



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA
DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA COTOPAXI
2023-2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agrónomo

Autor:
Tipán Mise Cristian Rafael

Tutor:
Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA – ECUADOR

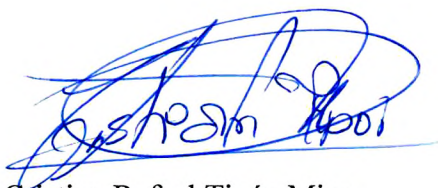
Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Tipán Mise Cristian Rafael, con cédula de ciudadanía No. 0504083056, declaro ser autor del presente proyecto integrador: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA COTOPAXI 2023-2024”** siendo la Ingeniera Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Tutora del presente trabajo; y, eximimos 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



Cristian Rafael Tipán Mise
C.C: 0504083056
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de sesión exclusiva de obra, que celebran de una parte **TIPÁN MISE CRISTIAN RAFAEL**, identificado con cédula de ciudadanía **0504083056** de estado civil casado, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, 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. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado, “**EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA COTOPAXI 2023-2024**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2019 – Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Tutora, Ph.D.

Tema: “**EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA COTOPAXI 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, **EL 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 **EL 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:

La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a este fin.

La publicación del trabajo de grado.

La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta

La importación al territorio Nacional de copias del trabajo de grado hecha sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

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 **EL 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 **EL 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 **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula 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.



Cristian Rafael Tipan Mise

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, PhD.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de tutor del Proyecto Integrador con el título:

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA COTOPAXI 2023-2024”, de Tipán Mise Cristian Rafael de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el siguiente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 15 de febrero del 2024


Ing. Mercy Lucila Albay Yupa, Tutora, Ph.D.

C.C: 0604147900

DOCENTE TUTOR

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 cuánto, el postulante: Tipán Mise Cristian Rafael, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA COTOPAXI 2023-2024”**, ha 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, 15 de febrero del 2024



Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.
CC: 0501974703
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.
CC: 0501604409
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizúete, Mg.
CC: 0502409725
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente a la carrera de Agronomía por impartirme todos los conocimientos adquiridos durante esta etapa de mi vida, así como también a todos mis docentes, un infinito agradecimiento.

Agradezco a mi familia, especialmente a mi madre por todos los consejos y apoyo incondicional que me brindaron durante todos estos años, también por darme un ejemplo de humildad, sacrificio y enseñarme el valor de las cosas.

A mis amistades, por ser unas excelentes personas y amigo/as; por formar parte de esta maravillosa etapa de mi vida, agradecerles por los buenos y malos momentos que pasamos juntos; por las experiencias y conocimientos que impartimos juntos durante estos años.

Y, por último, a mi tutora y guía Ing. PhD. Ilbay Yupa Mercy por su ayuda, paciencia y consejos brindados para el desarrollo de este proyecto.

Tipán Mise Cristian Rafael

DEDICATORIA

A mi madre Laura Mise por brindarme los consejos que me han servido hoy por hoy; por ayudarme a forjar mi carácter que me ha servido de mucho. A mi esposa katty, por darme lo que nunca nadie podrá darme jamás, palabras sinceras y amor incondicional.

A mi hermano Daniel, por el apoyo brindado y por los buenos momentos que pasamos en la niñez. A mis demás Familiares, por servirme de motivación que sin ellos no podría haber estado donde estoy hoy en día.

Que Dios me permita tenerlos muchos años más.

Cristian Rafael Tipán Mise

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN AGRONÓMICA PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA COTOPAXI 2023-2024”.

Autor:

Tipán Mise Cristian Rafael

RESUMEN

La presente investigación se realizó para la Junta de Agua de riego Tiliche – San José e, el cantón Saquisilí. Se propuso evaluar agronómicamente La Junta Administradora de Agua de Riego Tiliche San José. Además, se realizó la toma de muestras del agua para determinar el grado de contaminación por arsénico, también se tomó muestras de suelo con el mismo fin. El análisis agronómico de la junta se realizó mediante un análisis físico - químico para determinar la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y comparar con el cultivo más representativo. Los resultados obtenidos en el análisis de agua para determinar el grado de contaminación por arsénico fue que en las tres muestras realizadas en la boca toma, el ramal 1 y el reservorio sobrepasaron el límite permitido por la TULSMA que es de 0,1 mg/l; llegando a valores de 2,77 mg/l, 3,54 mg/l y 1,41 mg/l respectivamente. Para el análisis del grado de contaminación en el suelo se pudo evidenciar que las muestras evaluadas de los ramales 0 – 1 presentaron un valor de 70,6 mg/kg; el ramal 2 – 3 con un valor de 47,8 mg/kg y el ramal 4 – 5 con 20,9 mg/kg; los ramales del 6 – 10 presentaron valores inferiores (2,5 mg/kg) a los establecido por la legislación que es de 12 mg/kg. Para el análisis agronómico los resultados arrojaron que, para la comparación con maíz, el nitrógeno se encuentra en mínimas cantidades por lo que se necesitaría un aporte de un fertilizante nitrogenado, mientras que el calcio, fósforo, potasio y magnesio son elementos nutricionales que se encuentran en cantidades altas en el suelo. Se puede concluir que el agua de riego se encuentra contaminado por el metal pesado arsénico y por ende se contamina el suelo, afectando a la zona productiva del sector.

Palabras clave: Arsénico, agua de riego, muestra de suelo, contaminación, metales pesados

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "AGRONOMIC EVALUATION FOR THE TILICHE SAN JOSÉ IRRIGATION WATER ADMINISTRATIVE BOARD, SAQUISILÍ CANTON, COTOPAXI PROVINCE 2023-2024".

AUTHOR:
Tipán Mise Cristian Rafael

ABSTRACT

The present research was carried out for the Tiliche – San José Irrigation Water Board, the Saquisilí canton. It was proposed to evaluate the Tiliche San José Irrigation Water Administration Board agronomically. In addition, water samples were taken to determine the degree of arsenic contamination, soil samples were also taken for the same purpose. The agronomic analysis of the board was carried out through a physical - chemical analysis to determine the amount of nutrients available in the soil and compare with the most representative crop. The results obtained in the water analysis to determine the degree of arsenic contamination were that in the three samples taken at the intake, branch 1 and the reservoir exceeded the limit allowed by TULSMA, which is 0.1 mg/l. ; reaching values of 2.77 mg/l, 3.54 mg/l and 1.41 mg/l respectively. For the analysis of the degree of contamination in the soil, it was evident that the samples evaluated from branches 0 – 1 presented a value of 70.6 mg/kg; branch 2 – 3 with a value of 47.8 mg/kg and branch 4 – 5 with 20.9 mg/kg; Branches 6 – 10 presented lower values (2.5 mg/kg) than those established by legislation, which is 12 mg/kg. For the agronomic analysis, the results showed that, for the comparison with corn, nitrogen is found in minimal quantities so a contribution of a nitrogen fertilizer would be needed, while calcium, phosphorus, potassium and magnesium are nutritional elements that are found in high quantities in the soil. It can be concluded that the irrigation water is contaminated by the heavy metal arsenic and therefore the soil is contaminated, affecting the productive area of the sector.

Keywords: Arsenic, irrigation water, soil sample, contamination, heavy metals

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORIA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO INTEGRADOR	v
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
índice de gráficos.....	xiv
índice de imágenes.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
4.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS.....	3
4.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS.....	3
5. PROBLEMÁTICA.....	3
6. OBJETIVOS.....	3
6.1. OBJETIVO GENERAL	3
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	4

8.1.	AGUA	4
8.2.	IMPORTANCIA DEL AGUA.....	5
8.3.	RAZONAMIENTOS DE EFICACIA DE AGUA PARA EL USO AGRÍCOLA.....	5
8.4.	SUELOS.....	5
8.5.	CALIDAD DEL SUELO	6
8.6.	TÉCNICA DE SUELOS CONTAMINADOS.....	6
8.7.	CONSERVACIÓN DEL SUELO	6
8.8.	SUELO AGRÍCOLA	6
8.9.	USO AGRÍCOLA DEL SUELO	6
8.10.	TEXTURA DE SUELO.....	7
8.11.	MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS	7
8.12.	CLASIFICACIÓN AGROECOLÓGICA	7
8.13.	SUELO CONTAMINADO	7
8.14.	¿QUÉ ES EL ARSÉNICO?.....	7
8.15.	EL ARSÉNICO EN EL MEDIO AMBIENTE	8
8.16.	EFFECTOS EN LA SALUD.....	8
8.17.	EL ARSÉNICO EN AGUAS Y SUELOS AGRÍCOLAS	8
8.18.	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	8
8.19.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA ALFALFA (MEDICAGO SATIVA).....	8
8.20.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA).....	9
8.21.	PRODUCCIÓN DE CEBOLLA.....	9
8.22.	PRODUCCIÓN DE MAÍZ (ZEA MAYS)	9
8.23.	EVALUACIÓN DE LA NORMATIVA CONSTITUCIONAL	10
8.24.	TIPOS DE CALIDAD DE AGUA	10
8.24.1.	Aguas Residuales.....	10
8.25.	DEFINICIÓN DE JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA.....	10
8.25.1.	Definición y Atribuciones de las juntas de riego.....	11
8.25.2.	Consulta y obligaciones de los usuarios	11
8.26.	DERECHOS COLECTIVOS SOBRE EL AGUA.....	12
8.27.	CAUDAL ECOLÓGICO.....	13
8.28.	ÁREAS DE PROTECCIÓN HÍDRICA	13
8.29.	DÉFICIT HÍDRICO.....	13
9.	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	14

10. METODOLOGÍA.....	14
11. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	14
11.1. INVESTIGACIÓN APLICADA	14
11.2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO	15
11.3. JUNTA ADMINISTRATIVA DE AGUA DE RIEGO TILICHE, SAN-JOSÉ	15
11.6. ANÁLISIS DE CALIDAD DEL SUELO PARA USO AGRÍCOLA.....	17
11.7. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	18
12. MATERIALES Y EQUIPOS	18
13. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
13.1. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO DE LA JUNTA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ.....	18
13.2. CALIDAD DE SUELO DE LA JUNTA DE RIEGO TILICHE SAN JOSÉ	21
13.3. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	23
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
15. BIBLIOGRAFÍA	27
16. ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades por objetivo.	4
Tabla 2. Resultados del análisis de agua en los puntos de muestreo para la presencia de arsénico	19
Tabla 3. Resultados del análisis de suelo en los puntos de muestreo para la presencia de arsénico	22
Tabla 4. Clase de suelos según su capacidad de uso de la Junta de riego Tiliche San José.....	23
Tabla 5. Análisis físico químico de suelo de los ramales de la Junta de riego Tiliche San José	24
Tabla 6. Requerimientos nutricionales para el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>).....	25
Tabla 7. Resultados de las encuestas de costos de producción y costo – beneficio de los productos más representativos de la zona.....	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparativo de presencia de arsénico en agua de riego de la Junta Tiliche San José	20
Gráfico 2. Comparativo de presencia de arsénico en muestras de suelo de riego de la Junta Tiliche San José.....	22

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del área de investigación	14
Imagen 2. Mapa de Georeferenciación del área de estudio (Junta de Agua Tiliche San José)	16
Imagen 3. Ubicación en los puntos de muestreo	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de arsénico en agua	31
Anexo 2. Análisis físico – químico de suelo	34

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título

“Evaluación Agronómica para la Junta Administradora de Agua de riego Tiliche San José, cantón Saquisilí, provincia Cotopaxi 2023-2024”.

Fecha de inicio: Agosto 2023

Fecha de finalización: Marzo 2024.

Lugar de ejecución.

Barrio San José, parroquia Saquisilí, cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi.

Institución que auspicia.

Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad académica que auspicia.

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia.

Carrera de Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Producción agrícola y calidad de agua y suelo

Nombre del investigador.

Autor: Tipán Mise Cristian Rafael

CC. 0504083056

Correo electrónico: byron.tapia9580@utc.edu.ec

Nombres del equipo de investigación.

Tutora: Ing. PhD. Mercy Lucila Ilbay Yupa

Lector 1: Ing. PhD. Emerson Javier Jácome Mogro

Lector 2: Ing. Mg. Guido Euclides Yauli Chicaiza

Lector 3: Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuet

2. INTRODUCCIÓN

Tan importante para el desarrollo de una región es la disponibilidad del agua, que ayude a satisfacer la demanda para agricultura, alimentación, industria, etc., tanto en cantidad y calidad donde se considere una gestión adecuada de este recurso natural (Hasang Moran et al., 2022).

De acuerdo a Martínez y Villalejo (2020) mencionan que desde siempre ha existido una desigual distribución del agua causado por la intervención del hombre y la consecuencia de su mal manejo ha desembocado en una crisis hídrica mundial afectando al medio ambiente, también menciona que debido al crecimiento poblacional urbano, el cambio del uso de suelo, la degradación de la calidad del agua, los desastres hidrológicos relacionados con el cambio climático, han desembocado en una crisis preocupante en la seguridad hídrica.

En América Latina al igual que en el resto del mundo, la población se encuentra migrando a las grandes ciudades con una disponibilidad de agua muy irregular, provocado por las condiciones meteorológicas irregulares por la falta de lluvias y provocando una sequía hidrológica donde se interrumpe la disponibilidad del recurso hídrico (Bretas et al., 2020).

Lozano et al. (2021) menciona que la agricultura en los Andes, ha mostrado gran vulnerabilidad debido al cambio climático, donde se ha observado erosión de suelos, retroceso acelerado de los glaciares, afectando enormemente a los cultivos de la zona.

Varias fuentes naturales de agua en el Ecuador, la concentración de arsénico supera los límites permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de 10 µg/L, esta contaminación son introducidas en fuentes de agua por medio de la actividad humana, lo metales pesados como el arsénico presente en aguas y sedimentos se caracterizan por ser altamente persistentes, son extremadamente tóxicos y tienen una rápida acumulación en el organismo (Aveiga Ortiz et al., 2020).

3. JUSTIFICACIÓN

La contaminación presente en el agua de riego en el sector de la Junta de Riego Tiliche provenientes de aguas volcánicas suele ser utilizadas en los campos para agricultura y ganadería, pero el desconocimiento de la presencia de arsénico y otros metales pesados en las aguas de regadío puede ocasionar graves consecuencias en la salud de los agricultores que utilizan este recurso por la necesidad de producir los alimentos que son característicos del sector.

El Arsénico se encuentra en las zonas mineras, o en los productos pesticidas, también provienen de aguas volcánicas dependiendo en la altura que este situado el área.

En la investigación realizada se toma en cuenta al río Blanco que proviene de los Ilinizas, siendo un volcán que se encuentra apagado, se asume que tiene altos contenidos de arsénico siendo un gran problema para los agricultores, por ende es necesario conocer si el agua de riego se encuentra contaminado con este metal pesado para iniciar con proyectos de mitigación y descontaminación del agua.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos del proyecto fueron 55 productores agrícolas de la Junta de Agua Tiliche San José.

4.2. Beneficiarios indirectos.

Los beneficiarios indirectos de este proyecto son todos los agricultores de la provincia de Cotopaxi y de todo el Ecuador.

5. PROBLEMÁTICA.

El planteamiento de la problemática esbozado con la “Junta Tiliche San José” se realizó con el propósito de determinar la calidad del agua y suelo que se encuentra en la actualidad, para así poder decretar o recomendar a los socios de dicha Junta cuáles son las acciones que pueden tomar para paliar la contaminación de las aguas utilizadas para regadío y que posibles tratamientos podrían ser las alternativas obtener una mejor calidad del agua.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar agrónomicamente La Junta Administradora de Agua de Riego Tiliche San José, Cantón Saquisilí.

6.2. Objetivos Específicos

- Analizar la calidad agua de riego y el grado de contaminación para la Junta de riego Tiliche San José.
- Identificar la calidad de suelos de vocación agrícola en la Junta Administradora de Agua de Riego Tiliche – San José, cantón Saquisilí

- Analizar socioeconómicamente los sistemas de producción agrícola en el área de estudio.

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

Tabla 1.

Actividades por objetivo.

Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
Analizar la calidad del agua de riego y el grado de contaminación para la Junta de riego Tiliche San José	Recoger las muestras en diferentes puntos del área de estudio <ul style="list-style-type: none"> • Boca toma • Ramal 1 • Reservorio 	Recolectar las muestras en los puntos mencionados y realizar el registro de información para ser llevados al Laboratorio Nacional de Calidad de Agua. (LANCAS)	Identificar el porcentaje de Arsénico que contiene el agua y otros parámetros. Investigar los parámetros máximos que tienen que contener un agua de riego.
Identificar la calidad de suelos de vocación agrícola en la Junta Administradora de Agua de Riego Tiliche – San José, cantón Saquisilí	Recolectar 4 submuestras ya que el área de estudio cuenta con 10 ramales, algunos ramales no son funcionales por conflictos económicos	Se procede a trabajar con QGIS, para identificar los ramales designados para ser recolectados por el método de zigzag las submuestras y ser etiquetados.	Obtener el nivel de arsénico que se encuentra en el suelo, y determinar si es un suelo apto para uso agrícola.
Analizar socioeconómicamente los sistemas de producción agrícola en el área de estudio	Realizar entrevistas con los agricultores de la zona y hacer encuestas acerca de sus sistemas de producción	Visitar cada uno de los ramales de los socios verificando los cultivos más representativos y verificar si la presencia de arsénico se encuentra en niveles tóxicos en suelo y agua	Realizar recomendaciones acerca del problema que están pasando. Fotos Videos

Elaborado por: Tipán, C. 2024

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Agua

La evolución de la regulación de las aguas ha vivido por lo menos tres grandes momentos: un primero, asociado a una concepción del recurso hídricos desde una perspectiva privada, a través

de la cual los individuos eran propietarios de los derechos de agua otorgadas por el Estado; una segunda, en la cual pasa a ser un patrimonio público y por ende tutelado por el Estado; y, una tercera, desde la visión del agua como un derecho humano y fundamental (Martínez-Moscoso, 2021).

Todas las aguas costeras, superficiales, subterráneas y atmosféricas del departamento nacional, mismas que constituyen el dominio hídrico público conforme lo definido en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Ministerio del Ambiente, 2014).

8.2. Importancia Del Agua

El contagio de las aguas superficiales ocurre en todo el país y está relacionada con las fuentes urbanas y agrícolas. Ecuador posee una amplia red hídrica con ríos de gran importancia. Las fuentes de contaminación a nivel nacional son principalmente los establecimientos humanos y las aguas residuales sin tratamiento que aquéllos arrojan a los ríos. Cada región del país presenta fuentes de contaminación diferentes. En la Sierra, la contaminación no puntual tiene origen en los sistemas agrícolas tradicionales y cultivos de exportación con uso extensivo de pesticidas y fertilizantes (Ambiente, 2014).

Otra dificultad generalizada de profanación de las aguas superficiales está relacionada con la deforestación y el cambio de uso del suelo en todo el país. Las malas experiencias agrícolas y las condiciones geográficas del país favorecen el engrandecimiento de sedimentos en los ríos y afectan la capacidad de almacenamiento de los reservorios y embalses. A pesar de la importancia de la calidad del agua para el Ecuador, la información disponible sobre este tema es limitada y dispersa. El país no posee un sistema de monitoreo nacional de calidad del agua y la mayoría de la información disponible viene de estudios dados. (SENAGUA, 2016).

8.3. Razonamientos de eficacia de agua para el uso agrícola

Se cree que el agua de uso agrícola la que se utiliza para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que los organismos competentes puedan establecer (Ministerio del Ambiente, 2015b).

Se prohíbe el uso de aguas aprovechadas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con las alturas de calidad establecidos (Ministerio del Ambiente, 2015b).

8.4. Suelos

El manto superior de la corteza terrestre, situada entre el lecho rocoso y la superficie, compuesto por átomos minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos y que

constituye la interfaz entre la tierra, el aire y el agua, lo que le confiere capacidad de desempeñar tanto funciones naturales como de uso (Martínez, 2020).

8.5. Calidad del suelo

La Autoridad Ambiental Competente y las entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, en el marco de sus capacidades, realizarán el control de la calidad del suelo de consentimiento con las normas técnicas expedidas para el efecto. Establecen normas de calidad del suelo, características físico-químicas y biológicas que establecen la composición del suelo y lo hacen aceptable para garantizar el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de la población (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.6. Técnica de Suelos Contaminados.

Se lo ejecuta por medio de procedimientos validados por la Autoridad Ambiental Competente y acorde a la norma técnica de suelos, de desechos peligrosos y demás normativa aplicable. Los sitios de disposición temporal de suelos descompuestos deberán tener medidas preventivas eficientes para evitar la dispersión de los contaminantes al ambiente (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.7. Conservación del suelo

Uso y manejo del recurso suelo para conservar un conjunto de características que le posibiliten funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte de él.(Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.8. Suelo agrícola

Es el manto superficial de la corteza terrestre que sirve de columna y alimento para las plantas, animales y el hombre, también se conoce como la movimiento primario, la producción de alimentos, dedicando los suelos para desarrollos de cultivos y producción de ganado. Esto incluye tierras categorizadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora nativa (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.9. Uso agrícola del suelo

Aquellos que, sin ser urbano ni industrial, sirven para el desarrollo de actividades agrícolas, forestales, ganaderas (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.10. Textura de suelo

Capa de suelo o de material de suelo aproximadamente paralela a la superficie del terreno, que es producto de la evolución y que difiere de capas adyacentes genéticamente relacionadas con ella en propiedades y características físicas, químicas y biológicas (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.11. Muestreo y análisis de suelos

Se tomará una muestra compuesta por cada 100 hectáreas, formada por 15 a 20 submuestras georreferenciadas, cada una con un peso no inferior a 0.5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm. Las submuestras serán surtidas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se tomará un peso de entre 0.5 y 1.0 kg, que servirá para realizar los estudios requeridos. Para los proyectos, obras o actividades menores a 100 hectáreas, se tomará una muestra compuesta bajo las condiciones detalladas en el párrafo que antecede (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.12. Clasificación agroecológica

Ordenamiento de los suelos en base a la capacidad de uso y su interrelación con la cubierta vegetal (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.13. Suelo Contaminado

Todo aquel cuyas características físicas, químicas y biológicas naturales, han sido alteradas debido a actividades antropogénicas y representa un riesgo para la salud humana o el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.14. ¿Qué es el arsénico?

El arsénico es un elemento que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre. En el medio ambiente el arsénico no se descompone, sino que se encuentra combinado con otros elementos como por ejemplo el oxígeno, el cloro y el azufre. El arsénico combinado con estos elementos se conoce como arsénico inorgánico. Cuando el arsénico se combina con el carbono y el hidrógeno, lo llamamos arsénico orgánico. Estudios científicos realizados en animales demuestran que la mayoría de los compuestos de arsénico orgánico son menos tóxicos que las formas inorgánicas (Mancilla-Villa et al., 2011).

8.15. El Arsénico en el Medio Ambiente

El arsénico puede penetrar en el aire, el agua y el suelo a través de tormentas de polvo y aguas de escorrentía, por lo que la contaminación por arsénico está muy extendida debido a su fácil dispersión. Cuando hay mayor presencia geológica natural de arsénico, se pueden encontrar altos niveles en aguas subterráneas (Rangel Montoya et al., 2015).

8.16. Efectos en la salud

El arsénico inorgánico es un carcinógeno confirmado, y afecta a casi todos los órganos tejidos y sistemas en los humanos, su efecto tóxico se conoce como arsenicosis que depende de la cantidad del metaloide ingerido, no obstante, el arsénico también tiene efectos positivos en el uso de ciertos tratamientos de cáncer (Medina-Pizzali et al., 2018).

8.17. El Arsénico en Aguas y Suelos Agrícolas

El arsénico en el agua de riego y en el suelo agrícola accede a las plantas produciendo efectos tóxicos para algunos cultivos, resaltando que las plantas puedan tolerar 2 mg/kg de arsénico en el suelo, si excede este parámetro el organismo puede presentar necrosis, clorosis inhibición de crecimiento y muy probablemente la muerte. Para que esto pueda ingresar a la cadena trófica es necesario que el contaminante se encuentre en las partes comestibles de la planta y esto es causado por la disponibilidad que se encuentra en el suelo, así como la capacidad de la planta para lograr absorber las partículas lábiles del suelo (Lagos Gálvez, 2020).

8.18. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

El sistema de producción debe incluir un reservorio con una adecuada capacidad de recepción de agua que prevenga el rebose y permita el tratamiento del agua antes de su reutilización (Ministerio del Ambiente, 2015b).

8.19. Sistema de producción de la alfalfa (*Medicago sativa*)

El cultivo de alfalfa bajo cualquier sistema de aprovechamiento tiene una demanda continua de nutrientes durante todo el ciclo de producción, variando la intensidad de esta demanda en función a las condiciones ambientales (época del año) y estado de desarrollo de la planta. Alfalfa de corte tiene un manejo intensivo, en promedio cada dos meses se realiza el corte, agotando más rápido el cultivo y el suelo. Requiere altas cantidades de Nitrógeno, que es aportado mayormente por bacterias del género *Rhizobium*; estos microorganismos viven en simbiosis con el cultivo, por lo que se recomienda inocular la semilla de alfalfa con bacterias

de la especie *Rhizobium meliloti* antes de realizar la siembra, sobre todo cuando se instala el alfalfar por primera vez (Rebuffo et al., 2017).

8.20. Sistema de Producción de zanahoria (*Daucus carota*)

La zanahoria, al igual que muchas otras hortalizas que tienen raíces comestibles, pertenece a la antigua familia Umbelliferae, actualmente Apiaceae. Esta raíz es la hortaliza Apiacea de mayor siembra y producción en el mundo. Es una especie originaria del centro asiático y del mediterráneo. Ha sido cultivada y consumida desde la antigüedad por griegos y romanos. Durante los primeros años de su cultivo, las raíces de la zanahoria eran de color violáceo. Selecciones ocurridas a mediados de 1700 en Holanda, que aportó una gran cantidad de caroteno, el pigmento causante del color cambió al actual color naranja y ha sido la base del material genético actual (Saavedra, 2023).

8.21. Producción de cebolla

La cebolla se cultiva en una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta orgánicos. Sin embargo, el ideal es un suelo de consistencia media, fácil de trabajar y que no presente resistencia a la expansión del bulbo, buen drenaje, ausencia de piedras, buena humedad, bajo nivel de semillas de malezas, un pH entre 5,7 a 6,8, mullido, libre de problemas de compactación subsuperficial o pie de arado y un buen nivel de fertilidad (Blanco y Lagos, 2017).

8.22. Producción de maíz (*Zea mays*)

Implementar un sistema productivo de maíz (*Zea mays*) como especies de importancia agrícola en la zona, para que los agricultores puedan ver los resultados provenientes de la utilización de un conjunto de mecanismos integrados principalmente por una buena fertilización basada en el análisis de suelos, manejo de las enfermedades y las plagas basadas principalmente en los monitores y realizando los controles necesarios en el tiempo adecuado para evitar pérdidas económicas, de igual forma el manejo de las malezas las cuales son muy agresivas en la zona donde este manejo este basado en la utilización de los productos adecuados, con la dosis adecuada y en el tiempo adecuado basado en la etiqueta del producto y en la utilización de calibraciones, por otro lado es importante demostrar al agricultor la utilización de equipos de protección como lo es el traje de EPP. Esta localidad en la socialización e intervención en cuanto a proyectos productivos que se quieren implementar en la zona, que estos sean acordes a las necesidades de los campesinos y que se encuentren bien estructurados para que las personas no tengan pérdidas en dichos proyectos, de igual forma muchas veces por falta de conocimientos

de proyectos que llegan al municipio no son socializados con las personas haciendo que muchos no puedan acceder a proyectos que mejoren su calidad de vida (González, 2020).

8.23. Evaluación de la Normativa Constitucional

La Autoridad Ambiental Competente y las entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, en el marco de sus competencias, realizarán el control de la calidad del suelo de conformidad con las normas técnicas expedidas para el efecto. Constituyen normas de calidad del suelo, características físico-químicas y biológicas que establecen la composición del suelo y lo hacen aceptable para garantizar el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de la población (Ministerio del Ambiente, 2015a).

8.24. Tipos De Calidad De Agua

8.24.1. Aguas Residuales

Las aguas residuales contienen material suspendido y componentes disueltos, tanto orgánicos como inorgánicos. Los constituyentes convencionales presentes en aguas residuales domésticas son: sólidos suspendidos y coloidales, materia orgánica e inorgánica medida como demanda química y bioquímica de oxígeno, carbono orgánico total, nitrógeno (amoniaco, orgánico, nitritos y nitratos), fósforo, bacterias, protozoarios y virus. La cuantificación de estos componentes es condición necesaria para definir una estrategia de tratamiento que garantice técnica y económicamente una calidad del agua residual tratada adecuada para su uso posterior y para minimizar el riesgo potencial para la salud pública y el ambiente (Osorio Rivera et al., 2021).

8.25. Definición De Juntas Administradoras De Agua.

Las juntas administradoras de agua son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen la finalidad de prestar el servicio público de agua. Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua. Los requisitos y el procedimiento para la creación de nuevas juntas administradoras de agua se desarrollarán reglamentariamente por la Autoridad Única del Agua. En el cantón donde el gobierno autónomo descentralizado municipal preste el servicio de manera directa o a través de una empresa pública de agua y esta cubra los servicios que por ley le corresponden, en toda su jurisdicción, no podrán constituirse juntas administradoras de agua y saneamiento. Las juntas administradoras de agua y saneamiento,

formarán parte del consejo de cuenca a través de sus representantes sectoriales, según lo establezca el Reglamento de la presente Ley (Ministerio del Ambiente, 2014).

8.25.1. Definición y Atribuciones de las juntas de riego.

Las juntas de riego son organizaciones comunitarias sin fines de lucro, que tienen por finalidad la prestación del servicio de riego y drenaje, bajo criterios de eficiencia económica, calidad en la prestación del servicio y equidad en la distribución del agua (Ministerio del Ambiente, 2014). De acuerdo al Texto Unificado de Legislación Secundaria (Ministerio del Ambiente, 2015b), indica que son atribuciones de la junta de riego, en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales las siguientes:

- a) Gestionar la infraestructura del sistema, sea propia de la junta o cedida en uso a ella por el Estado, a través de los diferentes niveles de gobierno.
- b) Tramitar con los diferentes niveles de gobierno o de manera directa, la construcción de nueva infraestructura, pudiendo recabar para ello ayuda financiera. Para el efecto deberá contar con la respectiva viabilidad técnica emitida por la Autoridad Única del Agua.
- c) Realizar el reparto equitativo del agua que le sea autorizada entre los miembros del sistema siguiendo las regulaciones que emita la Autoridad Única del Agua.
- d) Resolver los conflictos que puedan existir entre sus miembros. En caso de que el conflicto no se pueda resolver, recurrirán ante la Autoridad Única del Agua.
- e) Establecer, recaudar y administrar las tarifas por la prestación del servicio a partir de los criterios técnicos regulados por la Autoridad Única del Agua.
- f) Imponer las sanciones sobre los usuarios correspondientes a las infracciones administrativas establecidas en sus estatutos u ordenanzas conforme al régimen general previsto en esta Ley.
- g) Entregar a la Autoridad Única del Agua, la información que le solicite, siempre que esté relacionada con el ejercicio de sus competencias.
- h) Colaborar con la Autoridad Única del Agua en la protección de las fuentes de abastecimiento de agua del sistema de riego evitando su contaminación.
- i) Participar en los consejos de cuenca a través de su representante sectorial.
- j) Todas las demás que se establecen en el Reglamento a esta Ley.

8.25.2. Consulta y obligaciones de los usuarios

La Autoridad Única del Agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica, consultará de manera previa, libre, informada, obligatoria y en un plazo razonable a las organizaciones de los

usuarios, en todos los asuntos relevantes relacionados con la gestión integrada de los recursos hídricos que les puedan afectar de conformidad con esta Ley y su Reglamento. Sin perjuicio de las obligaciones del Estado, los usuarios del agua contribuirán económicamente, en forma proporcional a la cantidad de agua que utilizan para la preservación, conservación y manejo sustentable de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica y serán parte en el manejo de la misma. En el caso de usuarios comunitarios, que a la vez sean consumidores de agua, contribuirán económicamente o mediante trabajos comunitarios (Ministerio del Ambiente, 2014).

8.26. Derechos colectivos sobre el agua

De acuerdo al TUSLA (Ministerio del Ambiente, 2015b), indica que las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, pueblo afro ecuatoriano y montubio desde su propia cosmovisión, gozan de los siguientes derechos colectivos sobre el agua:

- a) Conservar y proteger el agua que fluye por sus tierras y territorios en los que habitan y desarrollan su vida colectiva; b) Participar en el uso, usufructo y gestión comunitaria del agua que fluye por sus tierras y territorios y sea necesaria para el desarrollo de su vida colectiva;
- b) Conservar y proteger sus prácticas de manejo y gestión del agua en relación directa con el derecho a la salud y a la alimentación;
- c) Mantener y fortalecer su relación espiritual con el agua;
- d) Salvaguardar y difundir sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías y saberes ancestrales sobre el agua;
- e) Ser consultados de forma obligatoria previa, libre, informada y en el plazo razonable, acerca de toda decisión normativa o autorización estatal relevante que pueda afectar a la gestión del agua que discurre por sus tierras y territorios;
- f) Participar en la formulación de los estudios de impacto ambiental sobre actividades que afecten los usos y formas ancestrales de manejo del agua en sus tierras y territorios.
- g) Tener acceso a información hídrica veraz, completa y en un plazo razonable.
- h) Participación en el control social de toda actividad pública o privada susceptible de generar impacto o afecciones sobre los usos y formas ancestrales de gestión del agua en sus propiedades y territorios.
- i) Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades ejercerán estos derechos a través de sus representantes en los términos previstos en la Constitución y la ley.

8.27. Caudal Ecológico

Para los efectos de esta Ley, caudal ecológico es la cantidad de agua, expresada en términos de magnitud, duración, época y frecuencia del caudal específico y la calidad de agua expresada en términos de rango, frecuencia y duración de la concentración de parámetros que se requieren para mantener un nivel adecuado de salud en el ecosistema (Agencia de Regulación y Control del Agua, 2016).

La Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional establecerá reglamentariamente los criterios, parámetros y metodologías para la determinación del caudal ecológico de acuerdo con las condiciones y las características de los cuerpos de agua, que serán considerados dentro de la planificación hídrica nacional (Agencia de Regulación y Control del Agua, 2016).

8.28. Áreas De Protección Hídrica

Se denominan áreas de protección hídrica a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, las mismas formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Autoridad Única del Agua, previo informe técnico emitido por la Autoridad Ambiental Nacional y en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de sus competencias, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica que sean necesarias para el mantenimiento y conservación del dominio hídrico público (Ministerio del Ambiente, 2014).

El uso de las áreas de protección hídrica será regulado por el Estado para garantizar su adecuado manejo. El régimen para la protección que se establezca para las áreas de protección hídrica, respetará los usos espirituales de pueblos y nacionalidades (Ministerio del Ambiente, 2014).

8.29. Déficit Hídrico

En caso de disminución de caudales por motivo de escasez temporal o permanente, el agua se entregará a los usuarios de las autorizaciones vigentes, en forma proporcional al volumen disponible y respetando el orden de prelación indicado en esta Ley, por medio de la notificación de la Autoridad Única del Agua (Ministerio del Ambiente, 2014).

El porcentaje de déficit hídrico de para uso doméstico sea de 0.1% y su probabilidad de suministro será de 99.9%, el porcentaje de déficit hídrico de agua para uso de riego será de 11% y su probabilidad de suministro de agua podrá llegar al 88% (Yáñez et al., 2017).

9. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿La presencia de arsénico en agua y suelo de La Junta Administradora de Agua de Riego Tiliche San – José, presenta niveles tóxicos?

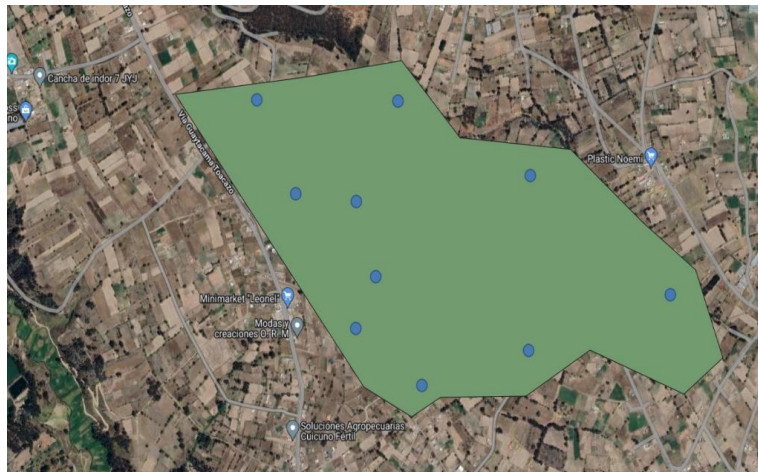
El arsénico es un elemento de origen natural que se encuentra en la corteza terrestre. Conforme el agua fluye a través de determinadas formaciones rocosas, el arsénico puede disolverse y desplazarse hasta acuíferos subterráneos, arroyos o ríos que pueden ser fuentes de agua potable.

10. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, cantón Saquisilí, Junta Administrativa de Agua de Riego Tiliche San – José. La superficie es de 20 ha y se encuentra a una altura entre los 3130 a 3140 msnm.

Imagen 1.

Ubicación del área de investigación



Elaborado por: Tipán, C. 2024

11. TIPO DE INVESTIGACIÓN

11.1. Investigación aplicada

Esta investigación se caracteriza por que busca la aplicación o utilización de los conocimientos que adquirimos en el transcurso del tiempo de estudio uno de esos conocimientos es el uso del software libre QGIS, Topografía (interpretación mapas de canales de riego) este tipo de investigación requiere un marco teórico para poder dar recomendaciones a los resultados obtenidos, donde la investigación aplicada va a generar un cambio en la problemática planteada mediante un diagnóstico desarrollado de acuerdo al dominio de los conocimientos técnicos adquiridos (Bardales & Manuel, 2021).

11.2. Investigación De Campo

Este tipo de investigación se apoya en informaciones, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones, que se pudo obtener con los socios de La Junta Tiliche San José y realizar las respectivas recolecciones de muestras para ser llevadas al laboratorio.

11.3. Junta Administrativa De Agua De Riego Tiliche, San-José

La Junta Administrativa de Agua de Riego Tiliche, San-José está formado por la bocatoma, la planta de tratamiento, 11 ramales y un reservorio.

La bocatoma está ubicada 3550 msnm, en el sector aguas amarillas, Río Blanco ubicado a 3570. La bocatoma está conformada con dos plantas de tratamientos para sedimentar; la estructura de la tubería se conecta directamente con los ramales 0, 1, 2, 3, 4, 5 teniendo en cuenta que todo el sedimento del arsénico sigue directamente para dichos ramales mencionados. La conducción principal tiene una longitud de 11400 m con el ramal 1 (completo con la boca toma):

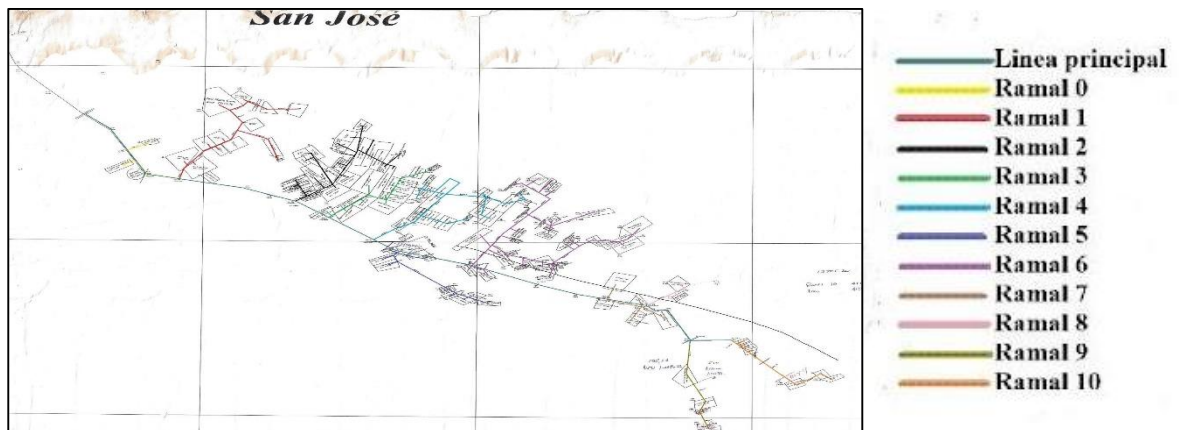
- El ramal 0 tiene una longitud de 11400 m desde la boca toma, a una altura 3137,87 msnm y riega en un área 3243 m² y tiene una conexión directamente a las tuberías de la boca toma.
- Rama 1 tienen una longitud de 11650 m de la boca toma, está ubicado a una altura de 3133,05 msnm y consta de 15 lotes, de diferentes medidas, bajo riego por aspersión y dando un área total de 65077,57 m².
- Ramal 2: con una longitud de 12100 m de la boca toma, está ubicado a una altura de 3125 msnm está constando de 28 lotes de terreno, siendo este ramal más largo y contando con sub divisiones, para un área total de 825002.7 m² los cuales son destinados para agricultura y ganadería
- Ramal 3: con una longitud de 12250 m de la boca toma y a una altura de 3116 msnm; además, cuenta con 15 lotes, este ramal no cuenta con sud divisiones y su área total es de 60530,78 m².
- Ramal 4: con una longitud de 12450 m de la boca toma y a una altura de 3117 msnm; cuenta con 14 lotes de terreno y con sud divisiones para un área total de 27367,77 m².
- Ramal 5: con una longitud de 12550 m de la boca toma, en este mismo punto de desvío al ramal, se ubica el reservorio. El ramal 5 consta con 8 lotes de terreno, ramal sin sud divisiones y con un área total es de 28242,01 m². Hay que mencionar que los ramales 6, 7,8 9 y 10 parten del reservorio.
- Ramal 6: con una longitud de 12833 m de la boca toma, y 283 m del reservorio, este

ramal tiene conexión directamente con el reservorio, el mencionado ramal, consta de 29 lotes de terreno, incluyendo la sud-divisiones y un área total de 3058,13 m².

- Ramal 7: con una longitud de 13350 m de la boca toma, y 800 m del reservorio y a una altura de 3060 msnm, consta de 5 lotes de terreno sin ninguna sub división, estos ramales 7, 8, 9 constan en el plano mencionados, pero en la actualidad no cumplen ningún funcionamiento agrícola por conflictos económicos que tiene la pregunta “Tiliche San Jose” teniendo un área total de 19718,05 m².
- Ramal 8: con una longitud de 13500 m de la boca toma, y 950 m del reservorio y a una altura de 3061 msnm; consta con 3 lotes de terreno, no tiene sud divisiones y es el segundo ramal más pequeño del plano y con un área total de 7708.94 m².
- Ramal 9: con una longitud de 13905 m de la boca toma y 1355 m del reservorio y a los 3039 msnm; conformada por 2 lotes de terreno siendo unos de los ramales más cortos de terrenos, su área total es de 10207,69 m².
- Ramal 10: con una longitud de 14053 m de la boca toma y 1503 m del reservorio ubicado a 3032 msnm, consta de 4 lotes de terrenos, sin ningún sud división y un área total es de 3070.222 m².

Imagen 2.




Mapa de Georeferenciación del área de estudio (Junta de Agua Tiliche San José)



11.4. Punto De Muestreo

Los puntos de muestreo fueron tomados de acuerdo a la sugerencia de la persona responsable de cuidar y distribuir el agua de riego a los diferentes socios de la Junta de riego, estos puntos fueron en la bocatoma, en el ramal 1 y en el reservorio.

Imagen 3.**Ubicación en los puntos de muestreo**

1. Bocatoma	2. Rama 1 Sr. (José María Caza)	3. Reservorio
		

11.5. Análisis de calidad del agua para riego

Los análisis se realizaron en dos fechas distintas, la primera fecha fue el 08 de noviembre del 2023 y la segunda fecha fue el 18 de diciembre del 2023.

Se realizó una conversación con el Laboratorio Nacional de Calidad de agua y sedimentos (LANCAS), cotizando el precio de los parámetros que a evaluar (arsénico, coliformes totales, conductividad, dureza total, pH); también se informó por parte del personal del laboratorio cuáles son los parámetros para recolectar las muestras de agua y la temperatura de las muestras deben mantenerse entre 18 y 20 °C.

Se recolectó la primera muestra en la bocatoma, se procedió a tomar las muestras en distintos frascos entregados en el laboratorio para realizar el análisis de calidad del agua, la segunda muestra se recolectó en el ramal 1 ubicada a una distancia de 11.650 m desde la bocatoma, en el predio de José María Casa; y, por último, la tercera toma de muestra se tomó en el reservorio. Se etiquetaron los frascos y se transportó al laboratorio.

11.6. Análisis De Calidad Del Suelo Para Uso Agrícola

En primer lugar, se realizó un diálogo con los socios de la Junta Tiliche San José para solicitar la autorización del ingreso a sus propiedades y recolectar las respectivas muestras de suelo para

el análisis físico – químico.

De acuerdo a las fechas establecidas con el laboratorio (LANCAS), se procedió a la recolección de muestras de suelo, donde se recorrió en zig – zag el terreno elegido y utilizando un barreno metálico y depositando en un recipiente para luego mezclarlo y tomar 0,5 kg para colocarlo en su recipiente final para etiquetarlo y transportarlo al laboratorio para su análisis respectivo.

La toma de muestras de suelo se inició por un lado del terreno, seleccionando al azar el punto de partida (ramal 0-1) y para finalizar como punto final (ramal 6-10) concretando en el plano homogéneamente la unidad de Muestreo.

11.7. Análisis del sistema de producción agrícola

Se procedió para el análisis de los sistemas de producción agrícola a entablar una conversación con los socios de la Junta de riego, donde se realizó una encuesta a 10 socios acerca de su actividad agrícola.

Posteriormente se procedió a realizar la tabulación de los datos de la encuesta para determinar las características de los sistemas de producción que son más comunes en la zona de estudio.

12. MATERIALES Y EQUIPOS

- Cuaderno
- Esfero
- Computadora
- Pala
- Azadón
- Barreno metálico
- Fundas
- Frascos especiales para recoger las muestras para el agua
- Hielera

13. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

13.1. Calidad del agua de riego de la Junta de riego Tiliche San José

Los resultados del análisis de laboratorio para determinar la presencia de arsénico en el agua de riego de la Junta Tiliche San José, arroja cifras extremadamente superiores a la normativa del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), donde los criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego para Arsénico es de 0,1 mg/l, y se

observa que en los puntos de muestreo los valores son para la bocatoma de 2,77 mg/l; en el ramal 1 de 3,54 mg/l y en el reservorio de 1,41 mg/l.

De acuerdo a Medina-Pizzali et al. (2018), manifiesta que en América Latina, alrededor de 4,5 millones de personas beben permanentemente agua con niveles extremos de arsénico que ponen en riesgo la salud, además en Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua y Perú, se determinó la presencia de arsénico no solo en el agua de consumo humano, también en la leche de vaca, granos y hortalizas, especialmente papa, cebolla, remolacha, col, rábanos, frijoles y calabazas. Los efectos más comunes de la ingesta de arsénico van desde la letalidad aguda hasta los efectos crónicos, afectando a la piel, vías respiratorias, sistema inmunológico, cardiovascular, reproductivo, nervioso, digestivo, hepático y renal.

Reyes et al. (2016) manifiesta que los efectos toxicológicos del arsénico y su proceso de transferencia a los seres humanos no es muy bien conocido, la arsenicosis o hidroarsenicismo crónico es una enfermedad donde el As se encuentra en concentraciones muy elevadas, afectando a la salud humana con problemas respiratorios, enfermedades cardiovasculares, gastrointestinales y efectos carcinogénicos.

Además, el mismo autor manifiesta que una de las causales de la incorporación de metales pesados en los alimentos se debe por el uso de aguas contaminadas en el regadío de los cultivos y en la actividad pecuaria (Reyes et al., 2016).

Una investigación realizada sobre la presencia de metales pesados en leche cruda bovina por De la Cueva et al. (2021), indica que el 100 % de las muestras que se analizaron sus resultados fueron positivos con la presencia de metales pesados, el plomo (Pb) fue el metal pesado en mayor proporción con un 92,98 %, mientras que el arsénico estuvo presente en el 3,44 % de las muestras, estos niveles son preocupantes menciona el autor debido a las consecuencias en la salud pública debido a su consumo.

Tabla 2.

Resultados del análisis de agua en los puntos de muestreo para la presencia de arsénico

Parámetros	Técnica de Análisis	Técnica de Análisis	Unidades	Normativa TULSMA	Puntos de muestreo		
					Boca Toma	Ramal 1	Reservorio
Arsénico	Espectrofotometría de absorción atómica	Standard Methods Ed 23.2917.3114B	mg/l	0.1	2,77	3,54	1,41
Coliformes Fecales Totales	Microbiológicas	Standard Methods Ed 23.2917.9221 E	NMP/100ml	1000	27	79	21,7

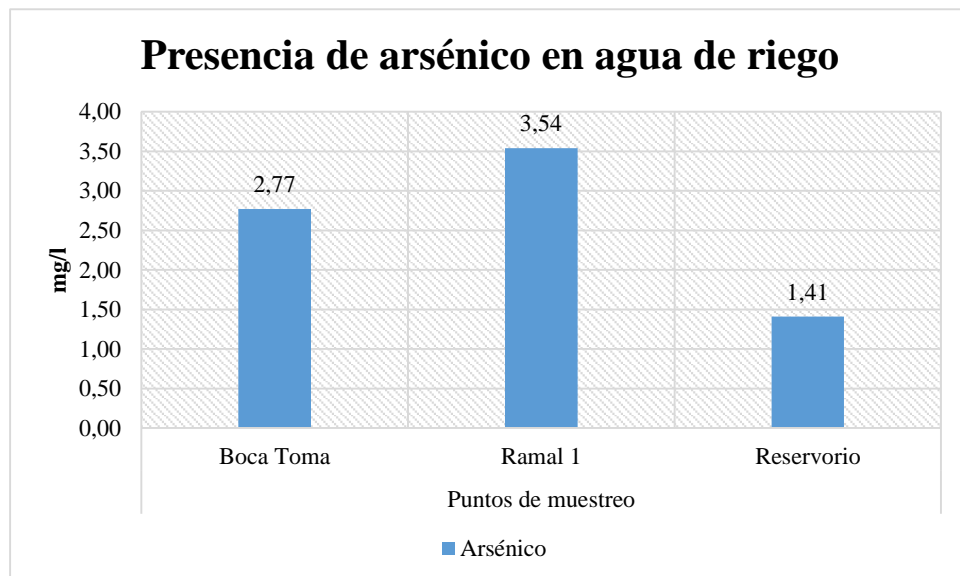
Conductividad Eléctrica	Electrometría	Standard Methods Ed 23.2017.2510B	1milimhos/cm= 1000micromhos/cm)	>3,0	0,9	1,127	1,0
Dureza Total	Volumetría	Standard Methods Ed 23.2017.2340C	mg/l	>2000	209,94	257,25	2,57
Potencial de Hidrogeno (pH)	Electrometría	Standard Methods Ed 23.2017.4500-H+B		6,7	8,05	8,07	8,33

Fuente: Laboratorio Nacional de Calidad de aguas y sedimentos (LANCSA), 2023

Los parámetros de Coliformes fecales, conductividad eléctrica, Dureza se encuentran en rangos normales, únicamente el pH se encuentra medianamente alcalino, ocasionando problemas en la absorción de nutrientes para los cultivos tradicionales cultivados en el área de estudio.

Gráfico 1.

Comparativo de presencia de arsénico en agua de riego de la Junta Tiliche San José



Se observa en el gráfico 1 los niveles de arsénico obtenidos luego del análisis del agua de riego en comparación con los parámetros establecidos en la TULSMA, donde los resultados indican que hay un grado de contaminación muy elevado en el agua de riego de la Junta Tiliche San José.

13.2. Calidad de suelo de la Junta de riego Tiliche San José

Las muestras de suelo realizadas en los diferentes ramales para determinar la presencia de arsénico se observan en la tabla 3, se puede evidenciar que de acuerdo a la normativa TULSMA, los criterios que se establecen para el uso de suelo establecen niveles máximos de concentración de contaminantes donde el valor máximo es de 12 mg/Kg, y de las 5 muestras obtenidas, los ramales 0 – 1 tienen un valor de 70,6 mg/Kg; los ramales 2 – 3 con un valor de 47,8 mg/Kg y los ramales 4 – 5 presentaron un valor de 20,9 mg/Kg. Niveles que están sobre el nivel establecido por la TULSMA, llegando a ser suelos con un grado de contaminación alto.

En los ramales 6 – 10 se observa un valor de 0,6 mg/Kg; donde su valor en mínimo e comparación a la normativa.

De acuerdo a Rangel Montoya et al. (2015), menciona que el arsénico tiene muy fácil movilización en condiciones naturales, además la actividad antrópica ha tenido un importante papel en la generación de formas tóxicas del arsénico mediante la actividad minera, uso de combustibles fósiles, uso de pesticidas orgánicos, herbicidas y desecantes agrícolas.

Calero (2023) citando a Hernández et al. (2022), menciona que la concentración natural de metales pesados se derivan de las actividades volcánicas, meteorización de las rocas y procesos de erosión de suelos, estos metales pesados pueden o no ser beneficiosos para el medio ambiente, donde los microorganismos necesitan en mínimas cantidades algunos elementos químicos, pero su exceso puede resultar peligroso, la toxicidad de los metales pesados en el suelo depende de factores como el pH, temperatura, minerales, óxidos, forma y cantidad orgánica y su estado químico en el cual se encuentra.

En el suelo, el arsénico se encuentra entre 5 y 10 mg/kg como componente de más de 200 minerales, en mayor concentración se lo encuentra en minerales sulfurados como la pirita, calcopirita, galena y marcasita, las altas concentraciones en el suelo presentan un riesgo importante para la calidad de agua superficial, subterránea, desarrollo vegetal y animal, la seguridad alimentaria y la salud humana, menciona que el límite máximo permitido de arsénico en el suelo es de 20 mg/kg.

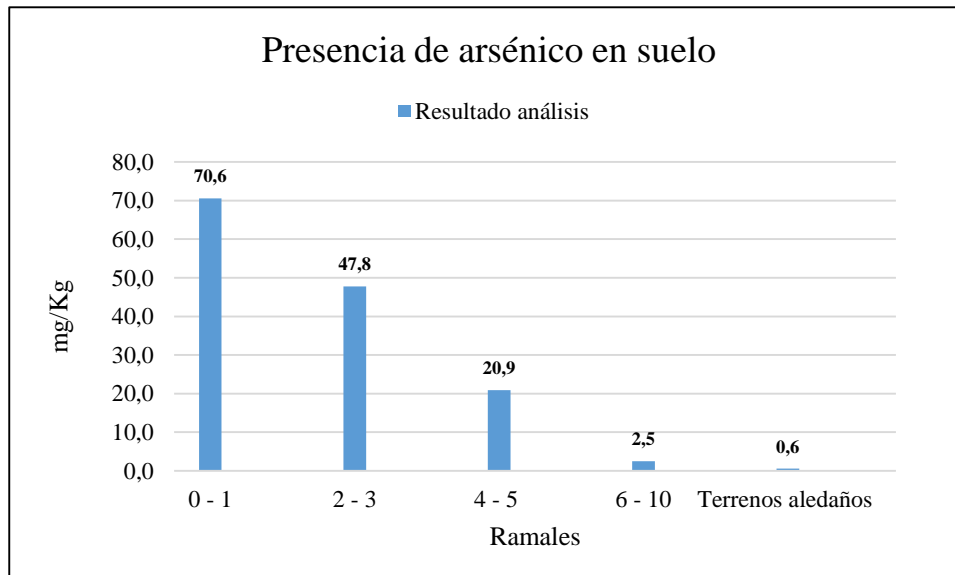
Tabla 3.

Resultados del análisis de suelo en los puntos de muestreo para la presencia de arsénico

Ramales	Metodo de Referencia	Unidades	Resultado análisis	Normativa TULSMA
0 - 1	Stardard Methods Ed 24 th, 2023.3114 B Modificado	mg/kg	70,6	12
2 - 3	Stardard Methods Ed 24 th, 2023.3114 B Modificado	mg/kg	47,8	12
4 - 5	Stardard Methods Ed 24 th, 2023.3114 B Modificado	mg/kg	20,9	12
6 - 10	Stardard Methods Ed 24 th, 2023.3114 B Modificado	mg/kg	2,5	12
Terrenos aledaños	Stardard Methods Ed 24 th, 2023.3114 B Modificado	mg/kg	0,6	12

Fuente: Laboratorio Nacional de Calidad de aguas y sedimentos (LANCSA), 2023**Gráfico 2.**

Comparativo de presencia de arsénico en muestras de suelo de riego de la Junta Tiliche San José



Se puede evidenciar en el gráfico 2 que los ramales 0 al 5 presentan concentraciones de arsénico superiores al límite permitido por la legislación ambiental ecuatoriana, mientras que en el ramal 6 a 10 la concentración es bajo al igual que en los terrenos aledaños.

13.3. Análisis de los sistemas de producción

13.3.1. Sistema de Producción Agroecología

La base de la agroecología es la utilización de los procesos ecológico de los sistemas de productos alimentarios ya sean agrícolas, forestales o ganaderos, y a la necesidad de minimizar la degradación del suelo agrícola. (Martínez Castillo, Róger, 2008)

Luego de analizar socio productivamente a los socios de la Junta de riego Tiliche San José, se observó mediante un análisis de clasificación de suelos, cuál era su capacidad de uso de acuerdo a las Normas y Principios del Servicio de conservación de suelos en los Estados Unidos de América, como se indica en la tabla 4.

Se puede observar en la tabla 4, las clases de suelos que se encuentran en la Junta de riego Tiliche San José con su respectiva superficie, donde la clase III se presenta en mayor área, siendo tierras apropiadas para cultivos permanentes, de acuerdo al diagnóstico inicial se identificó que los habitantes cultivan maíz, papa, zanahoria, cebolla y alfalfa para su manutención.

Tabla 4.

Clase de suelos según su capacidad de uso de la Junta de riego Tiliche San José

CLASE	SUBCLASE	DESCRIPCIÓN	ÁREA (m ²)
III	IIIr	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación	5 675 903
III	IIIr	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación	6 136 908
II	IIs	Tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación	208 134,6
I	Ir	Tierras sin limitaciones	624 841,67
IV	IVr	Tierras con severas limitaciones, cultivables con métodos intensivos de manejo	48 007 747
V	V	Tierras no cultivables con severas limitaciones de humedad, aptas para pastos	306 531 267
II	IIs	Tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación	331 963 759

Fuente: (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2014)

También se puede evidenciar que hay tierras que no presentan limitaciones con respecto a especies cultivables presentes en la clase I, mientras que la clase II, también presente son suelos cultivables con pocas limitaciones. Existen tierras que no son aptas para cultivos sino solamente se las puede utilizar para pastoreo.

Nieto C. et al. (2017), menciona que en la provincia de Cotopaxi el 26,18 % de su territorio tiene aptitud natural para producción de cultivos agrícolas y el 14,78 % tiene aptitud para producción de pastos y ganadería, mientras que aproximadamente el 59 % del territorio de la provincia no tiene aptitud natural para producción primaria. Efectivamente, se encontró que la provincia de Cotopaxi no posee tierras cultivables sin limitaciones para actividades de producción primaria, (Clase I); apenas el 0,72% del territorio provincial tiene aptitud agroecológica de la Clase II, que corresponde a suelos con alguna limitación para producción agrícola; aproximadamente el 15% del territorio de la provincia presenta suelos con aptitud agroecológica de las Clases III y IV, que son suelos con limitaciones significativas para la actividad agrícola, pero aptos para producción de pastos y ganadería y; apenas un 0,32% adicional del territorio se encuentra en la categoría agroecológica V, que sería suelos con limitaciones leves para la producción de pastos.

Tabla 5.

Análisis físico químico de suelo de los ramales de la Junta de riego Tiliche San José

Identificación	N ppm	P ppm	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	pH
Ramal 0,1	27,12	199,20	0,36	7,56	2,00	7,39
Ramal 2,3	34,84	138,50	0,67	9,46	2,49	8,01
Ramal 4,5	67,40	258,30	1,10	10,01	2,28	7,77
Ramal 6,10	37,62	65,18	0,45	4,63	1,90	7,62

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas y aguas INIAP, 2023

El análisis de suelo es una herramienta muy importante para conocer la cantidad de nutrientes que el suelo tiene para determinar la formulación de nutrientes requeridos para iniciar cualquier cultivo productivo, es importante que el productor conozca cómo está su suelo en cuestión de disponibilidad de nutrientes, por lo tanto, una planta que tenga una nutrición equilibrada será menos propensa a ser blanco de ataque de enfermedades y su productividad no se vea afectada.

Tabla 6.Requerimientos nutricinales para el cultivo de maíz (*Zea mays*)

Identificacion	N ppm	P ppm	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	pH
Maíz (<i>Zea mays</i>)	79,20	14,40	0,18	0,05	0,09	6 - 7

Fuente: (Andrade et al., 1999)

Al realizar una comparación entre las tablas 5 y 6, de acuerdo al análisis físico – químico de suelos de cada uno de los ramales de la Junta de riego y los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz, uno de los cultivos más representativos, el nitrógeno es requerido en 79,2 ppm, la presencia de nitrógeno en cada una de las muestras de suelo son bajas, donde el ramal 0 – 1 tienen 27,12 ppm; el ramal 2 – 3 con 34,84 ppm; el ramal 4 – 5 con 67,4 ppm es el que presenta un contenido de nitrógeno cercano al requerido por el cultivo y el último ramal 6 – 10 tiene 37,62.

Para el caso de fósforo, el requerimiento nutricional para el cultivo de maíz es de 14,4 ppm y cada uno de los ramales sobrepasan los valores mencionados anteriormente, el potasio es requerido en 0,18 meq/100 g y de la misma manera los valores del análisis de suelo son superiores a los requeridos; para el calcio se tuvo un requerimiento de 0,05 meq/100 g, mientras que el contenido de calcio en cada uno de los suelos de los ramales supera al valor requerido.

Para el magnesio se requiere 0,09 meq/100 g y los resultados del análisis arrojan valores sobre el 1,9 meq/100 g. El pH para el cultivo de maíz se encuentra sobre el rango óptimo de 6 a 7 para que los nutrientes sean absorbidos correctamente, los valores que presenta el análisis de suelo son ligeramente alcalinos superando el valor máximo de 7.

Al observar el análisis de suelo, observamos que el pH del suelo está ligeramente llegando a la alcalinidad, Feicán et al. (2019) manifiesta que el pH ideal para el desarrollo del cultivo oscila entre 6 a 7. Lo que conlleva a que algunos nutrientes no se absorban adecuadamente y existan antagonismos entre ellos debido al valor del pH que es alcalino.

La recomendación de un técnico al momento de interpretar y realizar una fórmula equilibrada para el cultivo en base al análisis de suelo es importante para evitar la acumulación de sales en el suelo y por ende el incremento del pH del mismo.

Galarza et al. (2016) indica que para establecer un programa de fertilización edáfica para el cultivo, no es suficiente conocer los requerimientos para la nutrición, debido a que la absorción de los elementos depende de varios factores de crecimiento, es indispensable que los análisis

de suelo y foliar sean una herramienta para el diagnóstico y control de la nutrición que permitan determinar con exactitud la relación de oferta – demanda de nutrientes partiendo de una correcta interpretación de los análisis mencionados.

Tabla 7.

Resultados de las encuestas de costos de producción y costo – beneficio de los productos más representativos de la zona.

Cultivos	Ramal	Costos de Producción	Ingresos	Flujo de Caja	Beneficios de Costo
Cebolla	0	628,154	2490	1861,85	1,34
Maíz	0	917,25	2550	1632,75	2,78
Zanahoria	1	1074,58	2550	1475,42	2,78
Alfalfa	1	870,4	300	570,4	2,90
Zanahoria	2	1752,08	665	1087,08	2,63
Zanahoria	3	2627,08	1430	1197,08	2,19

Fuente: Socios de la Junta Tiliche San José

En la tabla 7 se observa los cultivos más representativos por cada ramal donde se reporta los costos de producción por hectárea, los ingresos y el costo beneficio de cada uno. En el ramal 0 la cebolla y el maíz son los cultivos más representativos con un costo beneficio de 1,34 y 2,78 respectivamente. En el ramal 1 se observa a la zanahoria y la alfalfa con 2,78 y 2,90 de costo beneficio en el ramal 2 se ubica la zanahoria con un costo beneficio de 2,63 y en el ramal 3 la zanahoria es el cultivo más representativo con un costo beneficio de 2,19.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La calidad de agua de la Junta de Riego Tiliche San José, se encuentra contaminada con el metal pesado arsénico cuyos resultados de las muestras evaluadas superan al límite establecido por la TULSMA (0,1 mg/l), llegando a valores en la bocatoma de 2,77 mg/l; en el ramal 1 con 3,54 mg/l y en el reservorio con 1,41 mg/l.
- El suelo que se encuentra irrigado con las aguas de la Junta de riego Tiliche San José presenta valores de contaminación de arsénico superior al establecido por la Legislación Ambiental Ecuatoriana que es de 12 mg/kg, llegando a valores de hasta 70,6 mg/kg en el ramal inicial que es 0 – 1.
- Los sistemas de producción establecidos en todo el recorrido de riego con el agua contaminada presentan problemas en la producción, debido a la contaminación del agua de riego con arsénico, siendo cultivos con baja producción, plantas cloróticas y enanas.

Recomendaciones

- Es importante establecer parámetros de mitigación para la descontaminación de las aguas de riego para las comunidades que se encuentran aledañas a la Junta de Riego Tiliche San José con la finalidad de que se produzcan cultivos rentables y menos contaminados.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre la presencia de otros metales pesados en agua de regadío y suelos en la provincia de Cotopaxi.
- Se recomienda seguir repitiendo los mismos análisis para determinar a un largo tiempo si aumentación o disminución del parámetro evaluado (Arsénico)

15. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control del Agua. (2016). *Autorización de uso y aprovechamiento productivo del agua* (pp. 1–28). ARCA.
- Ambiente, M. del. (2014). Sinergias entre degradación de la Tierra y cambio climático en los paisajes agrarios del Ecuador. In *Ministerio del Ambiente del Ecuador*. https://redbiblioteca.ucacue.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=107511&shelfbrowse_itemnumber=115754
- Andrade, F., Echeverría, H., Gonzalez, N., Uhart, S., & Darwich, N. (1999). Requerimientos nutricionales de los cultivos. *International Plant Nutrition Institute*, 3, 4.
- Aveiga Ortiz, A. M., Noles Aguilar, P. J., Peñarrieta Macías, F., & Murgueitio Herrera, E. (2020). Distribución De Arsénico En Agua Superficial Y Sedimento En La Cuenca Del Río Carrizal, Manabí - Ecuador. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 86(3), 260–275. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v86i3.299>
- Bardales, D., & Manuel, J. (2021). La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2385–2386. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V5I3.476
- Blanco, C., & Lagos, J. (2017). *Manual de producción de Cebolla*.
- Bolaños, M., Cardona, W., García, M., Zapata, Y., Beltrán, C., Vásquez, R., Martínez, E., Hio, J., Ortega, N., Peña, A., Bautista, L., & López, D. (2020). Mora (*Rubus glaucus* Benth.). Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. In *Corredor Tecnológico Agroindustrial* (Ed.), *CABI Compendium: Vol. CABI Compe*. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.107976>

- Bretas, F., Casanova, G., Crisman, T., Embid, A., Martin, L., Miralles, F., & Muñoz, R. (2020). Agua para el futuro: Estrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe (Anexos). *Agua Para El Futuro: Estrategia de Seguridad Hídrica Para América Latina y El Caribe (Anexos)*. <https://doi.org/10.18235/0002818>
- Calero, V. (2023). *Contaminación de metales pesados en el Ecuador, un análisis químico, ambiental, toxicológico, normativo y analítico*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26409>
- De la Cueva, F., Naranjo, A., Puga Torres, B., & Aragón, E. (2021). Presence of heavy metals in raw bovine milk from Machachi, Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida*, 33(1), 21–30. <https://doi.org/10.17163/LGR.N33.2021.02>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, . (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos* (Décimo seg). https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf%0Ahttp://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/723_Genesis/archivos/Taxonomia_Suelos_2010.pdf
- Feicán, C., Huaraca, H., Martínez, A., & Viteri, P. (2019). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de mora. In I. N. de I. Agropecuarias (Ed.), *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5476>
- Galarza, D., Garcés, S., Velásquez, J., Sánchez, V., & Zambrano, J. (2016). El cultivo de mora en el Ecuador. In *El cultivo de mora en el Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4057/1/iniapscCD104p39.pdf>
- González, R. (2020). *Implementación de un sistema productivo de maíz (Zea mays) blanco en condiciones de Puerto Concordia , Meta*. Universidad de la Salle.
- Hasang Moran, E. S., Cobos Mora, F., Lombeida Garcia, E., & Uvidia, M. (2022). Evaluación de la calidad de agua en el sistema de riego Cedega, Babahoyo Ecuador. *Journal of Science and Research*, 7(CININGEC II), 147–160. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2744>
- Lagos Gálvez, T. (2020). Evaluación de arsénico en suelos agrarios y cultivos en relación al riego con agua contaminada por efluentes mineros del centro poblado de Castrovirreyna. In *Universidad Continental*. Universidad Continental.
- Lozano, A., Álvarez, C., & Moggiano, N. (2021). Climate change in the Andes and its impact on agriculture: a systematic review. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 101–108.

- <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/3341>
- Mancilla-Villa, Ó. R., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Uscanga-Mortera, E., Ramos-Bello, R., & Reyes-Ortigoza, A. L. (2011). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 39–48.
- Martínez-Moscoso, A. (2021). La evolución de la regulación del agua en Ecuador hasta su declaratoria como derecho humano y fundamental. *Revista de La Facultad de Derecho de México*, 71(280–1), 153. <https://doi.org/10.22201/fder.24488933e.2021.280-1.78081>
- Martínez, R. (2020). *Contaminación por deposición de Pb en suelos de áreas periurbanas*. Universidad Complutense.
- Martínez Valdés, Y., & Villalejo García, V. M. (2020). Caudal ambiental: herramienta ecohidrológica en la gestión de los recursos hídricos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XLI(1), 56–70. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382020000100056&script=sci_arttext&tlng=en
- Medina-Pizzali, M. L., Robles, P., Mendoza, M., & Torres, C. (2018). Arsenic intake: Impact in human nutrition and health. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(1), 93–102. <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2018.351.3604>
- Ministerio del Ambiente. (2015a). Reforma Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Acuerdo No. 061 Reforma. *Registro Oficial*, 1–80. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2015b). Revision Del Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua. *Registro Oficial No. 387*, 97, 1–40. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2014). Ley Organica de Recursos Hidricos Usos y Aprovechamiento del Agua. In *Registro Oficial Suplemento N° 305*. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12114/623>
- Monge, M. (2017, April 24). *Interpretación de un análisis de agua para riego | iAgua*. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego>
- Nieto C., C., Lescano R., M. B., & Mejía S., M. (2017). Influencia de la aptitud natural de uso del suelo en la pobreza y desnutrición de la población rural en la provincia de Cotopaxi, Sierra Centro del Ecuador. *Siembra*, 4(1), 1–20.

- <https://doi.org/10.29166/siembra.v4i1.295>
- Osorio Rivera, M. A., Carrillo Barahona, W. E., Negrete Costales, J. H., Loor Lalvay, X. A., & Riera Guacichullca, E. J. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo Del Conocimiento*, 6(3), 228–245. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Rangel Montoya, E. A., Montañez Hernández, L. E., Luévanos Escareño, M. P., & Balagurusamy, N. (2015). Impacto del arsénico en el ambiente y su transformación por microorganismos. *Terra Latinoamericana*, 103–118. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57339210001>
- Rebuffo, M., Risso, D., & Restaino, E. (2017). Tecnología en alfalfa. In *Inia* (Vol. 69).
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., & Gonzáles, E. (2016). Heavy metals contamination: implications for health and food safety. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 16(2), 66–77.
- Saavedra, G. (2023). Zanahoria (*Daucus carota* L., var. *sativus* Hoffm.). In *Manejo y especies hortícolas aptas para la agroindustria en la Región de La Araucanía* (pp. 265–288). <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68961>
- SENAGUA. (2016). Estrategia Nacional de Calidad del Agua. *Ministerio de Ambiente, Ecuador*, 1–97. <https://n9.cl/1klc>
- Yáñez, L., Franco, P., Bastidas, W., & Córdova, V. (2017). Resumen del Plan Nacional de gestión integrada e integral de los recursos hídricos y de las cuencas y microcuencas hidrográficas del Ecuador. *Aqua-LAC*, 9(2), 124–132.