

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Estudio de calidad de agua para la actividad agrícola en las
comunidades campesinas de la microcuenca del río Tingo – Cerro
de Pasco**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

Autores:

Bach. Gelem Luz GUERRA RIVERA

Bach. Genry YUPARI VARGAS

Asesor:

Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS

Cerro de Pasco - Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Estudio de calidad de agua para la actividad agrícola en las
comunidades campesinas de la microcuenca del río Tingo – Cerro
de Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS
PRESIDENTE

Mg. Moisés TONGO PIZARRO
MIEMBRO

Mg. Vicente Nilo GAMARRA TORIBIO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 099-2023/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
GUERRA RIVERA, Gelem Luz
YUPARI VARGAS, Genry

Escuela de Formación Profesional
Agronomía - Pasco

Tipo de trabajo
Tesis

“Estudio de calidad de agua para la Actividad Agrícola en las comunidades campesinas de la microcuenca del río Tingo Cerro de Pasco”

Asesor
Mg. LLANOS ZEVALLOS, Manuel

Índice de similitud
27%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 21 de octubre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huano Tovar
Director

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a Dios en todos los momentos de nuestra vida cotidiana que él siempre estuvo presente, en nuestra carrera profesional.

De igual forma agradecer a nuestros padres que siempre estuvieron presente con su apoyo moral y económico para que el proyecto pueda culminar en su totalidad.

Gelem

Agradecer al asesor, docentes y miembros del jurado calificador de la tesis, por su apoyo incondicional en la ejecución como en las correcciones, de esta manera lograr nuestras metas de salir profesionales.

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mi familia. A Dios porque ha estado a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, A mi esposa y mis hijos Mayli y Henry Estiben quien me apoya para seguir adelante.

Genry

AGRADECIMIENTO

Expresar mi más sincero agradecimiento al Mg. Manuel Llanos Zevallos por el asesoramiento en la presente tesis.

También agradecer de manera especial a los miembros del jurado de tesis: Dra. Edith Luz Zevallos Arias, Mg. Moisés Tongo Pizarro y al Mg. Vicente Nilo Toribio Gamarra por las sugerencias y la revisión de la tesis.

Es propicia la oportunidad de agradecer a la plana docente de la Escuela de Agronomía de la UNDAC por brindarnos los conocimientos y sus experiencias que han servido de mucho en nuestra formación y la culminación de la carrera.

No queremos olvidar de agradecer a mis colegas y al personal administrativo de nuestra alma mater.

Agradecer de manera especial a las siguientes Municipalidades: Anasquisque, Cochacharao, Chungar, Junipalca, Huichpin y Pallanchacra

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las localidades de Anasquisque, Cochacharao, Chungar, Junipalca, Huichpin y Pallanchacra, provincia de Pasco, en condiciones de campo. Los objetivos de la investigación fueron. Determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de calidad de agua en el río Tingo para fines agrícolas. El diseño estadístico utilizado fue no experimental cuantitativo. Se tomaron las muestras de 10 puntos Botadero Rumiallana cruce Pallanchacra y Malaucayan, Tingo Palca, Puncuy, Anasquizque, Yanatambon, Junipalca, Chalguayo, Pallanchacra y Salcachupan, las muestras se analizaron en el laboratorio del Centro de Investigación de ciencias aplicadas (CICA). Los resultados fueron los siguientes: Desde el punto de vista físico, la conductividad eléctrica y la temperatura cumplen con los estándares de calidad ambiental. Desde el punto de vista químico el contenido de cobre, fosfato y dureza sobrepasan ligeramente los límites permisibles; el pH, la salinidad, aluminio, hierro, manganeso y zinc no superan los límites permisibles. Desde el punto de vista microbiológico en todos los puntos muestreados el agua cumple con el estándar de calidad ambiental categoría tres. En conclusión, el río Tingo en el sector evaluado presenta calidad de agua aceptable para riego y bebida de animales por lo tanto no existe peligro de usarlo en la actividad agropecuaria.

Palabras clave: agua, calidad, actividad agrícola, Pasco.

ABSTRACT

This research was carried out in the localities of Anasquisque, Cochacharao, Chungar, Junipalca, Huichpin and Pallanchacra, Pasco province, under field conditions. The objectives of the investigation were. Determine the physical, chemical and microbiological parameters of water quality in the Tingo river for agricultural purposes. The statistical design used was quantitative non-experimental. Samples were taken from 10 Dump Rumiallana points crossing Pallanchacra and Malaucayan, Tingo Palca, Puncuy, Anasquizque, Yanatambon, Junipalca, Chalguayo, Pallanchacra and Salcachupan, the samples were analyzed in the laboratory of the Center for Applied Sciences Research (CICA). The results were as follows: From the physical point of view, the electrical conductivity and the temperature comply with the environmental quality standards. From the chemical point of view, the content of copper, phosphate and hardness slightly exceed the permissible limits; pH, salinity, aluminum, iron, manganese, and zinc do not exceed allowable limits. From the microbiological point of view, in all the points sampled, the water complies with the category three environmental quality standard. In conclusion, the Tingo river in the evaluated sector presents acceptable water quality for irrigation and drinking of animals, therefore there is no danger of using it in agricultural activity.

Keywords: water, quality, agricultural activity, Pasco.

INTRODUCCIÓN

La microcuenca del río Tingo se encuentra ubicada en la provincia y región Pasco, al norte de la ciudad de Cerro de Pasco, cuyo nacimiento se encuentra en el distrito de Yanacancha, pero su recorrido abarca los distritos de Yarusyacan y Pallanchacra, ya que en este último básicamente en la localidad de Salcachupan, desemboca sus aguas al río Huallaga (Huamán y Ramos, 2009).

El clima de las comunidades ubicadas en la parte alta de la microcuenca, oscila entre los 15°C durante el día e inferiores a 0°C durante las noches (Senamhi, 2023), sin embargo, en las comunidades de la parte baja, como Pallanchacra, el clima es templado por encontrarse en una quebrada cerrada; la parte alta de la microcuenca del río Tingo por encontrarse en la región puna, cordillera y valle glaciar, la zona, en su mayoría es eriazo, existiendo pastos naturales y pastos cultivados, las comunidades de esta microcuenca se dedican básicamente a la actividad agropecuaria, destacándose en la producción de papa. En las comunidades ubicadas por encima de los 3,000 m.s.n.m., la cosecha de papas no es segura porque es afectada por heladas y granizos. En cambio, en aquellos ubicados en zonas bajas de la microcuenca la vegetación es mayor, observándose plantaciones de eucaliptos, papa, maíz en mayor escala y oca, olluco, habas en menor escala, en campaña chica o en época de secano los agricultores riegan sus campos con el agua del río Tingo (Huamán y Ramos, 2009).

En el campo pecuario destaca la crianza de camélidos sudamericanos y ganado ovino, presentando las comunidades campesinas ubicadas en la parte alta, las mejores condiciones para esta actividad (Carranza y Sánchez, 2019).

El agua es el principal recurso para el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera, sin embargo, es necesario la evaluación constante debido a que por la actividad antropomórfica como la minería, ganadería y otras actividades podría estar causando contaminación de ese recurso tan valioso. Si el agua se encuentra

contaminada no será apta para el consumo animal y tampoco se usará para la agricultura (Correa *et al.* 2021).

Por lo antes mencionado en la presente investigación se analizó la calidad de agua del río Tingo en los siguientes puntos: botadero Rumiallana cruce Pallanchacra y Malaucayan, Tingo Palca, Puncuy, Anasquizque, Yanatambon, Junipalca, Chaguay, Pallanchacra y Salcachupan para ser usado en la actividad agrícola.

El presente trabajo de investigación está descrito en los siguientes contenidos: en el capítulo I se presenta la identificación del problema a estudiar, se formuló los objetivos, se presenta la justificación de la investigación, así como también las limitaciones que se presentaron en la ejecución de la Investigación. El capítulo II describe los antecedentes, las bases teóricas científicas y en se plantearon las hipótesis, se presenta la operacionalización de variables. El capítulo III presenta la metodología detalladamente, la conducción y diseño de la investigación, la población estudiada y la muestra, así como las técnicas, procedimientos de recolección y procesamiento de datos, los tratamientos utilizados, la selección, validación y confiabilidad de los instrumentos, también la orientación ética. El capítulo IV muestra los resultados y la discusión, así como también la prueba de hipótesis. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y las referencias bibliográficas.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema principal	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio.....	6
2.2. Bases teóricas científicas.....	10
2.3. Definición de términos básicos	18
2.4. Formulación de hipótesis	19
2.4.1. Hipótesis general	19
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	19
2.5. Identificación de variables.....	19
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	20

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	21
----------------------------------	----

3.2. Nivel de investigación	21
3.3. Métodos de investigación	21
3.4. Diseño de investigación	23
3.5. Población y muestra	23
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos	24
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	24
3.9. Tratamiento Estadístico	26
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	26

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	27
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	27
4.3. Prueba de hipótesis	39
4.4. Discusión de resultados.....	49

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Límites permisibles de características bacteriológicas.	14
Tabla 2. Límites permisibles de características físicas y organolépticas.	14
Tabla 3. Límites permisibles de características químicas.	15
Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos	15
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	20
Tabla 6 Lugares de muestreo para el análisis de agua	23
Tabla 7 Estándar de calidad ambiental para agua, categoría tres.....	28
Tabla 8. Estadísticas para pH del agua del río Tingo	39
Tabla 9. Prueba de t para pH del agua del río Tingo	39
Tabla 10. Estadísticas para oxígeno disuelto del agua del río Tingo	40
Tabla 11. Prueba de t para oxígeno disuelto del agua del río Tingo.....	40
Tabla 12. Estadísticas para conductividad del agua del río Tingo	41
Tabla 13. Prueba de t para conductividad del agua del río Tingo.....	41
Tabla 14. Estadísticas para dureza del agua del río Tingo	41
Tabla 15. Prueba de t para dureza del agua del río Tingo.....	41
Tabla 16. Estadísticas para temperatura del agua del río Tingo.....	42
Tabla 17. Prueba de t para temperatura del agua del río Tingo.....	42
Tabla 18. Estadísticas para salinidad del agua del río Tingo	43
Tabla 19. Prueba de t para salinidad del agua del río Tingo.....	43
Tabla 20. Estadísticas para contenido de aluminio del agua del río Tingo	43
Tabla 21. Prueba de t para contenido de aluminio del agua del río Tingo	44
Tabla 22. Estadísticas para contenido de hierro del agua del río Tingo.....	44
Tabla 23. Prueba de t para contenido de hierro del agua del río Tingo	44
Tabla 24. Estadísticas para contenido de cobre del agua del río Tingo.....	45
Tabla 25. Prueba de t para contenido de cobre del agua del río Tingo.....	45
Tabla 26. Estadísticas para contenido de zinc del agua del río Tingo	46
Tabla 27. Prueba de t para contenido de zinc del agua del río Tingo	46
Tabla 28. Estadísticas para contenido de fosfato del agua del río Tingo	46
Tabla 29. Prueba de t para contenido de fosfato del agua del río Tingo.....	47
Tabla 30. Estadísticas para coliformes totales del agua del río Tingo	47
Tabla 31. Prueba de t para coliformes totales del agua del río Tingo	47
Tabla 32. Estadísticas para coliformes fecales del agua del río Tingo.....	48
Tabla 33. Prueba de t para coliformes fecales del agua del río Tingo	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Lugares donde se tomaron las muestras.	3
Figura 2. pH del agua en la microcuenca del río Tingo	29
Figura 3 Oxígeno disuelto en agua del río Tingo (ppm).....	29
Figura 4. Conductividad en agua de río Tingo (μScm)	30
Figura 5 Dureza de agua en el río Tingo (ppm).....	31
Figura 6. Temperatura de agua de río Tingo	31
Figura 7. Salinidad en aguas del río Tingo	32
Figura 8 Contenido de aluminio en aguas del río Tingo.....	33
Figura 9. Contenido de Hierro en aguas del río Tingo (ppm).....	34
Figura 10 Contenido de Cobre en aguas del río Tingo	35
Figura 11. Contenido de Zinc en aguas del río Tingo	36
Figura 12 Contenido de fosfato en aguas del río Tingo	37
Figura 13 Coliformes totales en aguas del río Tingo (NMP)	38
Figura 14. Contenido de coliformes fecales en aguas del río Tingo (NMP)	39

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La microcuenca del río Tingo es uno de los principales recursos naturales donde se sostiene la vida, sin embargo, hoy en día muchas fuentes de agua se encuentran contaminadas por vía biológica, química o física, situación que viene agravándose e incrementándose año tras año. En la región Pasco, especialmente en la provincia de Pasco, donde operan varias empresas mineras, esto ha influido para que las aguas de las principales cuencas hídricas que nacen cerca de la ciudad de cerro de Pasco, estén contaminadas, siendo una de las afectadas la microcuenca del río Tingo (Huamán y Ramos, 2009).

Las aguas de la microcuenca del río Tingo se encuentran contaminadas, según Archundia (2020) las principales formas de contaminación son las siguientes:

- Contaminadas por lluvias acidas como producto de la explotación minera.
- El uso de productos agrícolas para la agricultura, que estas son arrastradas por las aguas de lluvia hacia las partes bajas; riachuelos que contaminan la agricultura y ganadería.

- Las moléculas que pululan en el aire son arrastradas en diferentes lugares por el viento y caen en los terrenos y cultivos para su contaminación.
- En las zonas rurales no existen letrinas por lo cual los habitantes hacen sus necesidades biológicas en el campo y por lo tanto contaminan las zonas y el agua.
- El mal destino que se le da a los envases de los productos agroquímicos que contienen desechos de sustancias tóxicas.
- Las aguas se encuentran contaminadas por un gran porcentaje de metales pesados que son elementos muy peligrosos para la salud, como; Pb, Cr, Hg.

La contaminación del agua para riego debido a la minería es un problema significativo que puede tener graves consecuencias para los ecosistemas acuáticos y la agricultura. La actividad minera puede generar contaminantes que se liberan en las aguas superficiales y subterráneas, que luego pueden ser utilizadas para el riego de cultivos

A través de esta investigación se desea conocer la situación de las aguas de la microcuenca del río Tingo, como es natural a esta microcuenca, desembocan otras fuentes de agua utilizadas tanto para consumo humano como para uso agropecuario, las cuales son consideradas limpias, pero que al unirse al río Tingo también se convierten en recurso contaminado.

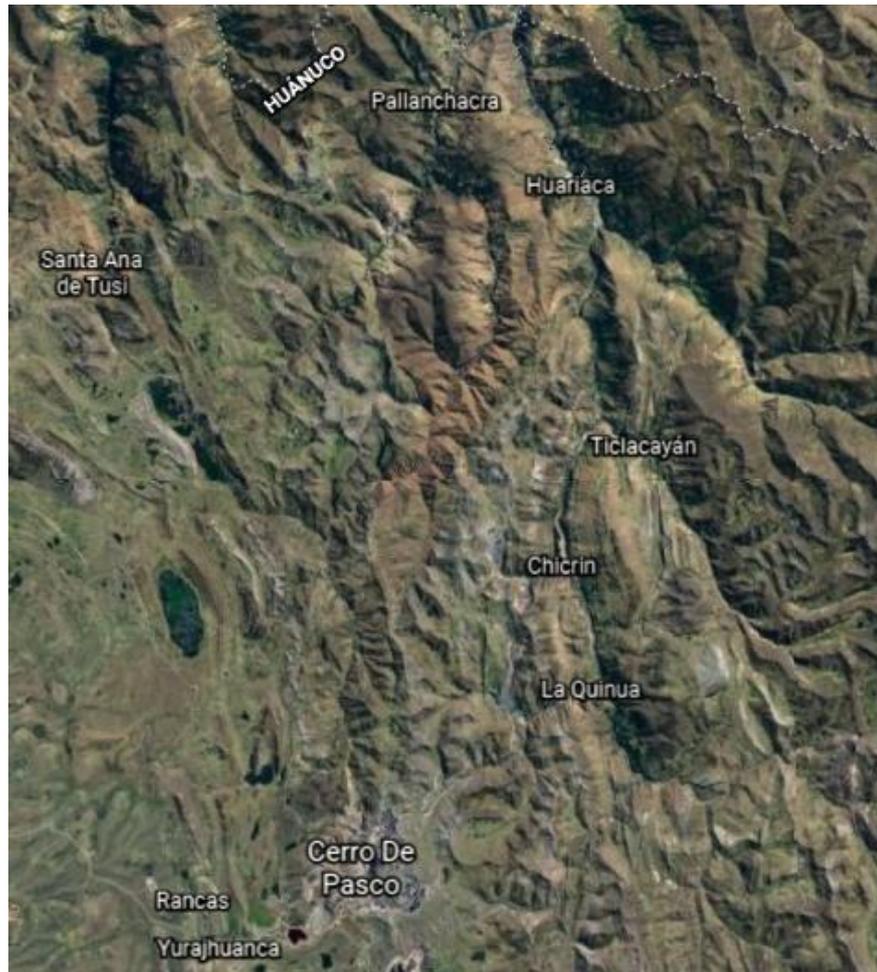
1.2. Delimitación de la investigación

El trabajo de investigación corresponde al área agrícola, se ejecutó en las Comunidades campesinas que comprende a la microcuenca del río Tingo - Cerro de Pasco. Se muestrearon en las siguientes zonas:

Rumiallana cruce Pallanchacra y Malaucayan, Tingo Palca, Puncuy, Anasquizque, Yanatambon, Junipalca, Changuayo, Pallanchacra y Salcachupan.

Los resultados son válidos para la zona en estudio y de acuerdo a la delimitación temporal los resultados son válidos para un periodo de cinco años, sin embargo, hay que monitorear a la microcuenca constantemente y de esa manera realizar las correcciones respectivas.

Figura 1. Lugares donde se tomaron las muestras.



1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿Cuál es la calidad de las aguas de la microcuenca del río Tingo para fines agrícolas?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Qué parámetros físicos de calidad de agua presenta, el río Tingo para fines agrícolas?

- ¿Qué parámetros químicos de calidad de agua presenta el río Tingo para fines agrícolas?
- ¿Qué parámetros microbiológicos de calidad de agua presenta el río Tingo para fines agrícolas?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la calidad de agua en la microcuenca del río Tingo para fines agrícolas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos de calidad de agua en el río Tingo para fines agrícolas.
- Determinar los parámetros químicos de calidad de agua en el río Tingo para fines agrícolas.
- Determinar los parámetros microbiológicos de calidad de agua en el río Tingo para fines agrícolas

1.5. Justificación de la investigación

a. Desde el punto de vista económico

La provincia de Pasco por su especial situación geográfica y la condición de su clima, tiene un medio en los que se puede y se debe incentivar la producción de cultivos los cuales necesitan de agua de buena calidad.

b. Desde el punto de vista social ambiental

La agricultura y el uso de agua de buena calidad generan fuente de trabajo para las familias campesinas y de esa manera generará mayores ingresos para los agricultores y mejorará su calidad de vida y salud producto de la mejora del ecosistema.

c. Desde el punto de vista tecnológico

Al analizar el agua y determinar los contaminantes, permitirá la producción de cultivos inocuos que puedan ser consumidos por las personas y los animales. En análisis oportuno permite tomar decisiones oportunas y de conservación.

1.6. Limitaciones de la investigación

De acuerdo a los objetivos y la investigación, se encontró algunas limitaciones.

- **Limitaciones de tipo informativo**

Falta de información y acceso a base de datos como web of science, scopus entre otros que la universidad no cuenta con acceso.

- **Limitaciones medio ambientales**

Las condiciones de clima fueron variado debido al cambio climático global por lo que fue necesario tomar medidas para evitar sus efectos.

- **Limitaciones sanitarias**

Para realizar la última etapa de la investigación se tuvo en cuenta los protocolos establecidos por el estado, a causa del virus llamado Covid 19.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Almachi y Guachi (2020) en la tesis: Evaluación de la calidad del agua en sectores productores de brócoli (*Brassica oleracea*), en la parroquia Guaytacama, del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, periodo 2019 – 2020. Tuvieron como objetivo conocer la calidad del agua en las zonas productoras de brócoli (*Brassica oleracea*), en la parroquia Guaytacama de la provincia de Cotopaxi. En este territorio se encuentra ubicada la mayor exportadora a nivel nacional de este rubro agrícola. Se recorrió las zonas productivas y sus fuentes de agua para determinar los sitios de muestreo, mediante identificación in situ y georreferenciación. El monitoreo de los parámetros se realizó en cuatro puntos específicos; acequia Nintanganga, acequia Nintanganga 2, acequia Santa Inés y agua subterránea. La evaluación de calidad del agua del área de estudio se realizó en los puntos escogidos en dos momentos: el primero en el mes octubre en la época de siembra y el segundo en el mes de enero en la cosecha. Las muestras fueron enviadas a un laboratorio acreditado para su respectivo análisis. Los resultados de los análisis de las muestras se compararon con los parámetros establecidos en el libro VI

del TULAS (Norma de calidad ambiental) y de descarga de efluentes: recurso agua. Los parámetros evaluados fueron: pH, arsénico, nitratos, nitritos, cloruros, manganeso, cadmio, zinc, sulfatos, oxígeno disuelto y coliformes fecales. Al comparar con la normativa los resultados de los dos muestreos se obtuvieron parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles como; pH, arsénico, nitratos, nitritos, cobre, manganeso, cadmio, zinc y sulfatos, mientras que los parámetros que sobrepasan los límites permisibles son; fluoruros, oxígeno disuelto y coliformes fecales.

Anchundia (2019) en la tesis: Elementos químicos que afectan la calidad del agua para uso agrícola, concluyen que existen factores que afectan negativamente en la calidad del agua para uso agrícola, por tanto, hay que evitar utilizar agua contaminada para regar los cultivos ya que aquello repercute en las cosechas y además afecta la salud humana al consumir los productos. En los sectores donde hay erosión de suelos, se debe utilizar el agua con precaución ya que se presentan problemas de contaminación. Por lo que se recomienda concientizar a la población para no contaminar las aguas arrojando contaminantes en los ríos, lagos, mares a su vez hay que promover investigaciones para estudiar profundamente los metales que contaminan el agua para uso agrícola y de qué forma se puede disminuir su presencia en cuerpos de agua destinados para el riego.

Monteagudo (2015) en la tesis: Análisis comparativo de los índices de calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas, reporta que la vertiente hidrográfica del lago Titicaca, de la cual forma parte los ríos Lampa y Cabanillas, ambos principales afluentes de la cuenca del río Coata, a pesar del enorme potencial hídrico que poseen, no son ajenos a la gran problemática del agua a nivel nacional y mundial. El agua es uno de los recursos más importantes y más amenazados, por lo que la estimación de su calidad y estrategias de conservación son muy importantes. El presente trabajo de investigación, se realizó a lo largo de los ríos Lampa y Cabanillas respectivamente. El objetivo del estudio fue estimar los Índices de Calidad de Agua, con la finalidad de comparar y obtener un instrumento de gestión para la planificación y conservación de

ambos ríos. Para la determinación de los Índices de calidad de Agua se utilizó el método de Índices de Calidad de Agua (ICA) de la Fundación Nacional de Sanidad de Estados Unidos (NSF), para el análisis físico-químico y microbiológico se tomaron ocho muestras del río Lampa y siete muestras en el río Cabanillas, para evaluar de cada muestra los nueve parámetros como son pH, t°, turbidez, oxígeno disuelto, DBO5, fosfatos, nitratos, sólidos totales y coliformes fecales, los datos se utilizaron para determinar el Índice correspondiente. Los resultados obtenidos mostraron el Río Lampa presenta un valor de Índice de calidad de agua promedio de 70.16 y el Río Cabanillas 54.14, ambos valores se encuentran dentro de la clasificación de índice de calidad de agua media, cuyas características son muy similares a la clasificación de cuerpos de agua de la Autoridad Nacional del Agua; los parámetros evaluados de ambos ríos se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para agua; excepto el DBO5 del río Cabanillas cuyos valores sobrepasan los 15mg/L, con un valor mínimo de 16.8 mg/L y máximo de 42.3 mg/L. Al comparar los resultados obtenidos entre ambos ríos, se concluye que los Índices de calidad de agua del río Lampa son estadísticamente significativos a los del río Cabanillas. Se puede concluir que el río Cabanillas presenta mayor impacto a nivel de contaminación.

Pacori (2018) en la tesis: Calidad físicoquímico y bacteriológico del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca - Sicuani - Canchis – Cusco, los objetivos fueron; determinar la calidad físicoquímica (pH, dureza, alcalinidad, turbiedad, conductividad eléctrica, sólidos totales, nitratos, cloruros sulfatos, Ca, Mg) y la calidad bacteriológica (coliformes totales, coliformes termotolerantes). Las metodologías aplicadas para el análisis físicoquímico fueron: método electrométrico (pH), titulométrico (dureza, alcalinidad), nitrato mercuríco (cloruros), turbidimetría (sulfatos, turbiedad), conductímetro (conductividad eléctrica, sólidos totales), complexométrico (calcio, magnesio). Para la determinación de los parámetros bacteriológicos se aplicó la metodología de filtro de membrana presentadas en Unidad Formadoras de Colonia (UFC), para coliformes Totales y coliformes termotolerantes. Los resultados fueron; valores

de pH presentaron un máximo de 7.54 en la Captación 4 (C4), el mínimo de 7.40 en la C3; la dureza total presentó el valor máximo de 349.06 mg/l en la C6 y el mínimo de 260.05 mg/l en la C2; la alcalinidad obtuvo el valor máximo de 241.67 mg/l en la C6 y el valor mínimo de 179.72 mg/l en la C4; los cloruros el valor máximo de 96.76 mg/l presente en la C2 y el mínimo 60.62 mg/l en la C4; los sulfatos presentaron un máximo de 71.54 mg/l en la C3 y el mínimo 58.85 mg/l en la C5; el calcio presentó un valor máximo 109.07 mg/l presente en la C6 y el mínimo de 89.71 mg/l en la C1, el magnesio presentó un máximo de 32.61 mg/l en la C3 y el mínimo valor 25.45 mg/l en la C2; los sólidos totales presentaron un máximo de 379.86 mg/l en la C6 y el mínimo valor de 278.45 mg/l en la C2; los valores de turbiedad presentó un máximo de 6.3 UNT en la C5 y el mínimo valor de 4.0 UNT en las captaciones 2 y 4; la conductividad eléctrica presentó un máximo de 760 uS/cm en la C6 y el mínimo de 5.56 uS/cm en la C2. En el análisis bacteriológico para coliformes totales presentó el máximo valor en la C6 de 45.3 UFC/100ml y el mínimo valor en la C3 con un valor de 0 UFC/100ml, para coliformes termotolerantes presentó el valor máximo registrado en la C2 y C4 con valores de 2 UFC/100ml y mínimo valor registrado en la captación 1, 3, 5 y 6, con valores de 0 UFC/100ml. Según los resultados el nivel de alcalinidad, calcio, magnesio y turbiedad sobrepasan los Estándares Nacional de Calidad del agua, debido a que son aguas subterráneas y estas provienen de suelos calcáreos que son los causantes de los altos niveles de alcalinidad, calcio y magnesio, hubo ocasiones en que se presentaron lluvias durante la recolección de muestras generando la sedimentación del agua, es por ello el elevado nivel de turbiedad, así mismo la actividad agrícola y ganadera. De acuerdo a los parámetros emitidos por ECA-015-2015-MINAM, se deduce que estudio de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las zonas de captación de la comunidad Hercca Sicuani, están aptas para la producción de agua potable.

Huamán y Ramos (2009) evaluaron la contaminación de aguas en la cuenca del Huallaga en un tramo de 30 km a partir de Huariaca, en el periodo de enero a marzo del 2009, se muestrearon 14 puntos y se tomaron las muestras a las 9 am y 9 pm, las muestras fueron enviadas al laboratorio de la Universidad

Nacional Agraria La Molina. Los resultados físico químicos muestran que el agua del río Huallaga en el tramo estudiado se encuentran aptas para uso agrícola y pecuario, los valores de pH se encuentran en el rango permitido, la conductividad eléctrica muestra una ligera mineralización (0.02 y 2.18 ds/m) y recomiendan la conservación del recurso hídrico así como también continuar con la evaluación para el uso eficiente y distribución del recurso agua, pero ello dependerá del apoyo de los Gobiernos Municipales y Regionales para la construcción de obras hidráulicas entre ellas: reservorios, represas, diques y canales de riego.

2.2. Bases teóricas científicas

Calidad de agua

Bianchini, (2009) indica que las aguas que vienen consumiendo las comunidades ubicadas al entorno de la microcuenca del río Tingo, tienen condiciones aceptables para su consumo y no están alteradas.

Organismo Mundial de Salud-OMS (2009), menciona los metales analizados del río Tingo a excepción del cobre, se encuentran sensiblemente por debajo de los límites impuestos para aguas potables.

Boletín participación (2009), menciona en su informe sobre problemática socio-ambiental 2009 en la naciente del río Tingo se encuentran ubicados dos grandes depósitos de desmontes mineros, producto de la actividad de la compañía minera volcán. Además, esta situación ha generado durante muchos años, la alteración en la composición de las aguas del río Tingo y ha influido en la degradación de la calidad de las aguas para la actividad agrícola.

El concepto de calidad de agua es la aptitud para satisfacer distintos usos en función a sus características, determinadas generalmente por parámetros físico-químicos con unos límites de concentración asociados. Este es el enfoque de las directivas europeas aprobadas en los años 70 con el objetivo de garantizar una calidad de agua óptima para satisfacer cada uno de

los usos aguas para el consumo humano, zonas de baño, aguas destinadas a la protección de vida piscícola, etc. (Gonzales y Gutiérrez, 2005), el mismo autor indica, 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.

Contaminación de agua

Calderón (2004), indica 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 desoxidación del agua).

a. Efectos de la contaminación de agua

Andrews (2001), indica 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 (Cd) en los fertilizantes derivados del lodo puede ser absorbido por las cosechas, de ser ingeridos en cantidades suficientes, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y riñones. Desde tiempos atrás se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el Mercurio (Hg), el Arsénico y el Plomo (Pb). Así mismo indica que los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables del 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 emplean aguas servidas para riego. La contaminación del agua no depende exclusivamente de grandes industrias.

b. Fuentes de contaminación

Andrews (2001), indica que la contaminación urbana está formada por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales. La agricultura, la ganadería comercial y las granjas avícolas son las fuentes 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 fósforos y nitrógeno que, en parte procedentes de los residuos animales y los fertilizantes comerciales. Por residuos de animales tienen un alto contenido de 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.

Propiedades microbiológicas del agua

a. Agentes patógenos en el agua

Rhinheimer, (1987), menciona que las aguas residuales domésticas, 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. Así mismo señala que, aunque los coliformes no son patógenos, se encuentran en el tracto intestinal de todos los animales de sangre caliente y que su presencia es una indicación de que pueden estar presentes los organismos patógenos.

b. Tiempo de supervivencia de microorganismos patógenos

Seoanez (2004), señala que los análisis bacteriológicos ponen de manifiesto la presencia de bacterias que alteran y modifican la aptitud de uso 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 la mayoría de dichos gérmenes patógenos viven en el intestino del hombre y animales de sangre caliente.

Parámetros fisicoquímicos del agua

a. Temperatura del agua superficial

Calderón (2004), indica 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 del recurso hídrico, como el pH, conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

b. pH del agua superficial

Calderón (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 el 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 agrio y en disoluciones concentradas son causticas y destruyen los tejidos vivos.

Apha (1992), señala que el valor ideal del pH debe estar comprendida 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, además de la presencia de otros contaminantes como metales pesados.

Límites permisibles de calidad de agua

a. Límites permisibles de características bacteriológicas

Según los estándares de calidad Ambiental y límites máximos permisibles (ley N° 28817) establece lo siguiente:

Tabla 1. Límites permisibles de características bacteriológicas.

Características	Límite permisible
Organismos coliformes totales	1000/100 ml 2UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	200 NMP/100ml Cero UFC/100 ml

Fuente: ley N° 28817

Los resultados de exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades NMP/100 ml, si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml, si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

Tabla 2. Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

características	Límites permisibles
Color	-El agua no contaminada tiene colores rojizos, pardos, amarillamientos o verdosos, debido a compuestos húmicos, férricos o pigmentos verdes de algas que contiene.
Olor y sabor	-Las aguas contaminadas pueden tener diversos colores. Los compuestos químicos en el agua como fenoles, hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición, pueden dar malos olores y sabores muy fuertes al agua.
Temperatura	El aumento de la t° disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta de sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo acelerando la putrefacción
Materiales en suspensión	Partículas como arcilla, limo y otras, aún sin disolverse son arrastrados por el agua de los ríos.

Fuente: ley N° 28817

b. Límites permisibles de características químicas biológicas

Los límites permisibles de características químicas biológicas para el agua de riego son pautas y regulaciones establecidas para garantizar la calidad y seguridad del agua utilizada en la agricultura.

Según ley N° 28817 los estándares de calidad Ambiental y los límites máximos permisibles establece lo siguiente:

Tabla 3. Límites permisibles de características químicas.

Características	Límites permisibles
Dureza	**
Sólidos disueltos totales	**
pH	6-9
Oxígeno disuelto	≥ 5
Nitritos	Ausencia

Fuente: ley N° 28817

Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límites máximos permisible
E. coli	NMP/100 ml	Ausencia
Bacterias coliformes termo tolerantes	NMP/100 ml	200
Salmonellas	Ausencia/presencia	Ausencia
Estafilococos	NMP/100 ml	2
Estreptococos	NMP/100 ml	2

Fuente: Ley N° 28817

c. *Vibrio cholerae*

Esta se encuentra normalmente en los suministros de agua contaminadas debido a la eliminación antihigiénica de los excrementos. La transmisión de persona a persona es rara, generalmente se transmite a

través del consumo de alimentos o agua contaminada comprados de vendedores ambulantes.

La bacteria que causa el cólera normalmente es muy sensible a los ácidos presentes en el estómago y en el tubo digestivo, (Rodríguez y Royo, 2004)

d. Cryptosporidium sp

Rodríguez y Royo (2004), manifiesta que el agua es un importante medio de transmisión, entre otros aspectos por su dispersión y la elevada resistencia que poseen los quistes a los tratamientos comunes de potabilización ya que se requieren como mínimo una concentración mayor de 80 ml/l de cloro libre para destrucción.

e. Oxígeno disuelto

Bujan, (1997) indica que todos los organismos vivos dependen del oxígeno (O₂) para sobrevivir y poder producir la energía necesaria para su desarrollo y producción. El oxígeno que se encuentra en el agua a consumo, especialmente superficial entra 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 desarrollo de una actividad bacteriana intensa.

f. Nitratos

Es importante cuando las fuentes de abastos son aguas subterráneas esto indica presencia de materia orgánica posiblemente por contaminación fecal. (Bujan, 1997)

g. Sólidos totales suspendidos

Bujan, (1997), manifiesta que 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 arcilla, 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.

h. Influencia de la temperatura en el crecimiento microbiano

La T° es una variable física que influye notablemente en la calidad del agua. Afecta a parámetros o características tales como:

- Solubilidad de organismos presentes en el agua.
- Desarrollo de organismos presentes en el agua.

Norma de calidad microbiana

Bujan, (1997), indica que la calidad microbiológica del agua, según la organización mundial de salud (OMS) recomienda que el agua para beber debe ser cero colonias de coliformes por 100 ml de agua.

Descripción de la microcuenca río Tingo

La microcuenca del río Tingo cuya naciente se encuentra en el distrito de Yanacancha, ubicado en la región y provincia Pasco, pero recorrido del río Tingo abarca también los distritos de Yarusyacan y Pallanchacra, y en la comunidad de Salcachupan, donde desemboca sus aguas al río Huallaga.

Los principales tributarios del río Tingo como fuentes hídricas tales como: Malaucayan, Huancamachay, Anasquique, Cochacharao, Junipalca, Huichín y Pallanchacra (Sianchini, 2009)

a. Hidrología

La micro cuenca del río Tingo, desde sus nacientes a la altura del distrito de Yanacancha, hasta desembocar en el río Huallaga en la comunidad de Salcachupan. Tiene una extensión aproximada de 292.50 Km² y tiene una longitud de 37.10 km y su densidad de drenaje es de 0.0434 km/km². El clima de las comunidades ubicadas en la cabecera de la microcuenca, oscila entre las noches, sin embargo, en las comunidades ubicadas en la

parte baja, como es el caso de Pallanchacra, el clima es templado por encontrarse en una quebrada cerrada.

b. Uso del agua

La microcuenca del río Tingo es una zona con una densidad poblacional baja y abundante de áreas agrícolas y forestales de importancia, la mayoría de las cuales se cultivan al seco, por lo que se estima que el uso de las aguas para el consumo humano, agrícola y minera-industrial es sumamente bajo (Espinoza, 1997).

c. Vegetación natural

La vegetación natural existente varía desde la etapa espinosa montano bajo, caracterizado por especies representativas como la “Cabuya” (*Foucroya andina*), la “Chamana” (*Dodonala viscosa*), “Molle” (*Schinus molle*), entre otros conforme se va ascendiendo se pasa a la zona del bosque seco al bosque húmedo montano tropical, donde encontramos especies arbustivas como “Chilca” (*Bracharis spp*), el “Quishuar” (*Buddeia incana*), el “QuinuaL” (*Polylepis racemosa*), entre otras. Ascendiendo llegamos a las llamadas posturas naturales que son formaciones de pastos conformados por las especies como *Festuca calamagrotis* y poa, entre otras (Espinoza 1997).

2.3. Definición de términos básicos

- **Agua:** Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H₂O).
- **Calidad:** término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua. La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar. Estos excedentes químicos llamados "nutrientes" porque actúan como alimento para las plantas, pueden bajar la calidad del agua.

- **Contaminación:** La contaminación hídrica o la contaminación del agua es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades, así como para los animales.
- **Límite máximo permisible:** establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en los efluentes o emisiones que se vierten o liberan al ambiente.
- **Agricultura:** Conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La calidad de agua en la microcuenca del río Tingo son aptas para fines agrícolas.

2.4.2. Hipótesis Específicas

H1: Los parámetros físicos de calidad de agua en el río Tingo para fines agrícolas cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental.

H2: Los parámetros químicos de calidad de agua en el río Tingo para fines agrícolas cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental.

H3: los parámetros microbiológicos de calidad de agua en el río Tingo para fines agrícolas cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Análisis de aguas en calidad microbiológica, físico y químicos.

Variable dependiente

Calidad de agua de la microcuenca del río Tingo.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 5. Operacionalización de variables

Variables	Definiciones Conceptuales	Indicadores	Unidad de medida
Calidad de agua	Es las condiciones en que se encuentran el agua respecto a características Físicas, Químicas y Biológicas, en su estado natural o después de ser alterado por el accionar humano.		
Parámetros Físicos	Un parámetro es una variable numérica que describe una magnitud física. Por tanto, para que un numero describa una magnitud física en necesario describir cual es esa unidad física en que unidad de mide y que tipo de amplitud es.	-Conductividad -Temperatura -Salinidad	-uS.cm -°C -PSU
Parámetros Químicos	Son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista del tacto, gusto y olfato como puede ser los sonidos suspendidos, turbidez, color, sabor, olor, conductividad y resistividad.	pH Dureza DO Mn Cu Zn Fosfato Al Fe	ppm. ppm. ppm. ppm. ppm. ppm. ppm. ppm.
Parámetro microbiológico	Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.	Coliformes totales Coliformes Fecales	NMP NMP

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo aplicado, ya que se usan conocimientos previos de contaminación de agua para uso agropecuario, mediante el muestreo y análisis de agua para la recolección de datos.

3.2. Nivel de investigación

En la presente investigación se llegó a un nivel exploratorio, descriptivo y explicativo, ya que se tomaron muestras de agua explorando la zona en estudio, luego de analizar las muestras, los resultados se presentaron con estadísticas descriptivas y finalmente se explicó el fenómeno haciendo uso de la prueba de t student para comparar los niveles de metales pesados en las muestras.

3.3. Métodos de investigación

Se usó el método científico que consiste en identificar un problema, en nuestra investigación observamos que existen afluentes al río Tingo que podrían estar contaminando, posteriormente se plantearon los objetivos, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica para plantearnos las hipótesis de investigación y utilizar una metodología adecuada para la toma de datos, posteriormente se

procesaron y se realizó el análisis de datos, para contrastar la hipótesis y llegar a las conclusiones.

Conducción de la investigación

- Búsqueda de bibliografía (datos – antecedentes): se hizo uso del Google académico, repositorios de universidades entre otros.
- Visitas a las áreas de influencia directa: primero se realizó una exploración para marcar los puntos a muestrear, posteriormente se diseñó los puntos de muestreo.
- Determinación de estaciones de monitoreo: se referenciaron los puntos donde se tomó la muestra con un GPS.
- Recolección de muestras de agua: se usó botellas de vidrio limpias y oscuras, se tomó la muestra a una profundidad adecuada dependiendo del caudal en el momento del muestreo y se etiquetó. Se consideró los puntos donde los agricultores toman el agua para riego de sus cultivos.
- Acondicionamiento de muestras de agua: después de colectarlas se llevaron las muestras al laboratorio del CICA ubicado en la ciudad de Cerro de Pasco.
- Análisis de muestras de agua en el laboratorio de CICA Centro de Investigación y Ciencias Aplicadas, cuyos resultados fueron procesados estadísticamente.
- Procesamiento de datos; ubicando cada uno de los datos tomados como muestra, según un croquis especificado y detallando los ríos y riachuelos, se usó el Excel y SPSS versión 25.
- Evolución y discusión de datos: para lo cual se hizo uso de la revisión bibliográfica recopilada.

3.4. Diseño de investigación

El diseño corresponde a una investigación no experimental cuantitativa. Se tomaron las muestras de 10 puntos de muestreo según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6 Lugares de muestreo para el análisis de agua

Lugar	Coordenadas UTM	Altitud msnm	Fecha	Hora
Botadero Rumiallana	8822702	4197	06/08/2019	3:20 pm.
Cruce Pallanchacra y Malaucayan.	8848844	3031	06/08/2019	12:40 am.
Tingo Palca	8831906	3827	06/08/2019	2:40 pm
Puncuy	8830738	3849	06/08/2019	2:00 pm.
Anasquizque	8834108	3650	06/08/2019	1:35 pm
Yanatambon	8239789	3082	06/08/2019	1:00 pm.
Junipalca	8834620	3420	06/08/2019	12:30 pm
Chalguayo	8834500	3645	06/08/2019	12:10 pm.
Pallanchacra	8848844	3031	06/08/2019	11:25 am.
Salcachupan	8851714	2803	06/08/2019	11:00 am.

3.5. Población y muestra

La población sujeta de estudio lo conformaron las aguas de la parte alta, media y baja de la cuenca hidrográfica del río Tingo (desembocadura del río Tingo en Salcachupan).

Las muestras estuvieron representadas por las estaciones de monitoreo, las muestras de área de influencia, debe cumplir datos que son objeto de investigación, el tipo de muestra estuvo representada por el líquido de agua del río y riachuelo de la parte central de nuestro muestreador.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis de aguas del CICA Centro de Investigaciones y Ciencias Aplicadas Cerro de Pasco, los resultados se muestran en la sección de anexo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la toma de muestra se realizó en frascos de vidrio esterilizados, de boca ancha, con capacidad de ½ litro, limpia y rotulada. En los puntos de muestreo se destapó el frasco, se enjuaga con el agua de la misma fuente y se sumergió rápidamente a 20 cm de profundidad debajo de la fuente de agua, se etiquetó y acondicionó para su traslado al laboratorio en cada zona se tomaron 3 muestras: en la mañana 3 muestras, al medio día 3 muestras y en la tarde 3 muestras.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos

Por ser un trabajo de investigación no experimental cuantitativo y descriptivo se usó la prueba de t-student para contrastar la hipótesis estadística de cada uno de los parámetros evaluados. Para lo cual se usó el paquete estadístico SPSS versión 25.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Indicadores fisicoquímicos

a. pH

Se realizó la medición de pH in situ usando el potenciómetro pH metro.

b. DO Oxígeno Disuelto (ppm)

Se realizó in situ con el oxímetro (electrodo de membrana, por método nº 4500 06 (APHA,1992).

c. Conductividad (uS.cm)

Este componente físico de la conductividad eléctrica se utiliza una medida a través de electrodos ya sean de tamaños cilíndricos o rectangulares las cuales mide en la conductividad eléctrica en micro sien por centímetro ($\mu\text{S/l}$)/cm.

d. Dureza (ppm)

La dureza se determinará por medio del método título métrico de EDTA (APHA,1992) usando 3 ml de solución tamponada (BUFFER), de pH 3.0 con

titulante indicador gotas de negro de ericromo T, cuyo gasto indica la cantidad de carbono de calcio presente en la muestra.

e. Temperatura (°C)

La temperatura del agua de las muestras obtenidas se realiza de manera directa utilizando termómetros de mercurio que miden en grados centígrado °C y que estos instrumentos no necesitan calibrarse.

f. Salinidad PSU

Se determina por titulación de la muestra con una solución valorada de un ácido fuerte como el HCl, mediante dos puntos sucesivos de equivalencia, indicados ya sea por medios potenciométricos o por medio del cambio de color utilizando dos indicadores ácido-base adecuados.

g. Al, Fe, Mn, Cu, Zn Fosfato (ppm)

Estas variables se determinaron por el método químico cualitativo utilizando ácido sulfúrico concentrado y bicromato de potasio al 10%, verificando presencia de precipitado amarillo en caso positivo (Casallas y Gunter, 2001).

Indicadores microbiológicos

a. Número más probable de Coliformes totales (NMP)

Se realizó con el método de NMP, preparándose los medios de cultivo con anticipación de 24 horas, los cuales fueron colocados en la estufa a 35°C para probar la esterilidad de los mismos. Para cuantificar coliformes y *Escherichia coli* se utilizó la técnica de fermentación múltiple en tubos; Número Más Probable de coliformes (NMP), según el manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida.

b. Número más probable de Coliformes fecales (NMP)

Se trabajó con caldo brilla, con la técnica número más probable (NMP), con serie de tres tubos y en tres etapas.

3.9. Tratamiento Estadístico

Para el análisis estadístico se usó gráficos de barras para describir cada uno de los parámetros evaluados, se elaboraron en la hoja de cálculo Excel de Microsoft, para contrastar las hipótesis se usó el software SPSS versión 25 donde se realizó la prueba de t-student a un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, tomando como valores referenciales o puntos de comparación los estándares de calidad ambiental ECA para agua de uso agropecuario.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Autoría

Se puede precisar con claridad que Gelem Luz, GUERRA RIVERA y Genry, YUPARI VARGAS son los autores del presente trabajo de investigación.

Originalidad

Las citas y textos que se mencionan en el presente trabajo de investigación han sido tomados en cuenta, los autores y citados en la bibliografía sin alterar su contenido.

Reconocimiento de fuentes

Las fuentes de los diferentes autores fueron citadas en la bibliografía sin alterar su contenido.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las zonas pertenecientes a los distritos de Yanacancha, Yarusyacan y Pallanchacra, donde el río Tingo desemboca sus aguas llegando a la comunidad de Salcachupan y finalmente al río Huallaga.

La toma de muestras y la georreferenciación se realizó durante los primeros meses de la mitad del presente año 2019 (julio – agosto), utilizando equipo de sistema de posicionamiento (GPS), e imágenes satelitales.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para la comparación de resultados se utilizó el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua Categoría tres para agua de riego de vegetales y bebida de animales según D.S. N°002-2008-MINAM conforme a la ley 28817 y se presenta a continuación.

La calidad del agua para riego es un factor fundamental que puede tener un impacto significativo en la salud y productividad de los cultivos. Es importante

que el agua utilizada cumpla con ciertos parámetros de calidad, como un bajo contenido de sales y metales pesados, así como un pH adecuado.

Tabla 7 Estándar de calidad ambiental para agua, categoría tres

Parámetros	Unidad	Valor
pH	Unidades de pH	6 a 8.5
DO	mg/L	>=4
Conductividad	uS.cm	<2000
Al	mg/L	5
Fe	mg/L	1
Mn	mg/L	0.2
Cu	mg/L	0.2
Zn	mg/L	2
Fosfato	mg/L	1
Coliformes totales	NMP/100mL	5000

Fuente: D.S. N°002-2008-MINAM

Para un mejor entendimiento de los resultados se usó los colores del semáforo donde el rojo es peligro que nos indica que el análisis de agua sobrepasa el límite máximo permitido, amarillo que está cerca al rojo y verde significa que no hay un riesgo ambiental. También indicamos que el equivalente de 1 ppm es mg/L, debido a que los resultados del laboratorio fueron en ppm en la mayoría de parámetros.

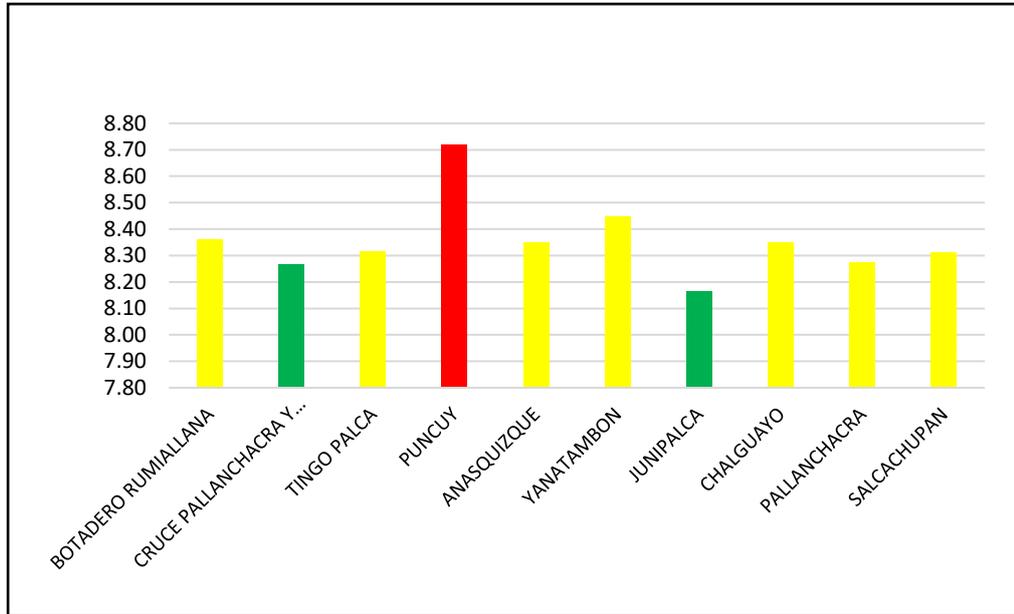
pH

La figura 2 muestra los valores de pH de las aguas del río Tingo en estudio fluctúa entre 8.17 en el punto de muestreo Junipalca hasta 8.72 en el punto de muestreo de Puncuy , comparando con el estándar de calidad ambiental para agua de riego de vegetales y bebidas de animales el límite máximo es de 8.5 por lo que en inferimos que en Puncuy existen fuentes de carbonatos que están elevando el pH del agua.

El pH del agua utilizada para riego es un factor crucial a tener en cuenta. El pH es una medida de acidez o alcalinidad del agua y puede afectar la

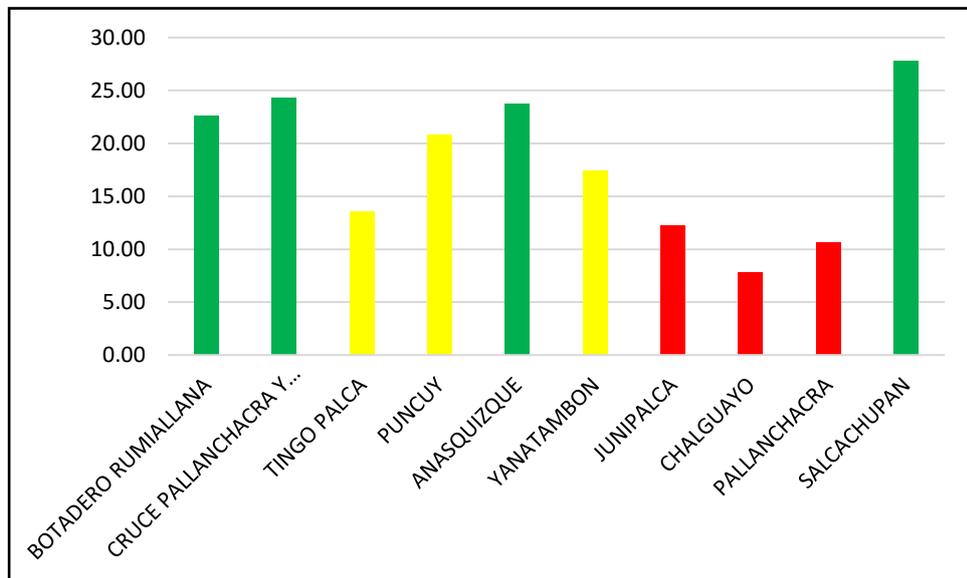
disponibilidad y absorción de nutrientes por parte de las plantas. La mayoría de los cultivos prefieren un pH ligeramente ácido a neutro, generalmente en el rango de 6 a 7.

Figura 2. pH del agua en la microcuenca del río Tingo



Oxígeno Disuelto (ppm)

Figura 3 Oxígeno disuelto en agua del río Tingo (ppm)



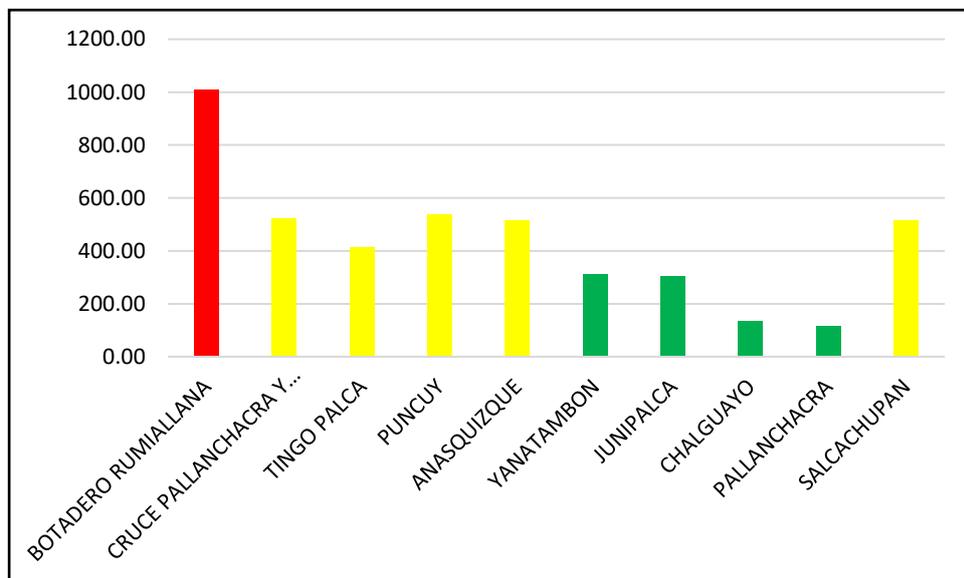
La figura 3 muestra el oxígeno disuelto de las aguas de los diferentes lugares evaluados y presentan un buen nivel de oxígeno disuelto, sin embargo, en Junipalca, Chalguayo y Pallanchacra presentan bajo nivel de oxígeno disuelto. Sin embargo, se encuentran por encima del estándar de calidad

ambiental para agua de riego y bebida animal que considera un valor mayor o igual a cuatro (≥ 4).

Conductividad ($\mu\text{S.cm}$)

La figura 4 presenta el contenido de sales en aguas de la microcuenca del río Tingo que se encuentran entre 1000 y 114 μScm y según el estándar de calidad ambiental, el límite máximo permitido para agua de riego y consumo animal es de 2000 μScm , por lo que en ningún caso supera el límite, sin embargo, a la altura del Botadero Rumillana el contenido es alto y según va recorriendo el río se muestra un efecto de dilución.

Figura 4. Conductividad en agua de río Tingo (μScm)



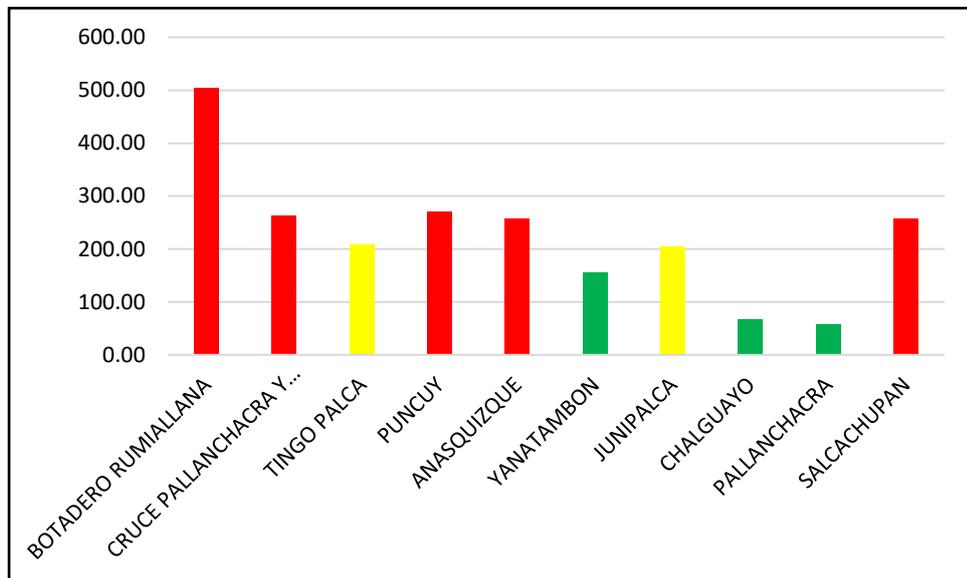
Dureza del agua (ppm)

La dureza del agua para riego es un factor importante a considerar. La dureza del agua se refiere a la concentración de minerales, principalmente calcio y magnesio, presentes en el agua. Un agua con alta dureza puede tener un impacto negativo en el riego y el crecimiento de las plantas.

El exceso de minerales en el agua puede conducir a la formación de depósitos de cal en los sistemas de riego y en el suelo, lo que puede obstruir los conductos y reducir la eficiencia del riego. Además, la dureza del agua puede afectar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, ya que altas

concentraciones de calcio y magnesio pueden bloquear la absorción de otros nutrientes esenciales.

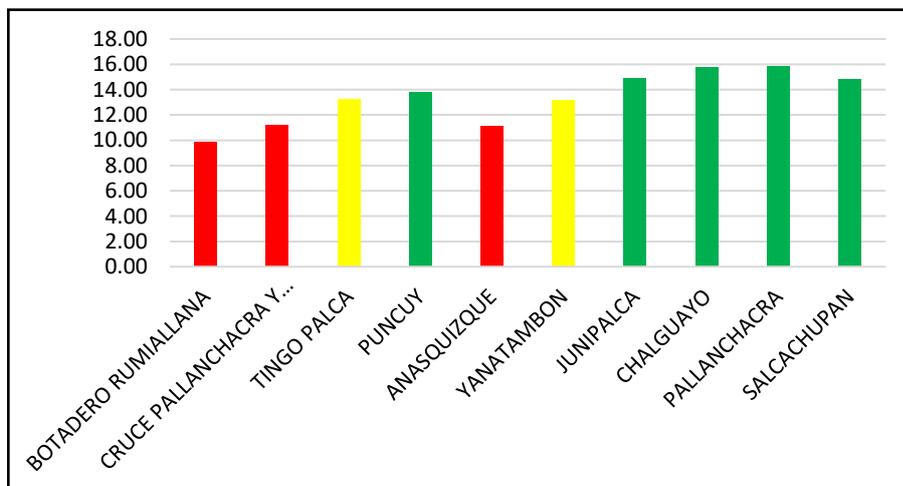
Figura 5 Dureza de agua en el rio Tingo (ppm)



La figura 5 muestra la dureza del agua que depende del magnesio y el calcio y cuando sobrepasa los 150 ppm se conoce como agua dura y es así que el Botadero Rumillana, cruce con Pallanchacra y Mallancaullay, Puncuy, Anasquizque y Salcachupan presentaron aguas duras que si se usara para riego por aspersión taponarían los aspersores.

Temperatura (°C)

Figura 6. Temperatura de agua de rio Tingo

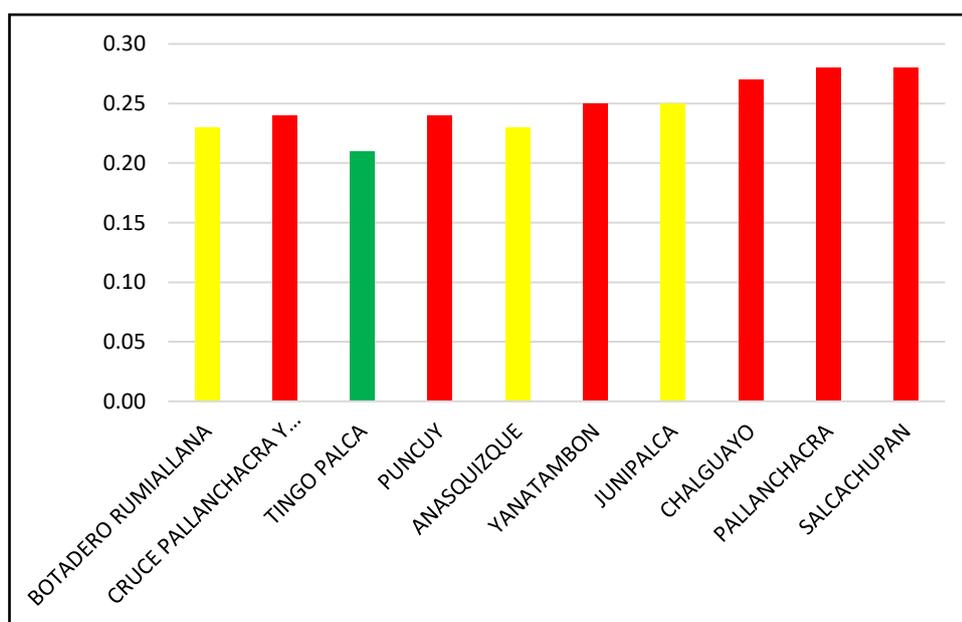


Para que la planta pueda tomar los nutrientes del suelo la temperatura del agua debe de estar entre 14 y 24 °C y como se observa en la figura 6, los lugares que cumplen con esa condición son Puncuy, Junipalca, Chalguayo, Pallanchacra y Salcachupan. También debemos mencionar a mayor temperatura los microorganismos se desarrollan mejor, en la naciente del río Tingo se encuentra cerca de la ciudad de Pasco 3827 msnm, y en todo su trayecto se encuentra a una altitud mayor a los 3000 nsm por lo que las aguas son frías y aptas para la actividad agrícola y para bebedero de animales. Según va descendiendo el río la temperatura del agua va en aumento.

Salinidad (PSU)

En la figura 7 se observa los resultados de las zonas con mayor salinidad son: cruce Pallanchacra, Punkuy, Yanatabón, Chalguayo, Pallanchacra y Salcachupan y la zona que muestra menor salinidad es Tingo Palca. Por lo que inferimos que en el transcurso del río va acumulando o arrastrando sales que se concentran en la parte baja de la microcuenca.

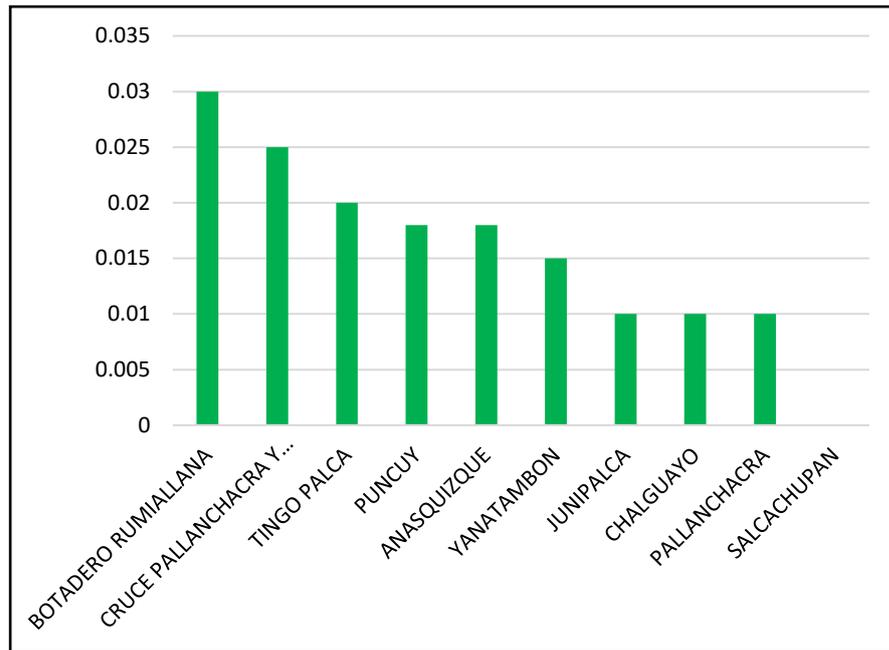
Figura 7. Salinidad en aguas del río Tingo



Aluminio (ppm)

La figura 8 presenta el contenido de aluminio, en todos los lugares de muestreo se puede observar que la concentración es baja y que no afecta la calidad del agua, por lo que se puede inferir que no existe material parental en el trayecto de la microcuenca que pudiera elevar la concentración de aluminio.

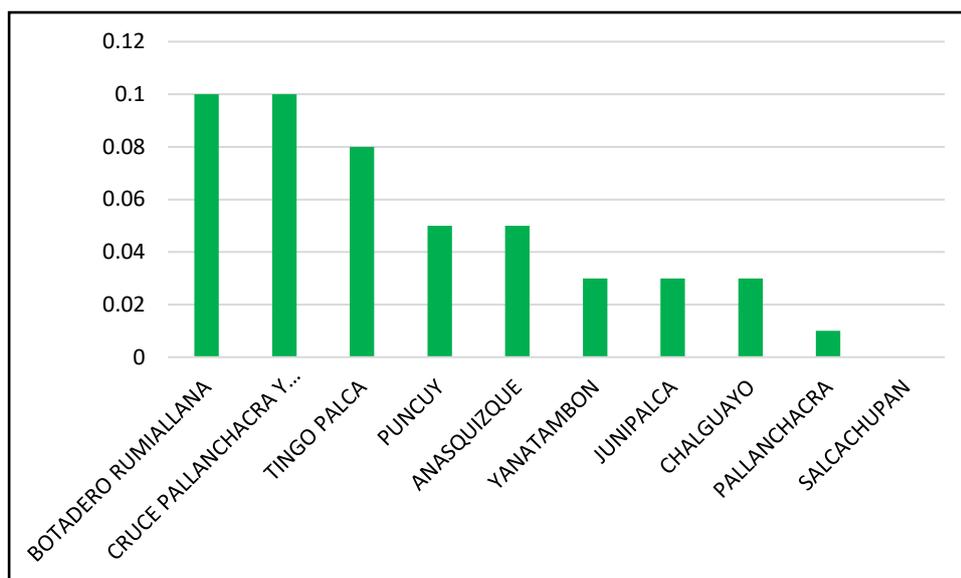
Figura 8 Contenido de aluminio en aguas del rio Tingo



Hierro (ppm)

En la figura 9 se observa que en ningún punto muestreado el valor del contenido de hierro en el agua alcanza a 1.0 ppm y no sobrepasa el límite permisible, por lo que el contenido de hierro se encuentra apto para uso de riego y bebida de animales, así mismo se observa que el contenido es muy bajo por lo que se infiere que no existe material parental que contenga hierro. Además, se debe de tener en cuenta que el hierro es un metal pesado.

Figura 9. Contenido de Hierro en aguas del rio Tingo (ppm)



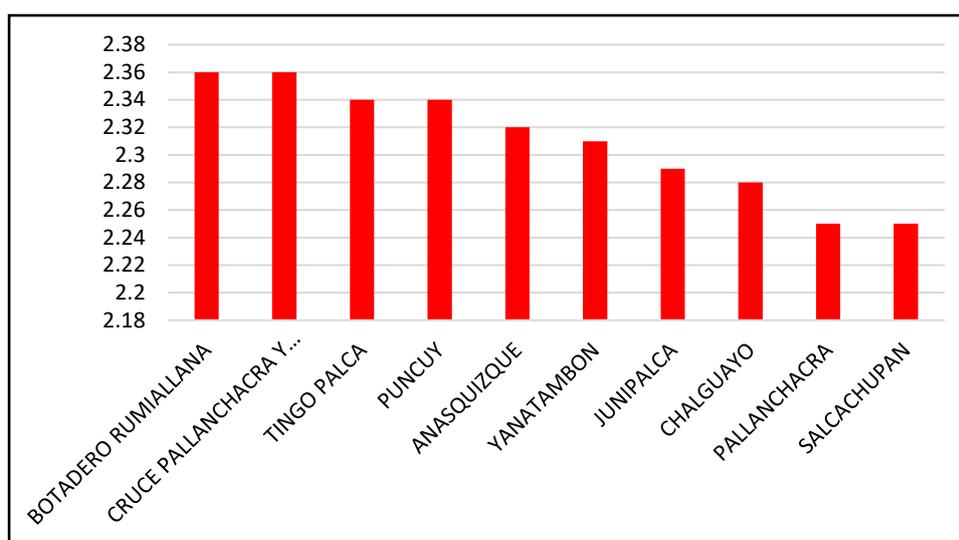
Manganeso (ppm)

Para el caso del Mn todos los lugares muestreados presentan valores menores a 0.01 ppm y se encuentran muy por debajo de lo establecido en la norma Estándar de calidad ambiental de agua para riego que tolera hasta 0.2 ppm. El manganeso en el agua para riego es un elemento que puede afectar la calidad y salud de los cultivos. El manganeso es un micronutriente esencial para las plantas, ya que desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la activación de enzimas y la producción de energía.

Sin embargo, altas concentraciones de manganeso en el agua de riego pueden ser perjudiciales para las plantas.

Cobre Cu (ppm)

Figura 10 Contenido de Cobre en aguas del rio Tingo



La figura 10 muestra que todos los puntos muestreados sobrepasan el límite máximo permitido que es de 0.2 ppm por lo que inferimos que de debe a que en el trayecto existen fuentes contaminantes de este elemento, por lo que es importante identificarlo y tomar las medidas correctivas, esta labor lo debe realizar las municipalidades distritales, provincial y gobierno regional, así como también el ministerio del ambiente, ministerio de salud y el ministerio de agricultura, realizando monitoreos constantes.

El cobre en el agua de riego puede tener efectos tanto beneficiosos como perjudiciales en los cultivos. El cobre es un micronutriente esencial para las plantas, ya que desempeña un papel importante en la formación de enzimas y la protección contra enfermedades.

En dosis adecuadas, el cobre en el agua de riego puede ayudar a prevenir y controlar ciertas enfermedades de las plantas, como hongos y bacterias. Además, puede mejorar la resistencia de las plantas al estrés abiótico y promover un crecimiento saludable.

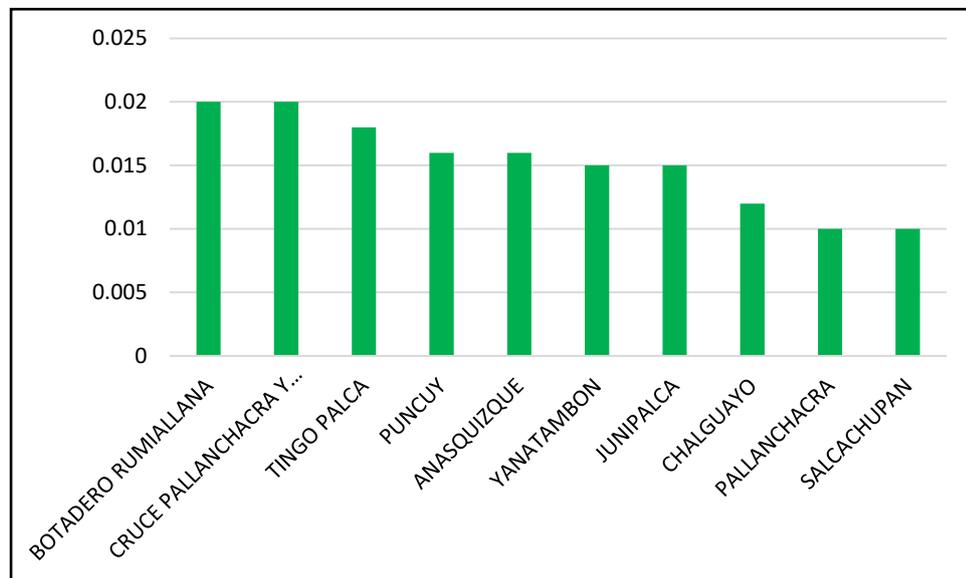
Zinc (ppm)

La figura 11 muestra que en todos los puntos muestreados el contenido de zinc se encuentra por debajo del límite máximo permitido de 2 ppm. El zinc

en el agua de riego es un micronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas. El zinc desempeña un papel crucial en la síntesis de proteínas y enzimas, la regulación del crecimiento de las plantas y la formación de clorofila.

La presencia adecuada de zinc en el agua de riego es fundamental para prevenir deficiencias en las plantas, que se manifiestan a través de síntomas como el retraso en el crecimiento, el desarrollo anormal de las hojas y la disminución de la producción de cultivos.

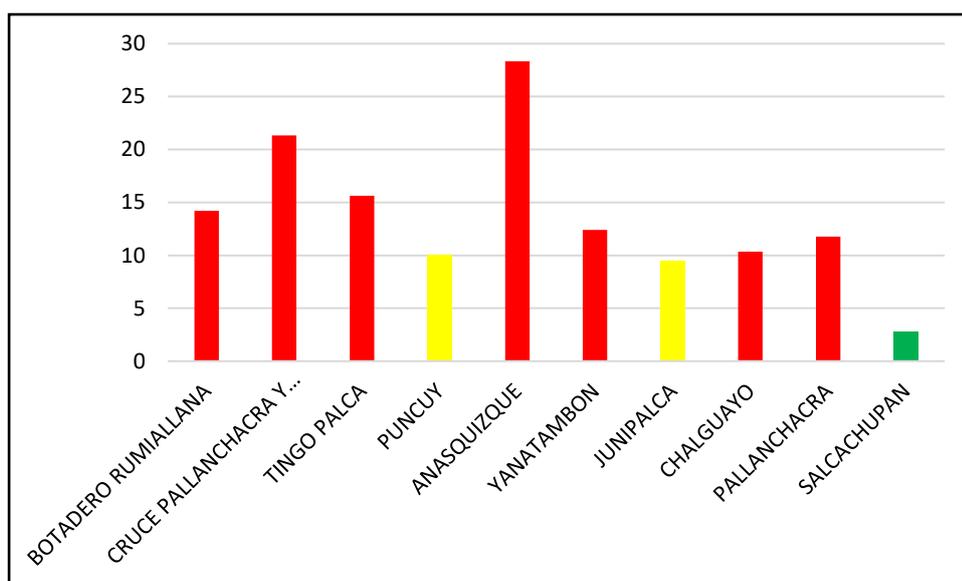
Figura 11. Contenido de Zinc en aguas del río Tingo



Fosfato (ppm)

La figura 12 muestra que el contenido de fosfato en la mayoría de puntos muestreados sobrepasa el límite máximo de 2 ppm, por lo que inferimos que en el trayecto del río Tingo se encuentra alguna fuente que está causando esos elevados valores, por lo que es necesario identificarlos y realizar las medidas correctivas. El exceso de fosfato en el ganado causa efectos desfavorables en la absorción de calcio por lo que es perjudicial. Sin embargo, en el caso de cultivos no se ha encontrado efectos desfavorables en la fisiología debido a que las plantas lo toman en altas cantidades.

Figura 12 Contenido de fosfato en aguas del rio Tingo



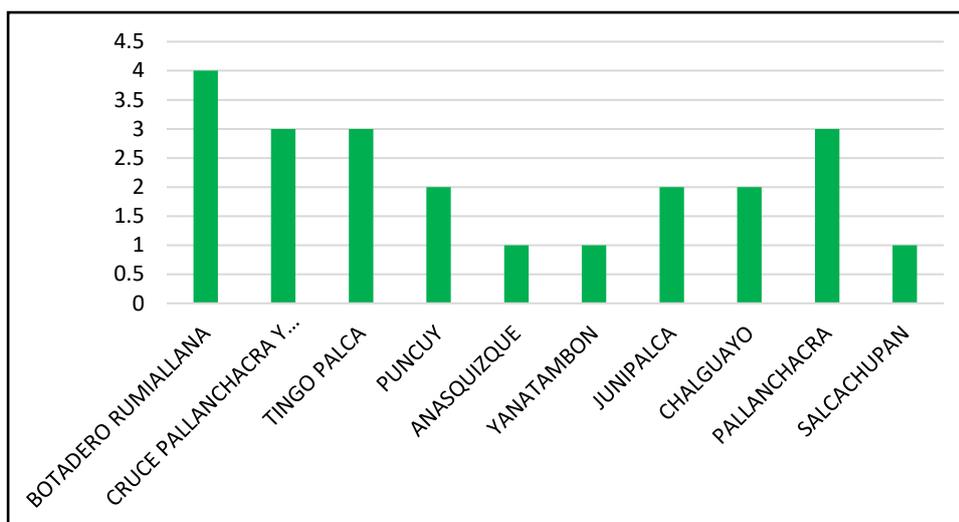
Número más probable de coliformes totales (NMP)

La figura 13 muestra el contenido de coliformes totales y en todas las muestras evaluadas del rio Tingo no sobrepasan el límite máximo permisible de 5000 NMP, los valores son bajos porque en el transcurso del rio no existe fuentes contaminantes y por la temperatura del agua y del ambiente los microorganismos do desarrollan.

Los coliformes totales en el agua para riego son un grupo de bacterias que se utilizan como indicadores de contaminación fecal y sanitaria. Estas bacterias se encuentran comúnmente en los intestinos de los seres humanos y animales de sangre caliente.

La presencia de coliformes totales en el agua de riego indica la posible contaminación del agua con materia fecal, lo que puede representar un riesgo para la salud de las plantas y de las personas que consumen los productos cultivados.

Figura 13 Coliformes totales en aguas del rio Tingo (NMP)



Número más probables de coliformes fecales (NMP)

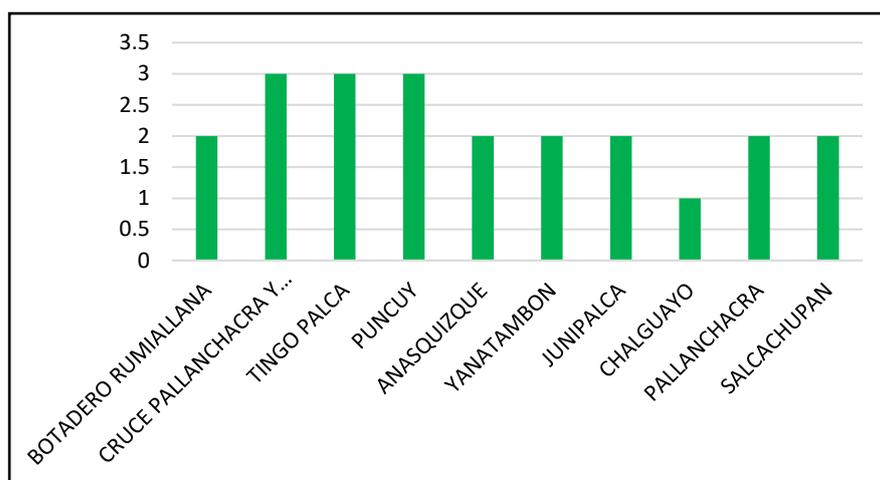
La figura 14 muestra el contenido de los coliformes fecales del análisis de agua de los diferentes lugares de evaluación del rio Tingo, donde se observa que no exceden el límite máximo permitido de 5000 NMP, al contrario, los valores son muy bajos debido a que no hay fuentes de contaminación por excretas de animales y personas.

Los coliformes fecales en el agua de riego son un grupo específico de bacterias que provienen de los intestinos de animales de sangre caliente, incluidos los seres humanos. Su presencia indica una alta probabilidad de contaminación fecal en el agua.

La detección de coliformes fecales en el agua de riego es un indicador importante de posible contaminación y un riesgo para la salud humana. Estas bacterias pueden albergar patógenos dañinos, como *Escherichia coli* (E. coli), que pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos y otras infecciones gastrointestinales.

Para garantizar la seguridad del agua de riego, se establecen límites y estándares para la cantidad permitida de coliformes fecales.

Figura 14. Contenido de coliformes fecales en aguas del río Tingo (NMP)



4.3. Prueba de hipótesis

pH

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El pH del agua del río Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 8.5

H1: El pH del agua del río Tingo si supera el ECA mayor > 8.5

Tabla 8. Estadísticas para pH del agua del río Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
pH	10	8.358000	.1462722	.0462553

Tabla 9. Prueba de t para pH del agua del río Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 8.5						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Ph	-3,070	9	,013	-.1420000	-.246637	-.037363

No existe diferencia significativa según el valor 0.013, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del río Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro pH a un nivel de confianza de 95%.

Oxígeno Disuelto (ppm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El oxígeno disuelto del agua del río Tingo supera el valor es mayor o igual ≥ 4 ppm según ECA

H1: El oxígeno disuelto del agua del río Tingo no supera el valor de < 4 ppm

Tabla 10. Estadísticas para oxígeno disuelto del agua del río Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Oxígeno Disuelto	10	18.121000	6.7332087	2.1292275

Tabla 11. Prueba de t para oxígeno disuelto del agua del río Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 4						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Oxígeno Disuelto	6,632	9	,000	14.1210000	9.304353	18.937647

No existe diferencia significativa según el valor 0.000 se acepta la Ho, por lo que el agua del río Tingo presenta evidencias para afirmar que el oxígeno disuelto es mayor a 4 ppm y cumple el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales a un nivel de confianza de 95%.

Conductividad (μScm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: La conductividad del agua del río Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual $\leq 2000 \mu\text{Scm}$

H1: La conductividad del agua del río Tingo si supera el ECA mayor $> 2000 \mu\text{Scm}$

Tabla 12. Estadísticas para conductividad del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Conductividad	10	437.672000	255.2544037	80.7185299

Tabla 13. Prueba de t para conductividad del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 2000						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Conductividad	-19,355	9	,000	-1,562.3280000	-1,744.926000	-1,379.730000

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del rio Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro conductividad a un nivel de confianza de 95%.

Dureza del agua (ppm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: La dureza del agua del rio Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 150 ppm

H1: La dureza del agua del rio Tingo si supera el ECA mayor > 150 ppm.

Tabla 14. Estadísticas para dureza del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Dureza	10	224.275000	125.6798994	39.7434738

Tabla 15. Prueba de t para dureza del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 150						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Dureza	1,869	9	,094	74.2750000	-15.630984	164.180984

Si existe diferencia significativa según el valor 0.094, se acepta la hipótesis H1, por lo que el agua del río Tingo presenta evidencias para afirmar que si supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro dureza a un nivel de confianza de 95%.

Temperatura (°C)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: La temperatura del agua del río Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 18 °C.

H1: La temperatura del agua del río Tingo si supera el ECA mayor > 18 °C.

Tabla 16. Estadísticas para temperatura del agua del río Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Temperatura	10	13.386000	2.0659203	.6533014

Tabla 17. Prueba de t para temperatura del agua del río Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 18						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Temperatura	-7,063	9	,000	-4.6140000	-6.091870	-3.136130

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del río Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro temperatura a un nivel de confianza de 95%.

Salinidad (PSU)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: La salinidad del agua del río Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 0.5 PSU

H1: La salinidad del agua del rio Tingo si supera el ECA mayor > 0.5 PSU.

Tabla 18. Estadísticas para salinidad del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Salinidad	10	.24800	.022998	.007272

Tabla 19. Prueba de t para salinidad del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.5						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Salinidad	-34,651	9	,000	-.252000	-.26845	-.23555

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del rio Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro salinidad a un nivel de confianza de 95%.

Aluminio (ppm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El aluminio del agua del rio Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 5 ppm

H1: El aluminio del agua del rio Tingo si supera el ECA mayor > 5 ppm.

Tabla 20. Estadísticas para contenido de aluminio del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Aluminio	10	.01800	.007888	.002494

Tabla 21. Prueba de t para contenido de aluminio del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 5						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Aluminio	-1997,243	9	,000	-4.982000	-4.98764	-4.97636

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del rio Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro contenido de aluminio a un nivel de confianza de 95%.

Hierro (ppm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El hierro del agua del rio Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 1 ppm

H1: El hierro del agua del rio Tingo si supera el ECA mayor > 1 ppm.

Tabla 22. Estadísticas para contenido de hierro del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Hierro	10	.04900	.033813	.010693

Tabla 23. Prueba de t para contenido de hierro del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Hierro	-88,939	9	,000	-951000	-.97519	-.92681

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del rio Tingo presenta evidencias para afirmar

que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro contenido de hierro a un nivel de confianza de 95%.

Cobre (ppm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El contenido de cobre del agua del río Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 0.2 ppm

H1: El contenido de cobre del agua del río Tingo si supera el ECA mayor > 0.2 ppm.

Tabla 24. Estadísticas para contenido de cobre del agua del río Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Cobre	10	2.31000	.041366	.013081

Tabla 25. Prueba de t para contenido de cobre del agua del río Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.02						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Cobre	175,064	9	,000	2.290000	2.26041	2.31959

Si existe diferencia significativa según el valor de t 175.064 que es positivo, se acepta la hipótesis H1, por lo que el agua del río Tingo presenta evidencias para afirmar que si supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro contenido de cobre a un nivel de confianza de 95%.

Zinc (ppm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El contenido de zinc del agua del río Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 2 ppm

H1: El contenido de zinc del agua del rio Tingo si supera el ECA mayor > 2 ppm.

Tabla 26. Estadísticas para contenido de zinc del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Zinc	10	.01520	.003645	.001153

Tabla 27. Prueba de t para contenido de zinc del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 2						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Zinc	-1721,759	9	,000	-1.984800	-1.98741	-1.98219

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del rio Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro contenido de zinc a un nivel de confianza de 95%.

Fosfato (ppm)

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El contenido de fosfato del agua del rio Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 1.0 ppm

H1: El contenido de fosfato del agua del rio Tingo si supera el ECA mayor > 1.0 ppm.

Tabla 28. Estadísticas para contenido de fosfato del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Fosfato	10	13.62900	7.023025	2.220875

Tabla 29. Prueba de t para contenido de fosfato del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Fosfato	5,686	9	,000	12.629000	7.60503	17.65297

Si existe diferencia significativa según el valor de t igual 5.686 que es positivo, se acepta la hipótesis H1, por lo que el agua del rio Tingo presenta evidencias para afirmar que si supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro contenido de fosfato a un nivel de confianza de 95%.

Coliformes totales

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El contenido de coliformes totales del agua del rio Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 5000 NMP

H1: El contenido de coliformes totales del agua del rio Tingo si supera el ECA mayor > 5000 NMP.

Tabla 30. Estadísticas para coliformes totales del agua del rio Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coliformes Totales	10	2.20000	1.032796	.326599

Tabla 31. Prueba de t para coliformes totales del agua del rio Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 5000						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Coliformes Totales	-15302,575	9	,000	-4,997.800000	-4,998.53882	-4,997.06118

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del río Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro contenido de coliformes totales a un nivel de confianza de 95%.

Coliformes fecales

La hipótesis estadística planteada fue:

Ho: El contenido de coliformes fecales del agua del río Tingo no supera el ECA cuyo valor es menor o igual ≤ 5000 NMP

H1: El contenido de coliformes fecales del agua del río Tingo si supera el ECA mayor > 5000 NMP.

Tabla 32. Estadísticas para coliformes fecales del agua del río Tingo

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coliformes Fecales	10	2.20000	.632456	.200000

Tabla 33. Prueba de t para coliformes fecales del agua del río Tingo

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 5000						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Coliformes Fecales	-24989,000	9	,000	-4,997.800000	-4,998.25243	-4,997.34757

No existe diferencia significativa según el valor 0.000, se acepta la hipótesis Ho, por lo que el agua del río Tingo presenta evidencias para afirmar que no supera el estándar de calidad ambiental para agua de riego y bebida de animales para el parámetro contenido de coliformes fecales a un nivel de confianza de 95%.

4.4. Discusión de resultados

En la presente investigación se encontró que los parámetros coliformes totales, coliformes fecales, conductividad eléctrica, temperatura, pH, salinidad, Al, Fe, Mn y Zn se encuentran por debajo del límite máximo permitido y en cuanto al Cu, fosfato y dureza sobrepasan ligeramente los límites máximos permitidos, este reporte concuerda con los reportado en la cuenca del río Huariaca donde según Huamán y Ramos (2009) reportaron que no existe contaminación de las aguas y pueden ser usadas para la actividad agrícola y pecuaria.

Huamán y Ramos (2009) estudiando la contaminación del río Tingo no encontraron contaminación alguna, diez años después se aprecia una ligera contaminación por Cu, fosfatos y dureza por lo que es importante tomar las medidas correctivas.

Monteagudo (2015), menciona que las actividades antropogénicas son las principales causas de la contaminación de los ríos, especialmente por el aumento en la densidad poblacional de las zonas altas del Perú donde se desarrolla la minería.

Anchundia (2019) recomienda concientizar a la población para no contaminar las aguas arrojando contaminantes en los ríos, lagos, mares a su vez hay que promover investigaciones para estudiar profundamente los metales que contaminan el agua para uso agrícola y de qué forma se puede disminuir su presencia en cuerpos de agua destinados para el riego.

Pacori (2018) reporta que la presencia adecuada de fósforo en el agua de riego es crucial para asegurar un suministro adecuado de este nutriente a las plantas durante su ciclo de crecimiento. El fósforo es esencial en la fase inicial de desarrollo de las raíces, promueve un enraizamiento fuerte y estimula el crecimiento vegetativo. Es importante monitorear los niveles de fósforo en el agua de riego para asegurarse de que cumpla con los requerimientos de las

plantas cultivadas. Sin embargo, en nuestra investigación se detectó un exceso de fosfato lo cual podría ser perjudicial.

Almanchi y Guachi (2020) mencionan que el contenido de cobre puede prevenir enfermedades en las plantas, pero el agua dura es aquella que contiene altas concentraciones de sales minerales, especialmente calcio y magnesio. Estas sales se depositan en los sistemas de riego y en el suelo, lo que puede tener impactos negativos en la agricultura, en la presente investigación se encontró una ligera dureza de agua por lo que se debe manejar bien los sistemas de riego para prevenir daños en los cultivos.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados del monitoreo de aguas de la microcuenca del río Tingo y teniendo en cuenta el D.S. 002-2008-MINAM, nos indica que el estado de calidad de agua como sigue:
- Desde el punto de vista físico, la conductividad eléctrica, pH y la temperatura cumplen con los estándares de calidad ambiental de agua para riego y bebida de animales.
- Desde el punto de vista químico el contenido de cobre, fosfato y dureza sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua de riego y bebida animal, la salinidad, aluminio, hierro, manganeso y zinc no superan los límites permisibles por lo que pueden ser usados para riego de cultivos y para bebida de animales.
- Desde el punto de vista microbiológico en todos los puntos muestreados el agua cumple con el estándar de calidad ambiental categoría tres, para agua de riego y bebida de animales por lo tanto no existe peligro de usarlo en la actividad agropecuaria.

RECOMENDACIONES

Por los resultados y conclusiones obtenidos en la presente investigación se recomiendan:

Concientizar a los pobladores de los lugares aledaños a la microcuenca del río Tingo a que sigan conservado el recurso agua.

- Seguir realizando monitoreos constantes a las aguas del río Tingo para tomar las medidas correctivas si fuere al caso.
- El gobierno regional, la municipalidad provincial y los gobiernos locales deben de realizar campañas de conservación del medio ambiente especialmente de los recursos hídricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Almachi Tipán, S. P., & Guachi Guachi, T. L. (2020). Evaluación de la calidad del agua en sectores productores de brócoli (*Brassica oleracea*), en la parroquia Guaytacama, del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, periodo 2019–2020 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).).
- Andrews, L (2001). Métodos de análisis de parámetros del agua, 7^o edición, Madrid España.
- APHA/AWWAWAB. (1999). Métodos estándares de análisis de agua. American public. Health amociation, NW. washington. USA.
- Archundia S. (2019). “Elementos químicos que afectan la calidad del agua para uso agrícola” (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019).
- Binchi. F (2009). Calidad de aguas en la microcuenca del río Tingo. Boletín participación N°21, Cerro de Pasco Perú.
- Bujan D (1997). Análisis de agua. <http://www.scielop.org/scielo.php?monografias.com>.
- 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 la OMS.
- Carranza, G. V. G., & Sánchez, J. R. V. (2019). La importancia del reconocimiento legal de la consulta previa a comunidades campesinas en el Perú. Lex-revista de la facultad de derecho y ciencias políticas, 16(22), 69-84.
- Correa Cuba, O., Fuentes Bernedo, F. E., & Coral Surco, R. G. (2021). Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray-Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú, 87(1), 26-38.
- Empresa Consultora Canadiense Lorax (1997). Caracterización Climatológica del lago Junín, Perú.

- Espinoza (1997). Inventario y análisis de pozos de agua subterráneo en castillo grande y brisas del Huallaga – tingo maría. Tesis ing. recursos naturales renovables, UNAS. Tingo maría. Perú.
- Flores, C, Sabogal, A (2006). Manual de ecología, practicas, pontificia universidad católica del Perú, Lima - Perú.
- Garau LLeonart (2009). Control de la calidad de rendimiento para el estudio del impacto por metales en la cuenca con actividad minera del Jequetepeque. Perú.
- Gonzalez, M,L,I.Gutierrez.J (2005). Método grafico para la evaluación de la calidad microbiológica de las aguas recreativas. Centro Habana, cip.10300. Cuba.
- Huamán J. y Ramos E. (2009). Caracterización de las aguas con fines de agricultura de la cuenca del Huallaga-Huariaca-Pasco. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Isem Posello (2011). Estudio experimental de la movilidad de metales pesados en sedimentos de la cuenca del Jequetepeque. Perú.
- Kemmer (1989). Agua de pozos. Ediciones mundi prensa. Barcelona - España.
- Ministerio del Ambiente (2013). Resolución ministerial N.º 099 - 2013 – MEN/DM, encargan a la empresa estatal activos mineros sac ejecutar la remediación de los pasivos ambientales mineros de diversos proyectos ubicados en las regiones de Ancash, Lima, Cajamarca, Huancavelica, Pasco, Junín e Ica.
- Monteagudo Quispe, M. A. (2015). Análisis comparativo de los índices de calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas.
- Organismo Mundial de Salud. OMS (2009). Límites permisibles para uso de aguas de consumo GINEBRA.
- Pacori K. (2018). Calidad fisicoquímico y bacteriológico del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco.
- Rhinheimer G (1987). Microbiología de aguas. Editorial acribia S.A Zaragoza. España.
- Seanez (1999). Aguas residuales. Ediciones mundi prensa. Barcelona – España.

Senamhi (2023). Pronóstico del tiempo a nivel nacional. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico>

Venturini, L, ET AL (2006). Cryptosporidium parvum en animales domésticos y en monos de un zoológico. *Parazitología Latinoamericana*.

Water Management Consultants Perú S.A (2008). Plan de cierre integral de pasivos. Informe N° 611 – 2008 -MEN – AAM/SDC/ABR/RST. Pasco Perú.

ANEXOS

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
Josué Hernán Inga Ortiz	Ingeniero agrónomo	Docente Universitario	Validación de instrumento para tesis	Gelem Luz, GUERRA RIVERA y Genry, YUPARI VARGAS
Título de la tesis: "Estudio de calidad de agua para la actividad agrícola en las comunidades campesinas de la microcuenca del río Tingo – Cerro de Pasco"				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21- 40%	Buena 41- 60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Se trata de un Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%

Cerro de Pasco, 25 de mayo de 2023	20084034	 UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION Escuela de Formación Profesional Agronomía SEDE - YANAHUANC  Mg. Josué Hernán INGA ORTIZ	971231179
Lugar y Fecha	Nº DNI	Firma del experto	Nº Celular

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
	Ingeniero agrónomo	Docente Universitario	Validación de instrumento para tesis	Gelem Luz, GUERRA RIVERA y Genry, YUPARI VARGAS
Título de la tesis: "Estudio de calidad de agua para la actividad agrícola en las comunidades campesinas de la microcuenca del río Tingo – Cerro de Pasco"				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21- 40%	Buena 41- 60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Se trata de un Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%

Cerro de Pasco, 25 de mayo de 2023			
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
	Ingeniero agrónomo	Docente Universitario	Validación de instrumento para tesis	Gelem Luz, GUERRA RIVERA y Genry, YUPARI VARGAS
Título de la tesis: "Estudio de calidad de agua para la actividad agrícola en las comunidades campesinas de la microcuenca del río Tingo – Cerro de Pasco"				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21- 40%	Buena 41- 60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Se trata de un Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%

Cerro de Pasco, 25 de mayo de 2023			
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular

Datos resultados del análisis

PUNTOS DE EVALUACION (Datos promedio)											
LUGAR	BOTADERO RUMIALLANA	CRUCE PALLANCHACRA Y MALAUCAYAN	TINGO PALCA	PUNCUY	ANASQUIZQUE	YANATAMBON	JUNIPALCA	CHALGUAYO	PALLANCHACRA	SALCACHUPAN	PROMEDIO
pH	8.36	8.27	8.32	8.72	8.35	8.45	8.17	8.35	8.28	8.31	8.36
DO (ppm)	22.59	24.33	13.60	20.84	23.78	17.46	12.29	7.82	10.69	27.81	18.12
Conductividad (u.S.cm)	1008.50	523.00	414.00	539.00	514.00	311.67	304.05	134.00	114.00	514.50	437.67
Dureza (ppm)	504.50	262.00	207.33	270.00	257.00	155.67	204.25	67.00	57.50	257.50	224.28
Temperatura (°C)	9.87	11.23	13.22	13.81	11.16	13.18	14.93	15.75	15.84	14.87	13.39
Salinidad PSU	0.23	0.24	0.21	0.24	0.23	0.25	0.25	0.27	0.28	0.28	0.25
Al (ppm)	0.03	0.025	0.02	0.018	0.018	0.015	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02
Fe (ppm)	0.1	0.1	0.08	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.01	<0.01	0.05
Mn (ppm)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cu (ppm)	2.36	2.36	2.34	2.34	2.32	2.31	2.29	2.28	2.25	2.25	2.31
Zn (ppm)	0.02	0.02	0.018	0.016	0.016	0.015	0.015	0.012	0.01	0.01	0.02
Fosfato (ppm)	14.22	21.34	15.63	10.06	28.32	12.41	9.46	10.34	11.76	2.75	13.63
Coliformes totales (NMIP)	4	3	3	2	1	1	2	2	3	1	2
Coliformes fecales (NMIP)	2	3	3	3	2	2	2	1	2	2	2

Fuente: Laboratorio del CICA.



Preparando el material para la toma de muestra



Toma de muestra Botadero Rumiallana



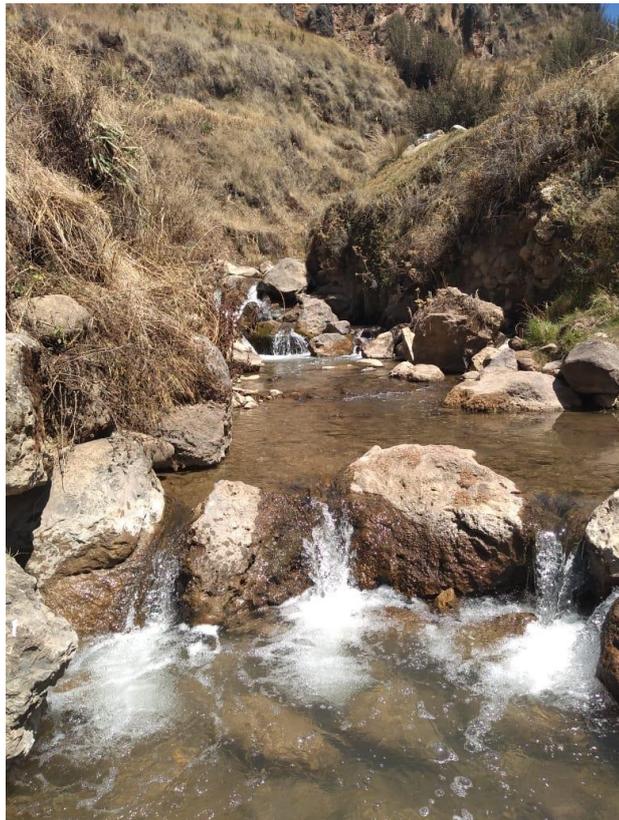
Toma de muestra Tingo Palca



Toma de muestra Tingo Palca



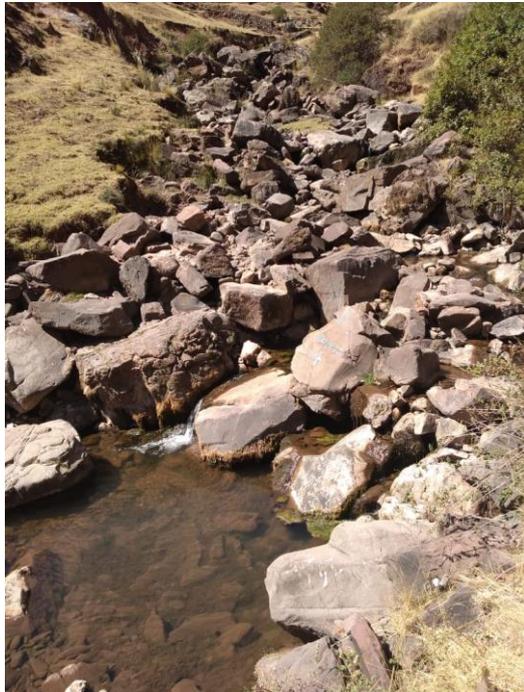
Toma de muestra Botadero Rumiallana



Toma de muestra Anasquizque



Toma de muestra Chalguayo



Toma de muestra Junipalca



Toma de muestra Yanatambon



Toma de muestra Pallanchacra



Toma de muestra Salcachupan