



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUÍMICA

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA
COMUNIDAD TAMBOHUASHA RESERVA CHIMBORAZO PARA
USO AGRÍCOLA

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORA: LISSETH KARINA GODOY HERNÁNDEZ

DIRECTOR: ING. FREDDY ARMIJOS ARCOS MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Lisseth Karina Godoy Hernández

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Lisseth Karina Godoy Hernández declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 Julio de 2023

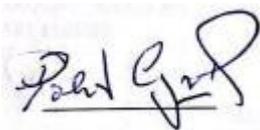


Lisseth Karina Godoy Hernández

C.I. 230068372-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA COMUNIDAD TAMBOHUASHA RESERVA CHIMBORAZO PARA USO AGRÍCOLA**, realizado por la señorita **LISSETH KARINA GODOY HERNÁNDEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-07-13
Ing. Freddy Marco Armijos Arcos MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-13
Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe PhD ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-13

DEDICATORIA

Este logro es para Dios quien estuvo ahí siempre dándome salud, sabiduría y mucha fortaleza porque sin él no hubiera podido cumplir esta meta. A mis padres Adriana Hernández y Manuel Godoy por el apoyo incondicional, por los consejos que me dieron en toda esta etapa de mi vida universitaria, gracias por tanto mamá y papá. A mi esposo Oscar Guastay quien estuvo apoyándome constantemente en mis últimos semestres de la carrera, gracias amor por la paciencia y el apoyo incondicional. A la mejor hermana que Dios me regalo Lisseth Godoy, gracias por siempre estar para mi apoyándome cada día eres una de las personas con quien más me quedo agradecida en toda esta etapa de mi vida y a mis mejores amigos de la carrera Ivette, Paola, Carlos, Jonnathan quienes fueron las personas que siempre estuvieron apoyándome con un consejo, dándome ánimos y por los momentos compartidos juntos, gracias chicos son las mejores personas que uno puede conocer en la vida.

Karina

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por acogerme en las aulas de clase y formarme no solo como profesional sino también como persona. Al Ing. Freddy Armijos, director de mi Trabajo de Integración Curricular y la Dra. Magdy Echeverría PhD, por compartirme y apoyarme con sus admirables conocimientos.

Karina

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.1. <i>Problema general de la investigación</i>	2
1.1.2. <i>Problemas específicos de la investigación</i>	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. <i>Justificación teórica</i>	3
1.3.2. <i>Justificación metodológica</i>	3
1.3.3. <i>Justificación práctica</i>	4
1.4. Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. <i>Tipos de agua</i>	5
2.2.2. <i>Agua</i>	6
2.2.3. <i>Agua para uso agrícola</i>	7
2.2.4. <i>El uso de agua en la agricultura</i>	7
2.2.5. <i>La agricultura</i>	7
2.2.6. <i>Calidad de agua</i>	7
2.2.7. <i>Calidad de agua con fines de riego</i>	8

2.2.8.	<i>Calidad de agua subterránea para riego</i>	8
2.2.9.	<i>Efecto de agua de riego contaminada</i>	8
2.2.10.	<i>Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego</i>	9
2.2.11.	<i>Parámetros químicos de la calidad del agua</i>	9
2.2.12.	<i>Parámetros físicos del agua</i>	9
2.2.12.1.	<i>pH (Potencial de hidrogeno)</i>	9
2.2.12.2.	<i>Temperatura</i>	9
2.2.12.3.	<i>Conductividad eléctrica (CE)</i>	10
2.2.12.4.	<i>Sólidos totales disueltos</i>	10
2.2.13.	<i>Parámetros químicos</i>	10
2.2.13.1.	<i>Bicarbonatos (CO₃H)</i>	10
2.2.13.2.	<i>Sulfatos</i>	10
2.2.13.3.	<i>Cloruros</i>	11
2.2.13.4.	<i>Calcio</i>	11
2.2.13.5.	<i>Magnesio</i>	11
2.2.13.6.	<i>Sodio</i>	11
2.2.13.7.	<i>RAS</i>	11
2.2.13.8.	<i>Potasio (K)</i>	12
2.3.	Base legal	12
2.3.1.	<i>Protección, recuperación y conservación de fuentes</i>	12
2.3.2.	<i>Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua</i>	13
2.3.3.	<i>NTE INEN 2 176. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.</i>	14

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1.	Enfoque de investigación	15
3.2.	Nivel de investigación	15
3.3.	Diseño de la investigación	15
3.4.	Hipótesis de las variables	16
3.5.	Localización de estudio	16
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	17
3.6.1.	<i>pH</i>	17
3.6.2.	<i>Conductividad eléctrica (C.E)</i>	17
3.6.3.	<i>Sólidos disueltos totales (STD)</i>	17
3.7.	Parámetros químicos	18
3.7.1.	<i>Bicarbonatos (HCO₃-)</i>	18

3.7.2.	<i>Cloruros (Cl-)</i>	18
3.7.3.	<i>Sodio (Na+)</i>	19
3.7.4.	<i>Calcio (Ca)</i>	19
3.7.5.	<i>Magnesio (Mg)</i>	20
3.7.6.	<i>Boro (B3+)</i>	20
3.7.7.	<i>Nitratos (NO3)</i>	21
3.7.8.	<i>Sulfatos</i>	21

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	22
4.1.	Zonificación de la vertiente de la comunidad Tambohuasha	22
4.2.	pH	23
4.3.	Solidos totales disueltos (SDT)	25
4.4.	Conductividad eléctrica	27
4.5.	Bicarbonatos	29
4.6.	Cloruros	31
4.7.	Sodio	33
4.8.	Magnesio	35
4.9.	Calcio	36
4.10.	Boro	38
4.11.	Sulfatos	40
4.12.	Nitratos	41
4.13.	Ras	43
4.14.	Discusión	45

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1.	Conclusiones	47
5.2.	Recomendaciones	48

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Tipos de agua	6
Tabla 2-2:	Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego	13
Tabla 4-1:	Índice de estaciones meteorológicas	22
Tabla 4-2:	Área y zona de influencia de la vertiente	22
Tabla 4-3:	Puntos de monitoreo macro invertebrados	23
Tabla 4-4:	Datos obtenidos de pH en los meses junio, julio, diciembre y enero.....	23
Tabla 4-5:	Análisis del pH en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	23
Tabla 4-6:	Análisis del pH en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	24
Tabla 4-7:	Datos obtenidos de los sólidos totales disueltos (SDT) en los meses junio, julio, diciembre y enero.....	25
Tabla 4-8:	Análisis de los sólidos totales disueltos (SDT) en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	25
Tabla 4-9:	Análisis del pH en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	25
Tabla 4-10:	Datos obtenidos de la conductividad eléctrica (CE) en los meses junio, julio, diciembre y enero.....	27
Tabla 4-11:	Análisis de la conductividad eléctrica (CE) en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	27
Tabla 4-12:	Análisis de la conductividad eléctrica (CE) en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero	27
Tabla 4-13:	Datos obtenidos de los bicarbonatos en los meses junio, julio, diciembre y enero	29
Tabla 4-14:	Análisis de los bicarbonatos en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	29
Tabla 4-15:	Análisis del pH en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	29
Tabla 4-16:	Datos obtenidos de los cloruros en los meses junio, julio, diciembre y enero..	31
Tabla 4-17:	Análisis de los cloruros en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	31
Tabla 4-18:	Análisis de los cloruros en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	31
Tabla 4-19:	Datos obtenidos del sodio en los meses junio, julio, diciembre y enero.....	33
Tabla 4-20:	Análisis de los cloruros en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	33

Tabla 4-21:	Análisis de los cloruros en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	33
Tabla 4-22:	Datos obtenidos del magnesio en los meses junio, julio, diciembre y enero	35
Tabla 4-23:	Análisis del magnesio en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero .	35
Tabla 4-24:	Análisis del magnesio en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	35
Tabla 4-25:	Datos obtenidos del calcio en los meses junio, julio, diciembre y enero.....	36
Tabla 4-26:	Análisis del calcio en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	37
Tabla 4-27:	Análisis del calcio en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	37
Tabla 4-28:	Datos obtenidos del boro en los meses junio, julio, diciembre y enero	38
Tabla 4-29:	Análisis del boro en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	38
Tabla 4-30:	Análisis del boro en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	38
Tabla 4-31:	Datos obtenidos de los sulfatos en los meses junio, julio, diciembre y enero...	40
Tabla 4-32:	Análisis de los sulfatos en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	40
Tabla 4-33:	Análisis de los sulfatos en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	40
Tabla 4-34:	Datos obtenidos de los nitratos en los meses junio, julio, diciembre y enero ...	41
Tabla 4-35:	Análisis de los nitratos en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	41
Tabla 4-36:	Datos obtenidos del RAS en los meses junio, julio, diciembre y enero.....	43
Tabla 4-37:	Análisis del RAS en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero	43
Tabla 4-38:	Análisis del RAS en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Localización del área de estudio (Comunidad Tambohuasha).....	16
Ilustración 3-2:	pH.....	17
Ilustración 3-3:	Conductividad eléctrica.....	17
Ilustración 3-4:	Sólidos disueltos totales.....	17
Ilustración 3-5:	Bicarbonatos.....	18
Ilustración 3-6:	Cloruros.....	18
Ilustración 3-7:	Sodio.....	19
Ilustración 3-8:	Calcio.....	19
Ilustración 3-9:	Godoy; Karina, 2023.....	20
Ilustración 3-10:	Boro.....	20
Ilustración 3-11:	Nitratos.....	21
Ilustración 3-12:	Sulfatos.....	21
Ilustración 4-1:	Análisis de ANOVA del pH.....	24
Ilustración 4-2:	Análisis de ANOVA de los Sólidos Totales Disueltos (SDT).....	26
Ilustración 4-3:	Análisis de ANOVA de la conductividad eléctrica (CE).	28
Ilustración 4-4:	Análisis de ANOVA de bicarbonatos.....	30
Ilustración 4-5:	Análisis de ANOVA de cloruros.....	32
Ilustración 4-6:	Análisis de ANOVA del sodio.....	34
Ilustración 4-7:	Análisis de ANOVA del magnesio.....	36
Ilustración 4-8:	Análisis de ANOVA del calcio.....	37
Ilustración 4-9:	Análisis de ANOVA del boro.....	39
Ilustración 4-10:	Análisis de ANOVA de sulfatos.....	41
Ilustración 4-11:	Análisis de ANOVA de nitratos.....	42
Ilustración 4-12:	Análisis de ANOVA del RAS.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: CÁLCULOS

ANEXO B: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL
MES DE JUNIO

ANEXO C: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL
MES DE JULIO

ANEXO D: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL
MES DE DICIEMBRE

ANEXO E: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL
MES DE ENERO

RESUMEN

El presente trabajo cuyo objetivo principal fue caracterizar la calidad de agua de la comunidad Tambohuasha Reserva Chimborazo para uso agrícola. Directamente de la vertiente se procedió a tomar las muestras de agua en botellas ámbar estéril de 1 litro y conservando las muestras refrigeradas dentro de un cooler para llevar a analizar los parámetros de los niveles de calidad de agua para riego determinados en el anexo 1 libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso, son: pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (SDT), mediante el equipo multiparámetro, bicarbonatos, cloruros mediante titulación, sodio, calcio, magnesio, boro, nitratos, sulfatos mediante absorción atómica en los meses de junio, julio, diciembre del 2022 y enero 2023. El análisis estadístico se utilizó ANOVA el cual nos dio el resultado de cada parámetro para así poderlo comparar en época seca (junio-julio) y época lluviosa (diciembre-enero). Concluyendo en base a la metodología RAS la evaluación de calidad de agua se encuentra en un rango ligero-moderado, mediante la comprobación de la hipótesis lo cual indica que el agua si es apta para uso agrícola aceptándose la hipótesis alterna. El presente trabajo se debe socializar para concientizar a los habitantes de la vertiente de la comunidad Tambohuasha Reserva Chimborazo de la parroquia San Juan.

Palabras clave: <USO AGRÍCOLA>, <MUESTRAS>, <CALIDAD>, <AGUA>, <INFILTRACIÓN>

1622-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The main objective of this work is to characterize the water quality of the Tambohuasha Chimborazo Reserve community for agricultural use. Directly from the slope, water samples were taken in sterile amber bottles of 1 liter and keeping refrigerated the sample inside a cooler to analyze the parameters of the quality levels of water for irrigation determined in Annex 1 Book VI of the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment: Environmental quality standard and discharge of effluents to the resource, are pH, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), through multiparameter equipment, bicarbonates, chlorides by titration, sodium, calcium, magnesium, boron, nitrates, sulfates by atomic absorption in the months of June, July, December 2022 and January 2023. The statistical analysis used ANOVA gave us the result of each parameter in order to compare it in the dry season (June-July) and the rainy season (December-January). In conclusion, based on the RAS methodology, the evaluation of water quality is in a light-moderate range. Checking the hypothesis indicates that the water is suitable for agricultural use accepting the alternative hypothesis. The present work should socialize to raise awareness among the inhabitants of the Tambohuasha Reserve Chimborazo community of the San Juan parish.

Keywords: <AGRICULTURAL USE>, <SAMPLES>, <QUALITY>, <WATER>, <INFILTRATION>.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison Ruiz López', with a horizontal line underneath.

Lic. Edison Renato Ruiz López

C.I. 060395704-4

INTRODUCCIÓN

En todo el universo y hace mucho tiempo, el género humano ha intentado mejorar su estilo de vida y tratando de mejorar sus necesidades básicas. Desde civilizaciones antiguas se ha venido comprobando mediante la percepción distribuir mejor su tiempo, los seres humanos se dedican a ampliar tecnologías como elaboración de un sistema de riego que permite dar mejoramiento a la producción agrícola y por tanto su calidad de vida. Hoy en día se puede decir que el agua de riego es un recurso muy útil para plantas, animales y seres humanos, cuya distribución racional depende de un equilibrio armonioso con nuestro medio ambiente (Sánchez, 2019, p.256).

El uso de agua con el pasar del tiempo ha ido aumentando debido al crecimiento de la población, desde el año 1980 a nivel mundial aproximadamente ha ido aumentándose con el 1% cada año (Junguo et al., 2017, pp.545-559).

Ventajosamente, en Ecuador se dieron cuenta que hace algunos años atrás es muy importante para el desarrollo agrícola sostenible, que se necesita una muy buena operación de agua y también buenas técnicas de cultivo. Sin embargo, aún hay mucha labor por hacer en lo que es el campo de la agricultura y el riego. Por otra parte, en el medio ambiente, se siguen habiendo dificultades presentes relacionados con el desperdicio y el muy mal uso del agua de riego y la ausencia de capital para invertir (Cáceres, 2012, pp.29-30).

Los volúmenes disponibles de agua dulce para uso agrícola y urbano-industrial a nivel mundial han disminuido considerablemente debido al uso excesivo de aguas superficiales y subterráneas destinadas al uso agrícola para la producción de alimentos de una población en constante crecimiento (Villacrés, 2011, p. 47).

La calidad de agua es uno de los factores más importantes en la producción intensiva de cultivos después de la disponibilidad del agua, por la cual se puede dividir en química y agronómica. Esta, puede tener un uso muy extenso, está proporcionada por los totales de sales y la proporción de diferentes iones que ésta tiene en solución; su conocimiento permite determinar si se puede recomendar con fines domésticos, industriales, pecuarios y/o agrícolas (Baccaro, Degorgue, Lucca, Picone, Zamuner y Andreoli, 2006).

La calidad del agua para uso agrícola es un término usado para indicar la beneficio o limitación de su empleo fines de riego de cultivos agrícolas, para determinar en general como base para las características químicas del agua: tolerancia de los cultivos a sales, propiedades del suelo, condiciones de manejo del suelo y del agua y las condiciones climáticas (Palacios, 2012).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo ubicada en la parroquia San Juan existe una vertiente de captación de agua para riego donde existen escombros de tierra alrededor, no hay un cercado adecuado y hay mayor cantidad de materia orgánica ya que existe intervención de zona ganadera. Esta investigación es de mucha importancia ya que es significativa para los habitantes de la comunidad de manera que ellos se podrán ayudar en la parte económica ya que tendrán sus propios sembríos. No existe un estudio de esta agua ya que aparentemente esta puede ser de buena calidad

Se analizarán parámetros físicos como: conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (SDT), pH y parámetros químicos como: cloruros, bicarbonatos, sodio, calcio, magnesio, boro, sulfuro y nitratos para saber si esta agua es apta para uso agrícola.

El agua para uso agrícola es útil para la vida ya que esta es útil para regar a diario las plantas y para que puedan consumir los animales ya que de esta agua dependerá el tipo de cosecha buena o mala que consumiremos así mismo como el tipo de carne que da el ganado. Debido a esto es que existen en gran parte enfermedades a nivel mundial ya que no se trata las aguas para una mejor calidad de vida.

1.1.1. *Problema general de la investigación*

¿Es la calidad de agua de la comunidad Tambohuasha de la reserva Chimborazo apta para el uso agrícola?

1.1.2. *Problemas específicos de la investigación*

¿Cómo se hará la zonificación de la vertiente de agua natural en la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo?

¿Se podrá analizar los parámetros de calidad de agua para uso agrícola propuestos por el RAS, salinidad e infiltración?

¿Cuál es la evaluación de la calidad de agua mediante la metodología RAS para uso agrícola?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Caracterizar la calidad de agua de la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo para uso agrícola.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Zonificar la vertiente de agua natural en la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo.
- Analizar los parámetros de calidad de agua para uso agrícola propuestos por el RAS, salinidad e infiltración.
- Evaluar la calidad de agua mediante la metodología RAS para uso agrícola.

1.3. Justificación

1.3.1. *Justificación teórica*

Es de vital importancia saber si esta agua servirá para uso agrícola, ya que si el agua se encuentra con un alto contenido de contaminantes podría provocar daños a la salud de las personas que consuman estos productos agrícolas. Por lo tanto, nos basaremos en la normativa del TULSMA y en la metodología RAS para la comparación de medias. Por otro lado, el bajo rendimiento de los productos agrícola provoca pérdidas económicas para las personas agricultoras. No se han hecho estudios sobre la calidad de agua en la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo. Por lo tanto, este estudio va a servir de base para mejorar la calidad de vida.

1.3.2. *Justificación metodológica*

La siguiente investigación se realizará mediante análisis físico-químico de laboratorio por titulaciones y absorción atómica según la norma de calidad de agua con fines de uso agrícola de la zona que se va a estudiar, para lograr obtener un buen resultado de la problemática si esta agua será perjudicial o no para las plantas y animales que hay alrededor de la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo.

1.3.3. *Justificación práctica*

Para la presente investigación se cuenta con el asesoramiento técnico científico del grupo de investigación GIDAC (Grupo de Investigación y Desarrollo por el Ambiente y Cambio climático) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), en el Proyecto “Medios de vida como estrategia para la planificación y gestión en la adaptación basada en ecosistemas – PACHA

1.4. Hipótesis

La calidad de agua de la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo es apta para uso agrícola.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En lo que respecta a la calidad de agua para riego Palacios, & Aceves (1970, pp.5) señalan que la conveniencia o limitación de la utilización del agua para riego en siembras agrícolas, cuya determinación habitualmente se toman características químicas, pero en la actualidad se emplea riego por goteo, aspersión o micro-aspersión lo cual es apreciable considerar características físicas.

En “Determinación físico química y recomendación de sistemas de tratamiento de las aguas del canal de riego de Tumbaco” García (2002, pp.5-6) indica que el objetivo importante de esta averiguación fue determinar las aguas del canal de riego de Tumbaco mediante el análisis físico-químico y de las mismas para consecutivamente recomendar sistemas de tratamiento que excluyan sustancias que dañen a los cultivos y a la población. Se debe determinar la ubicación de los puntos de muestreo, así mismo, el número de muestras.

Aceves (2011, p. 40) menciona que la calidad de agua es significativa en la producción de cultivo, por la cual se puede decir que esta es agronómica y química. La calidad química del agua, puede tener varia utilidad, está proporcionada por los totales de sales y el equilibrio de diferentes iones que ésta tiene en solución; su respectivo análisis nos permite determinar si se puede usar con fines domésticos, industriales, pecuarios y/o agrícolas. Los inconvenientes que problematizan continuamente en el caso del riego de cultivos, es generalmente que no se explica con qué calidad química se debe usar el agua, sino que sencillamente se da valor a la calidad agronómica expresada por: cultivo a regar, condiciones climatológicas, métodos de riego, condiciones de drenaje del suelo y prácticas de manejo de agua, suelo y flora.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Tipos de agua

El agua es un recurso natural muy necesario para la vida, tiene ciertas características las cuales pueden ser químicas, físicas y biológicas. En la tabla 1 se muestran algunos tipos de agua con su respectiva definición (Zarza, 2023).

Tabla 2-1: Tipos de agua

Tipo de agua	Definición
Agua dulce	Esta se encuentra en capas de hielo en la superficie de la tierra y como agua subterránea en acuíferos por debajo de la tierra.
Agua salada	Es más conocida como agua de mar, se la puede localizar en mares y océanos.
Agua potable	Esta agua puede ser consumida sin ningún problema para nuestra salud ya que fue tratada.
Agua dura	También conocida como agua calcárea, tiene altos niveles de minerales disueltos en especial calcio y magnesio.
Agua blanda	Esta disuelta en muy pocas cantidades de sales
Agua salobre	Puede contener de 0,5 y 30 gramos de sal por litro, esta agua tiene una salinidad entre el agua de mar y el agua dulce.
Agua destilada	Esta agua pasa por un proceso de purificación o también es limpiada a través de una destilación.
Aguas residuales	Este tipo de agua es afectada negativamente por la influencia antropogénica y se da en cualquier tipo de agua.
Aguas negras	Estas son las que se contaminan mediante las heces u orina.
Aguas grises	Son las aguas que usamos a diario para uso doméstico y se las puede diferenciar ya que tienen un aspecto turbio.
Agua bruta	Estas aguas las podemos encontrar en fuentes, superficies, reservas naturales ya que no han recibido ningún tratamiento

Fuente: (Zarza, 2023).

2.2.2. Agua

El agua es un elemento esencial para superar la pobreza y el hambre. Lo es también para aumentar la producción de alimentos, lograr la sustentabilidad y mejorar las condiciones de vida de la sociedad, tanto en el campo como en las ciudades, El agua es un compuesto que tiene ciertas características de gran significancia para la vida, tiene mucha abundancia en la naturaleza, su fórmula es H₂O y tiene como característica general cubrir el 71% de la superficie de la tierra y 4 km de espesor. El agua tiene propiedades como facilidad para disolver una gran cantidad de sustancias y tiene capacidad calorífica elevada (García, et al., 1989).

El agua aproximadamente tiene casi el 97,5% en los océanos y el 2,5% es de agua dulce, es el compuesto más abundante de la Tierra y es muy determinante en procesos físicos, químicos y biológicos. En cuanto a su composición química puede formar puentes de hidrogeno dando características únicas para la vida. Alrededor del 70% de agua potable disponible para el ser humano es utilizada en la agricultura, además se calcula que aumentará en un 14% en los próximos treinta años. (Fernández, 2012).

2.2.3. Agua para uso agrícola

Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental se deduce por agua de uso agrícola aquella usada para la ayuda de cultivos y otras diligencias conexas o complementarias que constituyan los organismos competentes (Ministerio del Ambiente, 2015).

El agua de uso agrícola incumbe al agua usada en los bienes protegidos por la norma y debido a su uso previsto o posible, conecta con el producto, o con las superficies de unión con el producto, incluyendo agua traída en actividades durante el cultivo, (como es el caso de agua agrícola, que se aplica en un técnica de contacto directo con la fruta o el vegetal, agua usada para preparar aplicaciones de cualquier entorno, agua para originar brotes) y el agua manejada en cosecha, envasado y almacenaje, (añadiendo el agua que se utiliza para el lavado o enfriado del producto cosechado y el agua usada para evadir la deshumedecimiento del producto) (SENASICA, 2017, p.4).

2.2.4. El uso de agua en la agricultura

El uso del agua es de mucha importancia para fomentar la agricultura ya que de esto nos dará alimentos para nuestro consumo humano, así como materias primas para las industrias, es necesario dar a conocer a las personas del uso de agua en la agricultura ya que de esta se aprovecha para cosechar buenos frutos y así evitar un deterioro en su calidad química, biológica y agronómica (Aceves, 1988 pp.570-571).

2.2.5. La agricultura

La agricultura ecuatoriana atraviesa una crisis que le imposibilita insertarse de manera efectiva dentro del contexto internacional. La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos como la actividad humana, desechos de animales, etc., se habla de contaminación que produce el animal con el estiércol que genera alrededor de la fuente o río que se vaya a analizar la calidad de agua (Brazales, 2000).

2.2.6. Calidad de agua

La calidad del agua es el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas, mientras tanto, la calidad de agua es uno de los elementos fundamentales de la calidad ambiental en sus distintas dimensiones, económica biofísica y social (Molden, 2007).

El grado de perturbación y potencial de restauración o preservación de la calidad de recurso hídrico está sujeto a las presiones de los seres humanos (Jiménez, 2010, p. 13).

En cuanto al control de calidad de agua es importante estudiarlo ya que este podrá causarnos enfermedades por la contaminación de esta (Severiche, Acevedo, & Jaime, 2015, p. 30).

2.2.7. *Calidad de agua con fines de riego*

Obtener la composición química de este procedimiento según su utilización. Hay una serie de criterios que detallan las concentraciones permisibles de cada ingrediente o indicador, calidad para diferente utilización. Por ejemplo, las reglas determinadas para que el agua pueda ser usada para abastecer a la localidad que necesita una cierta cantidad de elementos sin calidad comprometidos en los ciclos del nitrógeno y del fósforo (Rajendra et al., 2009, p. 4-5).

2.2.8. *Calidad de agua subterránea para riego*

La calidad del agua subterránea va a depender de algunos componentes, las acciones humanas, como la tipología del suelo, el terreno entre otros (Ramos, 2017 p. 8).

La calidad del agua de riego está definida por la composición de los componentes disueltos que contiene, además de esto por su concentración; en consecuencia, la calidad del agua es sumamente fundamental al averiguar condiciones de salinidad o contenido de sodio intercambiable en cualquier área de riego (Casillas, 2015, p 24).

2.2.9. *Efecto de agua de riego contaminada*

Las contaminaciones del agua plantean problemas potenciales para la salud pública y el medio ambiente, por lo que los países buscan métodos confiables, inocuos y eficaces en función de los costos, para depurar las aguas residuales. Por otro lado, el sector agropecuario ha tomado auge, dada la necesidad de implementación de técnicas limpias, que sean amigables con el medio ambiente. El riego con aguas residuales en la agricultura, se ha vuelto común en regiones áridas y semiáridas, debido a la baja disponibilidad de agua, pero su uso requiere de un monitoreo cuidadoso de parámetros de higiene (González et al, 2016, p. 22).

2.2.10. Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Una de las mejores calidades de agua para uso agrícola o para riego es la de reservorios, estas contienen contaminantes químicos, por lo tanto, es de mucha importancia conocer la calidad de agua para que no haya ningún problema en los cultivos, ya que estas pueden tener materiales pesados como el cobre y mercurio acidez (porcentaje de sodio intercambiable) y toxicidad (creando ciertos iones) (Anchundía, 2019, p. 27).

2.2.11. Parámetros químicos de la calidad del agua

Algunos de los parámetros químicos son la alcalinidad, cloruro, oxígeno disuelto, carbón orgánico, agroquímicos, contaminantes industriales o mineros y los metales pesados; también es de mucha importancia conocer los parámetros como conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (TDS), coeficiente de adsorción de sodio (RAS), estos se refieren a la tipología del agua de riego del contenido de sal en el agua. El ion de sodio en muy alto contenido en aguas de riego perjudica a la permeabilidad del suelo y causa problemas de infiltración (Lawson & Mistry, 2017).

2.2.12. Parámetros físicos del agua

2.2.12.1. pH (Potencial de Hidrogeno)

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución, se clasifica en pH ácido, neutro y básico. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ que están presentes en algunas sustancias, se clasifica en $pH < 7$ (menor que siete) es ácida, $= 7$ (neutro) es agua pura y > 7 (mayor que siete) es básico (Rumié et al, 2011, pp. 13-14).

En las aguas de riego se tiene un pH entre 6,5 y 8,4, mientras que los valores que están fuera de este rango indican un gran desequilibrio que puede causar daños a nuestro organismo y desnutrición, en cambio los pH bajos ocasionan corrosiones en los elementos metálicos (Pizarro, 1996, p. 10).

2.2.12.2. Temperatura

La variación de la temperatura tiene ciertas repercusiones en los parámetros físico-químicos por lo que de esta manera van a afectar la calidad de agua para uso agrícola, algunos factores son derivados al sistema de uso agrícola, variando la temperatura estacional o la temperatura diaria (UPM, 1997, p.12).

2.2.12.3. Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica mide la concentración de sales que contiene el agua para riego, dándonos como resultado la calidad de agua, está también varía con la temperatura. La conductividad eléctrica también nos da conocimiento de la cantidad de sólidos totales disueltos en ppm (Pérez L., 2011, p. 11).

2.2.12.4. Sólidos totales disueltos

Este no puede ser removido por un filtro tradicional ya que en su tamaño de la materia en una muestra de agua es más pequeña de 2 micrones. Los sólidos disueltos es la sumatoria de todos los minerales, metales y sales disueltas en el agua y es un excelente indicador de la calidad del agua, a la concentración esta agua se ve turbia y ya no va a tener el mismo sabor de la misma, produciendo enfermedades en nuestro intestino si es que esta es bebida (Sigler & Bauder, 2005, p. 16).

Los sólidos totales disueltos (SDT) tienen una composición de cloruros, bicarbonatos, sodio, potasio, calcio, magnesio, sulfatos y ciertas cantidades muy pequeñas de materia orgánicas (Pérez S., 2012, p. 12).

2.2.13. Parámetros químicos

2.2.13.1. Bicarbonatos (CO_3H)

En algunos casos en las plantas es muy observable el ion bicarbonato ya que este produce daños a bajas concentraciones osmóticas. Según estudios en ciertos cultivos demuestra que este ion bicarbonato daña a la absorción y el metabolismo de las plantas variando su naturaleza según sea la especie de planta (Estándares de Calidad Ambiental de Agua, 2008, p. 16).

2.2.13.2. Sulfatos

Los sulfatos después de los cloruros son los que tienen alto nivel de peligrosidad para el agua de uso agrícola, en varias ocasiones se le puede visualizar que en las hojas de las plantas existen ciertas quemaduras a su alrededor (Estándares de Calidad Ambiental de Agua, 2008, p. 16).

2.2.13.3. Cloruros

Estos tienen alta toxicidad ya que son sales muy solubles, el NaCl es una sal muy común en los suelos salinos, su presencia perjudica la solubilidad de otras sales que por efecto de ion común disminuye al aumentar la concentración de NaCl (Padilla, 2014, p. 22).

El exceso de anión cloruro en lo que respecta a el agua de riego producirá problemas como la toxicidad en los cultivos, las aguas de 140 a 350 mg/l van a ocasionar problemas leves, pero al pasar de los 350 mg/l ocasionaran problemas más graves (Pocoy, Y. 2015, p. 15).

2.2.13.4. Calcio

Al calcio se lo encuentra en gran cantidad en el agua de uso agrícola o agua de riego, ciertos problemas de permeabilidad se presentan en los primeros centímetros del suelo ya que debido al bajo contenido de calcio (Mujeriego, 1990, p. 13).

2.2.13.5. Magnesio

El magnesio en las plantas es muy tóxico en lo que es las concentraciones de suelo ya que presenta concentraciones isosmóticas de sales neutras (Personal del Laboratorio de Salinidad de los E.U.A.- 1985).

2.2.13.6. Sodio

Mediante el agua las plantas absorben al sodio, mientras el agua va filtrando en el suelo el sodio se va concentrando en las hojas, este si está a un 40 o 50 % puede producir alteraciones nutricionales afectando a nuestra salud (Rantner, 1994, p. 14).

2.2.13.7. RAS

Un cálculo de mayor exactitud para el RAS es la relación que hay entre la concentración de sodio (Na^+) y la raíz cuadrada de la semisuma de las concentraciones de calcio (Ca^{+2}) y de magnesio (Mg^{+2}), expresadas las concentraciones en meq/L. (Carabalí et al, 2019, pp.52-53).

2.2.13.8. Potasio (K)

Los potasios se encuentran en muy pequeñas cantidades en el agua de uso agrícola, las altas concentraciones de potasio pueden también inducir deficiencia de magnesio y clorosis por falta de hierro (Personal del laboratorio de Salinidad de los E.U.A, 1985, p.15).

2.3. Base legal

2.3.1. Protección, recuperación y conservación de fuentes

Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley. La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado, así como de la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las prácticas ancestrales. El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia. En caso de no existir usuarios conocidos de una fuente, su protección y conservación la asumirá la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en cuya jurisdicción se encuentren, siempre que sea fuera de un área natural protegida. El uso del predio en que se encuentra una fuente de agua queda afectado en la parte que sea necesaria para la conservación de la misma. A esos efectos, la Autoridad Única del Agua deberá proceder a la delimitación de las fuentes de agua y reglamentariamente se establecerá el alcance y límites de tal afectación. Los propietarios de los predios en los que se encuentren fuentes de agua y los usuarios del agua estarán obligados a cumplir las regulaciones y disposiciones técnicas que en cumplimiento de la normativa legal y reglamentaria establezca la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para la conservación y protección del agua en la fuente. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

2.3.2. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua

La presente norma tiene como objeto el control de la contaminación ambiental y su dicha prevención, en lo que respecta al recurso del agua. Como objetivo principal de la presente norma es “Proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general (Ministerio del Ambiente, 2015).

En este trabajo de investigación se tomará en cuenta los criterios de calidad de agua de uso agrícola o de riego establecidos por la presente norma, los mismos que se describirán a continuación en la (tabla 2-2). El agua de uso agrícola es aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes. Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma (Ministerio del Ambiente, 2015).

Tabla 2-2: Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN		
		Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
Salinidad: (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
Infiltración: (4)				
RAS=0-3yCE=		0,7	0,7-0,2	<0,2
RAS=3-6yCE=		1,2	1,2-0,3	<0,3
RAS=6-12yCE=		1,9	1,9-0,5	<0,5
RAS=12-20yCE=		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS=20-40YCE=		8,0	5,0-2,9	<2,9
Toxicidad por iones específicos (5)				
Sodio:				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Cloruros:				
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
<i>Boro:</i>	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
Efectos misceláneos (7)				
Nitrógeno (N-NO3-)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HCO3-) Solo Aspersión	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8,5
pH	Rango normal		6,5-8,4	

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- (2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
- (3) Sólidos disueltos totales.
- (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- (7) Afecta a los cultivos susceptibles (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.3.3. NTE INEN 2 176. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

El recipiente nuevo de vidrio se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque y enjuagar con agua destilada. En la identificación de las muestras los recipientes deben estar marcados de una manera clara y permanente. En muestras que se van a utilizar para parámetros físico-químico, llenar los frascos completamente y taparlos de tal manera que no exista aire en la muestra, esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte. Para la refrigeración y congelación de las muestras se debe usar cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo. El transporte de las muestras los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos. La recepción de muestras en el laboratorio es necesario ubicarlas en refrigeradoras o lugares fríos y oscuros. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

La investigación es de tipo cuantitativa, puesto que se recogerán y se analizarán los datos de cada muestreo, los datos obtenidos de estas pruebas serán interpretados según la norma TULSMA para poder aprobar o no la hipótesis de investigación.

3.2. Nivel de investigación

El nivel es de tipo explicativa, ya que busca determinar si esta agua servirá para uso agrícola determinando la existencia de metales y parámetros físicos-químicos en la vertiente de la comunidad Tambohuasha Reserve Chimborazo.

3.3. Diseño de la investigación

Teniendo en cuenta según las variables presentadas en este estudio se aplicará un diseño experimental Cuasi-Experimental con la comparación de 2 medias independientes este nos ayudara a identificar si existen diferencias significativas entre las estaciones del año en los parámetros estudiados en cada una de las muestras cumplen o no con lo que se estipula en la norma TULSMA.

Para realizar la parte experimental del presente trabajo se tomaron cuatro muestras una en cada mes junio, julio, diciembre y enero en un punto específico de la vertiente.

La muestra está dada por la fuente principal de agua de la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo con 4 muestras puntuales de agua, los siguientes parámetros pH, temperatura, conductividad eléctrica, TDS se realizan 3 repeticiones, mientras que sodio, calcio y magnesio se evalúan 4 veces sin repeticiones, bicarbonatos y cloruros se evaluarán 3 repeticiones de cada muestreo y por último boro, nitrógeno y sulfatos se evaluarán 1 sola vez en cada muestreo del mes de junio, julio, diciembre y enero. La metodología adoptada, es aplicada en los siguientes casos, en los cuales es importante contar con la data de los monitoreos para identificar la zona o cuerpo de agua, con los datos de: 4 muestras en los meses de junio, julio (época seca), diciembre y enero (época lluviosa), se hará la comparación en los dos periodos.

En esta investigación en el análisis estadístico inferencial se realizará un análisis comparación de medias en ANOVA el cual nos dará los resultados de cada parámetro para así poderlo comparar, por otra parte, se hará el uso del programa de Excel para así desarrollar los cálculos respectivos.

Variable dependiente: (uso agrícola en la comunidad Tambohuasha reservación Chimborazo)

Variable independiente: (caracterización de la calidad de agua).

3.4. Hipótesis de las variables

Hipótesis nula (H_0): La calidad del agua de la vertiente de la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo no es apta para para uso agrícola según el ANEXO 1 del TULSMA.

Hipótesis alterna (H_a): La calidad del agua de la vertiente de la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo es apta para uso agrícola según el ANEXO 1 del TULSMA.

3.5. Localización de estudio

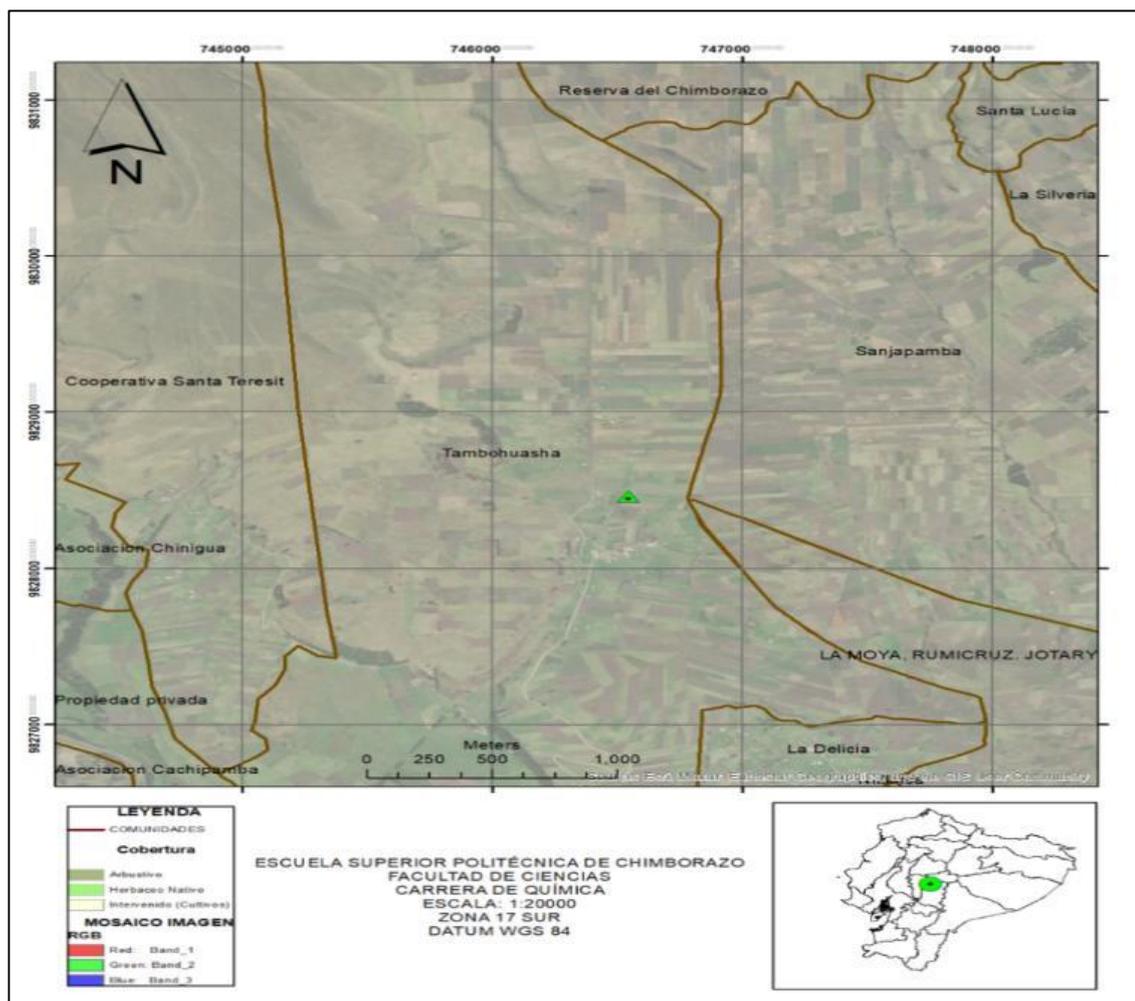


Ilustración 3-1: Localización del área de estudio (Comunidad Tambohuasha).

Fuente: Google Earth, 2022.

Esta vertiente se encuentra localizada en la comunidad Tambohuasha reserva Chimborazo perteneciente a la parroquia San Juan. Tiene como puntos de monitoreo macro invertebrados al Norte 9828456 y al Este 746540. Las muestras de agua serán puntuales las cuales serán analizadas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior de Chimborazo ubicada en la Panamericana Sur km 1 1/2 del Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. pH

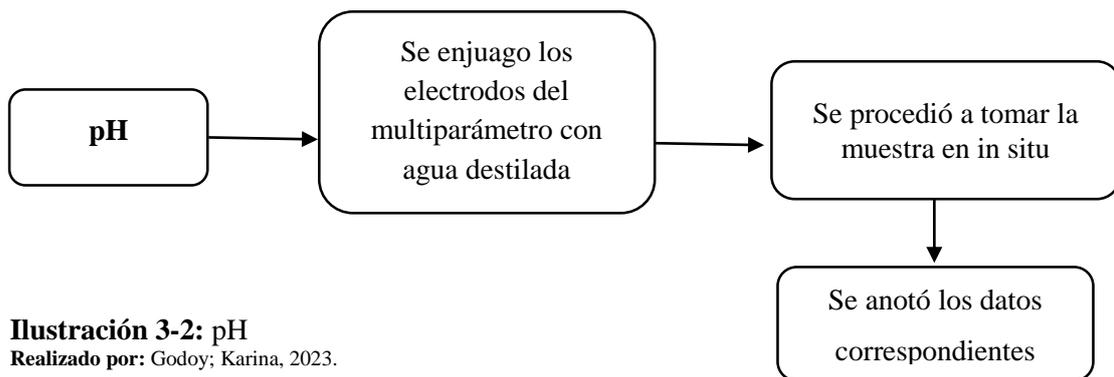


Ilustración 3-2: pH
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.6.2. Conductividad eléctrica (C.E)

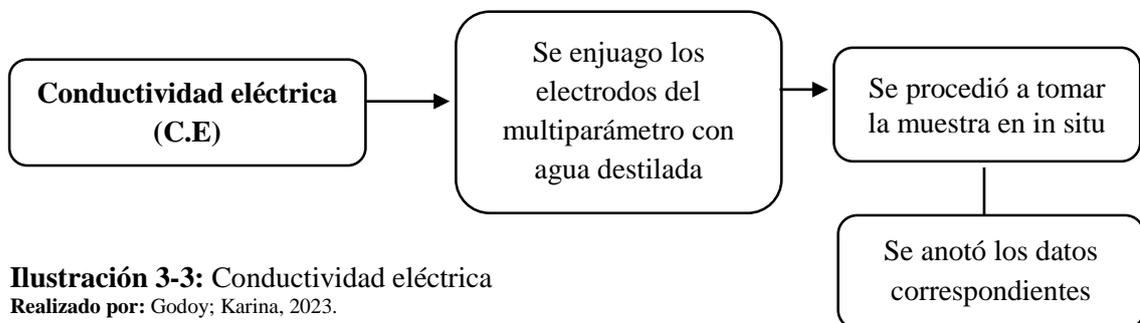


Ilustración 3-3: Conductividad eléctrica
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.6.3. Sólidos disueltos totales (STD)

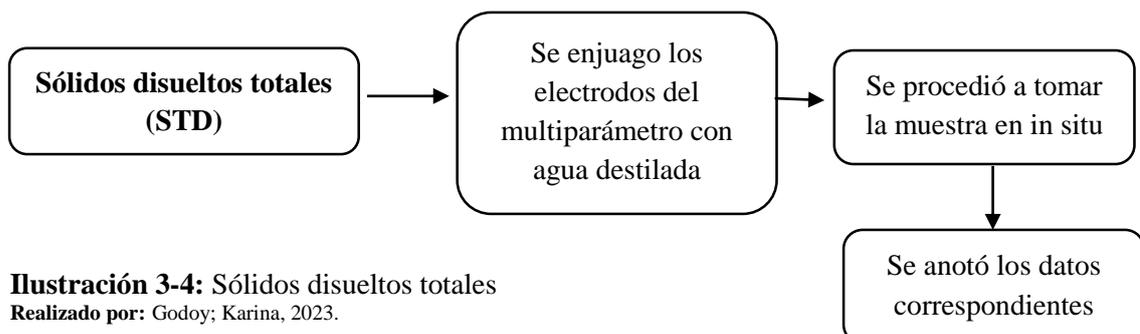


Ilustración 3-4: Sólidos disueltos totales
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.7. Parámetros químicos

3.7.1. Bicarbonatos (HCO_3^-)

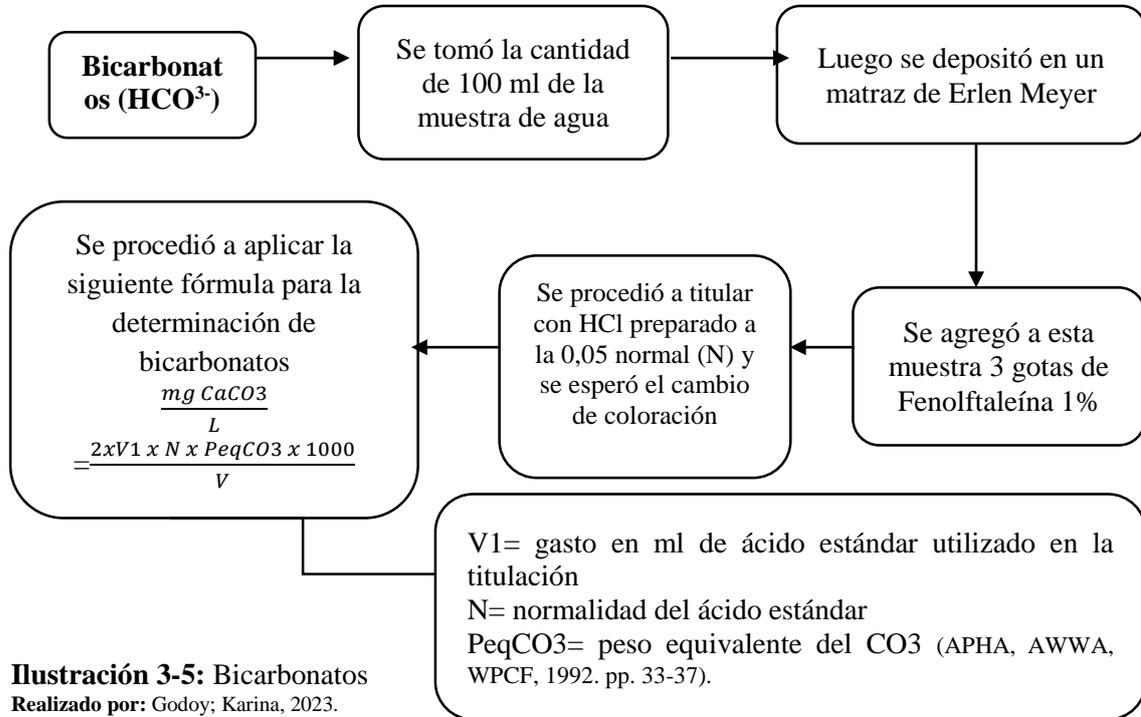


Ilustración 3-5: Bicarbonatos
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.7.2. Cloruros (Cl^-)

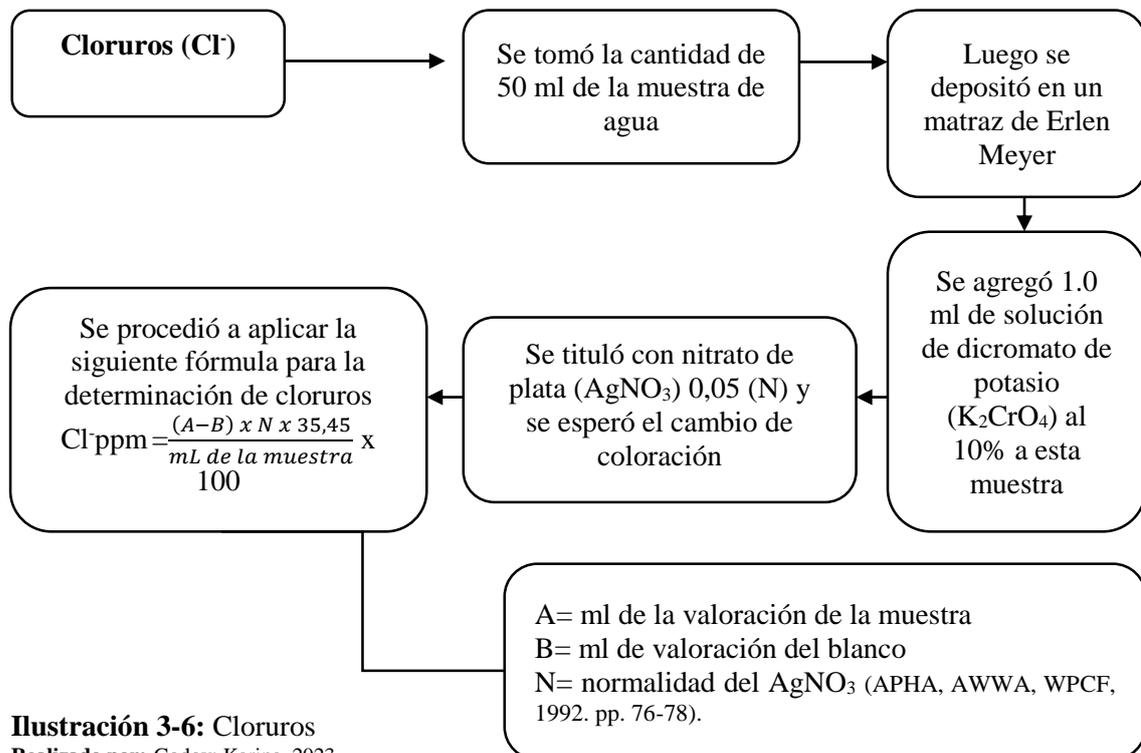


Ilustración 3-6: Cloruros
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.7.3. Sodio (Na⁺)

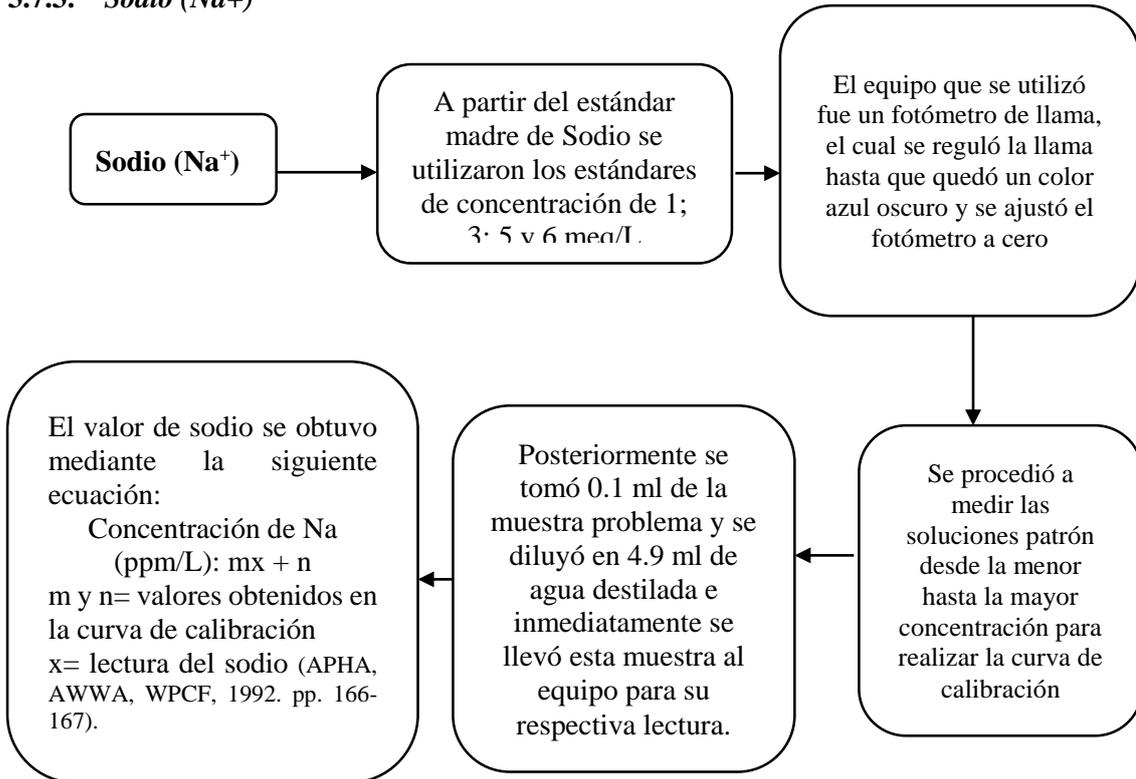


Ilustración 3-7: Sodio
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.7.4. Calcio (Ca)

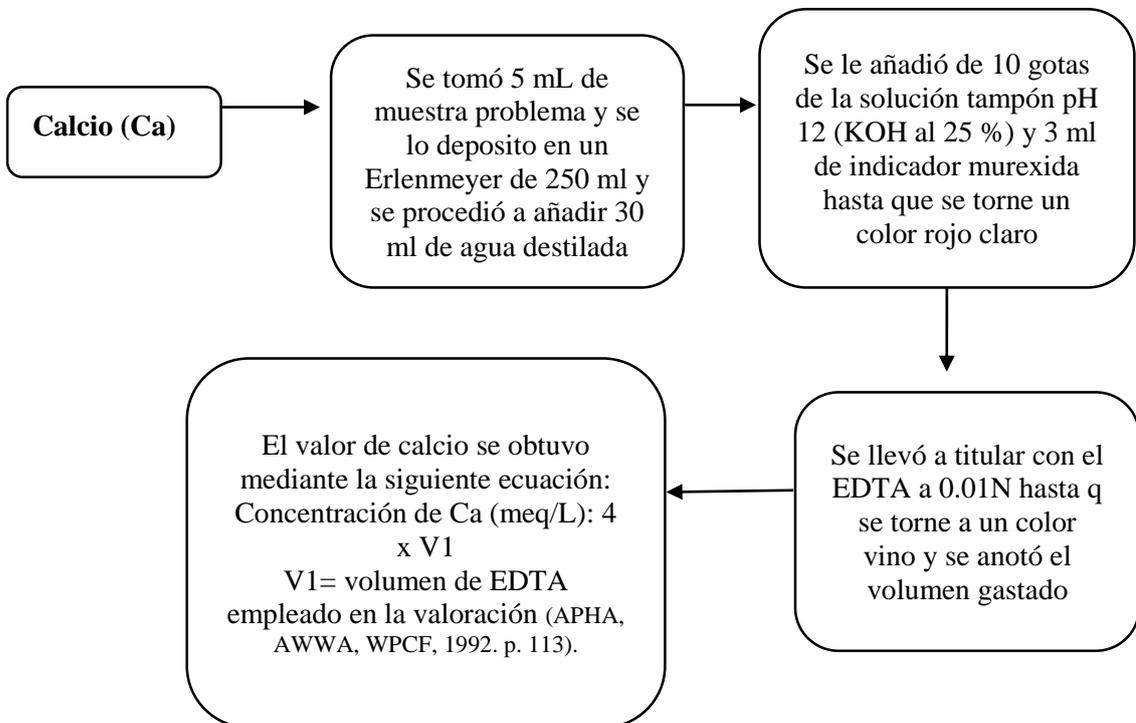


Ilustración 3-8: Calcio
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.7.5. Magnesio (Mg)

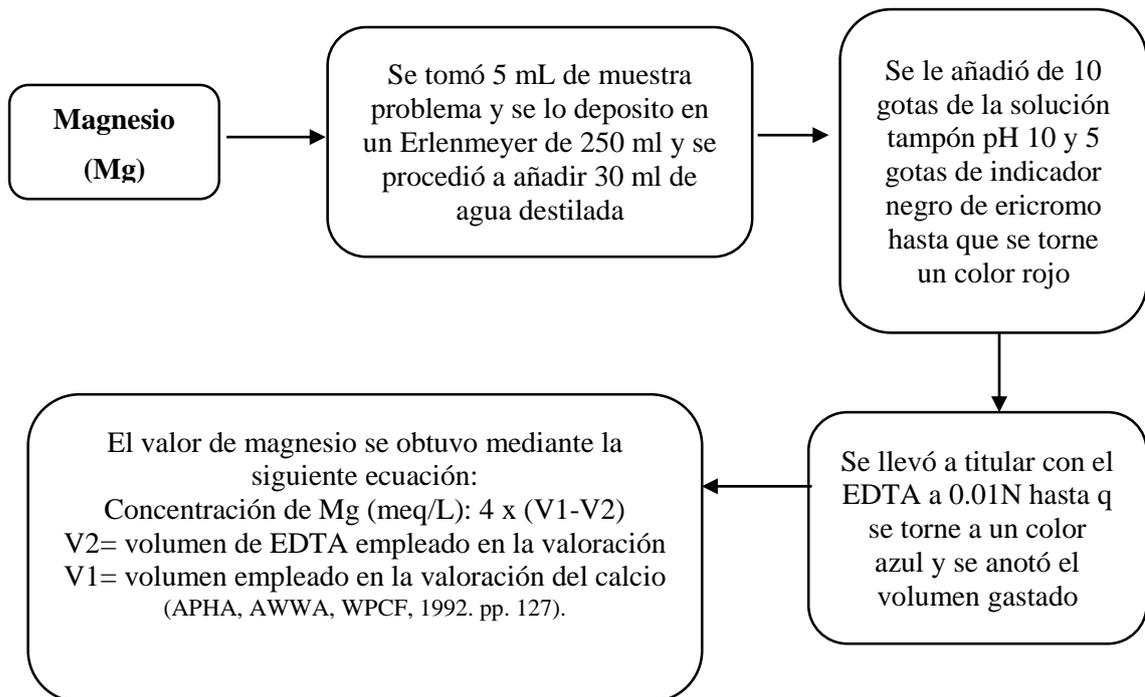


Ilustración 3-9: Godoy; Karina, 2023

Realizado por: Godoy; Karina, 2023

3.7.6. Boro (B³⁺)

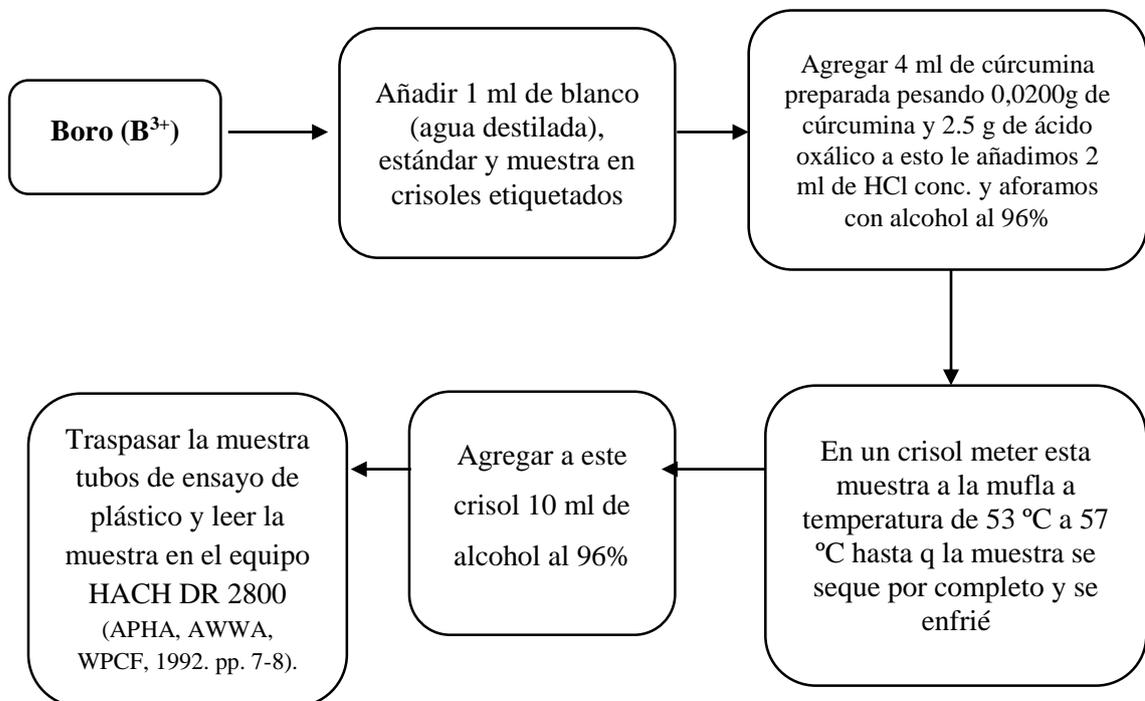


Ilustración 3-10: Boro

Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.7.7. Nitratos (NO_3)

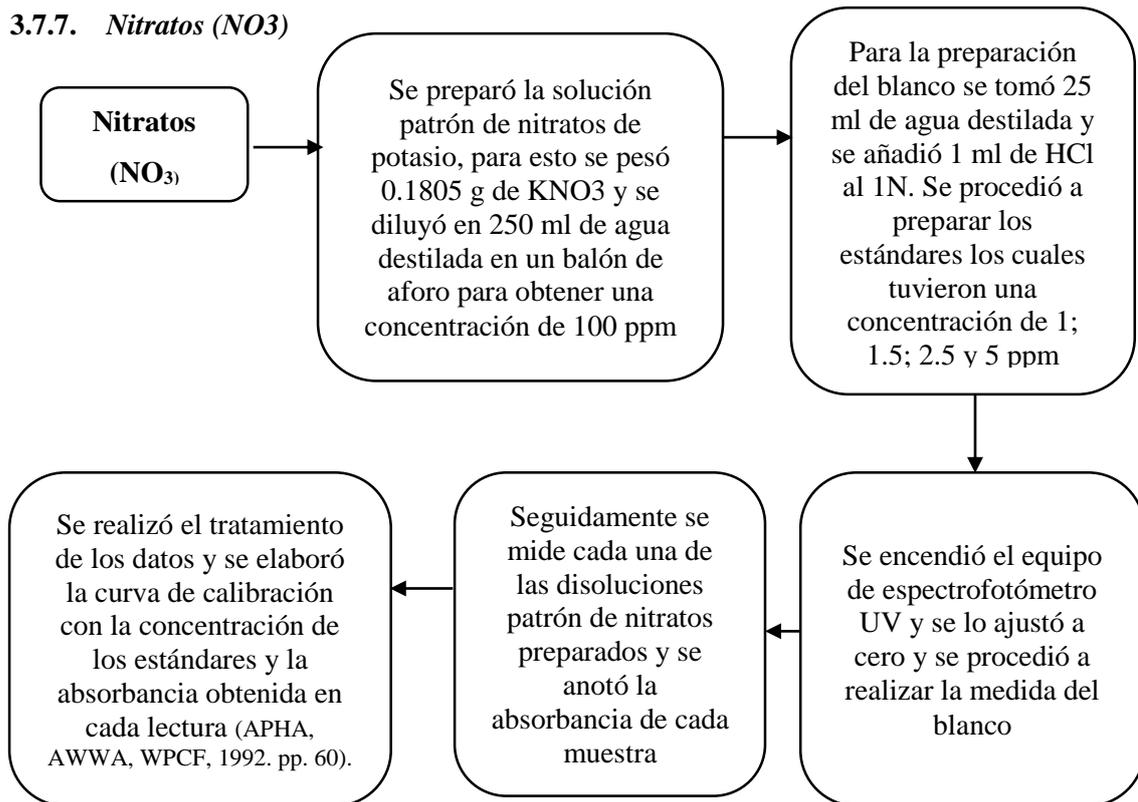


Ilustración 3-11: Nitratos
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

3.7.8. Sulfatos

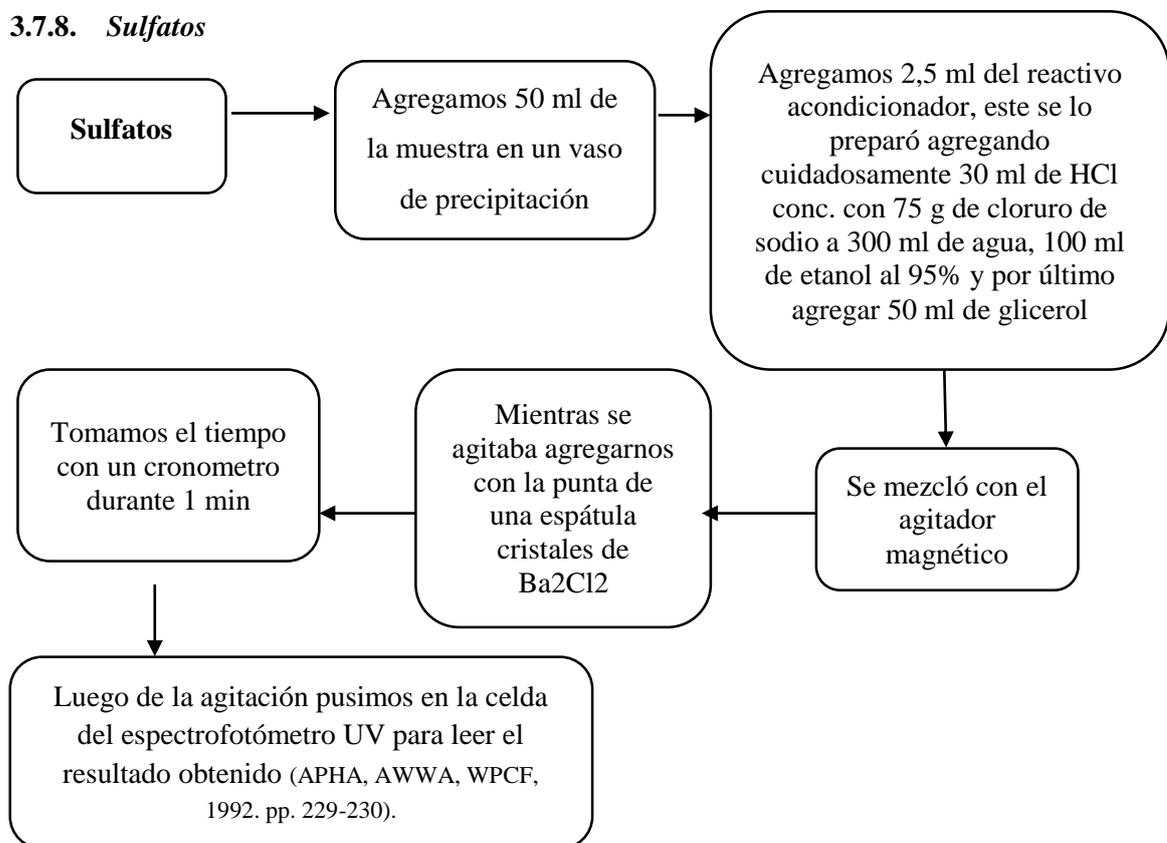


Ilustración 3-12: Sulfatos
Realizado por: Godoy; Karina, 2023.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Zonificación de la vertiente de la comunidad Tambohuasha

El área de la presente investigación está ubicada en la zona suroccidental de la Reserva PFCH, los datos meteorológicos, fueron tomados en la parroquia San Juan (Ver tabla 1-4) a una altitud de 3.220 m.s.n.m.; de los anuarios meteorológicos 2016 (INAMHI: M0393) registraron temperaturas medias anuales 7.3 – 11.9°C, la precipitación media 250-500 mm, la humedad relativa media de 68.9%.

Tabla 4-1: Índice de estaciones meteorológicas

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ESTACION	TIPO	ZONA HIDRO	LATITUD GG MM SS	LONGITUD GG MM SS	ALTITUD (m)	PROVINCIA	INSTIT. PROPIET	Página de pluviometría
M0393	SAN JUAN- CHIMBORAZO	PV	260	1° 37 35´	78° 47 0´	3220	6	INAMHI	143

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Para determinar las coberturas se consideraron las imágenes proporcionadas por el software SASPlanet, considerando el uso de estudios relacionados con una superficie de 1580 metros cuadrados, considerando un área de influencia de 50 metros que corresponde a la zona de conservación de esta fuente de agua, con la cual se generó cartografía temática, identificando tres tipos de cobertura, vegetación correspondiente a bosque de ribera, pastos cultivados y suelo agrícola (Sandoval et al, 2021, pp. 96-121).



Tabla 4-2: Área y zona de influencia de la vertiente
Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Se estableció una muestra compuesta para el análisis de los siguientes parámetros.

Tabla 4-3: Puntos de monitoreo macro invertebrados

ID	Este	Norte	Detalles	Parámetros RAS
1	746540	9828456	Vertiente Tambohuasha	Calcio, sodio y magnesio

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Marín & Ortega (2021) mencionan que las coberturas nativas, corresponde a vegetación de herbazal arbustal en toda la zona de efluente, mientras que las dos coberturas corresponden a pastos cultivado, y una pequeña parte corresponde a suelos de uso agrícola.

4.2. pH

Tabla 4-4: Datos obtenidos de pH en los meses junio, julio, diciembre y enero

pH				
MES	MEDIA	DES.EST	MIN	MAX
2022-06	6.28	0.0845	6.12	6.49
2022-07	6.40	0.0859	6.3	6.65
2022-12	6.43	0.169	6.1	6.7
2023-01	6.31	0.149	6.1	6.7

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-5: Análisis del pH en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	0.2404	0.08014	4.916	0.00421 **
Residuals	56	0.9129	0.01630		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-6: Análisis del pH en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

GRUPOS PH		
MES	pH	Grupos
Diciembre 2022	6.433333	a
Julio 2022	6.404000	a
Enero 2023	6.307333	b
Junio 2022	6.282667	b

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

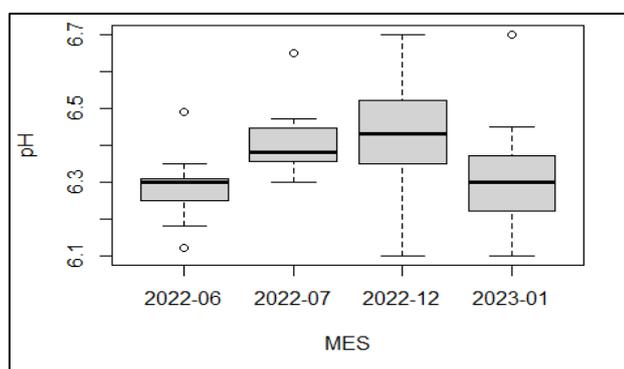


Ilustración 4-1: Análisis de ANOVA del pH

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

El pH es muy significativo entre el mes de julio-diciembre y enero-junio existiendo variabilidad climática atípica es por esto que en el mes de julio-diciembre el pH aumenta ya que la temperatura aumenta mientras que en el mes de enero y junio el pH disminuye debido a su temperatura. Los suelos que menos problemas dan para los cultivos son los de pH comprendido entre 6,0 y 7,5, ya que los nutrientes de las plantas en general presentan su máxima solubilidad en este intervalo. A medida que el valor del pH se aparta de dicho intervalo pueden presentarse los problemas de asimilación de nutrientes (Monge, 2017).

De acuerdo a la norma del TULSMA el pH normal se encuentra en un rango de 6,5-8,4 lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de pH de $6,28 \pm 0,085$ considerando que no está en rango adecuado ya que sus resultado mínimo es de 6,12 y su resultado máximo 6,49 y este resultado es menor a lo que dicta la norma, en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 se obtuvo un rango de pH de $6,40 \pm 0,086$ con el resultado mínimo 6,3 no cumple el rango adecuado y un máximo de 6,65 este si cumple con el rango adecuado, lo que nos indica que si cumple con el rango ligero-moderado de la norma de calidad, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de $6,43 \pm 0,17$ como resultado mínimo de 6,1 no cumple el rango adecuado y un máximo de 6,7 si cumple con el rango ligero moderado y por último en el mes de enero 2023 nos dio un pH de $6,31 \pm 0,15$ como resultado mínimo 6,1 no cumple con el rango adecuado y como máximo 6,7 si cumple con el grado de restricción ligero-moderado de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto al pH. En cuanto a la hipótesis nula se rechaza ya que el valor p (0.00421) es menor que el valor critico (0.05) y se acepta la hipótesis alterna.

4.3. Sólidos totales disueltos (SDT)

Tabla 4-7: Datos obtenidos de los sólidos totales disueltos (SDT) en los meses junio, julio, diciembre y enero

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (SDT)				
MES	MEDIA	DES.EST	MIN	MAX
2022-06	198	21.3	158	241
2022-07	203	15.8	187	236
2022-12	202	14.3	178	223
2023-01	194	19.5	167	239

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-8: Análisis de los sólidos totales disueltos (SDT) en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	775	258.3	0.803	0.497
Residuals	56	18013	321.7		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-9: Análisis del pH en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

GRUPOS (SDT)		
MES	SDT	Grupos
Diciembre 2022	201.6667	a
Julio 2022	203.2000	a
Enero 2023	194.0000	a
Junio 2022	197.6000	a

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

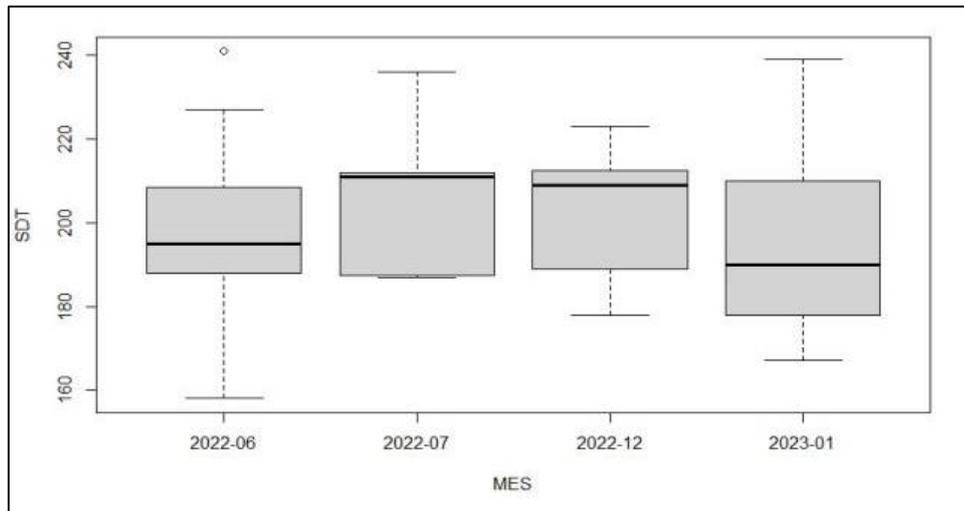


Ilustración 4-2: Análisis de ANOVA de los Sólidos Totales Disueltos.
Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Los Sólidos totales Disueltos (STD) no existe diferencia significativa en ninguno de los meses. Estos reflejan la concentración de las sales, ácidos minerales o contaminantes similares que están presentes en el agua, por lo tanto no va a existir diferencia de SDT ni en época lluviosa ni en época seca (Vizcaino, 2020, p. 38).

De acuerdo a la norma del TULSMA Sólidos Totales Disueltos se encuentra en un grado de restricción de 450 (ninguno); 450-2000 (ligero-moderado) y >2000 (severo) lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de sólidos totales disueltos de 198 ± 21.3 no se encuentra en ningún rango considerando que sus resultado mínimo es de 158 y su resultado máximo 241 no se encuentran en un rango adecuado, en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 se obtuvo una rango de sólidos totales disueltos de 203 ± 15.8 como resultado mínimo 187 y un máximo de 236 no se encuentran en un rango adecuado, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de sólidos totales disueltos de 202 ± 14.3 como resultado un mínimo de 178 y un máximo de 223 no cumple con el rango adecuado y por último en el mes de enero 2023 nos dio un rango de sólidos totales disueltos de 194 ± 19.5 dando como resultado mínimo 167 y como máximo 239 no cumple con el rango adecuado de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto a los Sólidos Totales Disueltos (SDT). En cuanto a la hipótesis nula se acepta ya que el valor p (0.497) es mayor que el valor crítico (0.05) y se rechaza la hipótesis alterna.

4.4. Conductividad eléctrica

Tabla 4-10: Datos obtenidos de la conductividad eléctrica (CE) en los meses junio, julio, diciembre y enero

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA				
MES	MEDIA	DESV. EST	MIN	MAX
2022-06	0.396	0.0415	0.33	0.47
2022-07	0.381	0.0526	0.24	0.43
2022-12	0.376	0.0501	0.25	0.43
2023-01	0.393	0.0339	0.35	0.46

Fuente: ESPOCH, 2023

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-11: Análisis de la conductividad eléctrica (CE) en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	0.00422	0.001406	0.69	0,562
Residuals	56	0.11415	0.002038		

Fuente: ESPOCH, 2023

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-12: Análisis de la conductividad eléctrica (CE) en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

Grupos conductividad eléctrica		
MES	CE	Grupos
Junio 2022	0.3960000	a
Enero 2023	0.3933333	a
Julio 2022	0.3806667	a
Diciembre 2022	0.3760000	a

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

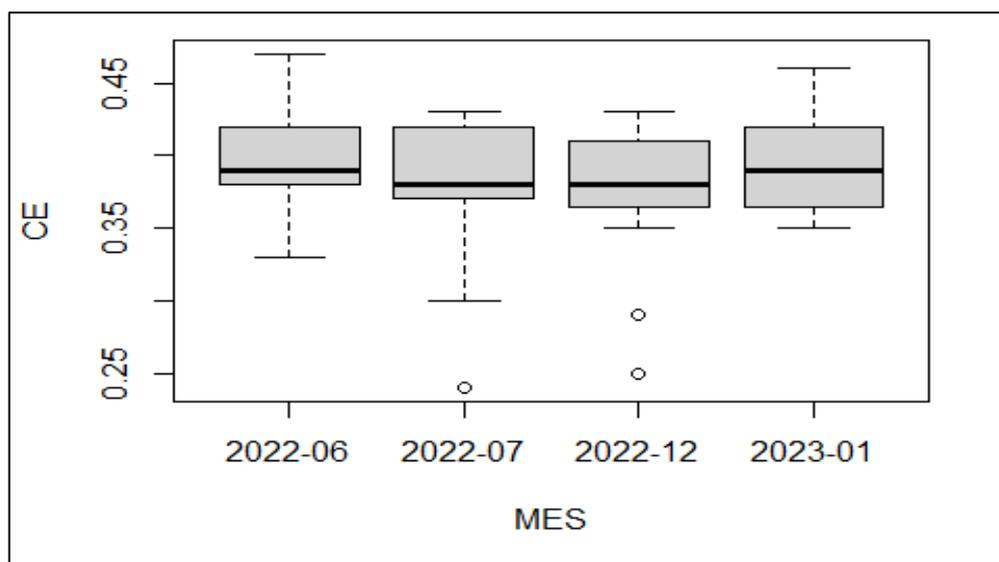


Ilustración 4-3: Análisis de ANOVA de la conductividad eléctrica.
Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

La conductividad eléctrica CE no es significativa en ninguno de los meses por lo tanto no se ve afectada en época seca ni en época lluviosa. La temperatura genera efectos directos sobre la conductividad eléctrica (CE), ya que cuando la temperatura aumenta, la viscosidad del agua disminuye, provocando una mayor CE (Rubio, Ortiz, Quintana, Saucedo, Ochoa y Rey, 2014, p. 37).

De acuerdo a la norma del TULSMA la conductividad eléctrica se encuentra en un grado de restricción de 0,7 (ninguno); 0,7– 3,0 (ligero-moderado) y >3,0 (severo) lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de CE de $0,396 \pm 0,042$ considerando que no está en un rango adecuado ya que sus resultados mínimo es de 0,33 y su resultado máximo 0,47 y este resultado es menor a lo que dicta la norma, en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 tuvo un rango de CE de $0,381 \pm 0,053$ dando como resultado mínimo 0,24 y un máximo de 0,43 no cumple con ningún rango de la norma de calidad, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de $0,376 \pm 0,050$ como resultado un mínimo de 0,25 y un máximo de 0,43 no cumple con ningún rango y por último en el mes de enero 2023 nos dio una CE de $0,393 \pm 0,034$ dando como resultado mínimo 0,35 y como máximo 0,46 no cumple con ningún rango adecuado de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto a la Conductividad Eléctrica (CE). En cuanto a la hipótesis alterna se rechaza ya que el valor p (0,562) es mayor que el valor crítico (0,05) y se acepta la hipótesis nula.

4.5. Bicarbonatos

Tabla 4-13: Datos obtenidos de los bicarbonatos en los meses junio, julio, diciembre y enero

BICARBONATOS				
MES	MEDIA	DESV. EST	MIN	MAX
2022-06	5.12	0.0503	5.07	5.17
2022-07	3.61	0.131	3.47	3.73
2022-12	3.54	0.0231	3.53	3.57
2023-01	3.41	0.0721	3.33	3.47

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-14: Análisis de los bicarbonatos en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	5.838	1.9461	305.7	1.37e-08 ***
Residuals	8	0.051	0.0064		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-15: Análisis del pH en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

GRUPOS		
MES	BICARBONATOS	GRUPOS
Junio 2022	5.123333	a
Julio 2022	3.610000	b
Diciembre 2022	3.543333	bc
Enero 2023	3.410000	c

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

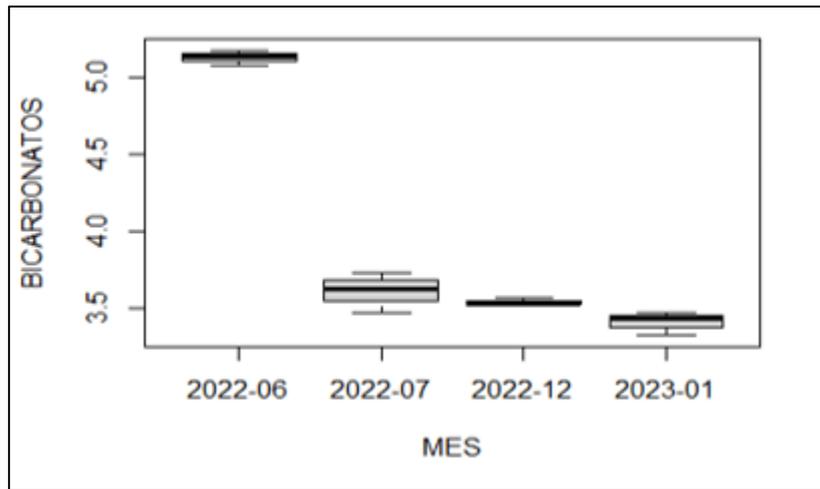


Ilustración 4-4: Análisis de ANOVA de bicarbonatos
Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Los bicarbonatos son altamente significativos y la diferencia esta en el mes de junio con respecto al resto de meses (julio, diciembre y enero). Existiendo variabilidad climática atípica es por esto que en el mes de junio posiblemente empezó la época seca y en el resto de los meses los bicarbonatos se empezaron a concentrar y se empezaron a diluir (época lluviosa). El contenido de bicarbonatos en el agua de riego es el factor que determina la necesidad de aplicar ácido. Un contenido superior a 2,13 meq/l del ión bicarbonato, y pH del agua mayor a 7,5 hace necesaria la aplicación de ácido para prevenir o evitar la formación de precipitados (Villavicencio & Villablanca, 2010).

De acuerdo a la norma del TULSMA los bicarbonatos se encuentra en un grado de restricción de 1,5 (ninguno); 1,5– 8,5 (ligero-moderado) y >8,5 (severo) lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de bicarbonatos de 5,12 mg/l (0.084 meq/l)± 0.050 (0.00082 meq/l) considerando que no está en ningún rango ya que sus resultado mínimo es de 5,07 mg/l (0.083 meq/l) y su resultado máximo 5.17 mg/l (0.085 meq/l), en el siguiente mes de julio del 2022 se obtuvo una rango de bicarbonatos de 3,61 mg/l (0.059meq/l)±0.131 mg/l (0.002 meq/l) como resultado mínimo 3,47 mg/l (0.057 meq/l) y un máximo de 3,73 mg/l (0.057 meq/l) no cumple con ningún rango de la norma de calidad, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de bicarbonatos de 3,54 mg/l (0.058 meq/l) ± 0.023 mg/l (0.0003 meq/l) como resultado un mínimo de 3,53 mg/l (0.058 meq/l) y un máximo de 3,57 mg/l (0.058 meq/l) no cumple con ningún rango y por último en el mes de enero 2023 nos dio un rango de bicarbonatos de 3,41 mg/l (0.056 meq/l) ± 0.072 mg/l (0.001 meq/l) como resultado mínimo 3,33mg/l (0.055 meq/l) y como máximo 3,47 mg/l (0,056 meq/l) no cumple con el rango adecuado de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto a los bicarbonatos. En cuanto a la hipótesis nula se rechaza ya que el valor p (0.00) es menor que el valor critico (0.05) y se acepta la hipótesis alterna.

4.6. Cloruros

Tabla 4-16: Datos obtenidos de los cloruros en los meses junio, julio, diciembre y enero

CLORUROS				
MES	MEDIA	DESV.EST	MIN	MAX
2022-06	0.567	0.0351	0.53	0.6
2022-07	0.653	0.0404	0.63	0.7
2022-12	0.56	0.0361	0.53	0.6
2023-01	0.577	0.0404	0.53	0.6

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-17: Análisis de los cloruros en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	0.01689	0.005631	3.883	0.0555
Residuals	8	0.01160	0.001450		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-18: Análisis de los cloruros en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	CLORUROS	GRUPOS
2022-07	0.6533333	a
2023-01	0.5766667	b
2022-06	0.5666667	b
2022-12	0.5600000	b

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

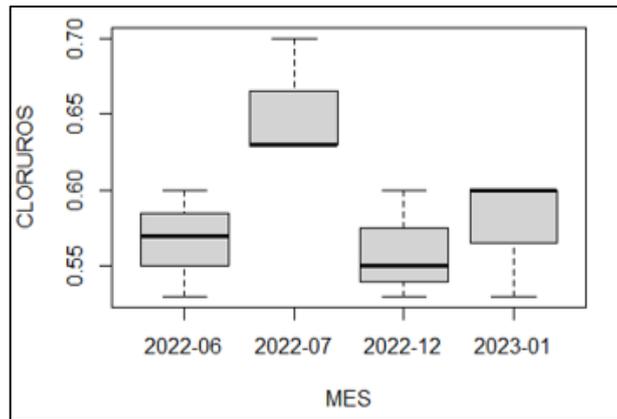


Ilustración 4-5: Análisis de ANOVA de cloruros
 Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Los cloruros son muy poco significativos y la diferencia está en el mes de julio con respecto al resto de meses (junio, diciembre y enero). Existiendo variabilidad climática atípica.

El cloruro es indispensable para el desarrollo de la planta, pero cuando su concentración es muy alta, el cloruro puede convertirse en un elemento tóxico. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso agrícola (Monge, 2017).

De acuerdo a la norma del TULSMA los cloruros se encuentran en un grado de restricción de 4,0 (ninguno); 4,0– 10,0 (ligero-moderado) y >10,0 (severo) lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de cloruros de $0,567 \text{ mg/l} \pm 0,035 \text{ mg/l}$ no está en ningún rango adecuado ya que sus resultado mínimo es de $0,53 \text{ mg/l}$ y su resultado máximo $0,6 \text{ mg/l}$ y estos resultados no están en la norma, en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 se obtuvo una rango de cloruros de $0,653 \text{ mg/l} \pm 0,040 \text{ mg/l}$ como resultado mínimo $0,63 \text{ mg/l}$ y un máximo de $0,7 \text{ mg/l}$ no cumple con ningún el rango de la norma de calidad, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de cloruros de $0,56 \text{ mg/l} \pm 0,036 \text{ mg/l}$ como resultado un mínimo de $0,53 \text{ mg/l}$ y un máximo de $0,6 \text{ mg/l}$ no cumple con ningún rango y por último en el mes de enero 2023 nos dio un rango de cloruros de $0,577 \text{ mg/l} \pm 0,040 \text{ mg/l}$ dando como resultado mínimo $0,53 \text{ mg/l}$ y como máximo $0,6 \text{ mg/l}$ no cumple con ninguno de los rangos del grado de restricción de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto a los cloruros. En cuanto a la hipótesis nula se acepta ya que el valor p (0.055) es mayor que el valor critico (0.05) y se rechaza la hipótesis alterna.

4.7. Sodio

Tabla 4-19: Datos obtenidos del sodio en los meses junio, julio, diciembre y enero

SODIO				
MES	MEDIA	DES. EST	MIN	MAX
2022-06	21.7	1.74	20.0	23.5
2022-07	26.4	2.11	24.3	28.5
2022-12	25.7	2.05	23.6	27.7
2023-01	22.2	1.78	20.5	24.0

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-20: Análisis de los cloruros en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	50.65	16.885	4.541	0.0386 *
Residuals	8	29.74	3.718		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-21: Análisis de los cloruros en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	SODIO	GRUPOS
2022-07	26.42	a
2022-12	25.67	ab
2023-01	22.23	bc
2022-06	21.74	c

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

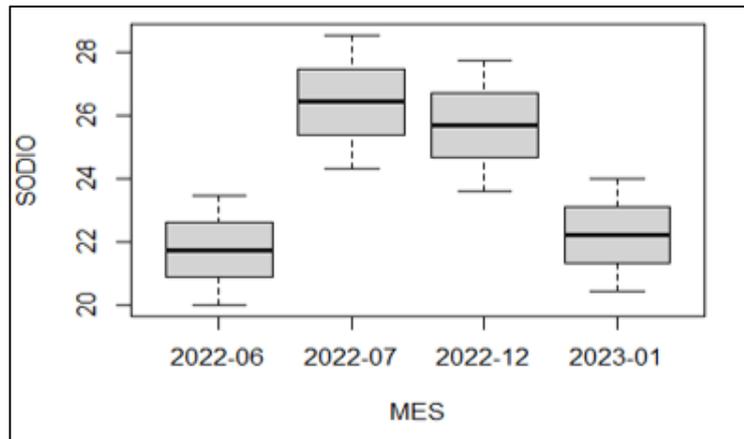


Ilustración 4-6: Análisis de ANOVA del sodio
 Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

El sodio es significativo en todos los meses y la diferencia está entre julio-diciembre y junio-enero existiendo variabilidad climática atípica es por esto que en el mes de julio-diciembre el sodio aumenta, pero no afecta a la sensibilidad de los cultivos mientras que en el mes de enero y junio el sodio disminuye. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso agrícola.

De acuerdo a la norma del TULSMA el sodio se encuentra en un grado de restricción de 3,0 (ninguno); 3,0- 9,0 (ligero-moderado) y >9, (severo) lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de sodio de 21,7 mg/l (0,95 meq/l) \pm 1.74 mg/l (0,076 meq/l) no está en ningún rango y su resultado mínimo es de 20,0 mg/l (0.87 meq/l) y su resultado máximo 23,5 mg/l (1.02 meq/l), en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 se obtuvo una rango de sodio de 26,4 mg/l (1.15 meq/l) \pm 0.092 mg/l (0.004 meq/l) como resultado mínimo 24,3 mg/l (1.06 meq/l) y un máximo de 28,5 mg/l (1.24 meq/l) no cumple con el rango dicho por la norma de calidad, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de sodio de 25,7 mg/l (1.12 meq/l) \pm 2.05 mg/l (0.089 meq/l) como resultado mínimo 23,6 mg/l (1.03 meq/l) y un máximo de 27,7 mg/l (1.03 meq/l) no cumple con el rango y por último en el mes de enero 2023 nos dio un rango de sodio de 22,2 mg/l (0.97 meq/l) \pm 1.78 (0.077 meq/l) como resultado mínimo 20,5 mg/l (0.89 meq/l) y como máximo 24,0 mg/l (1.04 meq/l) no cumple con el rango de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto al sodio. En cuanto a la hipótesis nula se rechaza ya que el valor p (0.03) es menor que el valor crítico (0,05) y se acepta la hipótesis alterna.

4.8. Magnesio

Tabla 4-22: Datos obtenidos del magnesio en los meses junio, julio, diciembre y enero

MAGNESIO				
MES	MEDIA	DESV.EST	MIN	MAX
2022-06	19.4	1.55	17.8	20.9
2022-07	13.5	1.08	12.4	14.5
2022-12	13.8	1.10	12.7	14.9
2023-01	19.4	1.56	17.9	21.0

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-23: Análisis del magnesio en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MAGNESIO	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	101.06	33.69	18.63	0.000563 ***
Residuals	8	14.39	1.80		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-24: Análisis del magnesio en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	MAGNESIO	GRUPOS
2023-01	19.45	a
2022-06	19.37	a
2022-12	13.76	b
2022-07	13.46	b

Fuente: ESPOCH, 2023

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023

El magnesio es altamente significativo en los meses de junio-enero a diferencia de julio-diciembre

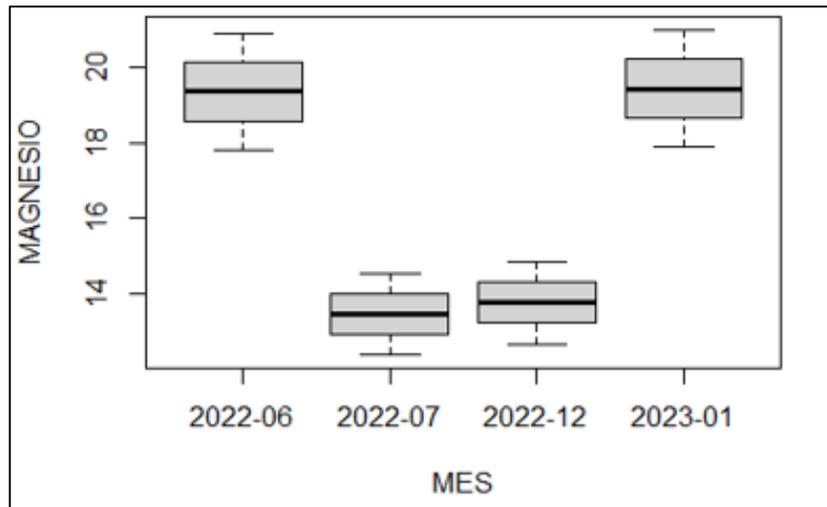


Ilustración 4-7: Análisis de ANOVA del magnesio
 Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023

El magnesio se encuentra en un rango de 19.4 mg/l (1.6 meq/l) \pm 1.55 mg/l (0.13 meq/l), en el mes de junio 2022, mientras que en el mes de julio 2022 se encuentra en un rango 13.5 mg/l (1.11 meq/l) \pm 1.08 mg/l (0.089 meq/l), en el mes de diciembre 2022 se encuentra en un rango de 13.8 mg/l (1.14 meq/l) \pm 1.10 mg/l (0.090 meq/l) y por último en el mes de enero del 2023 en un rango de 19.4 mg/l (1.60 meq/l) \pm 1.56 mg/l (0.13 meq/l). Es decir, existen restricciones con respecto al magnesio. En cuanto a la hipótesis nula se rechaza ya que el valor p (0.00) es menor que el valor crítico (0,05) y se acepta la hipótesis alterna.

4.9. Calcio

Tabla 4-25: Datos obtenidos del calcio en los meses junio, julio, diciembre y enero

CALCIO				
MES	MEDIA	DESV.EST	MIN	MAX
2022-06	18.3	1.46	16.8	19.8
2022-07	18.6	1.49	17.1	20.1
2022-12	18.6	1.48	17.1	20.0
2023-01	19.6	1.56	18.0	21.1

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-26: Análisis del calcio en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	2.706	0.9019	0.4	0.757
Residuals	8	18.026	2.2532		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-27: Análisis del calcio en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	CALCIO	GRUPOS
2023-01	19.55	a
2022-07	18.63	a
2022-12	18.56	a
2022-06	18.29	a

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

El calcio no es significativa en ninguno de los meses junio, julio, diciembre y enero.

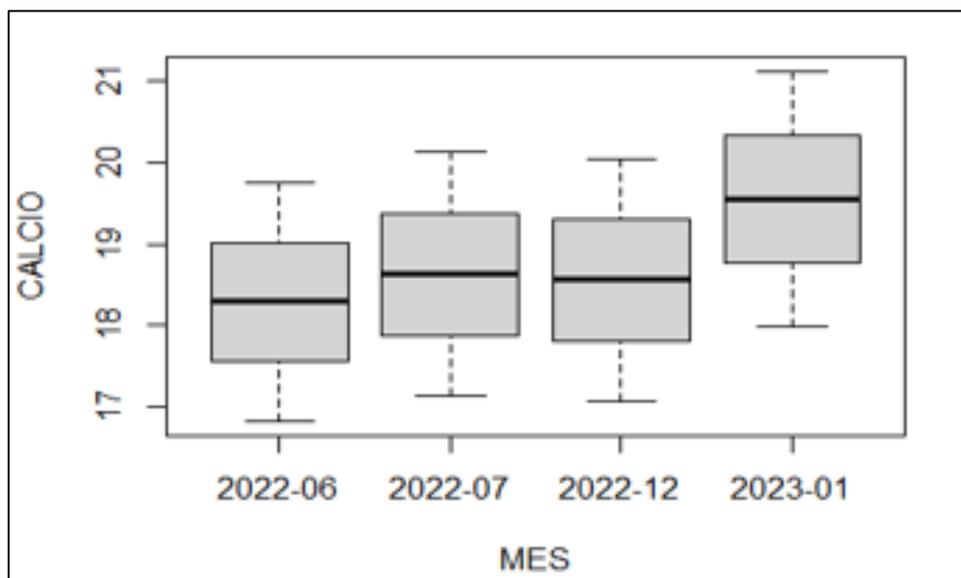


Ilustración 4-8: Análisis de ANOVA del calcio

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

El calcio se encuentra en un rango de 18.3 mg/l (0.91 meq/l)± 1.46 mg/l (0.072 meq/l) en el mes de junio 2022, mientras que en el mes de julio 2022 se encuentra en un rango 18.6 mg/l (0.93 meq/l)± 1.49 mg/l(0.074 meq/l), en el mes de diciembre 2022 se encuentra en un rango de 18.6 mg/l (0.93 meq/l)± 1.48 mg/l (0.70 meq/l)y por último en el mes de enero del 2023 en un rango de 19.6 mg/l (0.98 meq/l)± 1.56 mg/l (0.078 meq/l). En cuanto a la hipótesis nula se acepta ya que el valor p (0.7) es mayor que el valor crítico (0,05) y se rechaza la hipótesis alterna.

4.10. Boro

Tabla 4-28: Datos obtenidos del boro en los meses junio, julio, diciembre y enero

BORO				
MES	MEDIA	DESV. EST	MIN	MAX
2022-06	0.5	0.04	0.46	0.54
2022-07	0.61	0.0488	0.561	0.659
2022-12	0.557	0.0208	0.54	0.58
2023-01	0.5	0	0.5	0.5

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-29: Análisis del boro en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	0.02510	0.008367	7.581	0.01*
Residuals	8	0.00883	0.001104		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-30: Análisis del boro en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	BORO	GRUPOS
2022-07	0.6100000	a
2022-12	0.5566667	ab
2022-06	0.5000000	b
2023-01	0.5000000	b

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

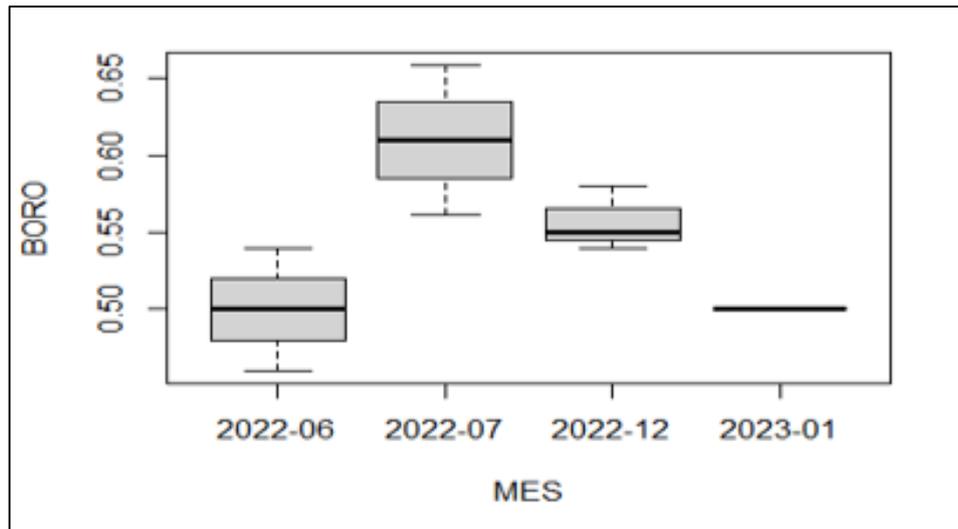


Ilustración 4-9: Análisis de ANOVA del boro
 Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023

El boro es significativo en el mes de julio a diferencia de los otros meses (junio, diciembre y enero). Existiendo variabilidad climática atípica. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso agrícola por lo tanto no afecto a la sensibilidad de los cultivos.

De acuerdo a la norma del TULSMA el boro se encuentra en un grado de restricción de 0,7 (ninguno); 0,7– 3,0 (ligero-moderado) y >3,0 (severo) lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de boro de $0,5 \text{ mg/l} \pm 0,04 \text{ mg/l}$ no está en un rango adecuado ya que sus resultado mínimo es de $0,46 \text{ mg/l}$ y su resultado máximo $0,54 \text{ mg/l}$ y este resultado es menor a lo que dicta la norma, en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 tuvo un rango de boro de $0,61 \text{ mg/l} \pm 0,049 \text{ mg/l}$ dando como resultado mínimo $0,561 \text{ mg/l}$ y un máximo de $0,659 \text{ mg/l}$ no cumple con ningún rango de la norma de calidad, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de $0,557 \text{ mg/l} \pm 0,021 \text{ mg/l}$ como resultado un mínimo de $0,54 \text{ mg/l}$ y un máximo de $0,58 \text{ mg/l}$ no cumple con ningún rango del grado de restricción y por último en el mes de enero 2023 nos dio un boro de $0,5 \text{ mg/l} \pm 0 \text{ mg/l}$ dando como resultado mínimo $0,5 \text{ mg/l}$ y como máximo $0,5 \text{ mg/l}$ por lo que se puede decir que no cumple con ningún rango de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto al boro. En cuanto a la hipótesis nula se rechaza ya que el valor p (0.01) es menor que el valor crítico (0.05) y se acepta la hipótesis alterna.

4.11. Sulfatos

Tabla 4-31: Datos obtenidos de los sulfatos en los meses junio, julio, diciembre y enero

SULFATOS				
MES	MEDIA	DESV. EST	MIN	MAX
2022-06	20	1.60	18.4	21.6
2022-07	20	1.60	18.4	21.6
2022-12	20.1	1.45	18.6	21.5
2023-01	20	0	20	20

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-32: Análisis de los sulfatos en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	0.01	0.0033	0.002	1
Residuals	8	14.45	1.8058		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-33: Análisis de los sulfatos en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	SULFATOS	GRUPOS
2022-12	20.06667	a
2022-06	20.00000	a
2022-07	20.00000	a
2023-01	20.00000	a

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

En los sulfatos no es significativa en ninguno de los meses junio, julio, diciembre y enero.

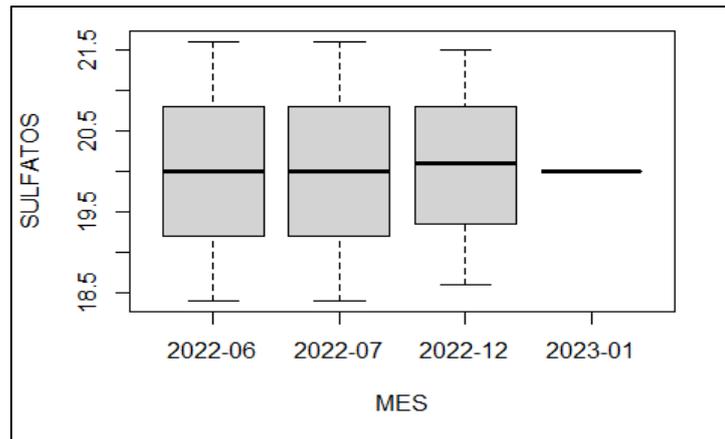


Ilustración 4-10: Análisis de ANOVA de sulfatos
Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

El sulfato se encuentra en un rango de $20 \text{ mg/l} \pm 1.60 \text{ mg/l}$ en el mes de junio 2022, mientras que en el mes de julio 2022 se encuentra en un rango $20 \text{ mg/l} \pm 1.60 \text{ mg/l}$, en el mes de diciembre 2022 se encuentra en un rango de $20.1 \text{ mg/l} \pm 1.45 \text{ mg/l}$ y por último en el mes de enero del 2023 en un rango de $20 \text{ mg/l} \pm 0 \text{ mg/l}$. En cuanto a la hipótesis nula se acepta ya que el valor p (1) es mayor que el valor crítico (0.05) y se rechaza la hipótesis alterna.

4.12. Nitratos

Tabla 4-34: Datos obtenidos de los nitratos en los meses junio, julio, diciembre y enero

NITRATOS				
MES	MEDIA	DESV.EST	MIN	MAX
2022-06	5.09	0.407	4.68	5.50
2022-07	5.76	0.461	5.30	6.22
2022-12	5.37	0.306	5.1	5.7
2023-01	5	0	5	5

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-35: Análisis de los nitratos en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	1.050	0.3501	2.97	0.097
Residuals	8	0.943	0.1179		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-37: Análisis de los nitratos en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	NITRATOS	GRUPOS
2022-12	5.366667	ab
2022-06	5.090000	b
2022-07	5.760000	a
2023-01	5.000000	b

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

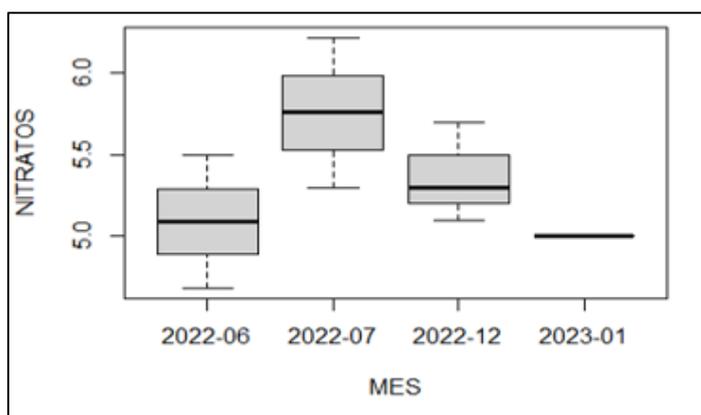


Ilustración 4-11: Análisis de ANOVA de nitratos

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023

Los nitratos son muy poco significativos a diferencia del mes de julio-diciembre y junio-enero. Existiendo variabilidad climática atípica. La presencia de nitratos en la época lluviosa posiblemente se debe a la presencia de lixiviados de fertilizantes y contaminación fecal de animales mientras que en la época seca estos se encontraron en baja presencia. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso agrícola (Vizcaino, 2020, p. 52).

De acuerdo a la norma del TULSMA el nitrato se encuentra en un grado de restricción de 5,0 (ninguno); 5,0– 30,0 (ligero-moderado) y >30 (severo) lo que nos indica que en el mes de junio del 2022 tiene un rango de nitrato $0,5 \text{ mg/l} \pm 0,41 \text{ mg/l}$ no está en un rango adecuado ya que sus resultado mínimo es de $4,68 \text{ mg/l}$ no está en un rango adecuado y su resultado máximo $5,50 \text{ mg/l}$ si está en el rango adecuado, en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 tuvo un rango de nitrato de $5,76 \text{ mg/l} \pm 0,46 \text{ mg/l}$ como resultado mínimo $5,30 \text{ mg/l}$ y un máximo de $6,22 \text{ mg/l}$ si cumple con el rango de la norma de calidad, en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de $5,37 \text{ mg/l} \pm 0,31 \text{ mg/l}$ como resultado un mínimo de $5,1 \text{ mg/l}$ y un máximo de $5,7 \text{ mg/l}$ si cumple con ningún rango adecuado y por último en el mes de enero 2023 tiene un rango de $5,0 \pm 0$ dando como resultado mínimo $5,0$ y como máximo $5,0$ si cumple con el rango adecuado de la norma TULSMA. Es decir, existen restricciones con respecto al nitrato. En cuanto a la hipótesis alterna se rechaza ya que el valor p (0.09) es mayor que el valor crítico (0.05) y se acepta la hipótesis nula.

4.13. Ras

Tabla 4-36: Datos obtenidos del RAS en los meses junio, julio, diciembre y enero

RAS				
MES	MEDIA	DESV. EST	MIN	MAX
2022-06	0.383	0.0153	0.37	0.4
2022-07	0.457	0.0351	0.42	0.49
2022-12	0.447	0.0351	0.41	0.48
2023-01	0.377	0.0252	0.35	0.4

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-37: Análisis del RAS en base a los meses de junio, julio, diciembre y enero

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de Cuadrados	Valor F	Pr(p)
MES	3	0.015625	0.005208	6.25	0.00172*
Residuals	8	0.006667	0.000833		

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

Tabla 4-38: Análisis del RAS en grupos de acuerdo a los meses de junio, julio, diciembre y enero

MES	RAS	GRUPOS
2022-07	0.46	a
2022-12	0.45	a
2023-01	0.38	b
2022-06	0.38	b

Fuente: ESPOCH, 2023.

Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

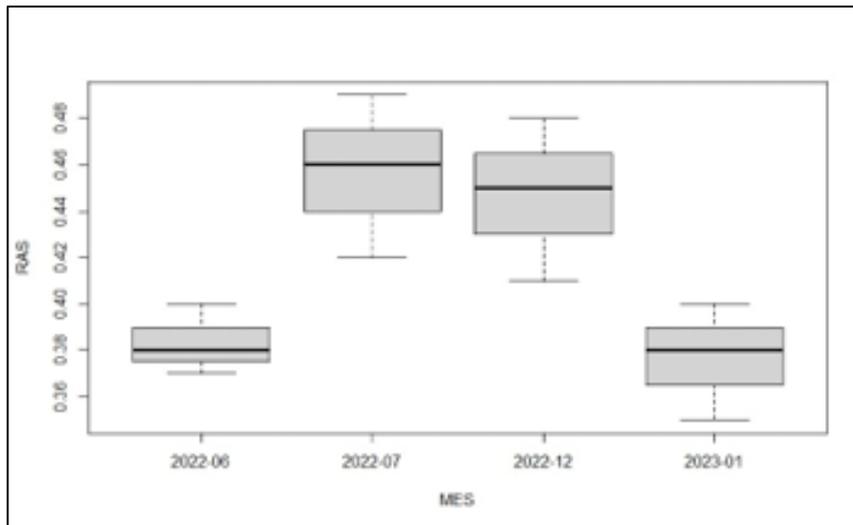


Ilustración 4-12: Análisis de ANOVA del RAS
Realizado por: Godoy, Lisseth. 2023.

El RAS es significativo a en los meses de julio-diciembre a diferencia de junio-enero. Existiendo variabilidad climática atípica. Cuanto mayor sea el nivel de salinidad, mayor es el índice RAS que puede producir problemas de infiltración. Por otra parte cuanto mas bajo sea la salinidad, mayor será el riesgo de causar problemas de infiltración independientemente del valor del RAS (Lenntech, 2023).

De acuerdo a la norma del TULSMA el RAS se encuentra en un grado de restricción de < 3,0 (ninguno); 3,0-9,0 (ligero-moderado) y >9 (severo) lo que nos indica que en el mes junio del 2022 tiene un rango de RAS $0.383 \text{ meq/l} \pm 0.015 \text{ meq/l}$ está en el rango ninguno su resultado mínimo es de 0.37 meq/l y su resultado máximo 0.4 meq/l, en el siguiente muestreo en el mes de julio del 2022 tuvo un rango de RAS de $0.457 \text{ meq/l} \pm 0.0351 \text{ meq/l}$ como resultado mínimo 0.42 meq/l y un máximo de 0.49 meq/l si cumple con rango ninguno de la norma , en el mes de diciembre del 2022 se obtuvo un rango de $0.447 \text{ meq/l} \pm 0.0351 \text{ meq/l}$ como resultado un mínimo de 0.41 meq/l y un máximo de 0.48 meq/l si cumple con el rango ninguno y por último en el mes de enero 2023 tiene un rango de $0.377 \text{ meq/l} \pm 0.0252 \text{ meq/l}$ como resultado mínimo 0.35 meq/l y como máximo 0.4 meq/l si cumple con el rango adecuado de la norma TULSMA. . Es decir, existen restricciones con respecto al RAS. En cuanto a la hipótesis nula se rechaza ya que el valor p (0.001) es menor que el valor crítico (0.05) y se acepta la hipótesis alterna

4.14. Discusión

En el estudio: Evaluación de la calidad de agua con fines de riego en la microcuenca Racrac Ruri-río monterrey Espinoza (2003, p. 9) menciona que por medio del análisis físico-químico y la clasificación de agua con fines de riego a través del método RAS, la evaluación de calidad de agua se logró obtener una conductividad eléctrica que varía de 47 a 155 uS/cm. Indicando que las aguas de riego tienen un nivel de salinidad baja, el calcio con un valor de 3.2 mg/l, magnesio variando de 0.24 a 3.24 mg/l, el pH está dentro del rango establecido (6.76 s 7.81), los bicarbonatos son sales presentes en el agua que a mayor concentración aumentan el pH, sodio variando de 1.69 a 1.75 mg/l, cloruros igual a 4 - 5 mg/l, boro varía de 0.01 a 0.08 mg/l. En función a la conductividad eléctrica y RAS tiene la clasificación de tipo C1-S1, la cual indica agua de baja salinidad y bajo contenido de sodio apta para el riego.

Según Steiner (2012). El pH para uso agrícola aceptable se encuentra en un rango de 5.5 y 6.5 mientras que Krishna et al (2016) nos indica que de acuerdo a directrices de calidad del agua un rango de pH entre 6.5 y 8.5 es normal.

Según Sarabia, I. et al, (2011 p. 10). Respecto a las concentraciones de nitrógeno (como nitratos) en agua para usarse en riego agrícola, no hay ningún problema en que este se presente en concentraciones altas ya que el nitrógeno es aprovechado por los cultivos en su desarrollo.

Los valores de sólidos disueltos totales según INTAGRI (2018 p. 65), presentaron valor promedio de 115.36 mg/l. De acuerdo con la clasificación de la FAO se puede decir que las aguas analizadas se clasifican como aguas sin riesgo a riesgo leve a moderado, lo que las hace apropiadas para ser usadas en riego.

El valor promedio del RAS fue de 0.14 meq/l. Este valor que se encuentra dentro del rango permitido y permite clasificar al agua analizada como apta para riego según Arshad, et al. (2017 pp. 15-18).

En la Comunidad Tambohuasha Reserva Chimborazo la calidad de agua mediante el análisis físico-químico se obtuvo que la conductividad eléctrica varía de 0.376 a 0.393 milimhos/cm. Señalando que se obtuvo un nivel bajo de salinidad, el pH está en un rango adecuado de (6.28 a 6.43), los sólidos disueltos totales (SDT) con un valor de 194 a 203 mg/l, cloruros (0.56 a 0.65 meq/l), bicarbonatos variando de 0.056 a 0.084 meq/l encontrándose en el rango adecuado ninguno, sodio variando de (0.95 a 1.15 meq/l), magnesio con valores de 1.11 a 1.60 meq/l, calcio valores de 0.91 a 0.98 meq/l, boro (0.5 a 0.61 mg/l), sulfatos variando muy poco de (20 a 20.1

mg/l), nitratos valores de (5 a 5.76 mg/l). Con respecto RAS los resultados variaron de (0.377 a 0.457 meq/l) rango ninguno. En cuanto a la época seca (junio-julio 2022) y época lluviosa (diciembre2022-enero2023) no existió gran diferencia de cálculos analizados. De acuerdo a la infiltración en el mes de junio del 2022 se obtuvo un RAS de 0.383 y una CE de 0.396 rango ligero-moderado, en el mes de julio RAS 0.457 y una CE de 0.381 rango ligero-moderado, en diciembre RAS 0.447 y una CE de 0.376 rango ligero-moderado y en el mes de enero RAS 0.377 y una CE de 0.393 rango ligero-moderado lo cual indica que el agua si se encuentra en un rango adecuado siendo apta para uso agrícola.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La Zonificación se realizó determinando el área de la vertiente y una zona de influencia de 50 metros a la redonda encontrando 3 tipos de cobertura correspondiente a la vegetación herbazal arbustal, pastos cultivados y zonas de suelo agrícola teniendo ciertas características como escombros de tierra alrededor y mayor cantidad de materia orgánica ya que existe intervención de zona ganadera.
- Los parámetros de la calidad de agua para uso agrícola propuestos por el RAS por salinidad e infiltración son los siguientes la conductividad eléctrica varía de 0.376 a 0.393 milimhos/cm mientras que el RAS varía de 0.377 a 0.457 meq/L. Señalando que se obtuvo un nivel bajo de salinidad, con respecto al RAS y CE obteniéndose un rango ligero-moderado existiendo restricción en la infiltración.
- Mediante la metodología RAS se evaluó la calidad de agua para uso agrícola y se pudo verificar que esta se encuentra en un rango de ligero-moderado lo cual indica que el agua si es apta para uso agrícola aceptándose la hipótesis alterna.

5.2. Recomendaciones

- El presente trabajo se debe socializar para concientizar la conservación de la vertiente de la comunidad Tambohuasha Reserva Chimborazo
- Proponer medidas de protección a la vertiente para su conservación.
- Mantener limpio el lugar en cuanto a la maleza y escombros de tierra que se genera al entorno de la vertiente.

GLOSARIO

Zonificar: Es la determinación de un diagnóstico, siendo este el eje principal, que va a dar un contenido más verdadero entorno de la zona de estudio, analizando las características físicas y socio culturales del área (Jojoa, 2015, p. 7).

RAS: Estas siglas tienen significado de (Relación de Absorción de Sodio), nos da información total del sodio, si este es alto en aguas para uso agrícola o para riego la sodificación del suelo aumentara su riesgo (Carvajal, 2020, p. 39)

Conexa: es una cosa que se enlaza o también se puede relacionar con otra (Real academia española, 2023).

Inocuo: no genera ningún daño y no causa alguna molestia (Real academia española, 2023).

Irrigación: Es el conjunto de dispositivos que contribuye de una forma muy ordenada, el caudal de aguas sobre las tierras más necesitadas, con el fin de tener a futuro una producción agrícola eficaz (Franquesa, 2016).

Rango: Es un intervalo entre un valor máximo y un valor mínimo, mientras mayor es el rango más disperso están los datos en un conjunto dado (Xstreccix, 2015).

Caracterizar: Prescribir las características de algo o de alguien para que se puedan diferenciar de los demás (Real academia española, 2023).

Sodificación: Es cambio de fase como un proceso físico el cual un líquido pasa a sólido, sin deformar su composición química (Significados.com, 2022).

BIBLIOGRAFÍA

ACEVES NAVARRO, Everardo. “Uso y manejo del agua en la agricultura mexicana”. *Comercio exterior* [En línea], 1988, (México) 38(7), pp. 570-571. [Consulta: 08 diciembre 2022]. ISSN 1995-541X. Disponible en: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/188/2/RCE2.pdf>

ACEVES, N. “Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala”. *Redalyc.org* [En línea], 2015, (México) 19(1), p. 40. [Consulta: 07 diciembre 2022]. ISSN 1665-529X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, & WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwaster*. 17^a ed. Spain: Ediciones Díaz Santos S. A. ISBN 978-84-7978-031-9.J

ARSHAD, M., & SHAKOOR, A. Evaluación de la Calidad de Agua Para Riego en Unidades Productivas Agrícolas en el Departamento de Sucre. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad de la Costa, Departamento de Civil y Ambiental, (Colombia), 2017, pp. 15–18. [Consulta: 02 mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02508068708686548>

ASAMBLEA NACIONAL. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Of. No. SAN-2014-1178. Disponible en: <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>

BRAZALES, A. La agricultura sustentable como una alternativa de desarrollo para el sector agrícola ecuatoriano [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Derecho, Ecuador. 2000, p. 1. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/2577>

CÁCERES LÓPEZ, Rodrigo Santiago. El agua de regadío y su incidencia en la producción agrícola del barrio La Victoria de la parroquia Huachi Chico del cantón Ambato, provincia de Tungurahua [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador. 2012. pp 29-30 [Consulta: 2022-12-08]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6138/1/Tesis%20719.1%20-%20C%a1ceres%20L%a3%b3pez%20Rodrigo%20Santiago.pdf>

CARABALÍ, J., GÓMEZ, J., SOLANO, M., LLUMIQUINGA, G., BURGOS, C. & CARRERA, D. “Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco”. *SIEMBRA* [En línea], 2019, (Quito) 6(2), pp. 47 [Consulta: 07 mayo 2023]. ISSN 1390-8928, Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6538/653869484005/653869484005.pdf>

CARABALÍ, J., GÓMEZ, J., SOLANO, M., LLUMIQUINGA, G., BURGOS, C. & CARRERA, D. “Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco”. *SIEMBRA* [En línea], 2019, (Quito) 6(2), pp. 52-53 [Consulta: 07 diciembre 2022]. ISSN 1390-8928, Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6538/653869484005/653869484005.pdf>

CARVAJAL, J; & OLIVES, M. Determinación de puntos de muestreo para el estudio de la calidad de agua de la acequia Pumamaqui [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias, Ingeniería Ambiental, Ecuador. 2019. p. 13 [Consulta: 2022-12-08]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17425/1/UPS%20-%20ST004111.pdf>

CARVAJAL, J; & OLIVES, M. Determinación de puntos de muestreo para el estudio de la calidad de agua de la acequia Pumamaqui [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias, Ingeniería Ambiental, Ecuador. 2019. p. 14 [Consulta: 2022-12-08]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17425/1/UPS%20-%20ST004111.pdf>

CARVAJAL, K. Evaluación de calidad de agua con fines agrícola en los acuíferos de cuatro zonas del cantón milagro [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de ciencias agrarias, Carrera de ingeniería agronómica, Ecuador. 2020. p. 19. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARVAJAL%20LLUMI%20KARINA%20DAYANA.pdf>

CARVAJAL, K. Evaluación de calidad de agua con fines agrícola en los acuíferos de cuatro zonas del cantón milagro [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de ciencias agrarias, Carrera de ingeniería agronómica, Ecuador. 2020. p. 22.

[Consulta: 2022-12-07]. Disponible en:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARVAJAL%20LLUMI%20KARINA%20DAYANA.pdf>

CARVAJAL, K. Evaluación de calidad de agua con fines agrícola en los acuíferos de cuatro zonas del cantón milagro [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de ciencias agrarias, Carrera de ingeniería agronómica, Ecuador. 2020. pp. 24-27. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARVAJAL%20LLUMI%20KARINA%20DAYANA.pdf>

CARVAJAL, K. Evaluación de calidad de agua con fines agrícola en los acuíferos de cuatro zonas del cantón milagro [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de ciencias agrarias, Carrera de ingeniería agronómica, Ecuador. 2020, p. 39. [Consulta: 2023-03-11]. Disponible en:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARVAJAL%20LLUMI%20KARINA%20DAYANA.pdf>

FERNÁNDEZ CIRELI, A. “El agua: un recurso esencial”. *Química viva* [en línea], 2012, (Argentina), 11(3), [Consulta: 13 diciembre 2022]. E-ISSN 1666-7948. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

FRANQUESA, María. *Irrigación*. [Blog]. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en:
<https://www.agroptima.com/es/blog/agricultura-de-irrigacion/#:~:text=La%20irrigaci%C3%B3n%20puede%20definirse%20como,obtener%20una%20producci%C3%B3n%20agr%C3%ADcola%20eficiente.>

GARCÍA, M., SÁNCHEZ, F., MARÍN, R., GUZMÁN, H., VERDUGO, N., DOMINGUEZ, E., VARGAS, O., PANIZZO, L., SÁNCHEZ, N., GÓMEZ, J. & CORTÉS, G. *El agua*. [Consulta: 08 DICIEMBRE 2022]. Disponible en:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18771/43827_55586.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GARCÍA, Y. “Ojeando la agenda”. *Calidad del agua con fines de riego* [en línea], 2015, (Cuba), 1 (35) pp. 4-5 [Consulta: 07 diciembre 2022]. ISSN 1989-6794, Disponible en:
[file:///C:/Users/KARINA/Downloads/Dialnet-CalidadDelAguaConFinesDeRiego-5362999%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/KARINA/Downloads/Dialnet-CalidadDelAguaConFinesDeRiego-5362999%20(3).pdf)

JOJOA CHANTRE, Omar Antonio. Zonificación de manejo ambiental de la microcuenca de la quebrada hidráulica. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad San Francisco De

Quito, Colegio de Posgrados, Quito. 2015. p. 7 [Consulta: 2023-03-11]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4095>

JUNGUO, L., HONG, Y., SIMON, N. G., MATTI, K.; MARTINA, F., STEPHAN, P., NAOTA, H., YOSHIHIDE, W., XINXIN, Z., CHUNMIAO, Z., ALCAMO, J. & TAIKAN, O. “Water scarcity assessments in the past, present, and future”. *Earth's Future* [en línea], 2017, (Argentina) 5(6), pp. 545-559. [Consulta: 07 diciembre 2022]. ISSN 1010-1002. Disponible en: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2016EF000518>

KRISHNA, K. S., BABU, S. H., RAO, P. E., SELVAKUMAR, S., THIVYA, C., MURALIDHARAN, S. & JEYABAL, G. “Evaluation of water quality and hydrogeochemistry of Surface and groundwater, Tiruvallur District, Tamil Nadu, India”. *Appl. Water Sci.* [en línea], 2016 (India) 7(5) pp. 1-3 [Consulta: 2023-03-11]. ISSN 2533-2544. Disponible en: <https://cyberleninka.org/article/n/1415287>

LAWSON; & MISTRY. ¿Cómo examinar la calidad del agua? [blog]. [Consulta: 07 diciembre 2022], Disponible en: [https://blogs.worldbank.org/es/voices/como-examinar-la-calidad-del-agua#:~:text=Se%20puede%20probar%20la%20presencia,\)%2C%20agroqu%C3%ADmicos%20\(pesticidas%20o%20fertilizantes](https://blogs.worldbank.org/es/voices/como-examinar-la-calidad-del-agua#:~:text=Se%20puede%20probar%20la%20presencia,)%2C%20agroqu%C3%ADmicos%20(pesticidas%20o%20fertilizantes)

LENNTECH, B. *Peligro de sodio en el agua de irrigación.* [blog]. [Consulta: 07 diciembre 2022], Disponible en: <https://www.lenntech.es/aplicaciones/riego/sar/riesgo-sodio-en-regadios.htm>

MARÍN CORBA, A; & PARRA ORTEGA S. *Caracterización de coberturas vegetales en el páramo de Rabanal* [blog]. [Consulta: 21 abril 2023], Disponible en: <https://www.gbif.org/es/dataset/909c04cb-3f28-4fea-bb7d-3b99a851e265#citation>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Registro Oficial Orgánico del Gobierno del Ecuador. Edición especial N° 387. 2015

MONGE RENDON, MIGUEL. Interpretación de un análisis de agua para riego [blog]. [Consulta: 25 de junio 2023], Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego#:~:text=El%20valor%20del%20pH%20de,m%C3%A1xima%20solubilidad%20en%20este%20intervalo.>

PADILLA, D. Procesos hidrogeoquímicos que dan origen a la salinidad en el sistema acuífero de Tierra Nueva, San Luis Potosí [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 2014. pp. 22 [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/927/1/235211.pdf>

POCOY, Y. Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA), [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Facultad de ciencias agrarias, Escuela profesional de ingeniería agrícola, Perú. 2015. pp. 5-6. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1194/T%20261%202015.pdf?sequence=1>

POCOY, Y. Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA), [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Facultad de ciencias agrarias, Escuela profesional de ingeniería agrícola, Perú. 2015. p. 9. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1194/T%20261%202015.pdf?sequence=1>

POCOY, Y. Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA), [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Facultad de ciencias agrarias, Escuela profesional de ingeniería agrícola, Perú. 2015. p. 10. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1194/T%20261%202015.pdf?sequence=1>

POCOY, Y. Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA), [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Facultad de ciencias agrarias, Escuela profesional de ingeniería agrícola, Perú. 2015. p. 11. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1194/T%20261%202015.pdf?sequence=1>

POCOY, Y. Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA), [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Facultad de ciencias agrarias, Escuela profesional de ingeniería agrícola, Perú. 2015. pp. 12-13. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1194/T%20261%202015.pdf?sequence=1>

POCOY, Y. Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA), [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Facultad de ciencias agrarias, Escuela profesional de ingeniería agrícola, Perú. 2015. p. 14. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1194/T%20261%202015.pdf?sequence=1>

POCOY, Y. Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA), [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Facultad de ciencias agrarias, Escuela profesional de ingeniería agrícola, Perú. 2015. pp. 15-16. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1194/T%20261%202015.pdf?sequence=1>

RAMOS FERNÁNDEZ, L. Variabilidad espacio-temporal de la calidad del agua subterránea en el valle de Lurín [En línea] (Trabajo de titulación). (Posgrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola. Departamento Académico de Recursos Hídricos, Lurín. 2017. pp. 8 [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1370290?show=full>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Conexa* [blog]. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/conexo>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Inocuo* [blog]. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/inocuo>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Caracterizar* [blog]. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/caracterizar>

RODÓ, J. *Calidad del agua* [blog]. [Consulta: 07 diciembre 2022], Disponible en: <http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/17/conceptos-sobre-monitoreo-de-calidad-de-agua/>

RUBIO, H., ORTIZ, R., QUINTANA, R., SAUCEDO, R., OCHOA, R., REY N. “Índice de calidad de agua (ICA) en la presa la boquilla en Chihuahua”. Dialnet [En línea], 2014, (México) 1(2), p. 37. [Consulta: 2022-12-07]. ISSN-e 2007-901X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6121115>

RUMIÉ, D., MCNISH, F. & CANO, J. Diseño e implementación de estrategias de mejoramiento del sistema automatizado de estabilización del PH de agua residual industrial, en un tanque de neutralización de la planta DPA en Valledupar [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis). UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, Facultad de ingeniería, (Cartagena de Indias). 2011 pp. 13-14. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1383/0062308.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SÁNCHEZ, J., *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL* [en línea] Libros de la CEPAL, N° 158 (LC/PUB.2019/18-P) [Consulta: 25 de febrero 2023]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf

SANDOVAL GARCIA, Rufino., GONZALEZ CUBAS, Rigoberto. & JIMENEZ PEREZ, Javier. “Análisis multitemporal del cambio en la cobertura del suelo en la Mixteca Alta Oaxaqueña”. *Rev. mex. de cienc. forestales* [en línea]. 2021, (México) 12(66), pp. 96-121. [Consulta: 17 de abril 2023]. ISSN 2007-1132. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322021000400096&script=sci_abstract

SARABIA, I., CISNEROS, R., ACEVES DE ALBA, J., DURÁN, H. & CASTRO J. Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del valle de san luis potosí, [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Potosí- México. 2011. p 10. [Consulta: 2023-02-25]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v27n2/v27n2a2.pdf>

SENASICA. *Agua de uso agrícola.* [blog]. [Consulta: 07 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290744/Gu_a_Agua_Agr_col_a_.pdf

SIGNIFICADOS.COM. *Agua de uso agrícola* [blog]. [Consultado el 11 de marzo del 2023]. Disponible en: <https://www.significados.com/solidificacion/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20la%20Solidificaci%C3%B3n%3A,aumentando%20sus%20fuerzas%20de%20interacci%C3%B3n.>

SIGLER, A; & BAUDER, J. *Alcalinidad, pH y sólidos disueltos totales.* [blog]. [Consulta: 07 diciembre 2022]. Disponible en: http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS%202012-11-15-SP.pdf

TREJO, T; & GÓMEZ, F. Soilless culture. In: fertilization of protected crops, proceedings. International Potash Institute. (Ed.). Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. International Potash Institute. Florence, [en línea] Italia. 2012. pp 324-341

VIZCAINO CADENA, Katerine Dayanara. Propuesta de manejo del recurso hídrico en base a la evaluación de calidad de agua del río Pioter, cantón Tulcán En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis). Universidad Técnica Del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. 2020. P. 38. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10581/2/03%20RNR%20359%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
[Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: https://cdn.intechopen.com/pdfs/33765/...solutions_for_hydroponic_systems.pdf

VILLAVICENCIO, Abelardo & VILLABLANCA, Alexis. *Prevención de obstrucciones de emisores por causas químicas y biológicas* [blog]. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4401/NR38612.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=El%20contenido%20de%20bicarbonatos%20en,de%20precipitados%20en%20los%20emisores>

VIZCAINO CADENA, Katerine Dayanara. Propuesta de manejo del recurso hídrico en base a la evaluación de calidad de agua del río Pioter, cantón Tulcán En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis). Universidad Técnica Del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. 2020. p. 38. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10581/2/03%20RNR%20359%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

VIZCAINO CADENA, Katerine Dayanara. Propuesta de manejo del recurso hídrico en base a la evaluación de calidad de agua del río Pioter, cantón Tulcán En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis). Universidad Técnica Del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. 2020.p. 52 [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10581/2/03%20RNR%20359%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

XSTRECCIX. *Rango* [blog]. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <http://xstreccix.blogspot.com/2015/06/32-rango.html>

ZARZA, Laura. *¿Cuántos tipos de agua hay?* [blog]. [Consulta: 03 abril 2023]. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>



ANEXOS

ANEXO A: CÁLCULOS

Anexo A1 Cálculo para determinar bicarbonatos por titulación

$$\text{HCO}_3^- = \frac{0.05N \text{ eq HCl}}{1000\text{mL HCl}} \times 100\text{ml HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ eq HCl}} \times \frac{36.46 \text{ g HCl}}{38 \text{ HCl}} \times \frac{1\text{ml HCl}}{1.19 \text{ HCl}} = 0.4031 \text{ mg/L}$$

Anexo A2 Cálculo para determinar cloruros por titulación

$$\text{Cl}^- = \frac{0.05N \text{ eq AgNO}_3}{1000\text{mL AgNO}_3} \times 100\text{ml AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ eq AgNO}_3} \times \frac{169.87 \text{ mg/L AgNO}_3}{1 \text{ mol AgNO}_3} = 0.845 \text{ mg/L}$$

Anexo A3 Cálculo estequiométrico del Na⁺ para transformar de mg/l a meq/l en los meses de (junio, julio, diciembre y enero).

$$\frac{\text{Na}^+}{\text{pm Na}^+} * 1 =$$

JUNIO

Media

$$\frac{21.7}{22.99} * 1 = 0.95$$

Media

$$\frac{23.48}{22.99} * 1 = 1.02$$

Media

$$\frac{20.00}{22.99} * 1 = 0.87$$

JULIO

Media

$$\frac{26.4}{22.99} * 1 = 1.15$$

Media

$$\frac{28.53}{22.99} * 1 = 1.24$$

Media

$$\frac{24.31}{22.99} * 1 = 1.06$$

DICIEMBRE

Media

$$\frac{25.7}{22.99} * 1 = 1.12$$

Media

$$\frac{27.72}{22.99} * 1 = 1.21$$

desviación est.

$$\frac{1.74}{22.99} * 1 = 0.076$$

desviación est.

$$\frac{2.11}{22.99} * 1 = 0.092$$

desviación est.

$$\frac{2.05}{22.99} * 1 = 0.089$$

Media

$$\frac{23.62}{22.99} * 1 = 1.03$$

ENERO

Media

$$\frac{22.2}{22.99} * 1 = 0.97$$

$$\frac{24.01}{22.99} * 1 = 0.97$$

$$\frac{20.45}{22.99} * 1 = 0.97$$

desviación est.

$$\frac{1.78}{22.99} * 1 = 0.077$$

Anexo A4. Cálculo estequiométrico del Mg^{2+} para transformar de mg/l a meq/l en los meses de (junio, julio, diciembre y enero).

$$\frac{Mg^{2+}}{pm Mg^{2+}} * 2 =$$

JUNIO

Media

$$\frac{19.4}{24.31} * 2 = 1.6$$

Media

$$\frac{20.95}{24.31} * 2 = 1.72$$

Media

$$\frac{17.82}{24.31} * 2 = 1.47$$

desviación est.

$$\frac{1.55}{24.31} * 2 = 0.13$$

JULIO

Media

$$\frac{13.5}{24.31} * 2 = 1.11$$

Media

$$\frac{14.54}{24.31} * 2 = 1.2$$

Media

$$\frac{12.38}{24.31} * 2 = 1.02$$

desviación est.

$$\frac{1.08}{24.31} * 2 = 0.089$$

DICIEMBRE

Media

$$\frac{13.8}{24.31} * 2 = 1.14$$

Media

$$\frac{14.86}{24.31} * 2 = 1.22$$

Media

$$\frac{12.66}{24.31} * 2 = 1.04$$

desviación est.

$$\frac{1.10}{24.31} * 2 = 0.090$$

ENERO

Media

$$\frac{19.4}{24.31} * 2 = 1.60$$

Media

$$\frac{21.01}{24.31} * 2 = 1.73$$

Media

$$\frac{17.89}{24.31} * 2 = 1.47$$

Anexo A5. Cálculo estequiométrico del Ca^{2+} para transformar de mg/l a meq/l en los meses de (junio, julio, diciembre y enero).

$$\frac{Ca^{2+}}{pm Ca^{2+}} * 2 =$$

JUNIO

Media

$$\frac{18.3}{40.08} * 2 = 0.91$$

$$\frac{19.75}{40.08} * 2 = 0.96$$

$$\frac{16.83}{40.08} * 2 = 0.84$$

JULIO

Media

$$\frac{18.6}{40.08} * 2 = 0.93$$

Media

$$\frac{20.12}{40.08} * 2 = 1.00$$

Media

$$\frac{17.14}{40.08} * 2 = 0.86$$

DICIEMBRE

Media

$$\frac{18.6}{40.08} * 2 = 0.93$$

Media

$$\frac{20.04}{40.08} * 2 = 1$$

Media

$$\frac{17.08}{40.08} * 2 = 0.85$$

ENERO

Media

$$\frac{19.6}{40.08} * 2 = 0.98$$

desviación est.

$$\frac{1.56}{24.31} * 2 = 0.13$$

desviación est.

$$\frac{1.46}{40.08} * 2 = 0.072$$

desviación est.

$$\frac{1.49}{40.08} * 2 = 0.074$$

desviación est.

$$\frac{1.48}{40.08} * 2 = 0.074$$

desviación est.

$$\frac{1.56}{40.08} * 2 = 0.078$$

Media

$$\frac{21.11}{40.08} \cdot 2 = 1.05$$

Media

$$\frac{17.99}{40.08} \cdot 2 = 0.9$$

Anexo A6. Cálculo para la determinación de cloruros

$$\frac{Cl^-}{pm Cl^-} \cdot 1 =$$

JUNIO

Media

$$\frac{0.567}{35.45} \cdot 1 = 0.016$$

desviación est.

$$\frac{0.0351}{35.45} \cdot 1 = 0.00099$$

JULIO

Media

$$\frac{0.653}{35.45} \cdot 1 = 0.018$$

desviación est.

$$\frac{0.0404}{35.45} \cdot 1 = 0.0011$$

DICIEMBRE

Media

$$\frac{0.56}{35.45} \cdot 1 = 0.016$$

desviación est.

$$\frac{0.0361}{35.45} \cdot 1 = 0.0010$$

ENERO

Media

$$\frac{0.577}{35.45} \cdot 1 = 0.016$$

desviación est.

$$\frac{0.0404}{35.45} \cdot 1 = 0.0011$$

Anexo A7. Cálculo para la determinación de bicarbonatos

$$\frac{HCO_3^-}{pm HCO_3^-} \cdot 1 =$$

JUNIO

Media

$$\frac{5.12}{60.99} \cdot 1 = 0.084$$

desviación est.

$$\frac{0.0503}{60.99} \cdot 1 = 0.00082$$

Media

$$\frac{5.07}{60.99} \cdot 1 = 0.083$$

Media

$$\frac{5.17}{60.99} \cdot 1 = 0.085$$

JULIO

Media

$$\frac{3.61}{60.99} \cdot 1 = 0.059$$

desviación est.

$$\frac{0.131}{60.99} \cdot 1 = 0.002$$

Media

$$\frac{3.47}{60.99} * 1 = 0.057$$

Media

$$\frac{3.73}{60.99} * 1 = 0.059$$

DICIEMBRE

Media

$$\frac{3.54}{60.99} * 1 = 0.058$$

Media

$$\frac{3.57}{60.99} * 1 = 0.058$$

Media

$$\frac{3.53}{60.99} * 1 = 0.058$$

ENERO

Media

$$\frac{3.41}{60.99} * 1 = 0.056$$

Media

$$\frac{3.33}{60.99} * 1 = 0.055$$

Media

$$\frac{3.43}{60.99} * 1 = 0.056$$

Anexo A8. Cálculos para la corrección del RAS corregido mes de junio

JUNIO (REPETICIÓN 1) – CE= 0.396

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.084}{0.91} = 0.092$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} =$$

$$RAS = \frac{0.95}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.60}{2}}} = 0.37$$

JUNIO (REPETICIÓN 2) – CE= 0.396

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.083}{0.96} = 0.086$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

$$RAS = \frac{1.02}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.72}{2}}} = \mathbf{0.40}$$

JUNIO (REPETICIÓN 3) – CE= 0.396

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.083}{0.96} = 0.086$$

$$Ca^{2+} = \frac{8.77 + 9.07}{2}$$

$$Ca^{2+} = 8.92 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

$$RAS = \frac{0.87}{\sqrt{\frac{8.92 + 1.47}{2}}} = \mathbf{0.38}$$

Anexo A*9. Cálculos para la corrección del RAS corregido mes de julio

JULIO (REPETICIÓN 1) – CE= 0.381

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.059}{0.93} = 0.063$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} =$$

$$RAS = \frac{1.15}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.11}{2}}} = 0.46$$

JULIO (REPETICIÓN 2) – CE= 0.381

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.057}{1} = 0.057$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} =$$

$$RAS = \frac{1.24}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.2}{2}}} = 0.49$$

JULIO (REPETICIÓN 3) – CE= 0.381

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.059}{0.86} = 0.068$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} =$$

$$\text{RAS} = \frac{1.06}{\sqrt{\frac{11.54+1.02}{2}}} = 0.42$$

Anexo A10. Cálculos para la corrección del RAS corregido mes de diciembre
DICIEMBRE (REPETICIÓN 1) – CE= 0.376

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.058}{0.93} = 0.062$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$\text{RAS} = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} =$$

$$\text{RAS} = \frac{1.12}{\sqrt{\frac{11.54+1.14}{2}}} = 0.45$$

DICIEMBRE (REPETICIÓN 2) – CE= 0.376

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.058}{1} = 0.058$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$\text{RAS} = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} =$$

$$\text{RAS} = \frac{1.21}{\sqrt{\frac{11.54+1.22}{2}}} = 0.48$$

DICIEMBRE (REPETICIÓN 3) – CE= 0.376

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.058}{0.85} = 0.068$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

$$RAS = \frac{1.03}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.04}{2}}} = 0.41$$

Anexo A11. Cálculos para la corrección del RAS corregido mes de enero
ENERO (REPETICIÓN 1) – CE= 0.393

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.056}{0.98} = 0.06$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$RAS = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

$$RAS = \frac{0.97}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.60}{2}}} = 0.38$$

ENERO (REPETICIÓN 2) – CE= 0.393

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.055}{1.05} = 0.052$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$\text{RAS} = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

$$\text{RAS} = \frac{1.04}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.73}{2}}} = \mathbf{0.40}$$

ENERO (REPETICIÓN 3) – CE= 0.393

$$\frac{HCO_3^-}{Ca^{2+}} = \frac{0.056}{0.9} = 0.062$$

$$Ca^{2+} = \frac{13.92 + 14.40 + 8.77 + 9.07}{4}$$

$$Ca^{2+} = 11.54 \text{ meq/L}$$

$$\text{RAS} = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

$$\text{RAS} = \frac{0.89}{\sqrt{\frac{11.54 + 1.47}{2}}} = \mathbf{0.35}$$

ANEXO B: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL MES DE JUNIO



B1. Titulación para determinar cloruros

B2. Titulación para determinar bicarbonatos 3 repeticiones



B3. Equipo de absorción atómica para la determinación de los parámetros físico-químicos

B4. Monitoreo y recolección de la muestra

ANEXO C: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL MES DE JULIO



C1. 100 ml de muestras de agua para su respectivo análisis de determinación de bicarbonatos

C2. Muestras etiquetadas y añadidas indicador K_2CrO_4 para determinar cloruros



C3. Equipo de absorción atómica para la determinación del sodio, calcio y magnesio

C4. Determinación de los parámetros físico-químicos

ANEXO D: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL MES DE DICIEMBRE



D1. Determinación de bicarbonatos con su respectiva titulación



D2. Equipo de absorción atómica para la determinación del sodio, calcio y magnesio

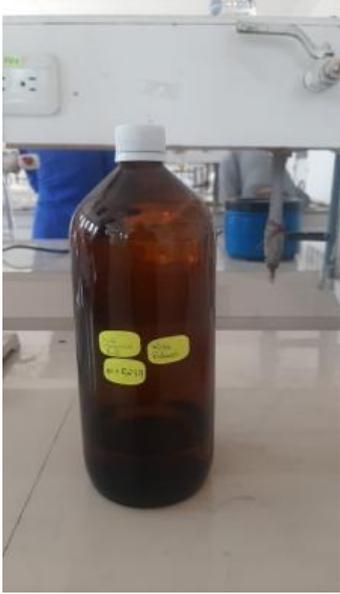


D3. Recolección de las muestras de agua para su respectivo análisis



D4. Muestras etiquetadas y añadidas indicador K_2CrO_4 para determinar cloruros, haciendo 3 repeticiones

ANEXO E: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS EN EL MES DE ENERO

	
<p>E1. Determinación de bicarbonatos con su respectivo indicador (naranja de metilo).</p>	<p>E2. Indicadores, naranja de metilo, negro de ericromo y cromato de potasio para la determinación de cloruros y bicarbonatos.</p>
	
<p>E3. Titulación para determinación de bicarbonatos</p>	<p>E4. Muestra de ácido clorhídrico al 0.097% para la determinación de bicarbonatos por titulación</p>



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 02 / 10 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Lisseth Karina Godoy Hernández
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Química
Título a optar: Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1622-DBRA-UPT-2023

