cual tiene como objetivo establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los cuerpos acuáticos,

que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Estos estándares son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios para el diseño de normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Estos estándares dividen a los cuerpos de agua en cuatro categorías:

- Categoría 1 (Poblacional y Recreacional).
- Categoría 2 (Actividades Marino Costeras).
- Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).
- Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático).

Para el caso de nuestra investigación utilizaremos:

**TABLA N° 03:** Estándar de Calidad Ambiental-Agua (Parámetros Físicos)

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido ( C )	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500		5000
Temperatura	°C	$\Delta$ 3		$\Delta$ 3

**Fuente:** Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

$\Delta$  3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

**2.3.1 Conductividad (CE):** La conductividad se define como la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica y es lo contrario de la resistencia. Cuanto mayor sea la cantidad de iones disueltos mayor será la conductividad.

**2.3.2 El pH:** es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores por encima de 7 indican que es básica.

**2.3.3 Fitobentos:** Organismos fototróficos que viven asociados a cualquier sustrato del fondo de los ecosistemas acuáticos. Incluye cianobacterias, algas microscópicas (microalgas), macroalgas y macrófitos.

**2.3.4 Individuo:** Término usado en el protocolo para referirse o bien a valvas o a frústulos intactos de las diatomeas.

**2.3.5 Saprobiedad:** Es un estado de la calidad del agua respecto al contenido de materia orgánica degradable que se refleja en la composición de las especies de la comunidad.

### 2.3.6 Saprotrfia

En ecología se llama saprotrofia a la dependencia que muchos organismos, llamados saprótrofos, tienen para su nutrición de los

residuos procedentes de otros organismos, tales como hojas muertas, cadáveres o excrementos, con una digestión extracelular y externa. También se puede llamar al fenómeno saprobiosis y a los organismos que lo representan, saprobios (generalmente usado como adjetivo) o saprobiontes. Contribuyen a la descomposición de la materia orgánica y mantienen la fertilidad del suelo.

**2.3.7 Taxón:** Unidad taxonómica, por ejemplo, familia, género o especie.

### **2.3.8 Temperatura**

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. Es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico como el pH, déficit de oxígeno, conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. Y tiene las siguientes características:

- ✓ El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría.
- ✓ El aumento de las velocidades de las reacciones químicas, produce un aumento de la temperatura.
- ✓ Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática.
- ✓ La temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detiene cuando se alcanza los 50°C a temperaturas de

alrededor de 10°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad.

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Hipótesis General**

La calidad biótica de las aguas del río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra, son aguas fuertemente contaminados, aguas medianamente contaminadas y aguas poco contaminadas comprobada utilizando los Índices Saprobiedad, mediante los Estándares de Calidad Ambiental.

### **2.4.2 Hipótesis Específicos**

**2.4.2.3** Los índices de saprobiedad del río tingo de la jurisdicción de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra de la provincia de Pasco, cumple con los Estándares de los índices de Saprobiedad.

**2.4.2.4** El tipo de efluentes producto de la actividad humana e industrial que son vertidos al río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra – Provincia de Pasco, son aguas servidas producto de la actividad humana que se presenta.

**2.4.2.5** El estado en muestras de agua del río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de

Pasco; es de tipo polisapróbica, mesosapróbica, oligosapróbica.

## **2.5 . IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Índices de saprobiidad en las aguas del Rio Tingo.

### **2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad biótica de las aguas del río Tingo

### **2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE**

- Monitoreo.
  
- Análisis.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es de tipo cuasi-experimental ya que tuvo el propósito evaluar los efectos que se manifiestan en la variable dependiente cuando se introduce la variable independiente, es decir, se trata de probar una relación causal.

#### **3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de nuestra investigación es cuasi-experimental, cuantitativo y de diseño estadístico; el objetivo se centra en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo donde se empleó

muestras representativas, como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1 Población y Muestra**

##### **Población**

La investigación se realizó en el río Tíngo tiene una longitud de 37.10 Km.

##### **Muestra**

La muestra estuvo representada por 4 puntos de monitoreo, cada 10 Km, 2 en la jurisdicción del distrito de Yanacancha, 1 en la jurisdicción del distrito de Yarusyacán y 1 en la jurisdicción del distrito de Pallanchacra.

### **3.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El método que se empleó consta de la ubicación de la zona de estudio, realización del muestreo de parámetros físicos en campo, toma de muestras, análisis de muestras en laboratorio, cálculo con la aplicación de fórmulas y posteriormente se realizó la interpretación con la cual se determina la calidad de agua del río Tíngo en sus diferentes tramos.

#### **3.4.1 UBICACIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO:**

La microcuenca del río Tingo se encuentra ubicada en la Región y Provincia de Pasco, al norte de la ciudad de Cerro de Pasco, cuya naciente se encuentra en el distrito de Yanacancha, pero su recorrido abarca también los distritos de Yarusyacán y

Pallanchacra, ya que, en este último, básicamente en la comunidad de Salcachupan, desemboca sus aguas al río Huallaga. Su área es de 292.50 km<sup>2</sup> y tiene una longitud de 37.10 km., y su densidad de drenaje es de 0.434 km/km<sup>2</sup>. El clima de las comunidades ubicadas en la cabecera de la microcuenca, oscila entre los 15° C durante el día e inferiores a 0° C durante las noches, sin embargo, en las comunidades ubicados en la parte baja, como es el caso de Pallanchacra, el clima es templado por encontrarse en una quebrada cerrada. Este parámetro es muy interesante, debido a que la naciente de este río se encuentra cerca de 800 metros más alto a comparación del punto donde desemboca el Tingo en el Huallaga<sup>2</sup>. Para más detalle de su ubicación adjuntamos el Plano N° 1 (Plano de Ubicación).

### **3.4.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO**

La ubicación de los puntos de monitoreo está representado por 4 puntos de monitoreo cada 10 Km.

- ✓ 2 puntos de monitoreo en la jurisdicción del distrito de Yanacancha
- ✓ 1 punto de monitoreo en la jurisdicción del distrito de Yarusyacán

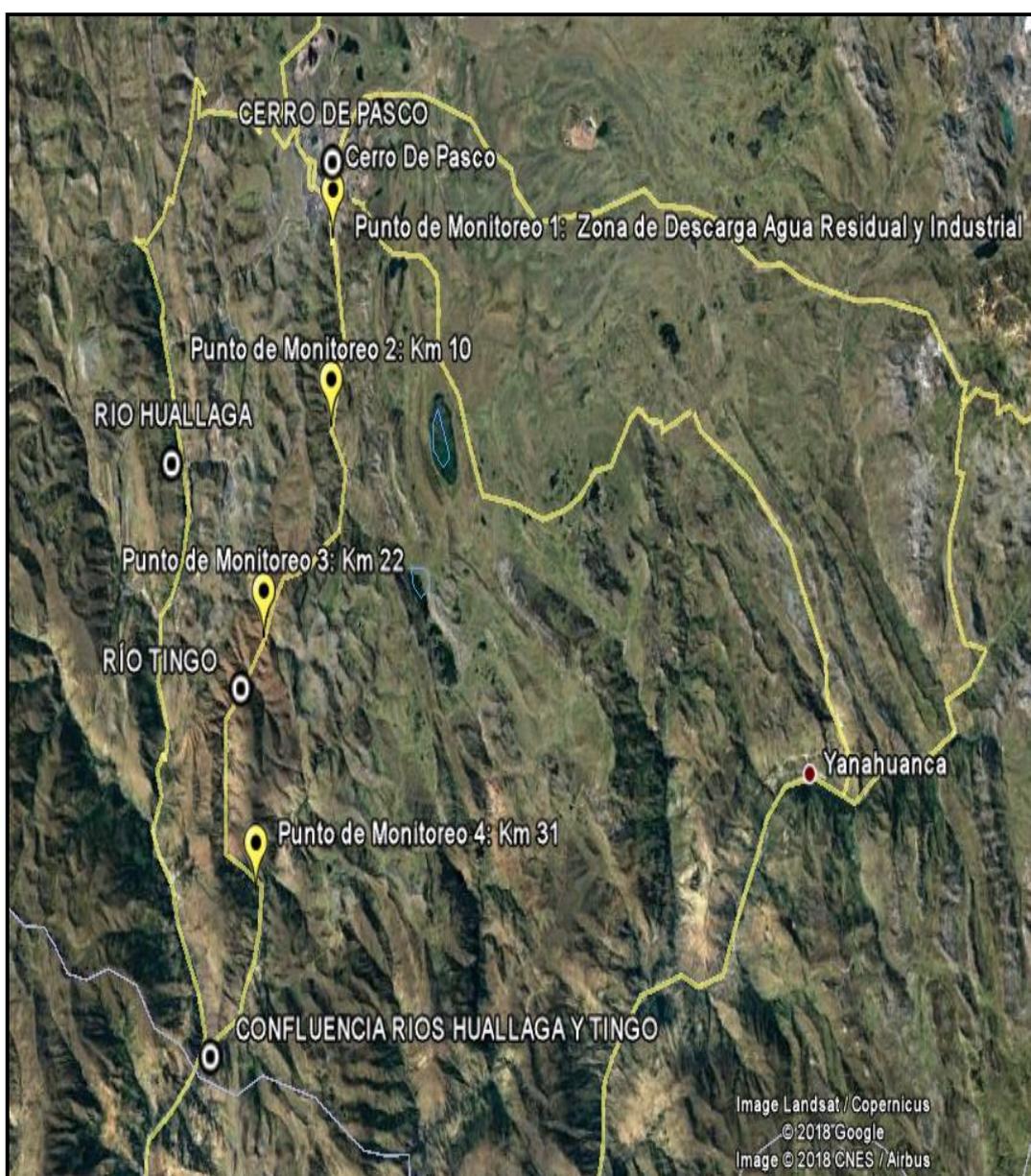
---

<sup>2</sup> Calidad de aguas en la microcuenca del río Tingo. Civil Centro de Cultura Popular "Labor"- Junio del 2009. Pág. N° 2

- ✓ 1 punto de monitoreo en la jurisdicción del distrito de Pallanchacra.

Para más detalle de los puntos de monitoreo se detalla en el Mapa N° 1, y la ubicación geográfica se detalla en la Tabla N° 4 y en las imágenes desde 1 al 4 de la presente investigación.

**MAPA N° 01:** Ubicación de los Puntos de Monitoreo



**Fuente:** Google Earth

**TABLA N° 04:** Ubicación de los Puntos de Monitoreo

N° de Estación de Monitoreo	Estación de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
P-1	Zona de Descarga de Aguas Residuales Domesticas y Industrial	361877	8821833	4265
P-2	Kilómetro 10 Río Tingo	361534	8828693	3987
P-3	Kilómetro 22 Río Tingo	364776	8836480	3738
P-4	Kilómetro 31 Río Tingo	364618	8845489	3576

### 3.1.1 MUESTREO DE PARAMETROS FISICOS E HIDROBIOLOGICOS

El 27 de diciembre del 2017, se realizó el muestreo en campo para determinar los parámetros físicos en cada punto de monitoreo determinado tal como se muestra en las fotografías N° 01 y 02.

**Fotografía N° 01:** Monitoreo de Parámetros Físicos (P-1)



**Fotografía N° 02:** determinación de parámetros ( P-2).



Este mismo día se realizó el muestreo hidrobiológico (Saprobiedad), para ello se colectaron muestras en cada punto con el uso de una broca con el fin de poder extraer la vida biótica de las rocas que se encuentra en lecho del río, esto a su vez fueron captados en frascos para su traslado a laboratorio de la escuela de ingeniería ambiental, tal como se muestra en la fotografía N° 03 y 04.

**Fotografía N° 03:** Monitoreo de Parámetros Hidrobiológico  
(Saprobiedad); (P-3)



**Fotografía N° 04:** Monitoreo de Parámetros Hidrobiológicos  
(saprobiedad); (P-4).



### 3.1.1 ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO

En laboratorio para identificar las especies hidrobiológicas se utilizó el microscopio compuesto con un aumento de 4X y 10X. Para la identificación de las especies he consultado las publicaciones que se concibió, fue el sistema de Kolkwitz y Marsson. Obteniendo resultados positivos tal como se muestra en las fotografías N° 05 y N° 06.

Fotografía N° 05: Análisis en Laboratorio



## Fotografía N°06 Observación en el microscopio



### 3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.5.1 TÉCNICAS

**3.5.1.1 Metodología de colecta:** Consiste en la recolección de datos de parámetros de campo y muestras para su análisis posterior en gabinete.

**3.5.1.2 Procedimiento analítico:** Se realizará la identificación de especies bióticas presente en las muestras recolectadas lo cual nos servirá para determinar la calidad de agua de los ríos en estudio.

#### 3.5.2 INSTRUMENTOS

- ✓ Formatos de Recolección de datos.
- ✓ Microscopio.
- ✓ Redes de muestreo.
- ✓ Baldes de 5 litros de capacidad.
- ✓ Brocha para el lavado de piedras.

- ✓ Frascos.
- ✓ Equipo multiparámetro portátil (análisis físico-químicos in situ:  
temperatura, pH, conductividad eléctrica)
- ✓ Solución de formol al 4-5 %.

### **3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

- ✓ Ordenamiento y codificación de datos.
- ✓ Tabulación.
- ✓ Gráficos.
- ✓ Análisis e interpretación.

### **3.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS**

- ✓ Uso de Hoja de cálculo(Excel)
- ✓ Otros.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE CUADROS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS**

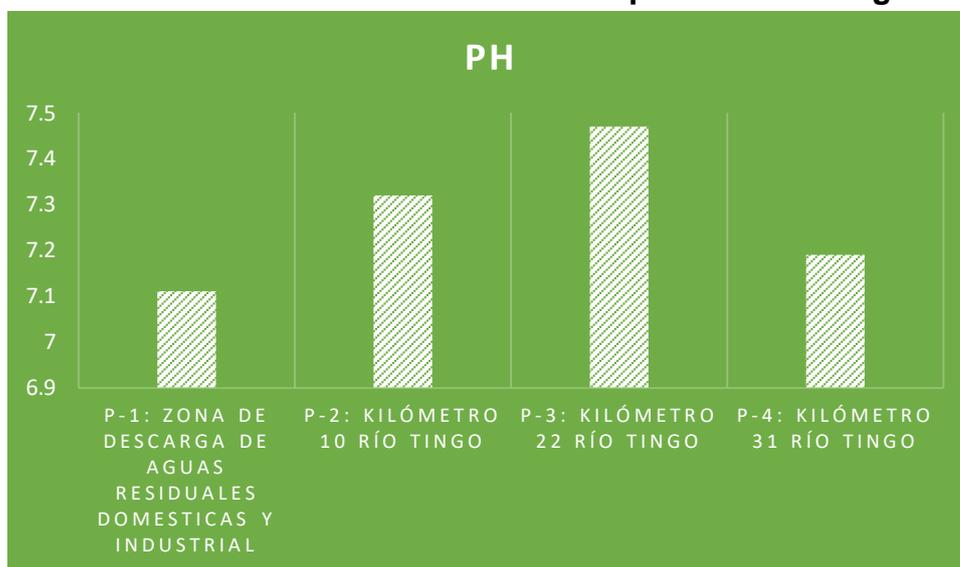
##### **4.1.1 Parámetros Físicos**

Los resultados de los parámetros físicos fueron obtenidos en campo de los 4 puntos de monitoreo teniendo los resultados siguientes en la Tabla N° 05.

**TABLA N° 05:** Resultados de Parámetros Físicos

N° de Estación de Monitoreo	Estación de muestreo	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (us/cm)
P-1	Zona de Descarga de Aguas Residuales Domesticas y Industrial	7.11	13.3	564
P-2	Kilómetro 10 Río Tingo	7.32	11.2	214
P-3	Kilómetro 22 Río Tingo	7.47	11.0	45
P-4	Kilómetro 31 Río Tingo	7.19	12.1	32

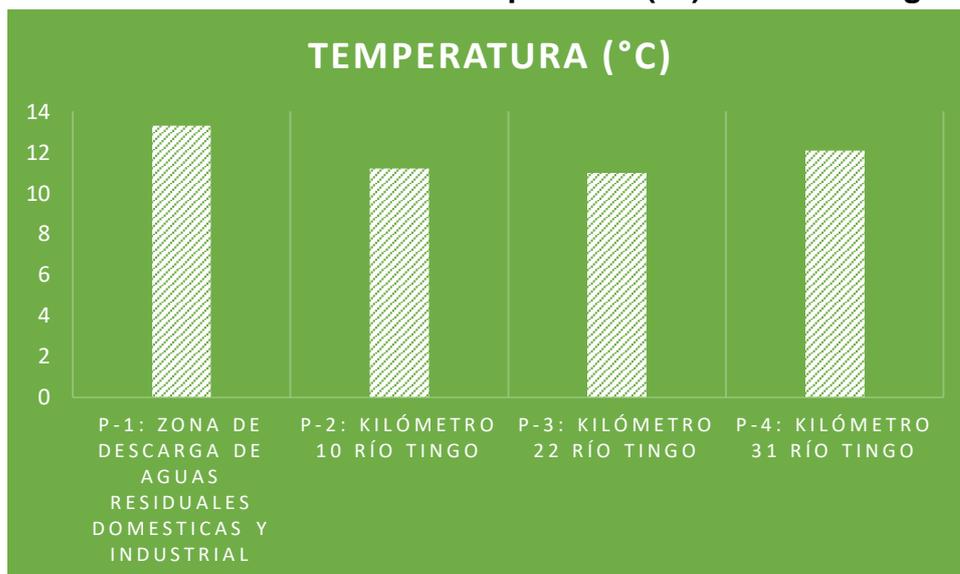
**Gráfico N° 1:** Resultados de pH en el Río Tingo



**Interpretación del parámetro pH en Comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM- 3**

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), la potencia de hidrogeno (pH) es de 6,5 – 8,5 por lo que vemos en los 4 puntos de monitoreo en base a la normativa mencionada cumplimos con las ECA. Ya que el pH se encuentra en un intervalo de 7.11 a 7.47.

**Gráfico N° 2: Resultados de Temperatura (°C) en el Río Tingo**



**Interpretación del parámetro Temperatura en Comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM- Categoría 3**

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), la temperatura debe estar  $\Delta 3$ : significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada, por lo que vemos en los 4 puntos la temperatura no varía a más de 3 grados centígrados por lo nos encontramos de 11 a 13.3.

**Gráfico N° 3: Resultados de Conductividad (us/cm) en el Río Tingo**



*Fuente: Propias de la Investigación*

### **Interpretación del parámetro Conductividad en Comparación al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM- Categoría 3**

Según los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) está en un intervalo de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  por lo que vemos en los 4 puntos de monitoreo la conductividad en base a la normativa mencionada cumplimos con las ECA para categoría 3, ya que no encontramos desde el punto P-1 a 564  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , P-2 a 214  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , P-3 a 45  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y P-4 a 32  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Pero si podemos observar en los resultados en el inicio del río Tingo la conductividad se encuentra a 564  $\mu\text{S}/\text{cm}$  esto en razón que la cuenca en su nacimiento recibe los aportes de las escorrentías y puquiales de esta zona, asimismo en su recorrido recibe el aporte de diversos tributario, entre las más los vertimientos de la desmontera de Rumiallana, aguas residuales domésticas de la población de San Juan Pampa (Yanacancha), y a medida que van descendiendo en los demás puntos la calidad del agua en base a la conductividad eléctrica va mejorando por que se refleja la autodepurador del río.

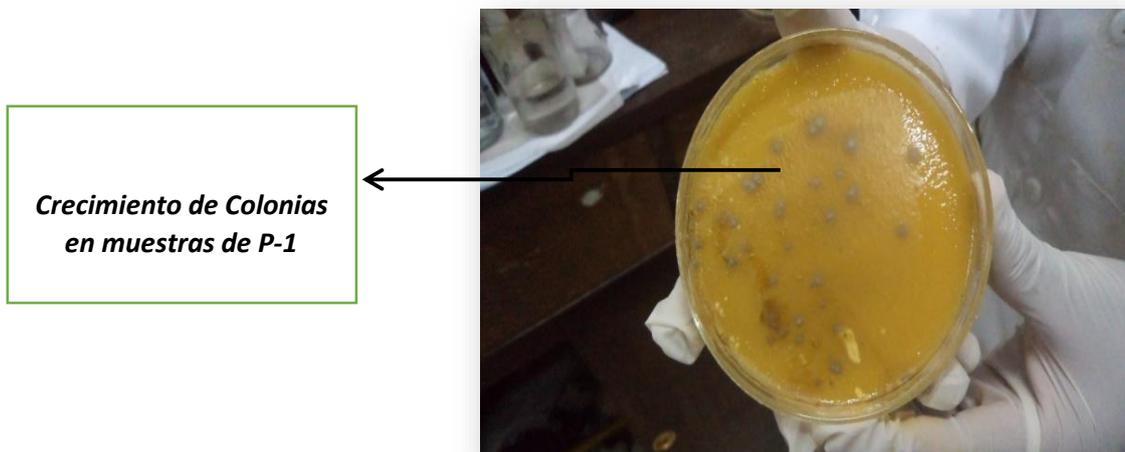
#### **4.1.2 Parámetros Saprobios**

Para obtener los resultados se realizó cultivos microbiológicos y se tomó gotas de muestras y se utilizó el microscopio y estereoscopio, en el caso del microscopio se usó el objetivo de observación de 10 X, para la identificación de especies de las cuales se detalla en la tabla N° 6 y asimismo se puede observar las imágenes del N° 07 al 10.

**TABLA Nº 06: Resultado de Índice de Saprobiada**

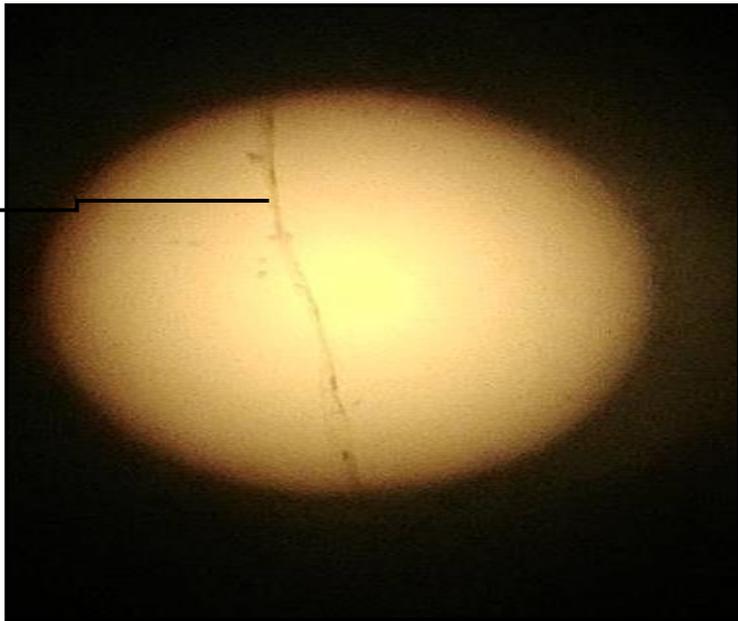
Nº de Estación de Monitoreo	Estación de muestreo	Especies Encontradas	s	h	$(S) = \frac{\Sigma (s.h)}{\Sigma h}$
P-1	Zona de Descarga de Aguas Residuales Domesticas y Industrial	1. <b>Bacteria (Escherichia coli)</b>	4	3	4
P-2	Kilómetro 10 Río Tingo	1. <b>Gamofita</b>	2	1	2
P-3	Kilómetro 22 Río Tingo	1. <b>Crisofitas</b> 2. <b>Gamofita</b> 3. <b>Paramecium caudatum</b>	3 2 3	1 2 1	2
P-4	Kilómetro 31 Río Tingo	1. <b>Crisofitas</b> 2. <b>Gamofita</b> 3. <b>Paramecium caudatum</b>	3 2 3	1 3 2	1.33

**FOTOGRAFIA Nº 06: Resultado de Cultivo de Muestra P-1**



**Imagen N° 07:** Resultado de la Muestra P-2

*Especie de Alga  
Gamofita*



**Imagen N° 08:** Resultado de la Muestra P-3

*Especie de Alga  
Crisofitas y Paramecium*

*Especie de Alga  
Gamofita*

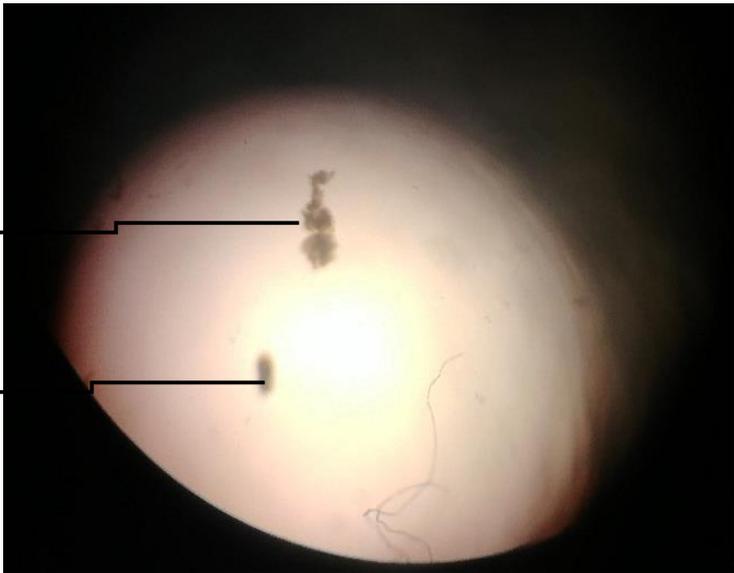
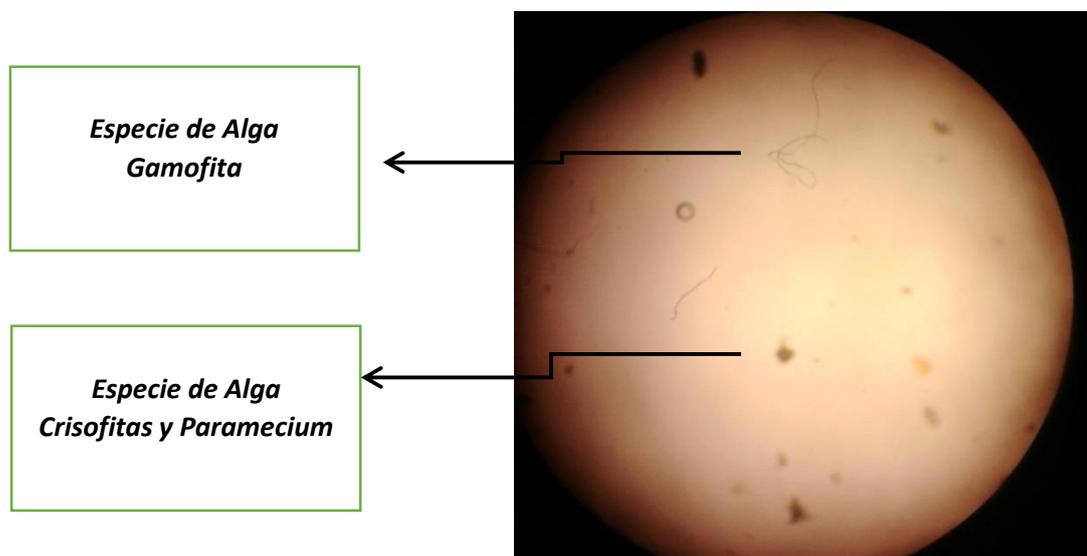


Imagen N° 09: Resultado de la Muestra P-4



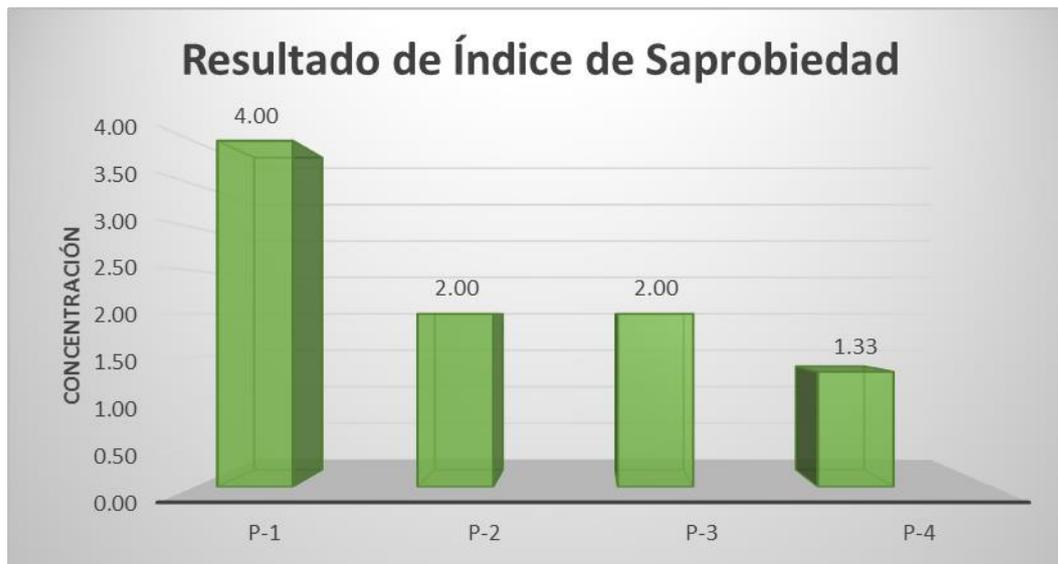
Para la interpretación de resultados se utilizará los índices de saprobiedad. La escala del 0 al 8 en la que se circunscriben los resultados de los Índices descritos cabe interpretarla del modo siguiente:

Tabla N° 7: Valor de Calidad de Agua

NIVEL	S	DESCRIPCION
Catarobica	-1	Aguas puras de ríos de montaña, agua potable.
Xenosaprobica	0	Aguas no contaminadas.
Oligosaprobica	1	Aguas poco contaminadas.
$\beta$ - mesosaprobica	2	Aguas medianamente contaminadas.
$\alpha$ - mesosaprobica	3	Aguas muy contaminadas.
Polisaprobica	4	Aguas fuertemente contaminadas.
Isosaprobica	5	Aguas de alcantarilla, dominio de ciliados.
Metasaprobica	6	Pozos sépticos, zona de $H_2S$ , dominio de flagelados.
Hipersaprobica	7	Aguas industriales, descomposición fuerte, bacterias.
Ultrasaprobica	8	Aguas abióticas no tóxicas.

Fuente: Índices saprobicos de Antonio Ros Moreno

**GRAFICO N° 04:** Resultado de Índice de Saprobiidad-Río Tingo



#### ***INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:***

En la Tabla N° 6 y en el Gráfico N° 04 Resultado de Índice de Saprobiidad-Río Tingo, se evidencia los resultados de los cálculos realizados, para las estaciones de monitoreo P-1, P-2, P-3 y P-4, donde en la estación P-1 realizando los cálculos tenemos resultado como 4 donde de acuerdo a la Tabla N° 2 es considerado aguas fuertemente contaminados, estos corrobora lo que se ve en campo, ya en campo se pudo constatar que en la zona se tiene los vertimientos de las aguas residuales de la población de Yanacancha y el vertimiento de las filtraciones de la desmontera Rumiallana, estos resultados representa esta fuerte baja calidad de agua. Por otro lado, los puntos P-2 y P-3 realizando los cálculos tenemos resultado como 2 donde de acuerdo a la Tabla N° 2 es considerado aguas **medianamente contaminadas**, esto se pudo constatar en campo ya que las aguas se autodepuran en el trayecto teniendo mejor calidad aguas a medida que el agua avanza hacia la confluencia con el río Huallaga. Además, se evaluó el

punto P-4 realizando los cálculos tenemos resultado como 1.33 donde de acuerdo a la Tabla N° 2 es considerado **aguas poco contaminados**, esto se pudo constatar en campo ya que las aguas se autodepuran en el trayecto teniendo mejor calidad aguas a medida que el agua avanza hacia la confluencia con el río Huallaga y cada vez con mejor calidad con respecto a los puntos P-2 Y P-3.

#### **4.2 EVALUACIÓN DE HIPÓTESIS**

En la formulación de la hipótesis fue determinada de la siguiente expresión:

“Con la aplicación de los índices Saprobiedad nos ayudaran a determinar la calidad biótica de las aguas del río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra.”.

Analizando nuestras hipótesis determinamos que la calidad biótica de las aguas del río Tingo usando los índices Saprobiedad nos ayudó a determinar la calidad biótico y por ende la calidad de las aguas de río Tingo, por lo tanto, la hipótesis formulada es válida ya que los índices de Saprobiedad nos expresaron que las aguas del río Tingo se encuentra categorizadas entre aguas fuertemente contaminadas, aguas medianamente contaminadas y aguas poco contaminadas.

#### **4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Concluida la investigación denomina “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIÓTICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE SAPROBIEDAD EN LAS AGUAS DEL RÍO TINGO DE LOS DISTRITOS DE YANACANCHA,

YARUSYACÁN Y PALLANCHACRA - PROVINCIA DE PASCO -2017”,

los resultados muestran los siguientes resultados:

Para la presente investigación finalizada se evaluó 4 puntos de monitoreo donde se monitoreo los parámetros saprofitos o llamado también hidrobiológicos, lo cual se reforzó con los parámetros físicos, donde se concluye que en el río Tingo en la jurisdicción del distrito de Yanacancha al inicio de la cuenca en el punto P-1 los resultados representa y es considerada **aguas fuertemente contaminados** y a la vez esto se puede dar valides en la vista en campo ya que la zona se pudo constatar el vertimiento de aguas residuales doméstica e industrial y a la vez la conductividad presenta alto resultado de 564  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a diferencia de los demás puntos monitoreadas, cabe mencionar que la zona evaluada predomina la presencia de la bacteria Escherichia coli. Asimismo en este mismo distrito monitoreado en el punto P-2 la calidad biótica y por ende la calidad de agua, representado en los resultados presenta mejoras en su calidad donde como calidad biótica se presentó las algas de la especie gamofitas (diatomea) calificando por el índice saprofitos las aguas en este punto son considerados **aguas medianamente contaminadas** y asimismo en campo se ve esta mejora y de igual manera la conductividad 214  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual expresa mejor calidad a diferencia del punto P-1.

En los puntos P-3 y P-4 que se encuentran en la jurisdicción del distrito de Yarusyacan y Pallanchacra, la calidad biótica se refleja mejor aún ya que se presentó las especies de algas como las Crisofitas y Gamofita y asimismo se pudo observar en el microscopio protozoarios de la especie

Paramecium caudatum, lo cual representan en la calidad de agua como **aguas medianamente contaminadas y aguas poco contaminadas** respectivamente y asimismo en la conductividad los resultados mejoraron teniendo 45  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 32  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente, lo cual concluimos que el agua a inicio de la cuenca se ve alterada bióticamente y en su calidad de agua y a medida de su recorrido se autodepura y mejora su calidad.

## CONCLUSIONES

Finalizado la investigación determine las siguientes conclusiones:

1. Los Índices de Saprobiedad es una buena opción para evaluar la calidad biótica y calidad de aguas, ya que es de bajo costo y su uso es más representativos, ya que las especies bióticas después de su impacto al recurso hídrico difícilmente se adapta rápidamente por ende representa alguna contaminación o alteración de las aguas recientemente, lo que no sucede con los parámetros físicos y químicos que son cambiable de un día para otro.
2. Se evaluó 4 puntos de monitoreo del río Tingo, donde en la jurisdicción del distrito de Yanacancha al inicio de la cuenca en el punto P-1 el resultado representa y es considerada **aguas fuertemente contaminados**, en este mismo distrito monitoreado en el punto P-2 la calidad biótica y por ende la calidad de agua, representado en los resultados presenta mejoras en su calidad donde son considerados **aguas medianamente contaminadas**.
3. En los puntos P-3 y P-4 que se encuentran en la jurisdicción del distrito de Yarusyacan y Pallanchacra la calidad de agua son consideradas como **aguas medianamente contaminadas y aguas poco contaminadas**.

4. Par concluir expresamos que la calidad biótica y calidad de agua al inicio de la cuenca se ve alterada bióticamente y en su calidad de agua y a medida de su recorrido se autodepura y mejora su calidad.

## RECOMENDACIONES

Finalizada la presente investigación, recomiendo los siguientes:

- ✓ Iniciar la implementación y protección de planes de manejo ambiental que nos ayuden a la prevención y protección de las aguas Río Tingo ya que este Río es uno de los afluentes principales del Río Huallaga que es utilizado por muchos agricultores y otras actividades poblacional.
  
- ✓ Fomentar la implementación de plantas de tratamiento en los diferentes puntos de vertimientos domésticos e industriales a fin de disminuir el impacto negativo de la calidad de agua del Río Tingo, principalmente la del distrito de Yanacancha.
  
- ✓ Implementar normativa ambiental con el parámetro saprofito en nuestro país, ya como se muestra es un parámetro que da mejores resultados.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Asociación Civil Centro de Cultura Popular “Labor”. Calidad de aguas en la microcuenca del río Tingo. Participación - Boletín 21. Pasco Perú 2009. Pág. 2 – 5.
- Gracia, M" P. & Igual, J., 1987. Los Ciliados como Organismos Saprobios de las Agua. Dept. de Biología Animal, Facultad de Biología, Univ. de Barcelona, Barcelona, España.
- Dennys Julieth Aguirre Sanchez, Néstor Jaime Aguirre Ramírez y Orlando Caicedo Quintero. Evaluación de la calidad del agua a través de los protistas en la quebrada La Ayurá en Envigado (Antioquia)
- Hugo A. Yucra & Pedro M. Tapia del Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Lima, Universidad Nacional Federico Villarreal. El Uso de Microalgas Como Bioindicadoras de Polución Orgánica en Brisas de Oquendo, ene-jun 2008. Callao, Perú.
- Bellman, et al. 1994. Invertebrados y organismos unicelulares. Editorial Naturart, S.A. Barcelona. Pág. 10 – 58.
- Cajas, L de. Prado, M. Moya, O. 1998. Comunidades del fitoplancton en el río Babahoyo. En: Comportamiento temporal y espacial de las

características físicas, químicas y biológicas del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo entre 1994 – 1996. Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Pág. 43 – 57.

- Canosa, A. Pinilla, G. 2007. Relaciones entre las abundancias del bacterioplancton y del fitoplancton en tres ecosistemas lénticos de los Andes Colombianos. Colombia. Revista Biología Tropical. 5 (1): 135 – 146 pp. Carrera, C. y Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Ecociencia. Quito. Pág. 25 – 55.
- Coello, D. Cajas, J. 2004. Distribución y abundancia del plancton en el embalse Chongón (marzo 2003-marzo 2004). Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Pág. 1 – 17 p.
- Kolkwitz R. & Marsson M.. 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung desWassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. Prüfungsanst. Wasserversorg. Abwasserreinig 1: pág. 33-72.
- Margalef R. 1983. Limnología. Barcelona, Pág. 1010
- Modenutti B. E. 1987. Caracterización y variación espacial del zooplancton del Arroyo Rodríguez (Provincia de Buenos Aires, Argentina). An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Uiv. Autón. México 14: pág. 21-28.

## **Páginas de Internet:**

- La Conductividad

<http://www.riohenares.org/index.php/rio-henares/calidad-de-las-aguas/43-conductividad.html>

- Índices saprobicos de Antonio Ros Moreno

<http://www.mailxmail.com/curso-agua-calidad-contaminacion-2-2/indices-saprobicos>

- Proyecto de Tesis

<http://www.upeu.edu.pe/investigacion/proyecto-tesis/>

- Guia-para-la-elaboracion-del-proyecto-de-tesis-fcs.pdf

<http://www.ucss.edu.pe/images/fcs/guia-para-la-elaboracion-del-proyecto-de-tesis-fcs.pdf>

- Pasos para elaborar una tesis

[http://biblioteca.usil.edu.pe/docs/GB-VA-002%20Guia%20para%20presentacion%20de%20proyectos%20e%20informes%20de%20tesis%20USIL\\_May13.pdf](http://biblioteca.usil.edu.pe/docs/GB-VA-002%20Guia%20para%20presentacion%20de%20proyectos%20e%20informes%20de%20tesis%20USIL_May13.pdf)

- Como elaborar un proyecto de tesis

<https://es.slideshare.net/alzamoradelosgodos/como-elaborar-un-proyecto-de-tesis>

# ANEXOS

## ANEXO N° 01

# MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO
¿Cuál es la calidad biótica de las aguas del río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra, utilizando como medida de comprobación los Índices Saprobiología?	Evaluar la calidad biótica de las aguas del río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra, utilizando como medida de comprobación los Índices Saprobiología.	La calidad biótica de las aguas del río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra, son aguas fuertemente contaminados, aguas medianamente contaminadas y aguas poco contaminadas comprobada utilizando los Índices Saprobiología, mediante los Estándares de Calidad Ambiental.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Índices de saprobiología en las aguas del Río Tingo.  <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Calidad biótica de las aguas del río Tingo.  <b>VARIABLE INTERVINIENTE</b> ECAs	<b>POBLACIÓN</b>  La investigación se realizó en el río Tingo tiene una longitud de 37.10 Km.  <b>TIPO DE MUESTRA</b> La muestra estuvo representada por 4 puntos de monitoreo, cada 10 Km, 2 en la jurisdicción del distrito de Yanacancha, 1 la jurisdicción del distrito de Yarusyacán y 1 puntos en la jurisdicción del distrito de Pallanchacra.	<b>MÉTODO</b>  Cuantitativo  <b>NIVEL</b>  Descriptiva  - explicativa  <b>DISEÑO</b>  Cuasi-  Experiment  al
<b>ESPECIFICOS</b>  a) ¿Los índices de saprobiología en las aguas del Río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra de la provincia de Pasco, cumple con los Estándares de los Índices Saprobiología?  b) ¿Qué tipo de efluentes producto de la actividad humana e industrial se vierten al río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco?	<b>ESPECIFICOS</b>  a) Determinar si los índices de saprobiología en el río Tingo de la jurisdicción de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra de la provincia de Pasco, cumple con los estándares correspondientes.  b) Identificar el tipo de efluentes producto de la actividad humana e industrial que se vierten	<b>H1:</b> Los índices de saprobiología del río Tingo de la jurisdicción de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra de la provincia de Pasco, cumple con los Estándares de los Índices Saprobiología. <b>H2:</b> el tipo de efluentes producto de la actividad humana e industrial que son vertidos al río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco, son aguas servidas producto de la			

<p>c) ¿Cuál es el estado en muestras de agua del río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco?</p>	<p>al río Tingo de los Distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco.</p> <p>c) Identificar el estado en las muestras de agua del río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y pallanchacra - Provincia de Pasco.</p>	<p>actividad humana que se presenta.</p> <p><b>H3: El</b> estado en muestras de agua del río Tingo de los distritos de Yanacancha, Yarusyacán y Pallanchacra - Provincia de Pasco; es de tipo polisapróbica, mesosapróbica, oligosapróbica.</p>			
--	---	---	--	--	--

**ANEXO N° 02**

**IMÁGENES ADICIONALES DE LA**

**INVESTIGACION REALIZADA**

## **CUENCA DEL RÍO TINGO**



## **UBICACIÓN GEOGRAFICA DE MONITOREO DE AGUA-RÍO TINGO**



**TOMA DE MUESTRA BIOTICAS-RÍO TINGO**



**MONITOREO DE PARAMETROS DE CAMPO**



**Imágenes N° 01: Puntos de Monitoreo P-1**



**Imagen N°2 Ubicación geográfica de P-1**



**Imágenes N° 02: Puntos de Monitoreo P-2**



**TOMA DE MUESTRAS DEL P-2**



**Imágenes N° 03: Puntos de Monitoreo P-3**



**TOMA DE MUESTRAS P-3**



**Imágenes N° 04: Puntos de Monitoreo P-4**



**TOMA DE MUESTRAS P-4**

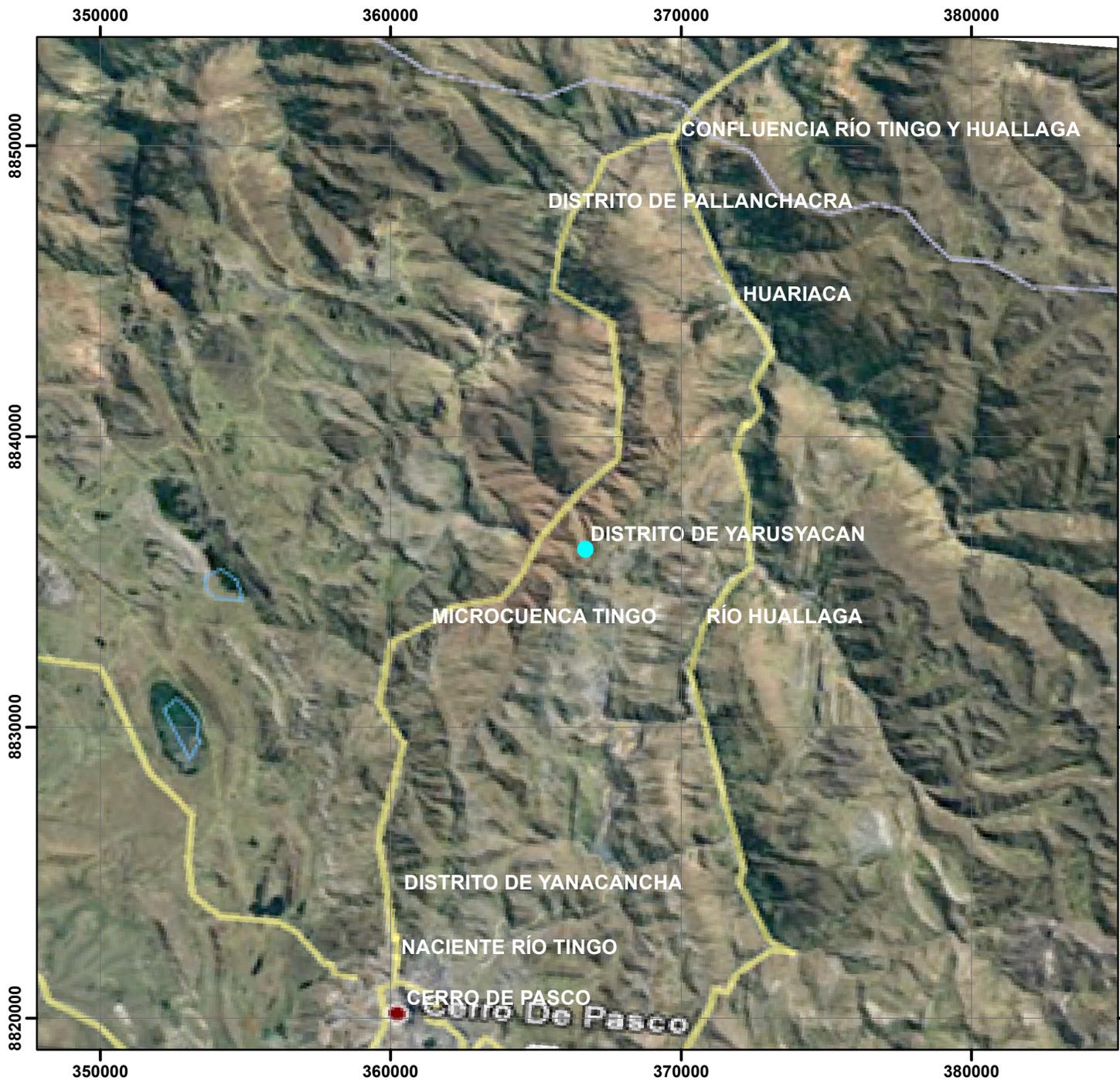


**INSTRUMENTOS USADOS PARA IDENTIFICAR ESPECIES BIOTICAS**  
**(PIPETA Y PORTA OBJETO)**



## **ANEXO N° 03**

### **PLANO DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA**



**LEYENDA**

**PUNTOS**

**NOMBRE**

- CERRO DE PASCO
- HUARIACA
- DISTRITO DE PALLANCHACRA
- DISTRITO DE YANACANCHA
- DISTRITO DE YARUSYACAN
- CONFLUENCIA RÍO TINGO Y HUALLAGA
- MICROCUENCA TINGO
- NACIENTE RÍO TINGO
- RÍO HUALLAGA

UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA TINGO	
DISTRITOS: YANACANCHA, YARUSYACAN Y PALLANCHACRA	
ELABORADO: POZO SALVADOR, LESLY	<b>PLANO N° 01</b>
FECHA: DICIEMBRE-2017	

8820000