



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO
CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieras Agrónomas

Autores:

Chale Evas Katherin Liseth

Díaz Pilco Katherine Michelle

Tutora:

Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chale Evas Katherin Liseth, con cédula de ciudadanía No. 1753779634 y Díaz Pilco Katherine Michelle, con cédula de ciudadanía No. 1850590041 declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”**, siendo la Ingeniera Mg. Mercy Lucila Ilbay Yupa, PhD. Tutora del presente trabajo; y, eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de febrero del 2024



Katherin Liseth Chale Evas

CC: 1753779634

ESTUDIANTE



Katherine Michelle Díaz Pilco

CC: 1850590041

ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHALE EVAS KATHERIN LISETH**, identificada con cédula de ciudadanía **1753779634**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”** La cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Marzo 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutora: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, PhD.

Tema: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 15 días del mes de febrero del 2024.



Katherin Liseth Chale Evas

LA CEDENTE

Dr. Idalia Pacheco Tigsalema, Ph.D.

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **DIAZ PILCO KATHERINE MICHELLE** identificada con cédula de ciudadanía **1850590041**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutora: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa PhD.

Tema: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar

o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 15 días del mes de febrero del 2024.



Katherine Michelle Díaz Pilco

LA CEDENTE

Dr. Idalia Pacheco Tigsalema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”, de Chale Evas Katherin Liseth y Díaz Pilco Katherine Michelle, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de febrero del 2014


Ing. Mery Lucila Ilbay Yupa, PhD.

CC: 0604147900

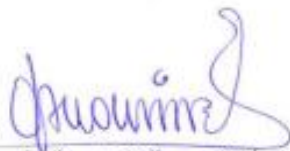
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

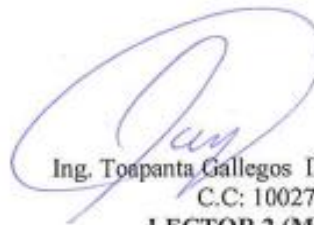
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Chale Evas Katherin Liseth y Díaz Pilco Katherine Michelle, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA JUNTA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Ing. Chasi Vizuite Wilman Paolo, Mg.
C.C: 0502409725
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Tospana Gallegos Diana Elizabeth, Mg.
C.C: 1002749800
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Chancusig Valdivia Hernán, Mg.
C.C: 0501883920
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A mi familia y a Dios por el apoyo incondicional, no solo en esta etapa importante de mi vida, si no en el proceso de formación como persona, inculcándome buenos valores.

A mis amigos de la universidad “Las Chales” que en toda la carrera universitaria me han apoyado y han sido un pilar fundamental, por su amor desinteresado más que compañeros de trabajos grupales, de campo, tareas y de curso han demostrado ser los mejores seres humanos que pudieron llegar a mi vida, infinitas gracias por ser parte de mi vida de forma especial a mi mejor amiga Camila Gómez por demostrarme lo mucho que me valora al igual que yo.

A mi compañera de tesis Katherine Díaz por su colaboración y comprensión incondicional y ser parte del último y gran paso para culminar mi carrera universitaria.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme facilitado el ingreso a estudiar en tan prestigiosa institución y lograr una meta que me trace como el de ser Ingeniero en Agrónomo.

A los ingenieros Mercy Ilbay y Paolo Chasi por su paciencia, colaboración y apoyo para que se pueda culminar de la mejor manera este proyecto. Con sus palabras positivas que han hecho hincapié en este proceso no solo académico sino de vida, parano desmayar y llegar a cumplir está metas.

Katherin Liseth Chale Evas

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la salud a mí y a mi familia y por permitirme concluir mi carrera Universitaria, ser mi guía y camino, llenándome de bendiciones para alcanzar mis objetivos y metas.

A mis padres y hermana, por estar siempre presente en mi vida apoyándome y aconsejándome a seguir en adelante y no decaer con la finalidad de lograr todo lo planteado y el amor y cariño brindado a lo largo de estos años.

A mi enamorado, por ser mi apoyo incondicional en este largo camino de investigación y redacción de mi tesis. Gracias por ser mi luz en los momentos más oscuros, por ser mi alegría en los momentos más felices, y por estar a mi lado siempre, sin importar las circunstancias. Gracias por ser mi motivación, mi inspiración, y por creer en mí.

A mis abuelos que me vieron y cuidaron siempre, que a pesar de no estar a mi lado siempre estarán presentes.

A mis amigas de la universidad “KYMA” por ser un grupo excepcional a lo largo de la carrera.

A mi compañera de tesis Katherin Chale por su colaboración y comprensión incondicional y ser parte de esta investigación, que sin duda ha sido una aventura llena de experiencias productivas.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme facilitado el ingreso a estudiar en tan prestigiosa institución y lograr una meta que me trace como profesional a la Junta de Riego Canal Central Toacaso por la colaboración pre dispuesta para culminar el del proyecto de investigación.

A mi tutora de tesis Ing. Mercy Ilbay por su tiempo, paciencia, colaboración y apoyo para que se pueda culminar de la mejor manera este proyecto de investigación y aquellas personas que incidieron para culminar mi carrera profesional.

Katherine Michelle Díaz Pilco

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mi madre Martha Evas por su amor, apoyo, sacrificio incondicional, por sus palabras de aliento, día tras día inculcándome que todo sacrificio tiene su recompensa, por ser mi soporte a lo largo de mi vida por estar en las buenas y en las malas sin dejar de confiar en mí, sin ella no podría estar a un paso de la gran meta.

A mis queridos hermanos Melany Chale y Oscar Chale que llegaron a mi vida, para darle sentido, gracias porque son mi inspiración y fortaleza, sus palabras de aliento y presencia han sido fundamentales para atreverme a seguir en este camino y por ello hoy más que nunca se los dedico con todo mi corazón cada escrito en el presente proyecto.

Katherin Liseth Chale Evas

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mi madre Cecilia Pilco, a mi padre Wilman Díaz y hermana Melanie Díaz por su amor, apoyo y el gran sacrificio que han realizado a largo de mi formación profesional apoyándome en todo momento.

A mi enamorado Marco Pilco por el apoyo, amor y fe condicional que me ha brindado. Por ser un motivo más para lograr todo propósito y me has impulsado a ser la mejor versión de mí misma, demostrándome que todo es posible si se tiene amor, dedicación y esfuerzo.

Katherine Michelle Díaz Pilco

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN AGRONÓMICA JUNTA DE RIEGO DEL CANAL CENTRAL TOACASO 2023-2024”

Autoras:

Chale Evas Katherin Liseth

Díaz Pilco Katherine Michelle

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue realizar una evaluación agronómica en el Canal Central Toacaso, ubicado en la provincia de Cotopaxi. La junta está conformada por 324 usuarios distribuidos en ocho módulos de riego, los objetivos planteados fueron evaluar la calidad de agua, suelo y producción. utilizando el multiparámetro para determinar diferentes aspectos de la calidad de agua para riego; además, se realizó un muestreo de agua por módulo mismo que fueron enviados al laboratorio de Lancas INAMHI. Para analizar el suelo se realizó análisis en los laboratorios INIAP y LANCAS; También, de la clase agroecológica, pendiente, calicata y velocidad de infiltración (infiltró metro doble anillo). En la producción se consideró los principales cultivos, su manejo y costos de producción. El resultado de las variables puestas a estudio en el multiparámetro evidencian que agua cuenta con un (pH) apto para el riego dentro de los límites permisibles, la conductividad eléctrica (CE) y sólidos disueltos totales (Sdt) son bajos y el contenido de arsénico agua de sobrepasa el rango límite permisible según la normativa TULSMA a excepción del módulo 6; Por otro lado, los suelos de la junta presentan un pH muy cercanos al neutro y ligeramente alcalino, bajos contenidos de nitrógeno y potasio a excepción del módulo 4, pero todos los módulos tienen alto contenido de calcio, magnesio fósforo y arsénico. Una pendiente con un rango de 0-5 mostrando un suelo plano a casi plano en la mayoría de la zona con un 84,34%. La clasificación agroecológica evidencia dos clases donde el 38,67% del área de la junta presentó un tipo de clase I, tierras sin limitaciones y el 45,67% es de la clase II las cuales se interpreta que son tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación; Finalmente, En el análisis de costo de producción se evidencia que el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*), maíz (*Zea mays*) y alfalfa (*Medicago sativa*), avena (*Avena sativa L.*) son rentables, por cada dólar que se invierte se gana USD 1,09; 2,67; 1,13; 2,28; Sin embargo, en la producción de la papa (*Solanum tuberosum*), nos genera pérdidas ya que por cada dólar se pierde 0,89ctvs.

Palabras claves: Riego, análisis, arsénico, evaluación, rendimiento y calidad, suelo, agua.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "AGRONOMIC EVALUATION OF THE TOACASO CENTRAL CANAL IRRIGATION BOARD 2023-2024".

Authors:

Chale Evas Katherin Liseth

Díaz Pilco Katherine Michelle

ABSTRACT

The purpose of this research was to carry out an agronomic evaluation in the Toacaso Central Canal, located in the province of Cotopaxi. The board is made up of 324 users distributed in eight irrigation modules, the objectives set were to evaluate the quality of water, soil and production. using the multi-parameter to determine different aspects of irrigation water quality; In addition, a water sampling was carried out per module and sent to the Lancas INAMHI laboratory. To analyze the soil, analyses were carried out in the INIAP and LANCAS laboratories; Also, of the agroecological class, slope, pit and infiltration speed (infiltrated meter double ring). The main crops, their management and production costs were considered in the production. The result of the variables studied in the multiparameter shows that water has a suitable for irrigation (pH) within the permissible limits, the electrical conductivity (EC) and total dissolved solids (Sdt) are low and the arsenic content of water exceeds the permissible limit range according to the TULSMA regulations with the exception of module 6. On the other hand, the soils of the board have a pH very close to neutral and slightly alkaline, low nitrogen and potassium content, with the exception of module 4, but all modules have a high content of calcium, magnesium, phosphorus and arsenic. A slope with a range of 0-5 showing flat to almost flat ground in most of the area at 84.34%. The agroecological classification shows two classes where 38.67% of the area of the board presented a type of class I, lands without limitations, and 45.67% is of class II, which is interpreted to be lands with slight limitations or with moderate conservation practices. Finally, in the analysis of the cost of production, it is evident that the cultivation of carrots (*Daucus carota*), corn (*Zea mays*) and alfalfa (*Medicago sativa*), oats (*Avena sativa* L.) are profitable, for each dollar that is invested, USD 1.09 is earned; 2,67; 1,13; 2,28. However, in the production of potatoes (*Solanum tuberosum*), it generates losses since 0.89 cents are lost per dollar.

Keywords: irrigation, analysis, arsenic, evaluation, performance and quality, soil, water.

INDICE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	vi
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	x
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INDICE CONTENIDO	xvii
INDICE DE TABLAS.....	xx
INDICE DE GRÁFICAS	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
a. Beneficiarios directos.....	3
b. Beneficiarios indirectos.....	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	4
5.1 Objetivo General	4
5.2 Objetivos Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
7.1. Agua.....	5
7.1.1. Origen del agua con arsénico en la Junta.....	5

7.1.2.	Problemas de arsénico en el agua.	6
7.1.3.	Agua en relación con otros metales.	6
7.1.4.	Calidad de agua para riego.	6
7.1.5.	Criterios de calidad de agua para riego.	7
7.2.	SUELO	9
7.2.1.	Características del suelo	9
a)	Propiedades físicas	9
c)	Propiedades biológicas	11
7.2.2.	Tipos de suelo	11
7.2.3.	Suelo en la agricultura	12
7.2.4.	Arsénico en el suelo.....	12
7.3	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	13
7.3.1.	Caracterización productiva de un sistema agrícola.	13
9.	METODOLOGÍA	14
9.1.	Área de estudio.....	14
9.2.	Metodología de la investigación	16
9.3.	Junta de riego del canal central de Toacaso.	17
9.4.	Análisis de la calidad del agua para riego.	19
9.4.1.	Muestreo del agua	19
9.4.2.	Multiparámetros del agua	20
9.5.	Análisis de la calidad del suelo agrícola.	21
9.5.1.	Muestreo del suelo.....	21
•	Muestreo de análisis básico del suelo (Ca, Mg, N, K, P).....	23
9.5.2.	terminación de pendientes y zonas agroecológicas.	23
9.5.3.	Determinación de horizontes y perfiles de suelo.....	24

9.5.4.	Prueba de infiltración.	25
9.6.	Análisis del sistema productivo.	26
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
10.1.	Calidad del agua para riego en la Junta.....	27
10.1.1.	Potencial de hidrógeno (pH)	27
10.1.2.	Resultados del análisis de Conductividad Eléctrica (CE)	28
10.1.3.	Resultados del análisis de Solidos Disueltos Totales (Sdt).....	30
10.1.4.	Resultados del contenido de (As) Arsénico en el agua.	31
10.2.	Resultados de los análisis del suelo.	33
10.2.1.	Resultados del contenido de pH en el suelo.....	33
10.2.2.	Resultados del contenido de Nitrógeno en el suelo	35
10.2.3.	Resultados del contenido de Fósforo en el suelo	36
10.2.4.	Resultados del contenido de Potasio en el suelo.....	38
10.2.5.	Resultados del contenido de Calcio en el suelo	39
10.2.6.	Resultados del contenido de Magnesio en el suelo	40
10.2.7.	Resultados del contenido de Arsénico en el suelo	42
10.2.8.	PENDIENTES Y ZONIFICACIÓN AGREOCOLOGICA.....	43
10.2.9.	Tasa de Infiltración.	46
10.2.10.	Calicata.....	48
10.3.	Análisis del sistema productivo.	49
10.3.1.	Costos de producción	52
11.	CONCLUSIONES	52
12.	RECOMENDACIONES	53
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	4
Tabla 2: Criterios de la calidad admisible para aguas de uso agrícola	7
Tabla 3: Criterios de calidad del suelo	11
Tabla 4: Criterios de calidad admisibles para suelos de uso agrícola	12
Tabla 5: Criterios de calidad admisibles para suelos de uso agrícola	13
Tabla 6: Coordenadas UTM del lugar de estudio	15
Tabla 7: Parámetros de estudio	21
Tabla 8: Clasificación de pendientes según el ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.	23
Tabla 9: Resultados del análisis de pH	27
Tabla 10: Resultados del análisis de Conductividad Eléctrica	29
Tabla 11: Resultados del análisis de Solidos Disueltos T	30
Tabla 12: Resultados del análisis del agua con Arsénico realizados en el laboratorio del INAMHI	32
Table 13: Resultados del análisis de pH en suelo.	34
Tabla 14: Resultados del análisis de Nitrógeno en suelo.	35
Tabla 15: Resultados del análisis de Fósforo en el suelo.	36
Tabla 16: Resultados del análisis de Potasio en suelo.	38
Tabla 17: Resultados del análisis de Calcio en suelo	40
Tabla 18: Resultados del análisis de Magnesio.	41
Tabla 19: Resultados del análisis de Arsénico realizados en el INAMHI.	42
Tabla 20: Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso.	44
Tabla 21: Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso.	45
Tabla 22: Resultados de la prueba de infiltración de riego del canal central Toacaso	47
Tabla 23: Cultivos representativos del Canal Central Toacaso	50
Tabla 24: Resultado en porcentaje de los cultivos más representativos.	50
Tabla 25: Resultados de los costos de producción del canal central Toacaso	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Composición del suelo	10
Figura 2: Ubicación del Área de estudio Mapa en Qgis	15
Figura 3 Esquema de todas las actividades que se realizaron para el análisis Agronómico de la Junta del Canal Central Toacaso.	16
Figura 4: Mapa de distribución del Sistema de Riego Tecnificado para el Canal Central Toacaso de acuerdo a módulos, horarios y días establecidos por sus usuarios.	18
Figura 5: Resultados del contenido de pH en el agua.....	28
Figura 6: Resultados del contenido de Conductividad Eléctrica en el agua.	29
Figura 7: Resultados del contenido de Sólidos Disueltos T. en el agua.	31
Figura 8: Resultados del contenido de Arsénico en el agua.	33
Figura 9: Resultados del contenido de pH en suelo.....	34
Figura 10: Resultados del contenido de Nitrógeno en suelo.	36
Figura 11: Resultados del contenido de Fosforo en suelo.	38
Figura 12: Resultados del contenido de Potasio en suelo.....	39
Figura 13: Resultados del contenido de Calcio en suelo.	40
Figura 14: Resultados del contenido de Magnesio en suelo.	41
Figura 15: Resultados del contenido de Arsénico en suelo.	43
Figura 16: Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso en QGIS.	44
Figura 17: Resultados del agroecológico en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso en QGIS.	46
Figura 18: Resultados de la tasa de infiltración.....	48
Figura 19: Resultados de calicata realizada en el módulo 4 manualmente.	49
Figura 20: Cultivos representativos del Canal Central Toacaso.....	51

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Evaluación agronómica de la Junta de riego Canal Central Toacaso 2023-2024

Fecha de inicio: Octubre 2023

Fecha de finalización: Marzo 2024

Lugar de ejecución: Junta de Riego Canal Central Toacaso

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Agronomía.

Equipo de Trabajo:

Tutor de titulación: Ing. Ilbay Yupa Mercy Lucila, PhD.

Investigador 1: Chale Evas Katherin Liseth

Investigador 2: Díaz Pilco Katherine Michelle

Lector 1: Ing. Chasi Vizquete Wilman Paolo, Mg.

Lector 2: Ing. Toapanta Gallegos Diana Elizabeth, Mg.

Lector 3: Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

Coordinadores del Proyecto:

C_1: Chale Evas Katherin Liseth

Teléfono: 0983838193

Correo electrónico: katherin.chale9634@utc.edu.ec

C_2: Diaz Pilco Katherine Michelle

Teléfono: 0990575191

Correo electrónico: katherine.diaz0041@utc.edu.ec

Área de Conocimiento

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Línea de vinculación de la carrera:Z

Evaluación agronómica de la Junta de riego del Canal Central Toacaso 2023-2024

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Estudios realizados, particularmente en Latinoamérica en países como Argentina, México, Chile, Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil, Costa Rica, El Salvador y Guatemala existe el arsénico en los suelos y específicamente también en Cotopaxi en la Reserva Ecológica los Ilinizas que cuenta con un suelo que contiene arsénico, mismo que es penetrado en el aire, los afluentes de agua y el suelo, entonces, la contaminación por arsénico está muy extendida debido a su fácil dispersión, este no es volátil y no suele formar compuestos solubles, por lo que generalmente se encuentra en concentraciones muy pequeñas en el suelo, sin embargo, en zonas ricas en minerales de arsénico o lugares de desechos industriales de minería, existe un incremento de la concentración del metaloide así se lo ha evidenciado en los suelos de esta reserva ecológica ya que agua que llega desde los Ilinizas recibe arsénico de una mina según indagaciones llevadas por la Senagua y el Ministerio del Ambiente en el año 2018 en donde determinan que el arsénico se encuentra como fondo geoquímico de los suelos de forma natural, es decir, la contaminación antropogénica es baja y muy localizada (Lasluisa Chacha & Toaquiza Chicaiza, 2021).

La actividad agrícola y ganadera a lo largo de los años en la parroquia de Toacaso ha ido creciendo y representando los mayores ingresos económicos del sector, por este motivo la población utiliza el agua directa de los afluentes de los Ilinizas y este presenta una elevada contaminación del agua con arsénico Imbago (2019); Por ende, se realizara un análisis de campo y laboratorio enfocado en el suelo, agua, y producción para evaluar en qué niveles se encuentran todos los parámetros de estudio y cuál de estos son una problemática de mayor interés.

A través de esta investigación, es posible encontrar alternativas que reduzcan el arsénico, que se produce de forma natural biológicamente en la corteza terrestre donde distribuye por todo el medio ambiente. Según la OMS (2022) organización Mundial de la Salud; actualmente, los seres humanos estamos crónicamente expuestos al arsénico inorgánico, lo que lleva a intoxicaciones por diversas causas, como beber agua contaminada y cocinar con productos lavados con agua ricas en arsénico. Intoxicaciones, daños en la piel e incluso cáncer.

Por esta razón, la investigación ha propuesto determinar el origen y la cantidad de

concentración de minerales especialmente del arsénico en tres áreas de estudio contaminadas permitiendo mejorar la calidad del agua, suelo y la de la producción de los habitantes de la junta.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

a. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos productores e investigadores 324 usuarios de la junta de riego del canal central Toacaso de la provincia de Cotopaxi.

b. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de la investigación son de la investigación son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Agronomía.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Toacaso 2020 el estudio de presencia de arsénico en la parroquia Toacaso se analizado un diagnóstico general de la calidad de agua de consumo con un promedio de 0.04 mg/l, en las 20 comunidades aproximadamente.

El arsénico (As) este metal es considerado como uno de los metaloides más tóxicos; sin embargo, existen minerales asociados de igual manera como el Ca, Mg, K, N, P y entre otros que está presente en el ambiente y la especiación de éste dependería de algunos factores químicos, físicos y biológicos, es de fácil movilización en el medio y las altas concentraciones de arsénico en agua y suelo se han convertido en un problema global.

Basado en estudios previos sobre la cantidad de arsénico en las vertientes de agua esto debido a que los suelos son de origen volcánico de la parroquia Toacaso PDOT (2020) y no existe información de los últimos 5 años de este mineral toxico se realizara una análisis con más variables y el arsénico levantando una información actual.

Anteriormente han realizado análisis y como alternativa decidieron implementar plantas de vetiver en el tanque de donde va para el consumo doméstico y riego de todo el canal lo cual fracasó porque esta planta no se adaptó al clima por este motivo se pretende buscar más alternativas pero para ello hay que realizar nuevos análisis enfocados en agua, suelo y

producción con parámetros que permitan conocer datos con enfoque de los daños actualmente ya que no se ha conocido públicamente sobre ningún estudio relacionado con la investigación sobre el área de estudio en la parroquia de Toacaso.

Con el enfoque local, el área de estudio ubicada a 3540 m.s.n.m. presenta la problemática de presencia de arsénico geogénico en el agua, este recurso es utilizado como sistema de riego y consumo humano, provocando una afectación a la salud humana pues dicho recurso al ser utilizado como medio de riego en los cultivos genera la acumulación del metaloide en los productos de consumo humano provocando afectaciones a corto y largo plazo según estadísticas de información del plan de desarrollo y de ordenamiento territorial Toacaso (*Toacaso, 2018*).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Evaluación agrónomicamente de la Junta de riego del Canal Central Toacaso.

5.2. Objetivos Específicos

5.2.1. Evaluar la calidad del agua para riego en la Junta.

5.2.2. Evaluar la calidad del suelo agrícola en la Junta.

5.2.3. Evaluar el sistema de producción en la Junta.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar la Calidad del agua para riego de la Junta Canal Central Toacaso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Georreferenciación del sitio de investigación. 2. Muestreo de Fuentes y emisores de agua. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sitio de la investigación georreferenciada. 2. Muestras de agua analizadas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mapa de ubicación 2. Resultados del laboratorio. INAMHI 3. Tablas de Análisis de calidad de agua.

OBJETIVO 2	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar la Calidad del suelo agrícola en la Junta Canal Central Toacaso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muestreo del suelo. 2. Realización de Prueba de infiltración. 3. Determinación de características físicas 4. Determinación de Pendientes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muestras de suelo para laboratorio INAMHI e INIAP. 2. Análisis de retención agua y texturas 3. Características físicas de suelos 4. Pendientes del área de estudio 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tablas de resultados del suelo (pH, N, P, K, Ca y Mg y Arsénico) 2. Cuadros de infiltración de suelos muestreados 3. Tablas de color de suelos, textura 4. Mapa de pendientes
OBJETIVO 3	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar el sistema de producción de la Junta de Riego Canal Central Toacaso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración del instrumento de Evaluación 2. Levantamiento de la información 3. Tabulación de datos 4. Caracterización de la producción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encuesta elaborada 2. Datos de sistema productivo. 3. Costos de producción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuestionario 2. Tablas y gráficos 3. Caracterización productiva.

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICO

7.1. Agua

7.1.1. Origen del agua con arsénico en la Junta

Una de las fuentes estaría contaminada (con más arsénico de lo normal) al pasar por una mina natural de este metaloide en las faldas del Illiniza se muestreó suelo de la comunidad de Toacaso ubicada en la provincia de Cotopaxi, el cual mostró contaminación con arsénico proveniente del volcán Illinizas, se realizaron análisis físico – químicos, e identificación microbiológica del suelo y análisis de concentración de arsénico en suelo y plantas *PDOT*

(2020)

La principal causa de deterioro del agua es la contaminación, la mala gestión y tratamiento de los residuos humanos, industriales y agrícolas. Según la ONU, los principales agentes contaminantes son microbios patógenos, nutrientes, metales pesados, químicos orgánicos, aceites y sedimentos (*PDOT_TOACASO_2020.pdf*).

7.1.2. Problemas de arsénico en el agua.

La presencia de arsénico en las aguas se debe principalmente a causas de la propia naturaleza, entre ella destaca la filtración de compuestos presentes en rocas o en minerales, erosión de suelos ricos o las emisiones volcánicas (*La Fundación del agua*, s. f.).

En el agua, este contaminante se encuentra principalmente en forma de arsenito, As(III), o arseniato, As(V), siendo la primera de sus formas más tóxicas, más solubles y más absorbentes de arsénico en el agua y transportador mucho más fácil (*Tabasco*, 2017).

7.1.3. Agua en relación con otros metales.

En la actualidad las fuentes de exposición a estas sustancias se han ampliado mucho en relación con la actividad agrícola e industrial. Un ejemplo de ello es el espectacular aumento de plomo en la atmósfera (*Juárez*, 2015)

Por otra parte, hay que recordar que la mayoría de los oligoelementos considerados imprescindibles para el correcto funcionamiento del organismo en concentraciones traza son metálicos: Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mb, Se, Cr, Sn, Va, Si y Ni. Algunos de los alcalinos (Na, K) y alcalinotérreos (Ca) y el Mg son cationes de extraordinaria importancia para el correcto funcionamiento celular y se encuentran en alta concentración (*Juárez*, 2015)

7.1.4. Calidad de agua para riego.

La calidad del agua utilizada para regar las plantas es de vital importancia, pues afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas de los suelos utilizados el análisis de la calidad del agua es uno de los factores prioritarios para determinar la factibilidad de establecer la conveniencia o limitación del empleo de agua, con fines de riego de cultivos agrícolas. *FAO* (2023). Una alta concentración de sales en el agua de riego disminuye el agua disponible en el suelo para los cultivos, generando un estrés fisiológico por deshidratación a la

planta y afectando con ello su crecimiento y desarrollo (Chávez & Alberto, 2018).

7.1.5. Criterios de calidad de agua para riego.

Se entiende por agua de uso agrícola es aquella que se utiliza por la vía de 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 propuesta en esta normativa (TULSMA.pdf, s. f.) Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola. se presentan a continuación.

Tabla 2: Criterios de la calidad admisible para aguas de uso agrícola (TULSMA.pdf, s. f.)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN-	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1
Hierro	Fe	mg/l	5
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2

Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
	Organoclorados (totales)		
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6_9
Plomo	PB	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos		mg/l	3000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi			mínimo 2,0m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
	Coniformes nmp/100 ml		1000
Huevos de parásitos Huevos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Fuente: Datos tomados de la normativa (TULSMA.pdf, s. f.).

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

7.2. SUELO

El suelo en general está compuesto por minerales, la materia orgánica, microorganismos, organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento (*FAO*, s. f.)

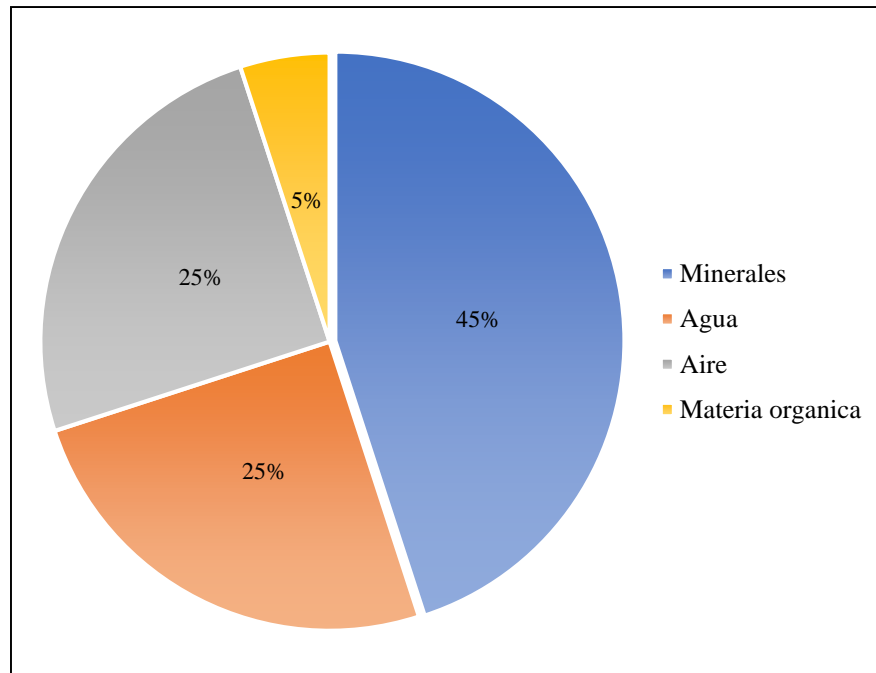
1. Los minerales provienen de la roca madre, que se deshace lentamente. También pueden ser aportados por el viento y el agua, que los arrastran desde otras zonas erosionadas.
2. La materia orgánica es el producto de la descomposición de vegetales y animales muertos. Puede almacenar gran cantidad de agua y es rica en minerales.
3. Los microorganismos o pequeños organismos son de dos tipos: los que despedazan la materia orgánica (insectos y lombrices) y los que la descomponen liberando los nutrientes (hongos, bacterias).
4. Agua y aire ocupan los poros, espacios entre las partículas de suelo que se producen por las irregularidades de su forma y tamaño. La distribución y tamaño de los poros es importante. Una excesiva cantidad de poros pequeños origina suelos compactos, pesados, húmedos y un pobre crecimiento de las raíces. El agua del suelo es absorbida por las raíces y utilizada en el proceso de fotosíntesis (*Hidalgo Moya, 2023*).

7.2.1. Características del suelo

a) Propiedades físicas

Las propiedades físicas del suelo el suelo es un cuerpo poroso que mezcla partículas orgánicas e inorgánicas en mayor y menor grado de desintegración, agua y aire en proporciones variables.

Figura 1: Composición del suelo



Fuente: (Suelo.pdf, s. f.).
Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

- **Textura:** es la que determina las proporciones en la que se encuentra las partículas minerales de diversos tamaños que hay presentes en el suelo.
- **Estructura:** es la forma en la que las partículas del suelo se unen para formar agregados.
- **Densidad:** influye en la distribución de la vegetación. Suelos más densos son capaces de sustentar más cantidad de vegetación.
- **Temperatura:** también influye en la distribución de la vegetación, sobre todo en altitud.
- **Color:** depende de sus componentes y varía con la cantidad de humedad presentes en el suelo(Suelo.pdf, s. f.).

b) Propiedades químicas

- **Capacidad de intercambio:** Se trata de la capacidad que tiene el suelo de poder intercambiar arcilla y humus, cediendo nutrientes a las plantas por medio de la captación de partículas minerales.

- **Fertilidad:** es la cantidad de nutrientes que están disponibles para las plantas.
- **pH:** la acidez, la neutralidad o alcalinidad del suelo (*Suelo.pdf*, s. f.).

Tabla 3: Criterios de calidad del suelo

pH	Rango
Muy fuertemente Ácido	Menor a 4.5
Fuertemente Ácido	4.6 a 5.5
Medianamente Ácido	5.6 a 6
Ligeramente Ácido	6.1 a 6.5
Neutro	6.6 a 7.3
Ligeramente Alcalino	7.4 a 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 a 8.4
Fuertemente Alcalino	8.5 a 9
Muy fuertemente Alcalino	Mayor a 9.1

Fuente: Datos tomados de la Estación Meteorológica INIAP (2023).

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

c) Propiedades biológicas

Encontramos las especies de organismos que viven en él, tanto animales, como bacterias, hongos, etc. Los animales también ejercen su función en el suelo, dependiendo de su alimento, su actividad, tu tamaño entre otros (*Suelo.pdf*, s. f.).

7.2.2. Tipos de suelo

Arena, arcilla, franco y limo.

- Los suelos arenosos presentan una textura gruesa hasta los 50cm de profundidad por lo que no son buenos reteniendo nutrientes ni humedad, pero si retienen el calor, lo que hace ideales en zonas templadas o de gran altitud. También tienen la ventaja de ser resistentes a las plagas, además debido a su estructura suelta, estos suelos suelen ser más difíciles de trabajar (*Suelo.pdf*, s. f.).
- Los suelos limosos tienen gránulos de tamaño intermedio son fértiles y fáciles de trabajar. Forman terrones fáciles de desagregar cuando están secos (*Suelo.pdf*, s. f.). Son un tipo de suelo que se caracterizan por tener una textura suave y fina

estos suelos tienen una buena capacidad de retener agua y nutrientes lo que permite que las plantas se desarrollen de manera saludable.

- Los suelos francos son un tipo de suelo muy valorado en la agricultura debido a sus características físicas equilibradas que les permite proporcionar un ambiente favorable para el crecimiento de las plantas (*Suelo.pdf*, s. f.).
- Los suelos arcillosos tienen una alta capacidad de retención de agua. Debido a la estructura de la arcilla pueden retener grandes cantidades de agua lo que esto puede ser beneficioso para las plantas en periodos de sequía, pero también puede provocar problemas de encharcamiento y dificultar el drenaje del agua, promoviendo enfermedades en las raíces e invasiones de plagas. Dificultades en la labranza debido a sus estructuras compactas puede ser difícil de trabajar lo que puede dificultar el desarrollo de las plantas (*Suelo.pdf*, s. f.).

7.2.3. Suelo en la agricultura

El suelo es uno de los elementos más importantes para el desarrollo de la agricultura, ya que es el medio en el que crecen las plantas y proporcionan los nutrientes necesarios para su crecimiento, por ello se estudia la composición del suelo, su estructura, su capacidad de retener el agua su pH y entre otros factores que influyen en el crecimiento de las plantas, y también mediante ellos se pueden desarrollar técnicas y estrategias para optimizar la producción de cultivos y asegurar la sostenibilidad de la actividad agrícola (*Santana Vega et al., 2015*).

Tabla 4: Criterios de calidad admisibles para suelos de uso agrícola

Macronutriente	Niveles en ppm.	
	Bajo	Alto
Nitrógeno	30	60
Fósforo	15	30
Potasio	75	150
Calcio	40	140
Magnesio	15	25

Fuente: Datos tomados de la Estación Meteorológica INIAP (2023).

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

7.2.4. Arsénico en el suelo.

El arsénico en el suelo es un elemento químico que puede encontrarse en la naturaleza de

diversas formas y compuestos en suelo se lo puede encontrar en dos formas orgánicas el arsénico inorgánico está relacionada con compuestos orgánicos y es menos toxica, se encuentra en la materia orgánica del suelo y proveniente de fuentes naturales como la descomposición de plantas y animales tiene una movilidad baja en el suelo y es menos disponible para las plantas y organismos. El arsénico inorgánico tiene un grado alto de toxicidad puede encontrarse en varias formas como químicas también como el arsenito As^{3+} y arseniato As^{5+} es más móvil en el suelo y puede ser más absorbido por las plantas y otros organismos (Cornejo, s. f.)

Tabla 5: Criterios de calidad admisibles para suelos de uso agrícola

Parámetro	Nivel en ppm.	
Arsénico	5	

Fuente: Datos tomados de la Normativa (TULSMA, 2017).

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

7.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

7.3.1. Caracterización productiva de un sistema agrícola.

La necesidad de caracterizar los sistemas de producción agrícolas se debe a la gran diversidad de condiciones biofísicas y socio económicas. la caracterización es fundamental para diseñar estrategias biodiversas, resilientes y socialmente justas para el consumo de la humanidad (Altieri & Nicholls, 2012).

a) Cultivos Cultivados:

Lista de los cultivos cultivados en el sistema agrícola.

b) Superficie Cultivada:

Área total dedicada a la agricultura y la distribución de los cultivos en el área de estudio de la junta de riego central Toacaso

c) Prácticas Agrícolas:

Métodos de labranza utilizados (arado, siembra directa, etc.). Sistemas de riego empleados (aspersión.). Uso de fertilizantes, pesticidas y otras prácticas de manejo de cultivos.

d) Manejo del Suelo:

La agricultura intensiva es un método de cultivo en el que se utiliza la tecnología para así sacar el máximo partido de lo cultivado. En este tipo de agricultura se introducen los fertilizantes e insecticidas, los riegos abundantes o la plantación de especies que ofrecen un alto

rendimiento. La agricultura de regadío utiliza el agua artificial con sistemas de riego para así suplir cualquier necesidad que pueda experimentar el cultivo y que no haya sido cubierta con las precipitaciones (*Altieri & Nicholls, 2012*).

e) Recursos Utilizados:

Maquinaria agrícola empleada.

Uso de mano de obra y disponibilidad de trabajadores agrícolas.

f) Rendimientos y Producción:

Rendimientos promedio por hectárea o por unidad de área.

Producción total de cada cultivo.

g) Problemas y Desafíos:

Descripción de problemas como plagas, enfermedades o condiciones climáticas adversas (arsénico).

Desafíos económicos o de gestión.

h) Sostenibilidad Ambiental:

Prácticas agrícolas sostenibles.

Impacto ambiental y medidas adoptadas para mitigarlo.

i) Aspectos Económicos:

Costos de producción.

Ingresos generados.

Rentabilidad del sistema agrícola.

j) Perspectivas Futuras:

Planes para mejorar o diversificar la producción.

Adaptaciones previstas en respuesta a cambios en el entorno (*Altieri & Nicholls, 2012*).

8. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Es posible realizar la evaluación agronómica de la junta de riego del canal central Toacaso mediante el levantamiento de información productiva y análisis de suelo y agua de riego?

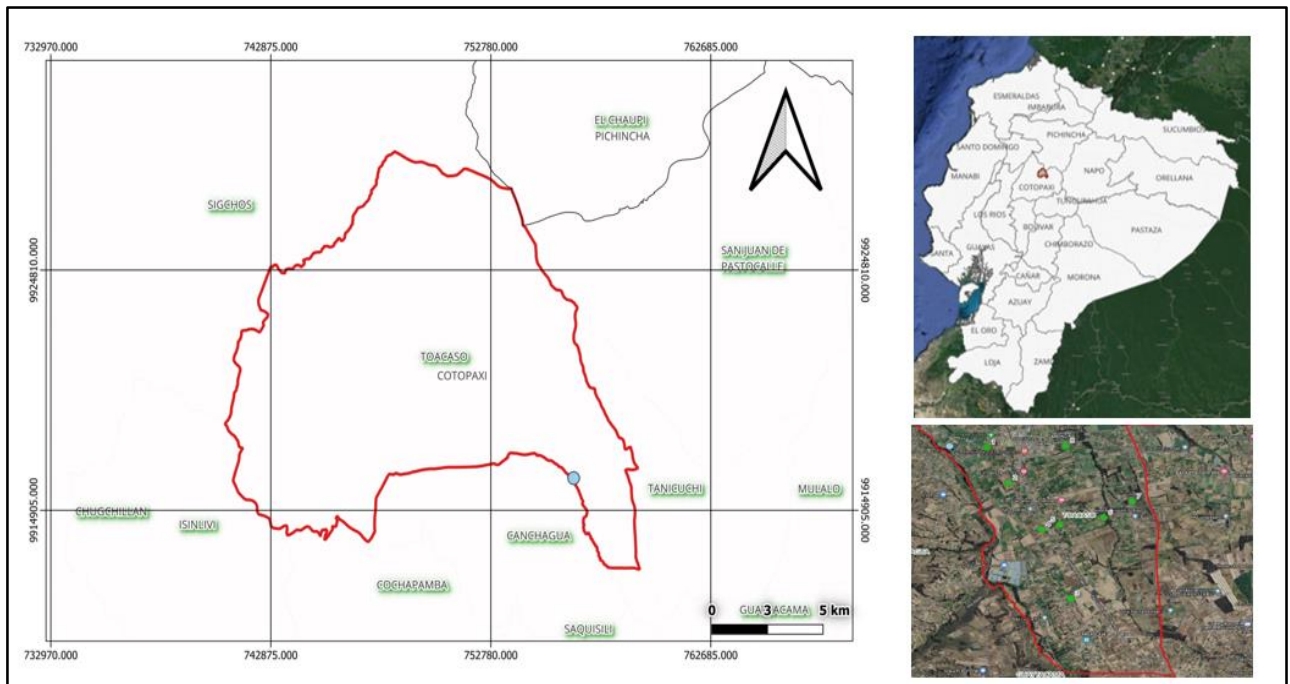
9. METODOLOGÍA

9.1. Área de estudio

En proyecto está ubicado en la Parroquia rural de Toacaso se encuentra ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi sus límites son: al Norte: limitado por la parroquia Pastocalle y Chaupi, Sur: limitado por Saquisilí, Tanicuchí y Guaytacama, Este: limitado por Tanicuchí, Oeste: limitado por el Cantón Sigchos. Cuenta con 38 comunidades compuesta por el 70% de

población indígena y el 30% de población mestiza (PDOT_TOACASO_2020.pdf, s. f.-b). En este proyecto de investigación se va a trabajar con 6 comunidades que conforman la gestión comunitaria del agua del canal centro Toacaso, junta de riego por aspersión canal central Toacaso constituida por 8 módulos. El clima de la Parroquia tiene pocas variantes, principalmente determinadas por la altitud, la influencia de los vientos cálidos del trópico y la proximidad al nevado Los Ilinizas.

Figura 2: Ubicación del Área de estudio Mapa en Qgis



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

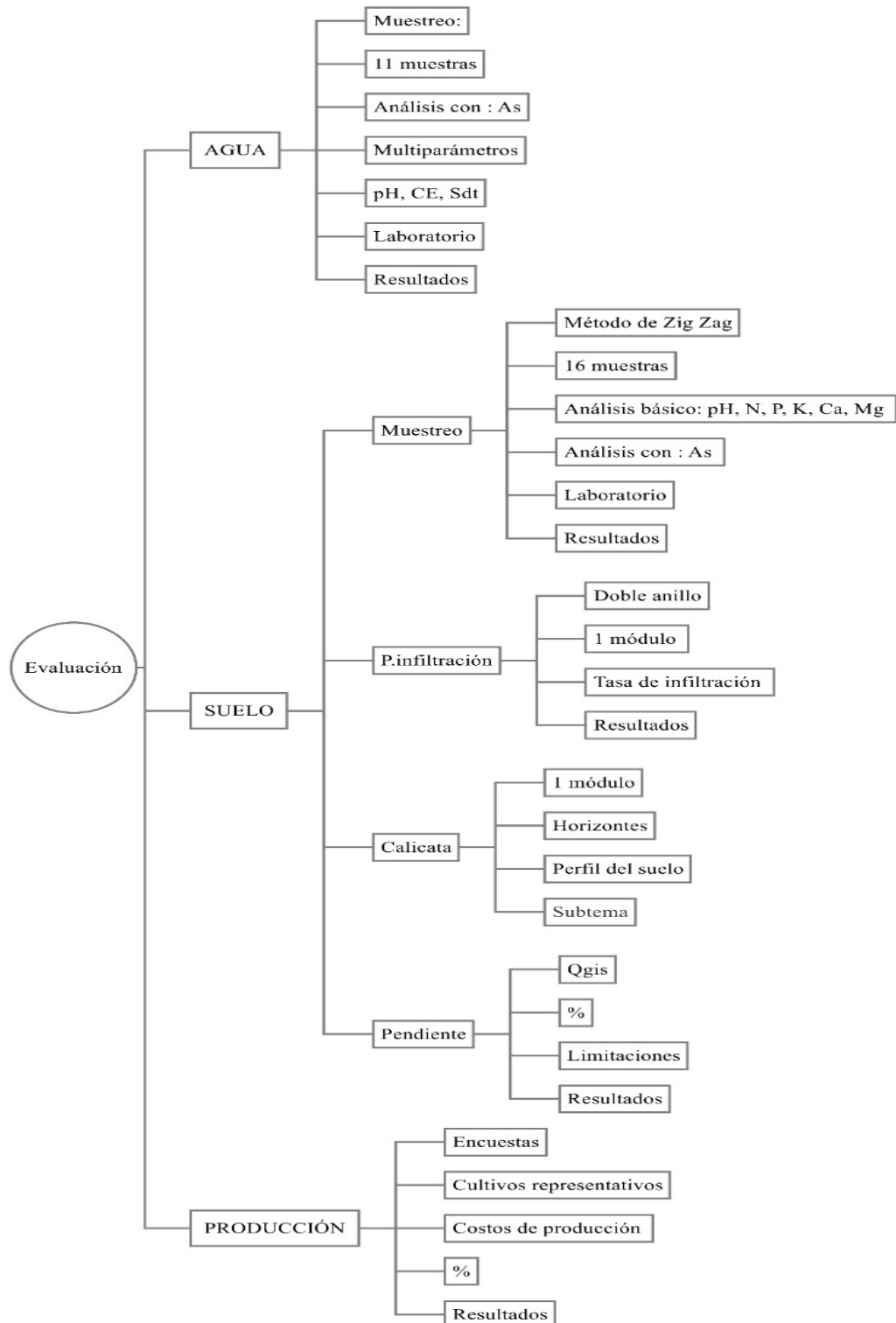
Tabla 6: Características del área de estudio.

Coordenadas del lugar de estudio	
Altitud	3,178 msnm
Latitud	-0.75324
Altitud	-78.6856
Extensión	5.582 ha

*Fuente: (PDOT_TOACASO_2020.)
Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).*

9.2. Metodología de la investigación

Figura 3 Esquema de todas las actividades que se realizaron para el análisis Agronómico de la Junta del Canal Central Toacaso.



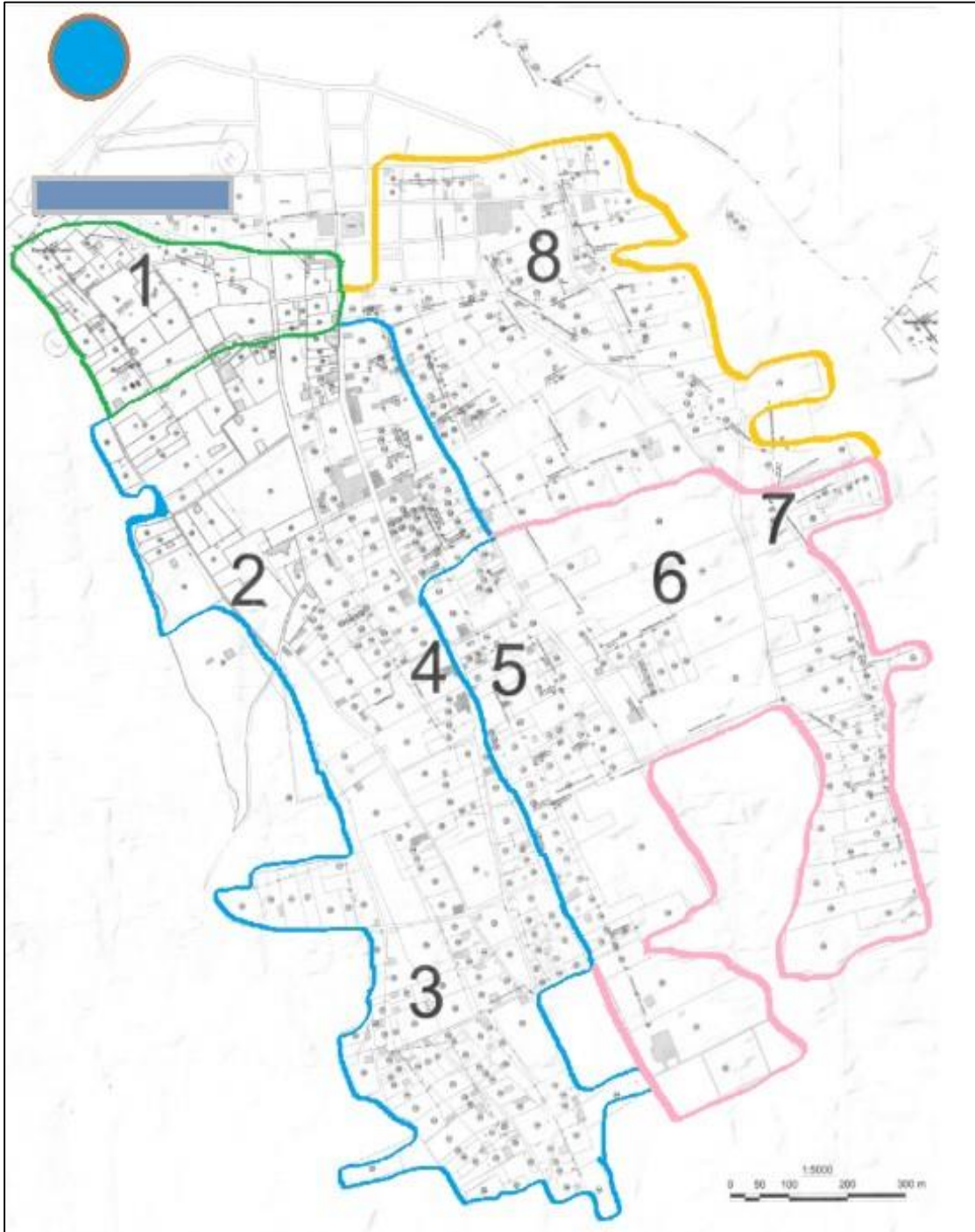
Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

La metodología de esta investigación es exploratoria analítica que se divide en los tres objetivos planteados donde se distribuyen las actividades observadas en la (Figura 3). En primer lugar, se evaluó la calidad de agua con los parámetros en investigación en segundo lugar se evaluó la calidad de suelo agrícola donde se realizó muestreos, infiltración, calicata, pendiente con las metodologías establecidas y por último se evaluó la producción agrícola de la junta de riego canal central Toacaso.

9.3. Junta de riego del canal central de Toacaso.

La junta de riego del canal central de Toacaso está formada por 8 módulos organizadas por los siguientes barrios Cruz1, Cruz2, Yugshiche, El Pueblo, La Calera y Cuicuno contando con 324 usuarios y 154 beneficiarios del proyecto Pit en toda la red de los módulos esta cuenta con dos bocatomas de captación del agua, provenientes de dos ríos, Rio Pucahuaico (Anexo 5) y el Rio Blanco (Anexo 4) para el riego, el lugar cuenta con un área de 367.593 hectáreas del proyecto.

Figura 4: Mapa de distribución del Sistema de Riego Tecnificado para el Canal Central Toacaso de acuerdo a módulos, horarios y días establecidos por sus usuarios.



Fuente: (MAGAP presentó guía metodológica ante el impacto del cambio climático – Ministerio de Agricultura y Ganadería, s. f.)

9.4. Análisis de la calidad del agua para riego.

9.4.1. Muestreo del agua

Para el muestreo se utilizó la metodología de muestreo simple que consiste en tomar las muestras de un lugar determinado para su análisis individual enviada para su respectivo análisis y ser analizadas por la técnica de la espectrofotometría de absorción atómica indicada por el laboratorio Lancas INAMHI.

Se recolecto alrededor de once muestras donde las 8 primeras muestras son de cada módulo de la junta y las siguientes 3 de la bocatoma principal, de la unión de los 2 ríos Pucahuaico y rio blanco y del reservorio de la junta para el riego.

Materiales:

- Frascos
- Etiquetas
- Cooler
- Preservante
- Cadenas de custodia

Procedimiento:

1. Se recolecto 250ml de agua de los 11 puntos de muestreo en los frascos especiales proporcionados por el laboratorio Lancas INAMHI.
2. Para la preservación de la muestra se utilizó dos gotas de ácido nítrico con el fin de bajar el pH de cada muestran en un rango de acidez de pH 2.
3. Sellamos bien las botellas con un tapón para cada envase y etiquetamos con fecha, lugar, numero de muestra, y parámetro (As).
4. Colocamos en un cooler con hielos para mantener fresca la muestra hasta enviar al laboratorio INAMHI.
5. Los resultados del laboratorio, serán analizados considerando la Normativa y la caracterización de la calidad de agua, proporcionados por el Gobierno Provincial de Cotopaxi (GADPC), con los parámetros de la TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO Y USO AGRÍCOLA del Acuerdo Ministerial 097ª.

a)



b)



c)



9.4.2. Multiparámetros del agua

El medidor multiparámetro (Potenciómetro) es un instrumento a prueba de agua que realiza mediciones de diversos parámetros del agua. Se analizará las variables del pH, CE, Tds recomendados para el análisis de calidad para riego con la Normativa Tulsma.

Materiales:

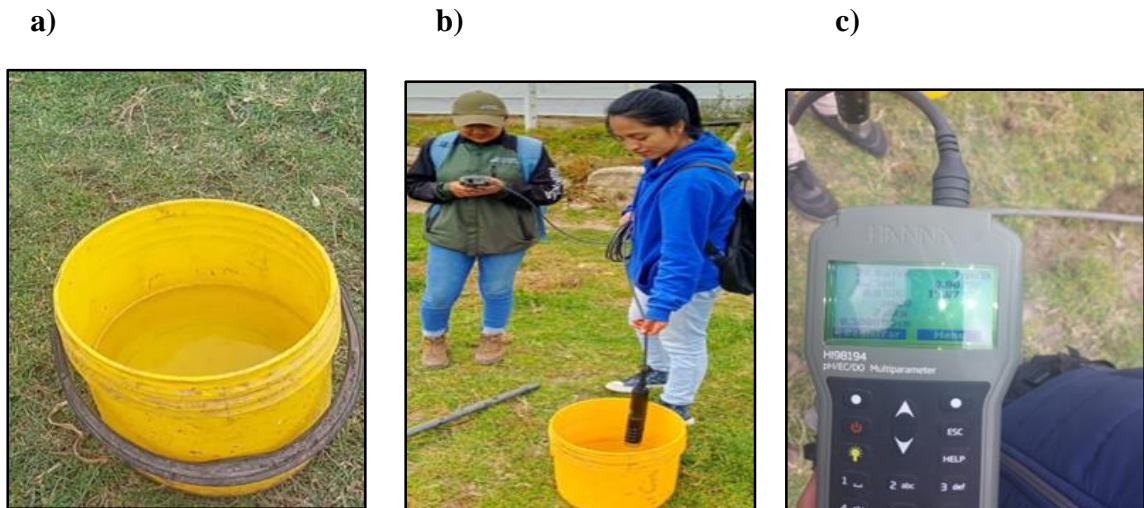
- Baldes
- Registro
- Agua destilada

Equipo:

Multiparámetro HANNA H198194.

Procedimiento:

1. Recolectamos las muestras en un balde limpio de los 11 puntos de muestreo.
2. Con ayuda del agua destilada remojuamos para calibrar en cero.
3. En cada punto ya calibrado el multiparámetro se coloca en el agua marcando los datos para el análisis en la pantalla.
4. Registro de datos con las unidades en estudio.



Parámetros a evaluar.

Tabla 7: Parámetros de estudio

MULTIPARAMETRO_HANNA H198194		
Nombres	Parámetros	Rangos (TULSMA)
1) Potencial de Hidrógeno	pH	6-9
2) Conductividad Eléctrica	EC (mmhos/cm)	0,7 -3,0
3) Sólidos Disueltos Totales	Tds (mg/l)	450-2000
4) Arsénico	As (mg/l)	0,1

Fuente: (TULSMA.pdf, s. f.)

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

9.5. Análisis de la calidad del suelo agrícola.

9.5.1. Muestreo del suelo.

El tipo de muestreo realizado en los módulos de la Junta de riego canal central Toacaso por metodo del zig zag donde Diagnosis, (2015), nos dice quec onsieste en el inicio por un lado del terreno, escogiendo al azar el punto de partida para definir el plano de muestreo que cubra homogéneamente la Unidad de Muestreo.

Se va a obtener 16 muestras de los 8 módulos de análisis básico del suelo y 16 muestras para el análisis de arsénico en el suelo de cada una con una profundidad de 20 a 30cm, acumulando 1 kg de todo el terreno. La muestra general debe ser tamizada en una malla de alrededor de 2mm hasta obtener una muestra de 500gramos.

Materiales y equipos

- Una pala o un barreno
- Fundas ziplocks
- Guantes
- Balanza
- Etiquetas o marcadores.
- Cooler para las muestras

Procedimiento

1. Se recolecto la muestra a una profundidad del suelo de 20 a 30cm en los 32 puntos de muestreo ya identificados.
2. Con ayuda de los guantes colocamos la muestra realizada por el metodo de Zigzag de manera que este bien sellada.
3. Etiquetamos con el nombre, fecha, lugar , numero de muestra .
4. Se envio las 16 muestras al laboratorio Lancas INAMHI para el analisis respectivo del suelo con arsenico.
7. Se envio las 16 muestras al laboratorio INIAP para el analisis respectivo del suelo basico.

✚ Muestreo de análisis del suelo con arsénico (As).

a)



b)



c)



✚ Muestreo de análisis básico del suelo (Ca, Mg, N, K, P).

a)



b)



c)



9.5.2. terminación de pendientes y zonas agroecológicas.

Para la determinación de estas variables se utilizará un sistema de información geográfica (QGis) con el que se analizará los metadatos de “Pendientes Ecuador” y “Zonificación Agroecológica” aplicando una algebra de datos geográficos y obtener la información específica de la zona de estudio. Datos que se comparara con la tabla de clasificación de pendientes según MAGAP 2011 del Ecuador.

Tabla 8: Clasificación de pendientes según el ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.

Clasificación de pendientes según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador	
Tipo de pendiente	Pendiente (°)
▪ Plano a casi plano	0-5
▪ Suave o ligeramente ondulada	5-12
▪ Moderadamente ondulado	12-25
▪ Colinado	25-50
▪ Escarpado	50-70
▪ Montañoso	>70

Fuente: (Clasificación Pendientes Magap, 2011).

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

9.5.3. Determinación de horizontes y perfiles de suelo.

Para esta actividad se utilizó el método de las calicatas de suelo un medio disponible que nos permite ver y examinar un perfil de suelo en su estado natural, puede excavar a mano o con equipos especiales, como una excavadora de zanjas. De ser necesario, podrá obtener muestras no alteradas de horizontes seleccionados de una calicata.

Materiales:

- Azadones
- Palas
- Metro

Procedimiento:

1. Seleccionamos el área de estudio representativo.
2. Limpiamos la parte superior y señalamos el área de trabajo para evitar accidentes, puede ser con tiza o cinta.
3. Excavamos una calicata con paredes muy rectas de 1.50 m x 1,50 m y 2 m de profundidad, la parte superior de la calicata deberá ser lo suficientemente amplia como para que pueda ver el fondo fácilmente.
4. Cuando haya terminado de excavar, examine cuidadosamente una de las paredes bien expuestas de la calicata para determinar los distintos horizontes del suelo: esto se denomina perfil del suelo y debe examinarse nada más acabar de excavar.
5. Haga un dibujo del perfil del suelo de cada calicata que excave y mida y anote las profundidades de cada horizonte.
6. Anote cuidadosamente en su dibujo el lugar en que tomó cada muestra.

a)



b)



c)



- Suelo 1: 45cm.
- Suelo 2: 20cm.
- Suelo 3:15cm.
- Suelo 4: 95cm.
- Suelo 5: 25cm.

9.5.4. Prueba de infiltración.

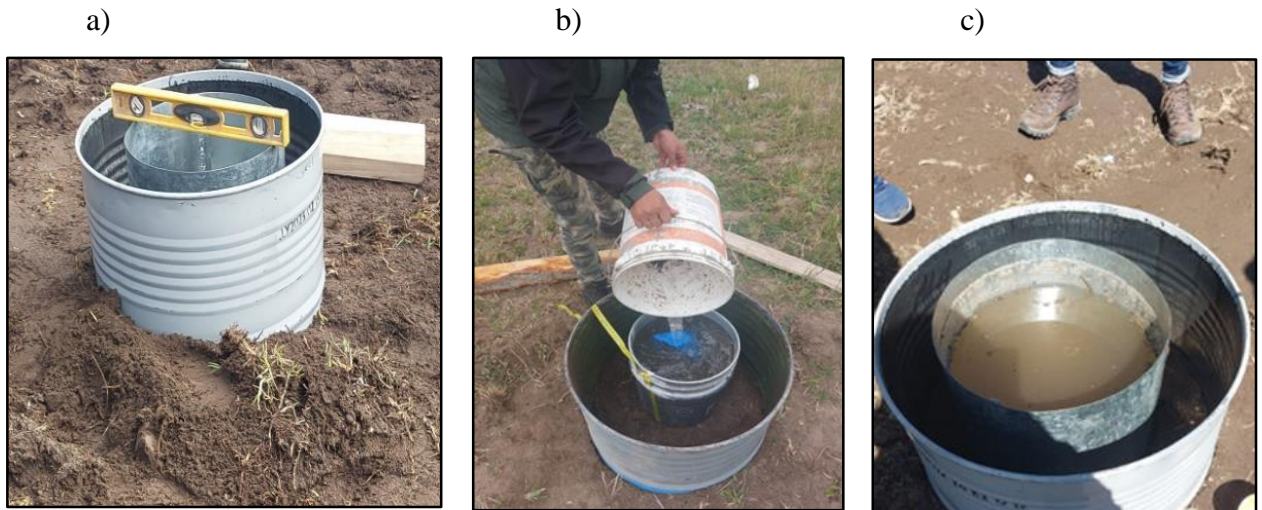
Este instrumento nos ayuda a observar la capacidad y la velocidad de infiltración del agua en suelo, en términos del diseño hidrológico. La práctica se realizó en un tiempo de 2 horas en un Infiltrómetro de doble anillo.

Materiales:

- Cinta métrica
- Cronómetro
- Parcela de suelo
- Libreta de campo
- Lápiz
- Balde
- Funda plástica
- Tabla de madera de 70cm de largo con un espesor de 50cm

Procedimiento:

1. Seleccionamos la localización representativa del suelo a estudiar. Evitar ubicar el anillo en zonas compactadas y grietas
2. Limpiamos la parte superior del suelo
3. Clavar los anillos a igual profundidad en todo su perímetro (10cm), primero el más grande y centrar el anillo interior.
4. Colocación del agua debe primero en el exterior, ubicar una funda en el anillo interior para evitar el impacto directo del agua sobre el suelo desnudo provoque la desagregación de las partículas y el sellado de los poros.
5. Mantener el nivel del agua en los dos anillos, el agua no se debe llenar al tope debido a que esta tiene sinergia, se debe colocar el agua uno o dos centímetros menos para poder contabilizar el nivel.
6. Datos para calcular la tasa de infiltración en (mm/h) establecido por la tabla de la matriz de infiltrómetro.



9.6. Análisis del sistema productivo.

Para el análisis de sistema productivo se utilizó la técnica de la encuesta (Anexo 23) la cual nos ayudó a recopilar todos los datos que eran necesarios para determinar los cultivos representativos y costo de producción, las cuales se realizaron a los propietarios de los terrenos donde recopilamos los muestreos de agua y suelo.

Procedimiento:

1. Identificamos Usuarios que se dediquen a la agricultura y ganadería en cada uno de los módulos
2. Se realizó la encuesta escrita y grabadora (personas que no podían escribir)
3. Recopilar los datos en tablas de Excel
4. Determinar cultivos relevantes y su lugar de destino (venta, ganadería o consumo), que productos usan y cuáles son sus costos

a)



b)



c)



10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Calidad del agua para riego en la Junta

10.1.1. Potencial de hidrógeno (pH)

En los análisis realizados en la tabla 9, se observa que el potencial de hidrogeno(pH) según la normativa de limites permisibles de 6-9 se encuentran dentro de rango de los parámetros de los niveles de calidad de agua para riego tabla 7 de (*Anexo1 TULSMA, 2017*).

El pH es la medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en el agua $pH \leq 6,5$ (bajo o acido), $6,5 \leq pH \leq 8,5$ (Neutro), $pH \geq 8,5$ (alto o alcalino) para riego (flopez, 2021); con este criterio, se obtiene que es un pH neutro en todos los módulos.

Hay que tener presente que al utilizar aguas con alta alcalinidad se produce un alto pH del suelo (sustrato), y este a su vez, genera poca disponibilidad a ciertos nutrientes, aun cuando estos se encuentran presentes; uno de los más afectados es el hierro, manifestándose rápidamente síntomas de clorosis intervenal de las hojas jóvenes (*Intagri S.C., s. f.*)

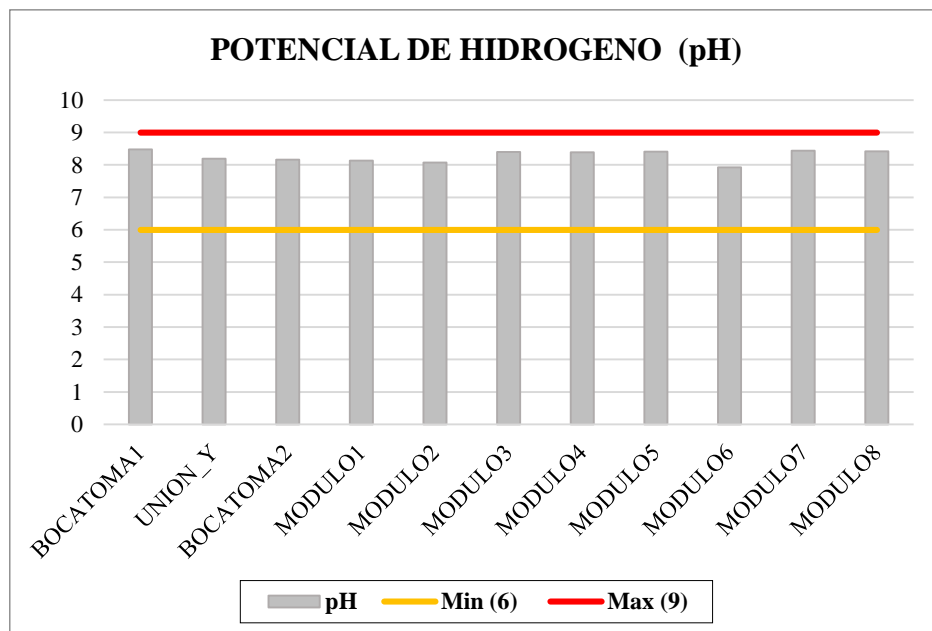
Tabla 9: Resultados del análisis de pH

Puntos	pH	Min (6)	Max (9)	Interpretación
BOCATOMA1	8,48	6	9	Neutro
UNION_Y	8,19	6	9	Neutro
BOCATOMA2	8,16	6	9	Neutro
MODULO1	8,13	6	9	Neutro
MODULO2	8,07	6	9	Neutro

MODULO3	8,40	6	9	Neutro
MODULO4	8,39	6	9	Neutro
MODULO5	8,41	6	9	Neutro
MODULO6	7,93	6	9	Neutro
MODULO7	8,44	6	9	Neutro
MODULO8	8,42	6	9	Neutro

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 5: Resultados del contenido de pH en el agua.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.1.2. Resultados del análisis de Conductividad Eléctrica (CE)

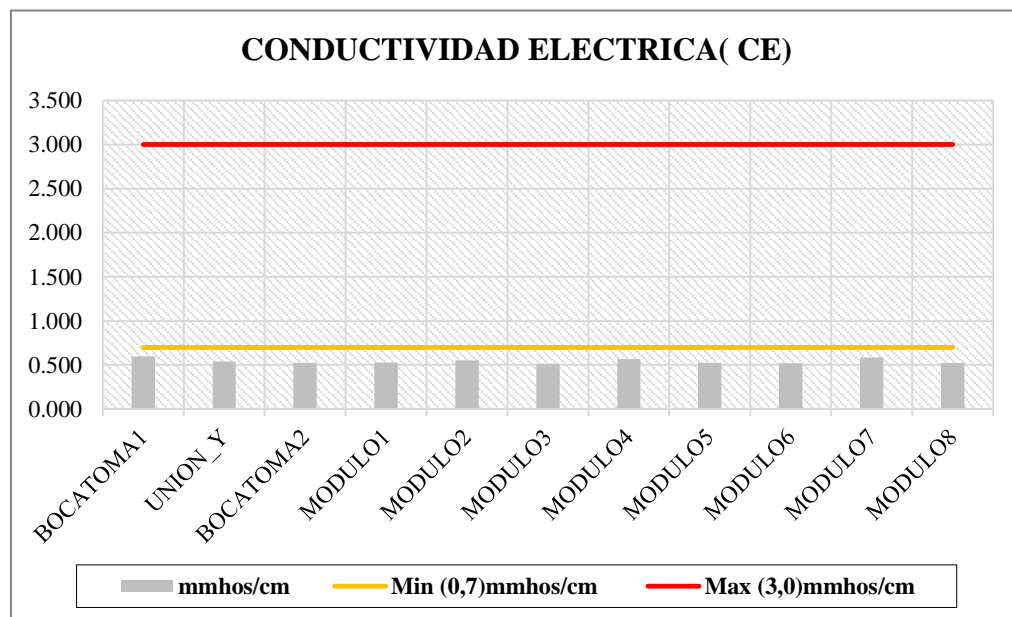
En los datos analizados de la Tabla 10 se observa que la conductividad eléctrica (CE) en todos los puntos de muestreo su rango es bajo; es decir, no existe restricción para el uso de riego agrícola según la normativa de parámetros de los niveles de guía de la calidad de agua para riego tabla (*Anexo1 TULSMA, 2017*) que nos indica que el rango es de 0,7 a 3,0 (rango normal). Para la clasificación de (*Figura 1. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de...*, s. f.) Riverside el agua de la junta es de tipo C1 (*Anexo 25*); Es decir, agua es de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos (*Toma, s. f.*) es decir, es apta para el uso de riego agrícola.

Tabla 10: Resultados del análisis de Conductividad Eléctrica

Puntos	mmhos/cm	Min (0,7) mmhos/cm	Max (3,0) mmhos/cm	Interpretación
BOCATOMA1	0,597	0,7	3,0	Bajo
UNION_Y	0,538	0,7	3,0	Bajo
BOCATOMA2	0,523	0,7	3,0	Bajo
MODULO1	0,525	0,7	3,0	Bajo
MODULO2	0,551	0,7	3,0	Bajo
MODULO3	0,512	0,7	3,0	Bajo
MODULO4	0,565	0,7	3,0	Bajo
MODULO5	0,523	0,7	3,0	Bajo
MODULO6	0,519	0,7	3,0	Bajo
MODULO7	0,586	0,7	3,0	Bajo
MODULO8	0,524	0,7	3,0	Bajo

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 6: Resultados del contenido de Conductividad Eléctrica en el agua.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.1.3. Resultados del análisis de Sólidos Disueltos Totales (Sdt)

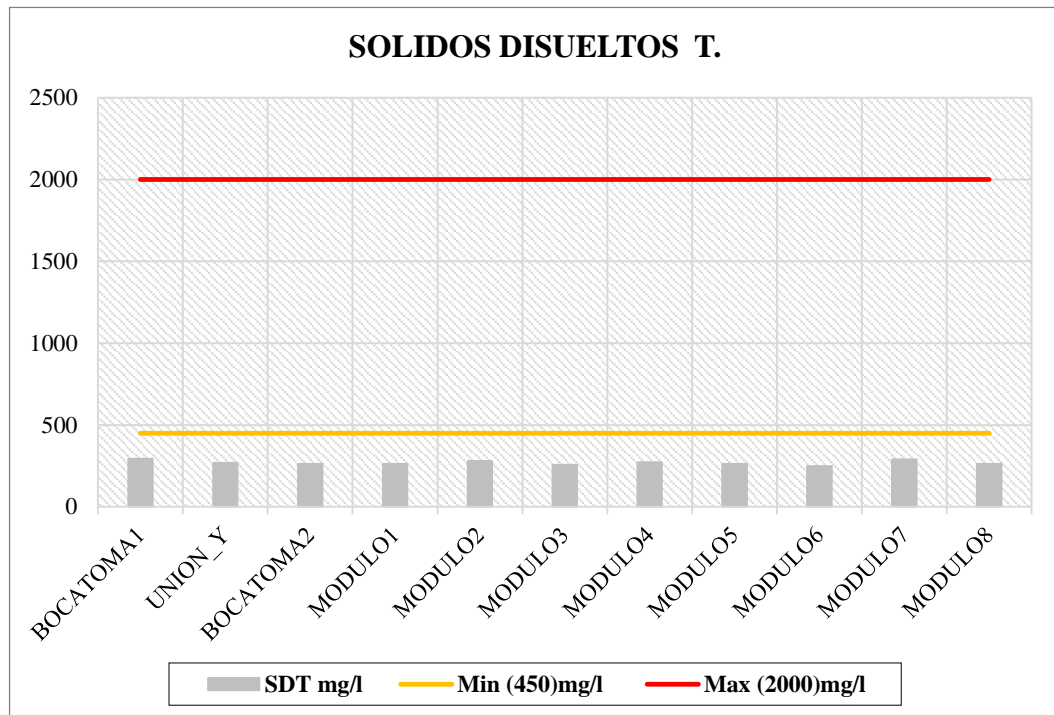
En los datos analizados de la Tabla 11, se observa que los sólidos disueltos totales (Sdt) en todos los puntos de muestreo su rango es bajo; es decir, no existe restricción para el uso de riego agrícola según la normativa de parámetros de los niveles de guía de la calidad de agua para riego tabla 7 (*Anexo1 TULSMA*, 2017) que nos indica que el rango es de 450 a 2000 el rango normal y apto. Esto es a su vez adecuado para sistemas de riego presurizado como es el caso de la junta Toacaso central.

Tabla 11: Resultados del análisis de Sólidos Disueltos T.

Puntos	Sdt mg/l	Min (450) mg/l	Max (2000) mg/l	Interpretació n
BOCATOMA 1	295	450	2000	Bajo
UNION_Y	269	450	2000	Bajo
BOCATOMA 2	262	450	2000	Bajo
MODULO1	263	450	2000	Bajo
MODULO2	271	450	2000	Bajo
MODULO3	256	450	2000	Bajo
MODULO4	283	450	2000	Bajo
MODULO5	262	450	2000	Bajo
MODULO6	250	450	2000	Bajo
MODULO7	290	450	2000	Bajo
MODULO8	262	450	2000	Bajo

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

Figura 7: Resultados del contenido de Sólidos Disueltos T. en el agua.



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

10.1.4. Resultados del contenido de (As) Arsénico en el agua.

En los resultados del análisis de agua con Arsénico realizados en el laboratorio del INAMHI en la Tabla 12, se observa que el contenido de arsénico sobrepasa del límite máximo permisible según la tabla 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola (*Anexo1 TULSMA, 2017*) que es de 0,1 mg/l. A excepción del Módulo 6 que presenta una menor concentración de (0,096 mg/l), esto puede deberse a la lixiviación o erosión que se ven afectados los suelos ya que en este módulo presenta una pendiente de 5 a 12% que no permite alta acumulación de arsénico a diferencia de los demás módulos. Si el arsénico en el agua supera las 100 ppb (0.100 ppm), no debe utilizarla en tareas de riego a largo plazo.

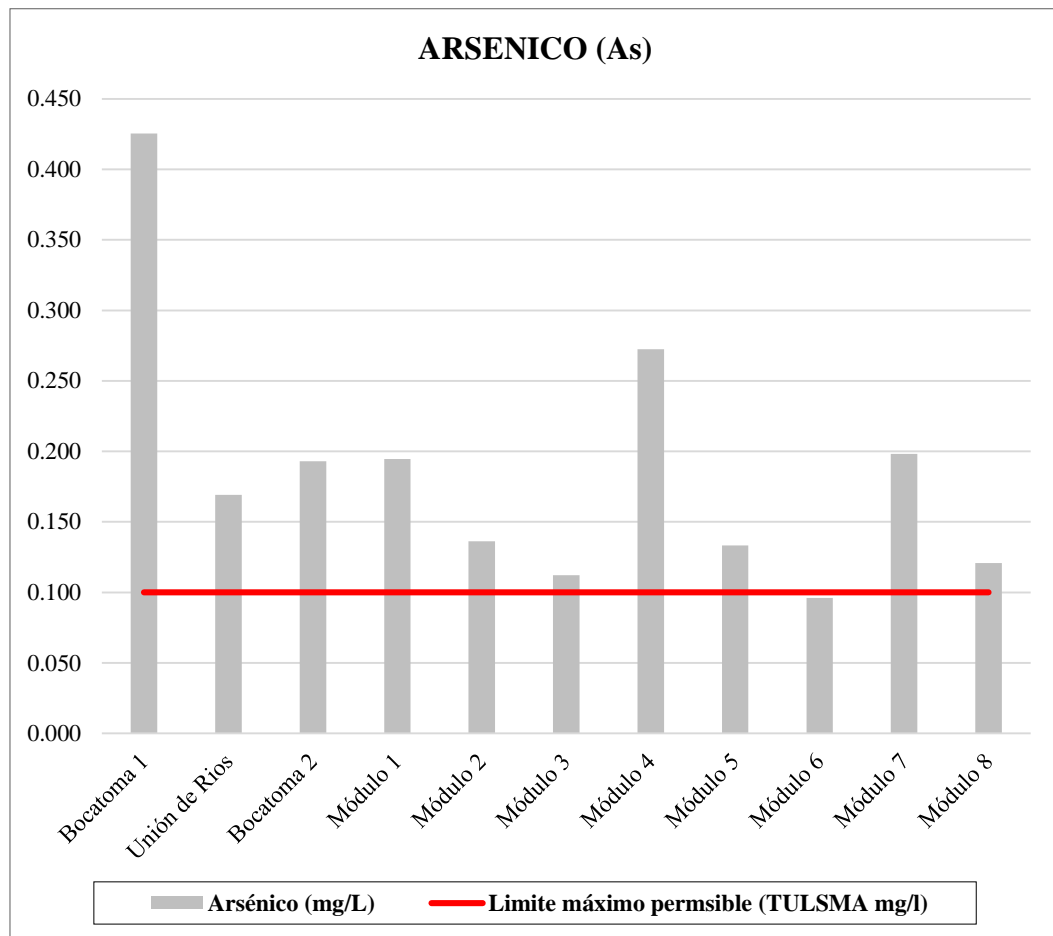
La cantidad de arsénico en el suelo puede acumularse en un período de años y constituir un peligro directo para los seres humanos por la acumulación en los cultivos de alimentos (Mancilla-Villa et al., 2012).

Tabla 12: Resultados del análisis del agua con Arsénico realizados en el laboratorio del INAMHI

Puntos	Arsénico (mg/L)	Límite máximo permisible (TULSMA mg/l)	Interpretación
BOCATOMA 1	0,425	0,1	Alto
UNIÓN DE RÍOS	0,169	0,1	Alto
BOCATOMA 2	0,193	0,1	Alto
MÓDULO 1	0,195	0,1	Alto
MÓDULO 2	0,136	0,1	Alto
MÓDULO 3	0,112	0,1	Alto
MÓDULO 4	0,272	0,1	Alto
MÓDULO 5	0,133	0,1	Alto
MÓDULO 6	0,096	0,1	L.Alto
MÓDULO 7	0,198	0,1	Alto
MÓDULO 8	0,121	0,1	Alto

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

Figura 8: Resultados del contenido de Arsénico en el agua.



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

10.2. Resultados de los análisis del suelo.

10.2.1. Resultados del contenido de pH en el suelo

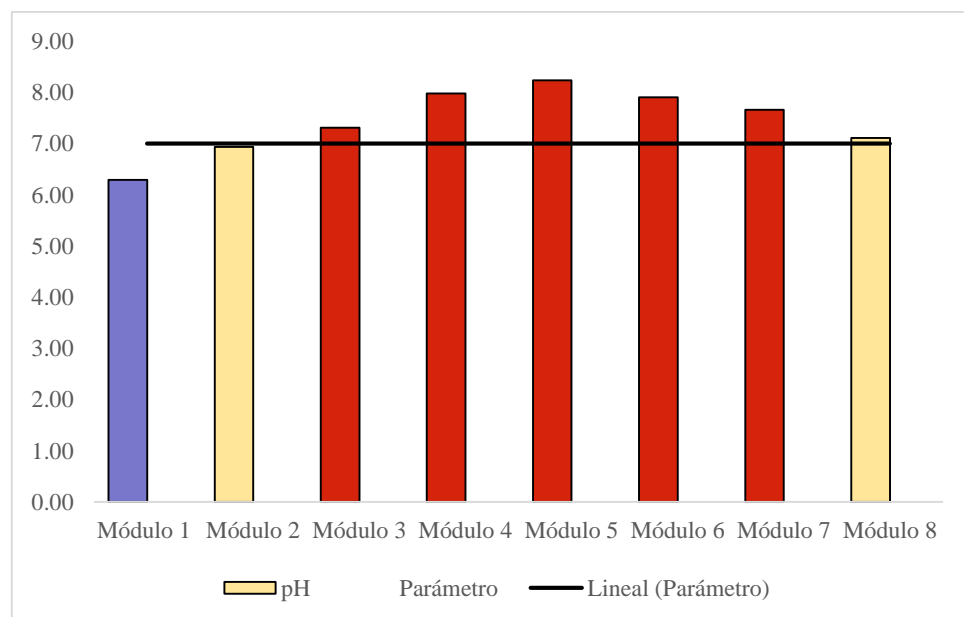
En los resultados de la Tabla 13, evidencian que los módulos 3, 4, 5, 6, y 7 presentaron suelo entre ligeramente y medianamente alcalinos, donde indica que la formación es de origen de los volcanes Ilinizas; con alta presencia del arsénico(V). Sin embargo, un factor a considerar es el agua de riego que tiene un pH alto, la alcalinidad del agua también provoca un incremento de pH en el suelo (Intagri S.C., s. f.) Estas condiciones de pH alcalinos retienen nutrientes como el fósforo y el hierro debido al exceso de calcio, provocando que presenten mayor dificultad para ser absorbidos por la planta, por lo que cultivos que se desarrollan bajo estas condiciones presentan carencias de estos elementos Sembralia, (2022). Para el módulo 1 se tiene un suelo ligeramente ácido ya que el agua de riego proviene únicamente del río Pucaguaico (otra bocatoma), a pesar de ello; en los módulos 2 y 8 existe un suelo en mejores condiciones con un pH neutro (Figura 9), demostrando que en esta zona está en buen estado.

Tabla 13: Resultados del análisis de pH en suelo.

LUGAR	Muestra 1	Muestra2	Ph	Parámetros	Interpretación
Módulo 1	6,59	6	6,30	7	M.Ácido
Módulo 2	6,95	6,92	6,94	7	Neutro
Módulo 3	7,69	6,93	7,31	7	L.Alcalino
Módulo 4	7,92	8,04	7,98	7	L.Alcalino
Módulo 5	8,46	8,02	8,24	7	M.Alcalino
Módulo 6	7,8	8,01	7,91	7	L.Alcalino
Módulo 7	7,87	7,45	7,66	7	L.Alcalino
Módulo 8	7,21	7,02	7,12	7	Neutro

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 9: Resultados del contenido de pH en suelo.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.2.2. Resultados del contenido de Nitrógeno en el suelo

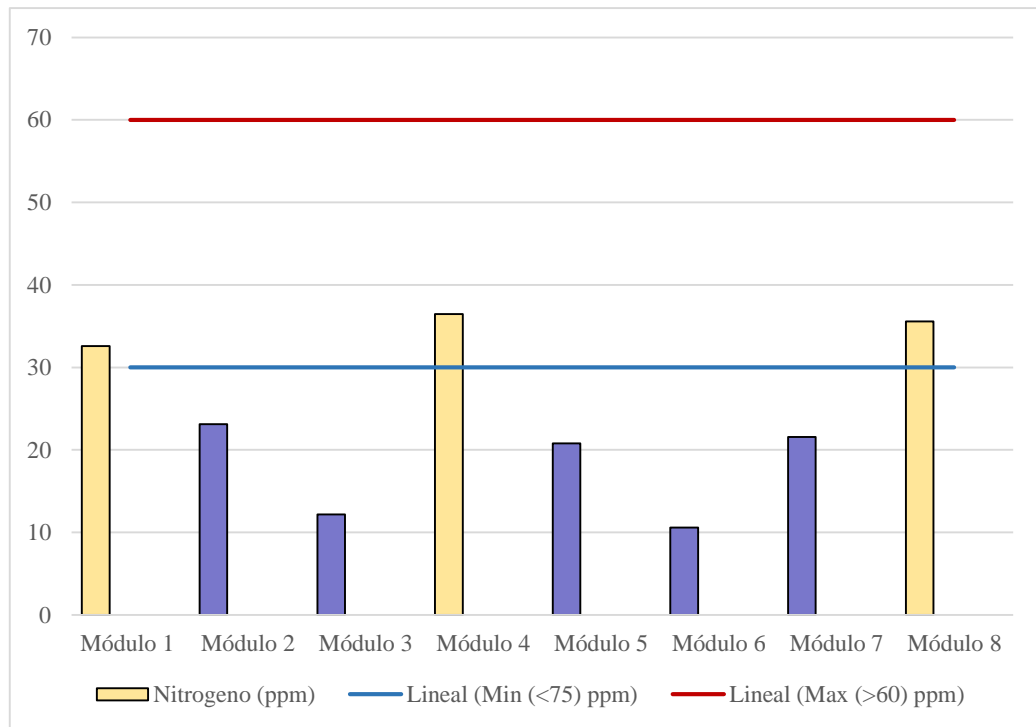
En los resultados de la Tabla 14, se demuestra que en los módulos 2, 3, 5, 6 y 7 existe niveles bajos de nitrógeno, esto puede deberse a la pérdida del amoníaco por evaporación a la atmósfera y ocurre cuando se utiliza fertilizantes orgánicos en suelos alcalinos (FERTILAB, *pdf*, s. f.) provocando que las plantas sean más pequeñas de lo debido y sus tallos se lignificarán antes de lo tiempo (Anexo 22) es decir, a secarse y tornarse leñosos antes de lo normal ya que la planta movilizará el nitrógeno del que dispone a las zonas nuevas de mayor crecimiento Acosta, (2021)

Tabla 14: Resultados del análisis de Nitrógeno en suelo.

Lugar	Muestra 1 (ppm)	Muestra 2 (ppm)	Nitrógeno (ppm)	Min (<75) ppm	Max (>60) ppm	Interpretación
Módulo 1	28,88	36,33	32,605	30	60	MEDIO
Módulo 2	27,77	18,51	23,14	30	60	BAJO
Módulo 3	12,62	11,77	12,195	30	60	BAJO
Módulo 4	36,78	36,16	36,47	30	60	MEDIO
Módulo 5	16,79	24,79	20,79	30	60	BAJO
Módulo 6	10,87	10,33	10,6	30	60	BAJO
Módulo 7	21,81	21,35	21,58	30	60	BAJO
Módulo 8	36,68	34,44	35,56	30	60	MEDIO

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

Figura 10: Resultados del contenido de Nitrógeno en suelo.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.2.3. Resultados del contenido de Fósforo en el suelo

En los resultados de la Tabla 15 se puede observar que en los módulos 1, 2, 3, 4 y 5 los niveles de fósforo son excesivos, respecto a este resultado García, (2020) menciona que la fertilización excesiva con fósforo es común y muchos agricultores, que aplican innecesariamente altas cantidades de fertilizantes, especialmente cuando se utilizan compuestos con altos contenidos de nitrógeno y fósforo o cuando se acidifica el agua de riego con ácido fosfórico.

Además, se ha observado que los agricultores de la junta usan 18-46-0 y el estiércol bovino, vacuno y porcino que contienen fósforo lo que conlleva a concentraciones de este elemento.

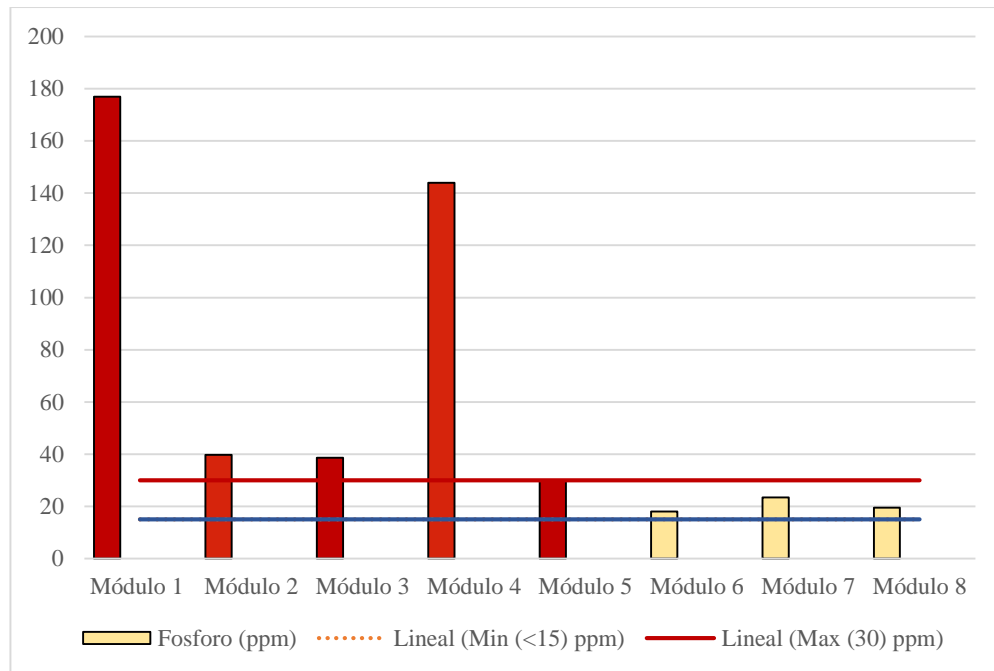
Tabla 15: Resultados del análisis de Fósforo en el suelo

Lugar	Muestra 1 (ppm)	Muestra 2 (ppm)	Fósforo (ppm)	Min (<15) ppm	Max (30) ppm	Interpretación
Módulo 1	112,24	241,73	176,9 85	15	30	ALTO

Módulo 2	63,41	16,14	39,77 5	15	30	ALTO
Módulo 3	17,57	59,78	38,67 5	15	30	ALTO
Módulo 4	169,76	118,25	144,0 05	15	30	ALTO
Módulo 5	27,98	31,78	29,88	15	30	ALTO
Módulo 6	16,11	19,97	18,04	15	30	MEDIO
Módulo 7	27,01	19,86	23,43 5	15	30	MEDIO
Módulo 8	14,86	24,29	19,57 5	15	30	MEDIO

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

Figura 11: Resultados del contenido de Fosforo en suelo.



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

10.2.4. Resultados del contenido de Potasio en el suelo

En los resultados de Tabla 16, se observa que el módulo 1 y 4 tiene una alta cantidad de potasio según *Sanzano, (2023)*, es un nutriente que menos problemas de disponibilidad presenta ya que en general la provisión de este elemento es aceptable; además, este no es tóxico y causa eutrofización, además influye en la tolerancia al frío y la resistencia a la sequía.

Sin embargo; los módulos 2, 3, 5 y 7 existe carencia de potasio, cuando el potasio es absorbido y extraído por las plantas luego de una cosecha, su concentración disminuye en el suelo *Intagri, (2017)*. Siendo esto lo que ocurre en la junta, luego de las cosechas no se realizan rotación de cultivos ni hay un proceso del descanso del suelo por el contrario existe un proceso de producción continua con aplicación de fertilizantes basados en fosforo nitrógeno y materia orgánica.

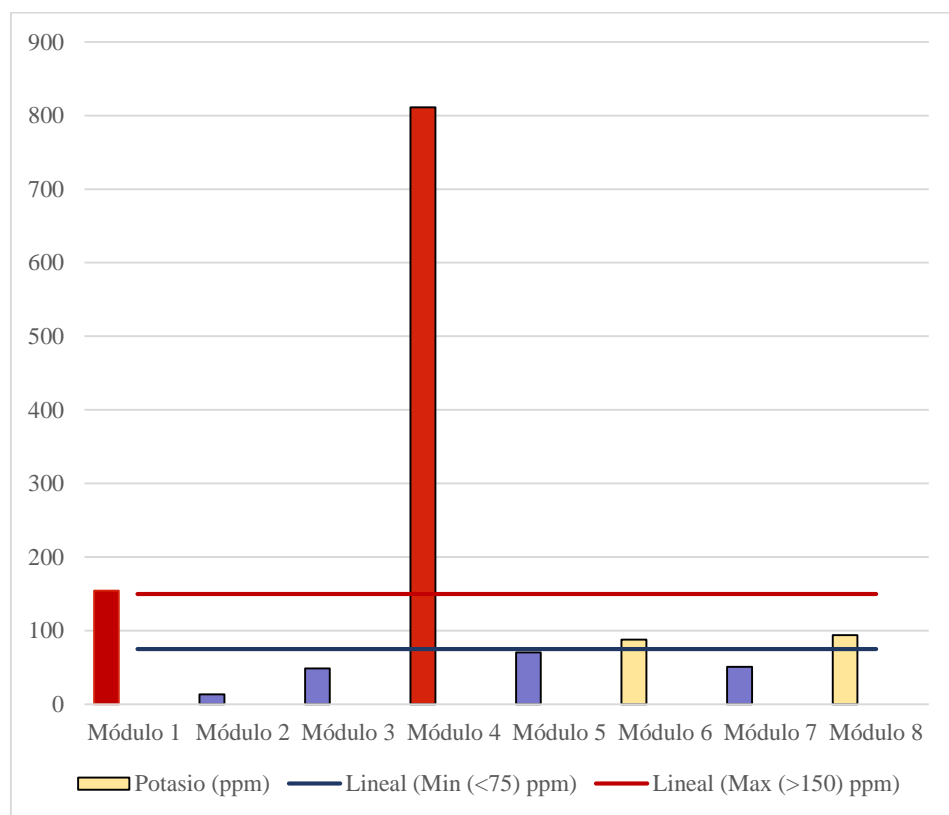
Tabla 16: Resultados del análisis de Potasio en suelo.

Lugar	Muestra 1 (ppm)	Muestra 2 (ppm)	Potasio (ppm)	Min (<75) ppm	Max (>150) ppm	Interpretación
Módulo 1	160,3	148,6	154,45	75	150	ALTO

Módulo 2	19,6	7,8	13,7	75	150	BAJO
Módulo 3	78,2	19,6	48,9	75	150	BAJO
Módulo 4	1044	578,7	811,35	75	150	ALTO
Módulo 5	62,6	78,2	70,4	75	150	BAJO
Módulo 6	23,5	152,5	88	75	150	MEDIO
Módulo 7	82,1	19,6	50,85	75	150	BAJO
Módulo 8	113,4	74,3	93,85	75	150	MEDIO

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 12: Resultados del contenido de Potasio en suelo.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.2.5. Resultados del contenido de Calcio en el suelo

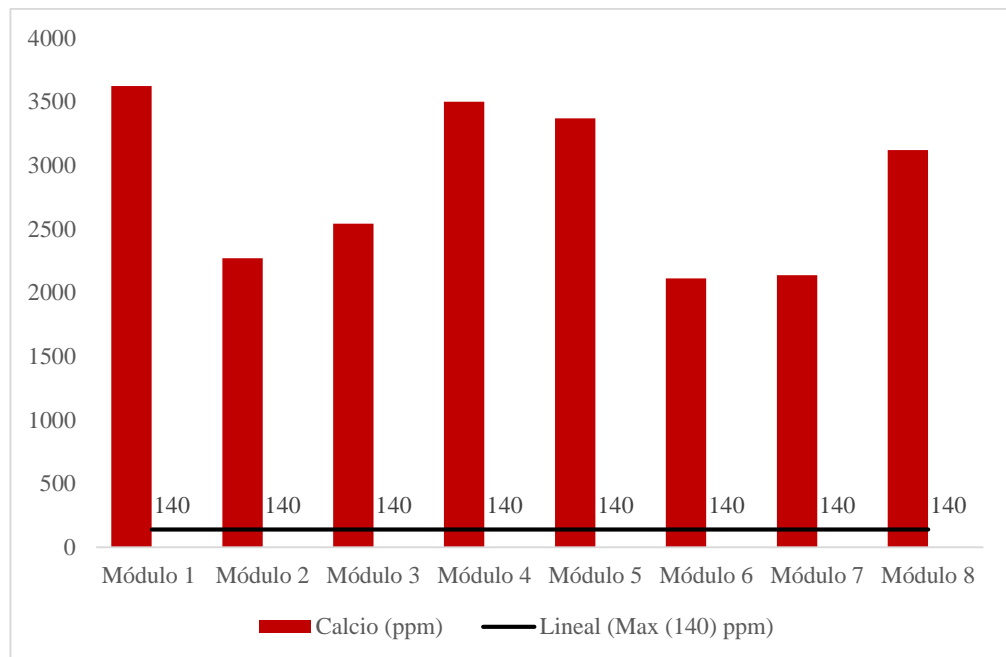
En los resultados de la Tabla 17, claramente podemos ver el exceso de calcio existente en todos los módulos por lo cual (Infoagro, 2017), menciona que la concentración puede deberse por su formación geológica (suelos volcánicos) y baja pluviometría; Siendo este el caso de la junta donde los suelos son de origen volcánico y precipitación baja (1661 mm).

Tabla 17: Resultados del análisis de Calcio en suelo

LUGAR	Muestra 1 (ppm)	Muestra 2(ppm)	Calcio (ppm)	Max (140) ppm	Interpretación
Módulo 1	4125,1	3120,2	3622,65	140	ALTO
Módulo 2	2424,2	2115,3	2269,75	140	ALTO
Módulo 3	2455,5	2631,4	2543,45	140	ALTO
Módulo 4	4058,6	2944,2	3501,4	140	ALTO
Módulo 5	3835,7	2901,2	3368,45	140	ALTO
Módulo 6	2228,7	1998	2113,35	140	ALTO
Módulo 7	2909	1368,5	2138,75	140	ALTO
Módulo 8	2856	3386,1	3121,05	140	ALTO

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 13: Resultados del contenido de Calcio en suelo.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.2.6. Resultados del contenido de Magnesio en el suelo

En los resultados de la Tabla 18, claramente podemos ver el exceso de magnesio existente en todos los módulos por lo cual Blueberries, (2016), nos menciona que la mayoría del contenido de magnesio en el suelo proviene de la descomposición de minerales (origen

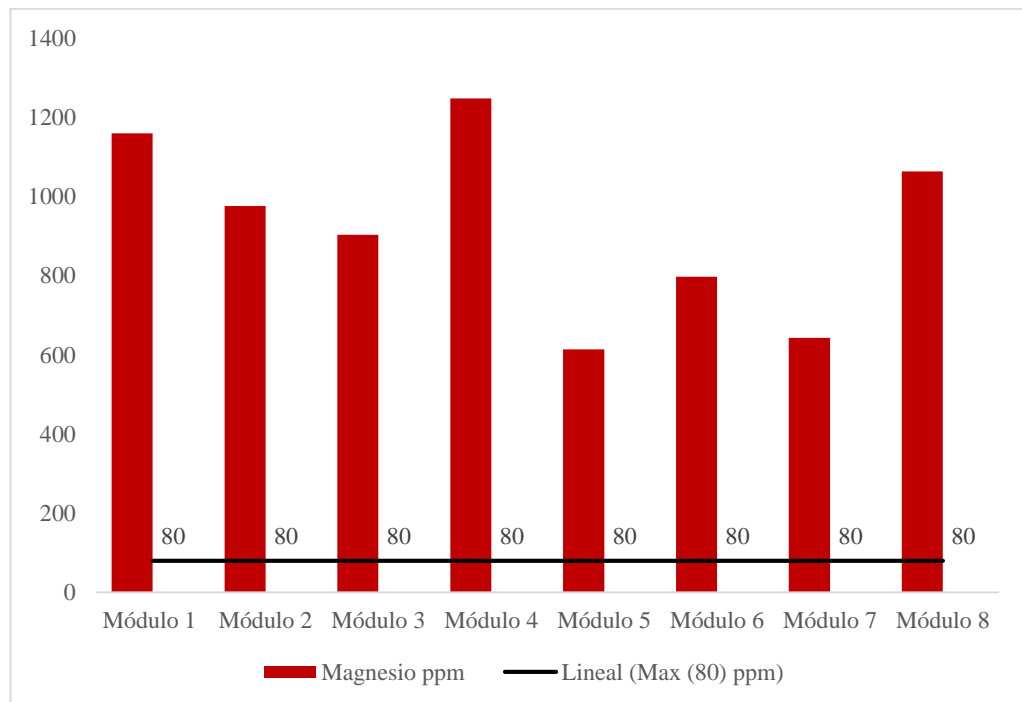
volcánico), ubicación geológica y bajo régimen de lluvias ocasionando la lixiviación escasa en el suelo, con todas estas condiciones sus cultivos se ven afectados con un lento crecimiento y una coloración oscura en sus hojas (Anexo 23).

Tabla 18: Resultados del análisis de Magnesio.

Lugar	Muestra 1 (ppm)	Muestra 2 (ppm)	Magnesio ppm	Max (80) ppm	Interpretación
Módulo 1	1255,1	1063,5	1159,3	80	ALTO
Módulo 2	981,4	969,7	975,55	80	ALTO
Módulo 3	922,8	883,7	903,25	80	ALTO
Módulo 4	1392	1102,6	1247,3	80	ALTO
Módulo 5	692,1	535,7	613,9	80	ALTO
Módulo 6	809,4	785,9	797,65	80	ALTO
Módulo 7	766,4	520	643,2	80	ALTO
Módulo 8	1083,1	1044	1063,55	80	ALTO

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 14: Resultados del contenido de Magnesio en suelo.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.2.7. Resultados del contenido de Arsénico en el suelo

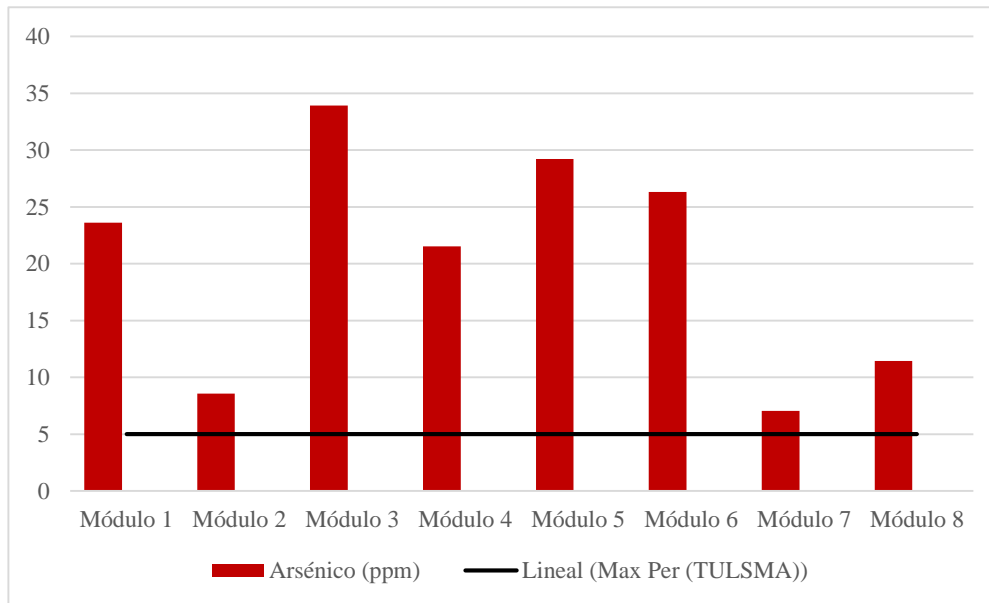
En los resultados de la Tabla 19, se observa que el contenido de arsénico en todos los módulos tiene un promedio de 20,22 (ppm) que sobrepasa lo que indica el libro 6 TULSMA permite 5 ppm y esto corresponde al agua utilizada para las labores agrícolas esto corrobora lo estipulado por *Arias., Urbina., &Alvarado, (2019)*, debido a todas las condiciones que anteriormente hemos podido estudiar donde influye su lugar geográfico, origen del agua de riego, prácticas culturales, y falta de conocimiento para su remediación es importante mencionar que este problema va más allá de su producción agrícola sino que afecta a la salud de los consumidores.

Tabla 19: Resultados del análisis de Arsénico realizados en el INAMHI.

Lugar	Muestra 1 (ppm)	Muestra 2 (ppm)	Arsénico (ppm)	Max Per (TULSMA)	Interpretación
Módulo 1	14,6	32,65	23,63	5	ALTO
Módulo 2	10,8	6,35	8,58	5	ALTO
Módulo 3	35,91	31,93	33,92	5	ALTO
Módulo 4	8,14	34,94	21,54	5	ALTO
Módulo 5	27,63	30,84	29,24	5	ALTO
Módulo 6	24,86	27,8	26,33	5	ALTO
Módulo 7	10,51	3,6	7,06	5	ALTO
Módulo 8	12,28	10,61	11,45	5	ALTO

Elaborado por: Chale K. &Díaz K, (2024).

Figura 15: Resultados del contenido de Arsénico en suelo.



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

10.2.8. PENDIENTES Y ZONIFICACIÓN AGREOCOLOGICA

En los resultados analizados en la Tabla 20, de las pendientes en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso realizados en la aplicación QGIS Destok 3.28.0. Indica donde según la tabla de comparación con la tabla de pendientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería *MAGAP*, (2011) del Ecuador, donde el área mayor presenta un rango de 0-5 de pendiente plano a casi plano con un área de 2.983,709 m y un porcentaje total de 84.34% (color café).

Por ende, en la Tabla 8.2 del agroecológico se obtiene en sus dos porcentajes más relevantes con un 38.67% de tierras sin limitaciones y un 45.67% con tierras con ligeras limitaciones y una moderada práctica de conservación ambas pertenecientes a las clases I y II donde (*Esquema FAO*, s. f.) nos menciona que los suelos de las cuatro primeras clases son los considerados suelos arables y son capaces, bajo un buen manejo, de producir cultivos comunes, especies forestales y forrajeras o pasturas naturales, como lo van realizado en el canal al sembrar pastos, hortalizas entre otros productos de ganadería y consumo.

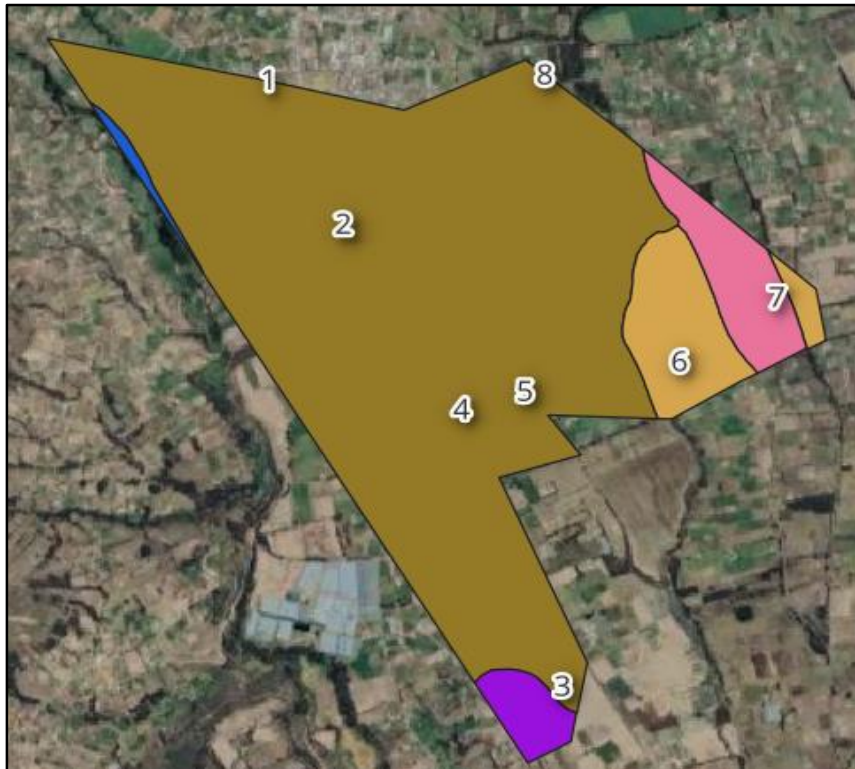
Tabla 20: Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso.

RANGO	DESCRIPCIO	AREA	%	COLOR
0-5	Plano a casi plano	2.983.709	84,34%	
5-12	Suave o ligeramente ondulada	230.624	6,52%	
25-50	Colinado	189.325	5,35%	
12-25	Moderadamente ondulado	83.661	2,36%	
5-12	Suave o ligeramente ondulada	30.752	0,87%	
>70	Montañoso	19.730	0,56%	
		3.537.801	100%	

Fuente:(Clasificación Pendientes Magap / PDF, s. f.)

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 16:Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso en QGIS.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

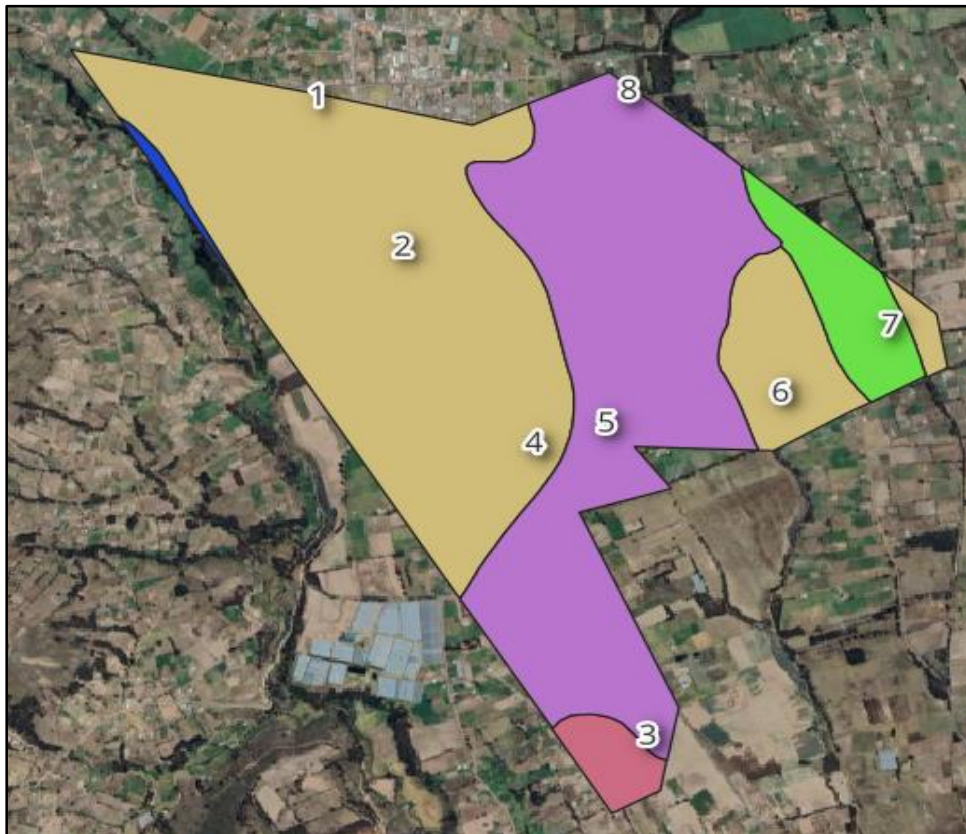
Tabla 21: Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso.

CLASE	SUBCLASE	DESCRIPCIÓN	AREA	%	COLOR
I	Ir	Tierras sin limitaciones	1.368.081	38,67%	
II	IIs	Tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación	30.752	0,87%	
II	IIs	Tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación	1.615.630	45,67%	
II	IIs	Tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación	230.624	6,52%	
III	IIIr	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación	83.661	2,36%	
V	V	Tierras no cultivables con severas limitaciones de humedad, aptas para pastos	189.325	5,35%	

VIII	VIII	Tierras aptas para conservación de vida silvestre	19.730	0,56%
			3.537.803	100%

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

Figura 17: Resultados del agroecológico en área y porcentaje de la Junta de riego canal central Toacaso en QGIS.



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

10.2.9. Tasa de Infiltración.

Los resultados al inicio la infiltración fue rápida ya que al minuto de la primera toma de datos había recorrido 480 mm. Al realizar la curva de filtración de agua en el suelo (Figura 18), podemos identificar un suelo arenoso y su capacidad de absorción MEDIA HOMOGENEA

Por lo cual, la infiltración depende principalmente de la textura de suelo ya que esta es definida por sus espacios porosos (Ruiz Estilita & Martines Miren f, s. f.) Guiándonos a determinar que el sistema de riego por aspersión implementado en todo el canal si es el correcto su suelo poseen una capacidad alta de absorción del agua.

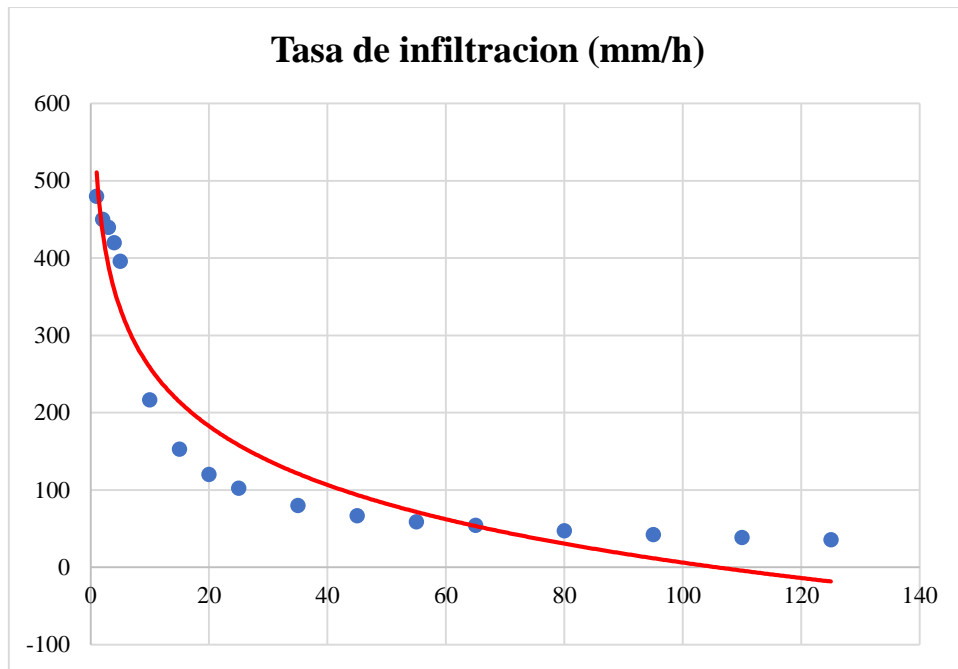
Promediado los valores de la tasa de infiltración en un valor de 50,98 mm/h donde (Crespo, 2017) indica que si sobrepasa de los 30mm/h se considera un suelo arenoso.

Tabla 22: Resultados de la prueba de infiltración de riego del canal central Toacaso

N° de lectura	Tiempo (min)	Lecturas (cm)	Tiempo (min)	Tiempo acumulado	Altura infiltrada (mm)	Infiltración acumulada (mm)	Tiempo (h)	Tasa de infiltración (mm/h)
1	0	0	-		0	0	-	
2	1	0,8	1	1	8	8	0,017	480
3	2	0,7	1	2	7	15	0,033	450
4	3	0,7	1	3	7	22	0,050	440
5	4	0,6	1	4	6	28	0,067	420
6	5	0,5	1	5	5	33	0,083	396
7	10	3,1	5	10	3,1	36,1	0,167	216,6
8	15	2,1	5	15	2,1	38,2	0,250	152,8
9	20	1,9	5	20	1,9	40,1	0,333	120,3
10	25	2,6	5	25	2,6	42,7	0,417	102,48
11	30	4	10	35	4	46,7	0,583	80,06
12	40	3,3	10	45	3,3	50	0,750	66,67
13	50	3,9	10	55	3,9	53,9	0,917	58,80
14	60	5,2	10	65	5,2	59,1	1,083	54,55
15	75	4,1	15	80	4,1	63,2	1,333	47,40
16	90	3,6	15	95	3,6	66,8	1,583	42,19
17	105	4,2	15	110	3,7	70,5	1,833	38,45
18	120	3,8	15	125	3,8	74,3	2,083	35,66

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

Figura 18: Resultados de la tasa de infiltración.



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

10.2.10. Calicata

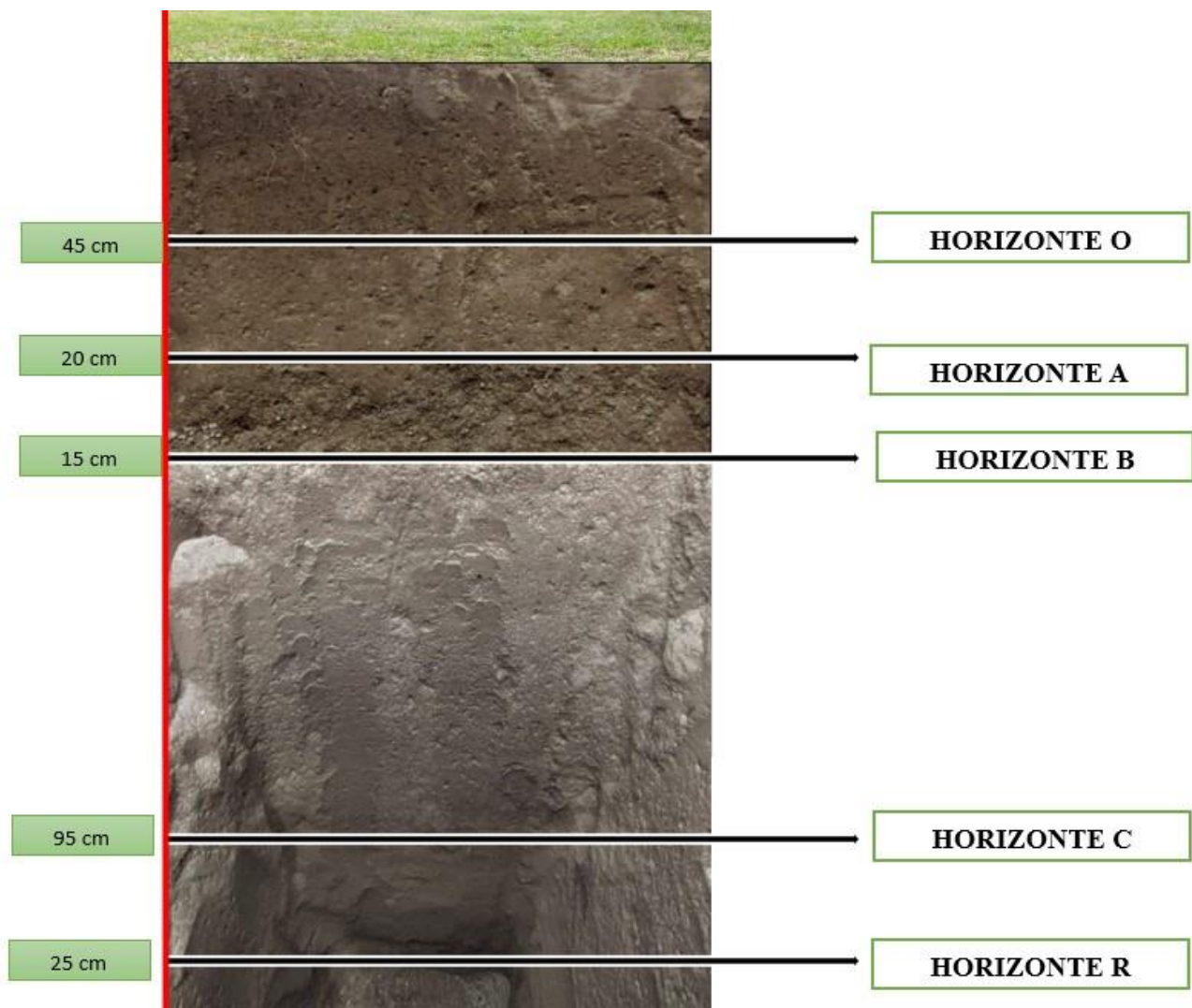
En el análisis realizado de la práctica de la calicata mediante el método de observación de cada uno de los Horizontes obtenemos mediante la Figura 19.

- ❖ **Horizonte O:** Es la capa superficial del suelo, con una profundidad de (45cm) compuesta por las raíces de los cultivos y se observa que no existe abundancia de raíz y se observa también que es un suelo arenoso en color en negro por su materia orgánica y humedad.
- ❖ **Horizonte A:** O zona de lavado vertical es la parte de la vegetación herbácea de color café oscuro por la materia orgánica, con una profundidad de (20cm) el suelo es fino y arenoso que permite el paso del agua.
- ❖ **Horizonte B:** o zona precipitada a una profundidad de (15 cm) se observa que tiene una capa de arcilla gruesa es color es más claro que son los materiales arrastrados desde arriba es decir el material arcilloso, óxidos e hidróxidos metálicos.
- ❖ **Horizonte C:** llamado subsuelo, a una profundidad de (95cm) el color es mucho más claro café pardo donde existe material rocoso, en poca cantidad. Que permite la absorción de humedad.
- ❖ **Horizonte R:** Roca madre, a una profundidad de (25cm) se encuentra roca

sedimentaria o (cangahua) textura dura.

La calicata no tiene índice de plasticidad por la razón de que son suelos arenosos y no se pudo realizar los rollitos para obtener el límite plástico, y por ende su índice de plasticidad es nulo. Indicando que son suelos poco uniformes bien graduados gracias al detalle de la curva de infiltración realizada en el mismo módulo de investigación (ALEXANDER,2018).

Figura 19: Resultados de calicata realizada en el módulo 4 manualmente.



Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

10.3. Análisis del sistema productivo.

El sistema de producción mediante una encuesta realizada a los usuarios de los módulos se observa que su mayor producción en porcentajes según la Tabla 24. Se caracteriza por la producción de alfalfa con un 40% y seguidamente el cultivo de Maíz con un 25%, zanahoria

20% papa y avena con un 7,5% se manifestaron que la producción es para ganado y consumo propio y muy poca la venta de los mismos ya que el análisis de costo de producción se evidencia que el cultivo de zanahoria (*daucus carota*), maíz (*zea mays*) y alfalfa (*medicago sativa*), avena (*avena sativa L.*) son rentables, por cada dólar que se invierte se gana 1,09; 2,67; 1,13 ctvs.; sin embargo, en la producción de la papa (*solanum tuberosum*), nos genera pérdidas ya que por cada dólar se pierde 0.89ctvs.

Tabla 23: Cultivos representativos del Canal Central Toacaso

CULTIVO REPRESENTATIVO POR MODULO				
	Cultivo1		Cultivo2	
MÓDULOS	N.c	Nombre Científico	N.C	Nombre Científico
Módulo_1	Alfalfa	Medicago sativa	Maíz	Zea mays
Módulo_2	Maíz	Zea mays	Avena	Avena sativa L.
Módulo_3	Zanahoria	Daucus carota	Maíz	Zea mays
Módulo_4	Papa	Solanum tuberosum	Alfalfa	Medicago sativa
Módulo_5	Maíz	Zea mays	Zanahoria	Daucus carota
Módulo_6	Alfalfa	Medicago Sativa	Papas	Solanum tuberosum
Módulo_7	Zanahoria	Daucus carota	Alfalfa	Medicago sativa
Módulo_8	Alfalfa	Medicago sativa	Avena	Avena sativa L.

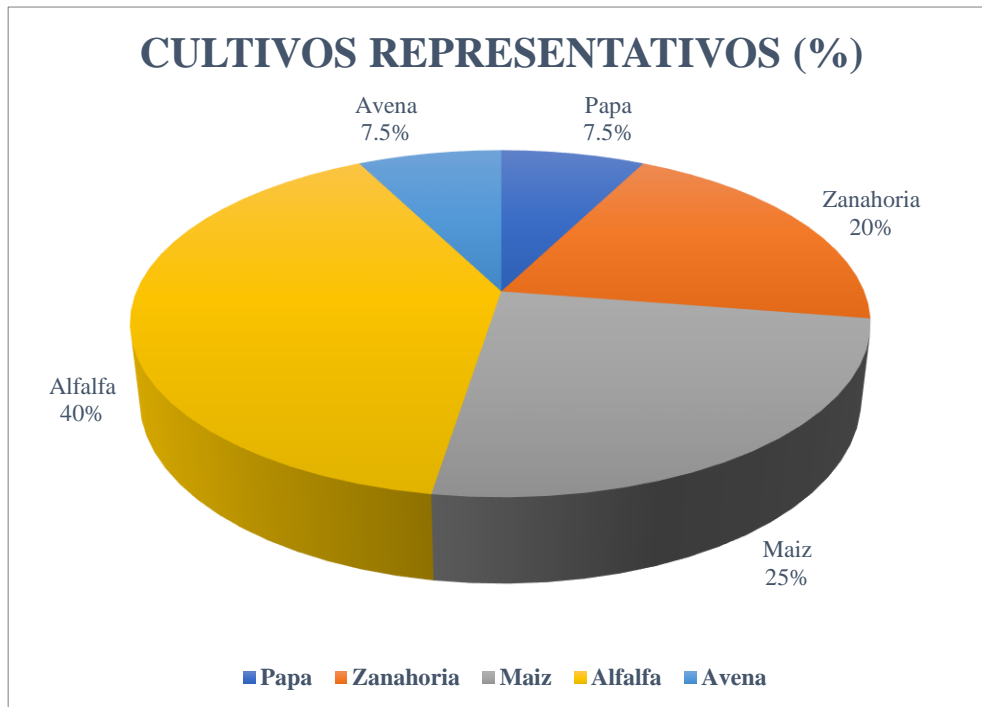
Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

Tabla 24: Resultado en porcentaje de los cultivos más representativos.

CULTIVOS	%
▪ PAPA	7,5
▪ ZANAHORIA	20
▪ MAÍZ	25
▪ ALFALFA	40
▪ AVENA	7,5
▪ TOTAL	100

Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

Figura 20: Cultivos representativos del Canal Central Toacaso.



Elaborado por: Chale K.&Díaz K, (2024).

10.3.1. Costos de producción

En la Tabla 25 podemos ver que en los cuatro cultivos representativos se obtiene ganancia de su producción cabe recalcar que en la zanahoria (*daucus carota*), alfalfa (*medicago sativa*) y avena (*avena sativa L.*) sus cultivos son vendidos por terrero por esta razón obtienen ganancias; Sin embargo, podemos ver que en la papa (*solanum tuberosum*) se pierde porque sus costos de inversión son elevados ya que este cultivo requiere de más cuidados y productos de fumigación.

Tabla 25: Resultados de los costos de producción del canal central Toacaso

CULTIVOS	COSTO DE PRODUCCION	INGRESOS	FLUJO DE CAJA	BENEFICIO COSTO
Papa	13518	12000	-1518	0.89
Zanahoria	1195	2500	1306	2.09
Maíz	491	1800	1309	3.67
Alfalfa	2513	5355	2842	2.13
Avena	1633	5355	3722	3.28

Elaborado por: Chale K. & Díaz K, (2024).

11. CONCLUSIONES

La evaluación de calidad del agua para la junta de riego del Canal Central Toacaso evidencia altos niveles de contaminación de arsénico; Para el módulo 4 se evidencia una concentración de 3 veces superior al límite permisible, a excepción del módulo 6 que su pendiente del 5% que no permite la acumulación del arsénico en gran cantidad.

En cuanto a la calidad del suelo se puede concluir que, debido a su origen volcánico, el uso excesivo de fertilizantes, abonos orgánicos, su pH alcalino (7,43) y textura arenosa en los cultivos han causado que los minerales como el calcio (2834,9 ppm), magnesio (225,5 ppm) y arsénico (20,22ppm), se encuentren en altas cantidades alterando el equilibrio con los demás macronutrientes como el nitrógeno y potasio que tienen bajas cantidades en función a lo mencionado existe poca diversidad de productos agrícolas.

En la producción la mayoría de usuarios del Canal Central Toacaso para obtener ganancias de sus actividades y cultivos se han dedicado a cultivar pastos alfalfa (*Medicago sativa*) que van destina a la ganadería, y zanahoria (*Daucus carota*) la cual va destinada a la venta por lotes; Por otro lado, debido a todos los problemas mencionados en cuanto la calidad de suelo y agua deberán realizar una gran inversión en fertilizantes como en el caso de la papa (*Solanum*

Tuberosum) los cuales terminan siendo una pérdida y poco rentable.

El análisis beneficio costo evidencia que los cultivos alfalfa, avena, zanahoria son rentables por cada dólar que se invierte se gana \$ 3,67; 2,13; 2,09, respectivamente sin embargo la papa no es rentable por cada dólar que invierte de pierde \$ 0,89.

12. RECOMENDACIONES

Realizar el mismo análisis y estudio en otra época del año, para poder determinar si los factores climáticos interfieren en los contenidos desequilibrados de todas las variantes que se determinaron en la presente investigación, cabe recalcar que estos fueron hechos en una época donde existía escasa precipitación

Realizar análisis de arsénico en la parte vegetal (cultivos producidos en la zona), porque hemos podido verificar que por su agua de riego también el suelo se ha visto afectado; por efecto sus productos deben tener contenidos de arsénico los cuales al saber sus cantidades de podrán buscar alternativas de cultivo y conservación.

13. BIBLIOGRAFÍA

- 3f23fc987dbbeda82587753c9796000a.pdf*. (s. f.). Recuperado 27 de febrero de 2024, de <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/98/27598/3f23fc987dbbeda82587753c9796000a.pdf>
- Agua*. (s. f.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado 10 de diciembre de 2023, de <http://www.fao.org/water/es/>
- Altieri, M. Á., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2), Article 2. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861>
- Anexo1 TULSMA*. (2017, junio 13). <https://es.slideshare.net/arianitamg/anexo1-tulsma>
- Arsénico*. (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- Chávez, V., & Alberto, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304-308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Clasificacion Pendientes Magap / PDF*. (s. f.). Scribd. Recuperado 23 de febrero de 2024, de <https://es.scribd.com/document/447428187/clasificacion-pendientes-magap>
- Cornejo, J. (s. f.). *CRITERIOS DE CALIDAD DE SUELOS Y DE AGUAS O EFLUENTES TRATADOS PARA USO EN RIEGO*.
- Crespo, C. (2017, septiembre 4). Infiltración del agua en el suelo. Importancia y métodos para medirla. *PortalFruticola.com*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/09/04/infiltracion-del-agua-en-el-suelo-importancia-y-metodos-para-medirla/>
- Definiciones / Portal de Suelos de la FAO / Organización de las Naciones Unidas para la*

Alimentación y la Agricultura. (s. f.). Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

Determinación de As(III) y As(V) en los pozos de las plantas de remoción de arsénico de Costa Rica | Revista Tecnología en Marcha. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/4888

E-7756_CHAMBA DIAZ FABRICIO ALEXANDER.pdf. (s. f.). Recuperado 23 de febrero de 2024, de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12650/1/E-7756_CHAMBA%20DIAZ%20FABRICIO%20ALEXANDER.pdf

El arsénico, un enemigo oculto en nuestras aguas. (s. f.). Fundación Aquae. Recuperado 17 de agosto de 2023, de <https://www.fundacionaquae.org/arsenico-enemigo-oculto-nuestras-aguas/>

El Fósforo en el suelo y las plantas. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://es.linkedin.com/pulse/el-f%C3%B3sforo-en-suelo-y-las-plantas-sandra-k->

El magnesio en el suelo y su efecto en las raíces. (2016, enero 20). *Blueberries Consulting.* <https://blueberriesconsulting.com/el-magnesio-en-el-suelo-y-su-efecto-en-las-raices/>

El Potasio del Suelo—EL POTASIO DEL SUELO Ing. Agr. MSc. Sanzano FACTORES CONDICIONANTES DE LA - Studocu. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional/fisiologia-vegetal/el-potasio-del-suelo/2564329>

Esquema FAO. (s. f.). Recuperado 27 de febrero de 2024, de http://edafologia.ugr.es/programas_suelos/practgest/olivar/suelos/soil12/fao.htm

Figura 1. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de... (s. f.). ResearchGate. Recuperado 27 de febrero de 2024, de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Normas-de-Riverside-para-evaluar-la-calidad-de-las-aguas-de-riego-US-Soil_fig1_237028336

- Fijación de Potasio en el Suelo / Intagri S.C.* (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/fijacion-de-potasio-en-el-suelo>
- flopez. (2021, febrero 2). Agua de riego agrícola. *Plantae*®. <https://plantae.garden/agua-de-riego-agricola/>
- Hidalgo Moya, L. J. (2023). *Análisis de grupos funcionales de microorganismos asociados a la rizosfera de dos sistemas productivos de cebolla rama (allium fistulosum l) en el piso altitudinal de 3180 msnm. Pastocalle. 2023.* [BachelorThesis, Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/10954>
- Imbago Pulamarín, C. V., & Oña Lugmaña, E. A. (2019). *Biorremediación de agua contaminada con arsénico proveniente de la parroquia Toacaso, mediante el uso de Pleurotus ostreatus, Trichoderma harzianum y Pseudomonas aeruginosa* [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17415>
- Infoagro. (2017, marzo 29). El calcio en el suelo. *Revista InfoAgro México*. <https://mexico.infoagro.com/el-calcio-en-el-suelo/>
- Iniapsc635.65E17p12.pdf.* (s. f.). Recuperado 25 de febrero de 2024, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/4627/1/iniapsc635.65E17p12.pdf>
- Juárez, M. J. (2015). *Aplicación de la química analítica en el estudio de metales en alimentos.*
- La Alcalinidad del Agua y su Efecto en los Sustratos / Intagri S.C.* (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2024, de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-alcalinidad-del-agua-y-su-efecto-en-los-sustratos>
- La Fundación del agua.* (s. f.). Fundación Aquae. Recuperado 27 de febrero de 2024, de <https://www.fundacionaquae.org/>
- Lasluisa Chacha, A. S., & Toaquiza Chicaiza, K. S. (2021). *Capacidad de adsorción de arsénico mediante isoterma de Langmuir y Freundlich en los suelos de la reserva*

ecológica los Ilinizas en la provincia de Cotopaxi durante el periodo 2020- 2021.

[BachelorThesis, Ecuador. Latacunga. Universidad Técnica de Cotopaxi, (UTC)].

<http://localhost/handle/27000/11041>

M^a Belén Acosta—EcologíaVerde. (s. f.). ecologiaverde.com. Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://www.ecologiaverde.com/autor/m-belen-acosta-42.html>

MAGAP presentó guía metodológica ante el impacto del cambio climático – Ministerio de Agricultura y Ganadería. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://www.agricultura.gob.ec/magap-presento-guia-metodologica-ante-el-impacto-del-cambio-climatico/>

Mancilla-Villa, Ó. R., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Uscanga-Mortera, E., Ramos-Bello, R., & Reyes-Ortigoza, A. L. (2012). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(1), 39-48. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-49992012000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

NTF 16-027 COMO AUMENTAR LA EFICIENCIA DEL NITROGENO EN EL SUELO.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF%2016-027%20COMO%20AUMENTAR%20LA%20EFICIENCIA%20DEL%20NITROGENO%20EN%20EL%20SUELO.pdf>

PDOT_TOACASO_2020.pdf. (s. f.-a). Recuperado 25 de febrero de 2024, de https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/10/PDOT_TOACASO_2020.pdf

PDOT_TOACASO_2020.pdf. (s. f.-b). Recuperado 25 de febrero de 2024, de https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/10/PDOT_TOACASO_2020.pdf

content/uploads/2021/10/PDOT_TOACASO_2020.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Toacaso. (2018, julio 31). *GAD Parroquial de Toacaso*. <https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-de-la-parroquia-toacaso/>

R-I-01.0 Muestreo de suelos.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://laboriodiagnosis.com.mx/wp-includes/pdfs/R-I-01.0%20Muestreo%20de%20suelos.pdf>

Santana Vega, N., Moya Gonzalez, A., & Barreiro Elorza, P. (2015). La importancia del suelo en la producción agrícola. *Tierras de Castilla y León: Agricultura*, 231, Article 231. <https://oa.upm.es/41418/>

Suelos alcalinos, te mostramos cómo bajar el pH. (s. f.). Sembralia. Recuperado 26 de febrero de 2024, de <https://sembralia.com/blogs/blog/suelo-alcalino-ph>

Tema_4.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de febrero de 2024, de https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/47724/mod_resource/content/1/Material_Docente/Tema_4.pdf

Toma, B. (s. f.). *Cálculo de la relación de adsorción de sodio (RAS) mediante interpolación*. Fuente Richars.

TULSMA.pdf. (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2024, de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>