



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PARÁMETROS DE
AGUA Y SUELO EN LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO DE LA
COMUNIDAD CHILLA GRANDE / GENERACIÓN DE LAS
GASCAS 23-24”**

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

Autor:

Murillo Martinez Brayan Paul

Tutora:

Ilbay Yupa Mercy Lucila

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Murillo Martinez Brayan Paul, con cédula de ciudadanía No. 0550219836, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PARÁMETROS DE AGUA Y SUELO EN LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO DE LA COMUNIDAD CHILLA GRANDE / GENERACIÓN DE LAS GASCAS 23-24”**, siendo la Ing. Mg Ilbay Yupa Mercy Lucila, PhD. Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 14 de agosto del 2024



Brayan Paul Murillo Martinez
C.C: 0550219836
ESTUDIANTE

CONTRATOS 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 **MURILLO MARTINEZ BRAYAN PAUL**, identificado con cédula de ciudadanía **0550219836** de estado civil soltero, 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 Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PARÁMETROS DE AGUA Y SUELO EN LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO DE LA COMUNIDAD CHILLA GRANDE / GENERACIÓN DE LAS GASCAS 23-24**”, 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: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2024 – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de Febrero 2024

Tutor: Ing. Mg, Ilbay Yupa Mercy Lucila, PhD.

Tema: “**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PARÁMETROS DE AGUA Y SUELO EN LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO DE LA COMUNIDAD CHILLA GRANDE / GENERACIÓN DE LAS GASCAS 23-24**”

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:

- 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 **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 14 días del mes de agosto del 2024.


Brayan Paul Murillo Martínez
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PARÁMETROS DE AGUA Y SUELO EN LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO DE LA COMUNIDAD CHILLA GRANDE / GENERACIÓN DE LAS GASCAS 23-24”, de Murillo Martinez Brayan Paul, de la carrera de Agronomía, considero que el presente 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, 14 de agosto del 2024



Ing. Mg, Ilbay Yupa Mercy Lucila, PhD.
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 cuanto, el postulante: Murillo Martinez Brayan Paul, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PARÁMETROS DE AGUA Y SUELO EN LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO DE LA COMUNIDAD CHILLA GRANDE / GENERACIÓN DE LAS GASCAS 23-24”**, 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, 14 de agosto del 2024


Ing. Castillo de la Guerra Clever, MSs
C.C: 0501715494
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Chancusig Francisco Hernan, Mg.
C.C: 0501883920
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Troya Sarzosa Jorge, Mg.
C.C: 0501645568
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme salud tanto a mí como a mi familia, y por permitirme finalizar mi carrera universitaria. Le agradezco también por ser mi guía y sostén, colmándome de bendiciones para alcanzar mis metas y objetivos. Asimismo, expreso mi gratitud a mis padres y a mis hermanos por su constante apoyo, sus consejos y su amor incondicional a lo largo de estos años, ayudándome a seguir adelante y a mantenerme firme en la consecución de mis propósitos.

A mi primo Livinton por ser un pilar fundamental en mi desarrollo como profesional, por sus consejos y cariño incondicional, por siempre estar presente en el transcurso de mi vida.

A mis amigos de la universidad por su incondicional apoyo a lo largo de toda mi carrera. Han sido un pilar esencial, brindándome su aprecio desinteresado más allá de la colaboración en trabajos grupales, tareas y actividades de campo.

Agradezco a mi tutora de tesis, Ing. Mercy Ilbay, por su dedicación, paciencia, colaboración y apoyo, que han sido fundamentales para la exitosa culminación de este proyecto de investigación. También agradezco a todas las personas que contribuyeron a la finalización de mi carrera profesional.

Brayan Paul Murillo Martinez

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mis padres Carlos Murillo y Marcia Bustillo por siempre brindarme su apoyo, amor incondicional por sus palabras de aliento diarias, que me han enseñado que todo sacrificio tiene su recompensa. Han sido mi apoyo constante a lo largo de mi vida, estando a mi lado tanto en los momentos buenos como en los difíciles, y siempre confiando en mí. Sin su apoyo, no estaría tan cerca de alcanzar mi gran meta.

A mis hermanos Anthony e Ismael los cuales llegaron a darle sentido a mi vida, gracias por ser la inspiración y la fortaleza que llena mis ganas de ser mejor persona día a día, de igual manera por sus palabras de aliento.

Brayan Paul Murillo Martinez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS PARÁMETROS DE AGUA Y SUELO EN LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO DE LA COMUNIDAD CHILLA GRANDE / GENERACIÓN DE LAS GASCAS 23-24”

Autor

Murillo Martinez Brayán Paul

RESUMEN

El propósito de la investigación fue realizar una evaluación agronómica tanto en agua, suelo de la Junta de agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas, de la parroquia Toacaso, ubicado en la provincia de Cotopaxi. La junta está formada por 156 socios, dividido en 3 ramales que conectan a toda la comunidad. Los objetivos de esta investigación fueron evaluar agronómicamente los parámetros de agua y suelo de la Junta. La calidad de agua se realizó mediante el multiparámetro (conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (Sdt), pH), y en el laboratorio se evaluó el arsénico (As), coliformes totales (nmp), Ce, pH. De igual manera se realizó muestras en dos ramales donde se determinó pH, nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P) y arsénico (As). También, se estudió la clasificación agroecológica, pendientes mediante QGis. En la producción se consideró los cultivos de mayor importancia tanto para consumo como para comercialización. Los resultados obtenidos en el estudio del agua en los diferentes puntos determinaron que el agua tiene un pH alcalino, la CE es baja, no causa daños en los cultivos, los Sdt no tiene restricción para el uso agrícola por sus niveles bajos, nmp tiene presencia en el agua de riego contaminando las frutas y hortalizas. En la bocatoma el As sobrepasa 2,8 veces su límite, en el reservorio sobrepasa 1,3 veces su límite, en el ramal 01 el As supera 1,3 veces su límite, de igual manera el ramal 03 él (0,7 veces), según la normativa ecuatoriana (TULSMA). Por otro lado, los resultados obtenidos de la calidad de suelo de la junta, en el ramal 01 con un pH de 6,64 es un suelo medianamente ácido, mientras que en el ramal 03 el pH fue 7,03 (neutro). Para el caso del As el ramal 01 concentra 5,17 mg/kg en el suelo se encuentra sobre los límites, caso contrario en el ramal 03 el As con 1,43 mg/kg en el suelo se encuentra bajo la normativa TULSMA, en los suelos de los dos ramales presentan un alto contenido de N, K, P, Ca, Mg. En las pendientes se obtuvo una zona con pendientes moderadamente ondulados con un 32,10%, con un 19% suelos planos o casi planos y con un 15,69% terrenos montañosos. En el agroecológico se evidencia dos clases de suelos, con un 22,27% tierras aptas para la conservación de vida silvestre y con un 32,10% con tierras apropiadas para cultivos permanentes. Se identificó los cultivos más importantes se realizó encuestas con el método de informantes claves, como resultado se recaudó que los cultivos más importantes es la papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), habas (*Vicia faba*) y pastos (*Pastus*), que de igual manera son importantes para su comercialización. En la junta el agua de riego el As se encuentra sobre los límites máximos permisibles el cual se está acumulando en el suelo y posiblemente este contaminando los cultivos.

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

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLES: “AGRONOMIC EVALUATION OF WATER AND SOIL PARAMETERS IN THE IRRIGATION WATER BOARD OF THE CHILLA GRANDE COMMUNITY / GASCAS GENERATION 23-24”.

Author

Murillo Martinez Brayán Paul

ABSTRACT

The purpose of the research was to carry out an agronomic evaluation of the water and soil of the irrigation water board of the Chilla Grande / Generación de las Gascas community, in the parish of Toacaso, located in the province of Cotopaxi. The board is formed by 156 members, divided into 3 branches that connect the entire community. The objective of this research was to evaluate agronomically the water and soil parameters of the board. Water quality was assessed using multiparameter (electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), pH), and arsenic (As), total coliforms (nmp), Ce, and pH were evaluated in the laboratory. Samples were also taken in two branches where pH, nitrogen (N), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), phosphorus (P) and arsenic (As) were determined. Also, the agroecological classification was studied, pending through QGIS. In production, the most important crops for both consumption and points determined that the water has an alkaline pH, the EC is low, it does not cause damage to crops, the Sdt is not restricted for agricultural use due to its low levels, nmp is present in the irrigation water, contaminating fruits and vegetables. In the intake As exceeds 2.8 times its limit, in the reservoir it exceeds 1.3 times its limits, in branch 01 As exceeds 1.3 times its limit, likewise branch 03 it (0.7 times), according to Ecuadorian regulations (TULSMA). On the other hand, the results obtained from the soil quality of the joint, in branch 01 with a pH of 6.64 is a medium acid soil, while in branch 03 the pH was 7.03 (neutral). In the case of As, branch 01 concentrates 5.17 mg/kg in the soil, which is above the limits, while in branch 03 As with 1.43 mg/kg in the soil is below the TULSMA norms, in the soils of the two branches there is a high content of N, K, P, Ca, Mg. In the slopes, an area with moderately undulating slopes was obtained with 32,10%, with 19% flat or almost flat soils and with 15,69% mountainous terrain. In the agro-ecological area, there are two types of soils, with 22,27% suitable for wildlife conservation and 32,10% suitable for permanent crops. The most important crops were identified through key informant surveys. As a result, the most important crops were potatoes (*Solanum tuberosum*), corn (*Zea mays*), beans (*Vicia faba*) and pasture (*Pastus*), which are also important for marketing. The As in the irrigation water is above the maximum allowable limits, which is accumulating in the soil and possibly contaminating the crops.

Keys words: Irrigation, analysis, arsenic, evaluation, yield, soil and water quality.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATOS DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1 INFORMACION GENERAL	1
2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	2
3 BENEFICIARIOS	2
4 PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACION	2
5 OBJETIVOS.....	3
5.1 Objetivo general.....	3
5.2 Objetivo Especifico.....	3
6 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7 FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA	6
7.1 Agua.....	6
7.1.1 Calidad del Agua	6
7.1.2 Importancia del Agua	6
7.1.3 Criterio del Agua para Uso Agrícola.....	6
7.2 SUELO.....	8
7.2.1 Calidad del Suelo.....	8
7.2.2 Tratamientos de Suelos Contaminados	9
7.2.3 Conservación del Suelo	9

7.2.4	Suelo Agrícola	9
7.2.5	Uso Agrícola del Suelo.....	9
7.2.6	Textura de Suelo	10
7.2.7	Muestreo y Análisis del Suelo.....	10
7.2.8	Arsénico en el Suelo	10
7.2.9	Arsénico en la Salud	11
7.3	Sistemas de Producción	11
7.3.1	Producción en Papas	12
7.3.2	Producción de Maíz	12
7.3.3	Producción de Habas	12
7.3.4	Pastos	12
7.4	Evaluación de la Normativa.....	13
7.4.1	Calidad del Agua	13
7.4.2	Tipos de Calidad.....	13
7.4.3	Aguas de Consumo.....	13
7.4.4	Aguas de Riego.....	13
7.4.5	Aguas Residuales.....	14
7.4.6	Definición de Juntas Administrativas de Agua	14
7.4.7	Registro Público del Agua.....	14
7.4.8	Derechos Colectivos Sobre el Agua	15
7.4.9	Caudal Ecológico.....	15
7.4.10	Déficit Hídrico.....	16
7.4.11	Infraestructura Hidráulica.....	16
8	PREGUNTA CIENTIFICA	16
9	METODOLOGIA	16
9.1	Área de Estudio.....	16
9.2	TIPO DE INVESTIGACION	17

9.2.1	Investigación Aplicada	17
9.2.2	Investigación de Campo	17
9.3	Canal de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.	18
9.3.1	Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.	18
9.4	Multiparámetros, análisis de agua	19
9.5	Análisis de la Calidad del Agua Para Riego	21
9.6	Análisis de la Calidad del Suelo para Uso Agrícola.....	22
9.6.1	Muestreo de Suelos en Ramales R (01), R (03)	22
9.7	Determinación de Pendientes y Zonas Agroecológicas.....	23
9.8	Análisis del Sistema Productivo de la Junta de Riego.....	23
9.8.1	Análisis de sistemas de producción	23
9.8.2	Dialogo con Informantes Claves	24
9.8.3	MATERIALES Y EQUIPOS	25
10	ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
10.1	Calidad de agua de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.	25
10.1.1	Potencial de Hidrogeno (pH).....	25
10.1.2	Resultados del Análisis de Conductividad Eléctrica (CE)	26
10.1.3	Resultados del Análisis de Coliformes (NMP)	27
10.1.4	10.1.4 Resultados del Contenido de Arsénico (As) en el Agua	28
10.2	Resultados de los Análisis de suelo de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.....	30
10.2.1	Resultados de Contenido de pH en el Suelo.....	30
10.2.2	Resultados del Contenido de Nitrógeno en el Suelo	30
10.2.3	Resultados del Contenido de Fósforo en el Suelo	31
10.2.4	Resultados del Contenido de Potasio en el Suelo.....	32

10.2.5	Resultados del Contenido de Calcio en el Suelo	33
10.2.6	Resultados del Contenido de Magnesio en el Suelo.....	34
10.2.7	Resultados del Contenido de Arsénico en el Suelo	35
10.3	Pendiente y agroecológico	36
10.3.1	Pendientes del área de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas	36
10.3.2	Agroecológico del área de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas	38
10.4	Análisis de los Sistemas de Producción.....	39
11	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	41
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
12.1	Conclusiones.....	42
12.2	Recomendaciones	43
13	BIBLIOGRAFÍAS.....	43

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 (TULSMA.pdf, s. f.).....	7
Tabla 3: Criterios de la calidad admisible para suelos de uso agrícola (TULSMA.pdf, s. f.)..	10
Tabla 4: Multiparámetros parámetros de estudios.....	20
Tabla 5: Clasificación de pendientes según el ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.....	23
Tabla 6: Resultados del análisis de pH.....	25
Tabla 7: Resultados del análisis de conductividad eléctrica.....	27
Tabla 8: Resultados del análisis de coliformes totales (NMP).....	27
Tabla 9: Resultados del análisis del agua con arsénico realizados en los laboratorios del INAMHI.....	28
Tabla 10: Resultados del análisis de Nitrógeno en suelo.....	30
Tabla 11: Resultados del análisis de Fósforo en suelo.....	31
Tabla 12: Resultados del análisis de Potasio en suelo.....	32
Tabla 13: Resultados del análisis de Calcio en suelo.....	33
Tabla 14: Resultados del análisis de Magnesio en suelo.....	34
Tabla 15: Resultados del análisis de Arsénico en suelo.....	35
Tabla 16: Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.....	37
Tabla 17: Resultados del agroecológico en área y porcentaje de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.....	38
Tabla 18: Resultados en porcentaje de los cultivos más representativos de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.....	40
Tabla 19: Presupuesto de la evaluación agronómica de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.....	41

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Ubicación del Área de estudio Mapa en Qgis	16
Grafico 2: Mapa de distribución del Sistema de Riego de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas	19
Grafico 3: Resultados del contenido de pH en el agua.....	26
Grafico 4: Resultados del análisis de conductividad electica.....	27
Grafico 5: Resultados del contenido de Coliformes Totales en el agua.....	28
Grafico 6: Resultados del contenido de Arsénico en el agua	29
Grafico 7: Resultados del contenido de pH en el suelo	30
Grafico 8: Resultados de contenido de Nitrógeno en suelo.....	31
Grafico 9: Resultados del contenido de Fósforo en suelo	32
Grafico 10: Resultados del contenido de Potasio en suelo	33
Grafico 11: Resultados del contenido de Calcio en suelo	34
Grafico 12: Resultados del contenido de Magnesio en suelo	35
Grafico 13: Resultados del contenido de Arsénico en suelo	35
Grafico 14: Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas en QGuis.....	37
Grafico 15: Resultados del agroecológico en área y porcentaje de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas QGis.....	39

1 INFORMACION GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación agronómica en la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24”

Fecha de inicio: noviembre 2023

Fecha de finalización: agosto 2024

Lugar de ejecución:

Cantón Latacunga, Parroquia Toacaso, Comuna Chilla grande.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales/Ingeniería Agronómica.

Carrera que auspicia:

Agronomía

Equipo de trabajo:

Tutor:

Ing. Ilbay Yupa Mercy Lucila Mg

Lectores:

Lector 1: Ing. Castillo de la Guerra Clever Gilberto Mg

Lector 2: Ing. Chancusig Francisco Hernan Mg

Lector 3: Ing. Troya Sarzosa Jorge Fabian Mg

Coordinador del Proyecto

Área de Conocimiento:

Agricultura – Agricultura, Silvicultura y Pesca – Producción Agropecuaria

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Línea de vinculación de la carrera:

Evaluación agronómica en la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas

2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Debido al crecimiento poblacional de la Parroquia Toacaso con aproximadamente 8000 habitantes, la mayor cantidad de ingresos económicos depende de la actividad agrícola por lo que se requiere la mayor disponibilidad del recurso hídrico, este recurso vital tiende a ser escasa cada vez más, por consecuencia la población tiende a usar el agua directamente de las corrientes que se originan en los Ilinizas, las cuales no poseen ningún tratamiento tanto químico como físico previo a su uso. Hoy en día se ha convertido en una problemática de mayor interés, debido a que los cultivos presentan contaminación. Uno de los elementos en estudio para la investigación es el arsénico, puesto que se considera uno de los metales pesados mas peligrosos, y su presencia en el ecosistema se debe tanto a procesos naturales como a actividades Humanas

El contenido elevado de este elemento en el agua de irrigación tiene consecuencias en la degradación del suelo de cultivos que, de acuerdo a la norma TUSLMA la máxima presencia de arsénico que puede tener es de 0,01 mg/L el arsénico ingresa a la planta como arseniato ocasionando estrés a las planas reduciendo la tasa fotosintética ocasionando la muerte de las plantas, el elemento se acumula en las raíces, hojas, semillas y frutos, será esencial realizar un análisis químico del agua en el sector de Toacaso, Comuna Chilla Grande tomando en cuenta los tipos de sistemas productivos para así obtener resultados que ayuden a tener alternativas para realizar tratamientos de agua de riego y disminuir la concentración de arsénico es perjudicial tanto para el medio ambiente como para la seguridad alimentaria.

3 BENEFICIARIOS

Beneficiarios directos: Habitantes del Cantón Latacunga, Comuna Chilla Grande, Parroquia Toacaso

Beneficiarios indirectos: Habitantes de la provincia de Cotopaxi, Estudiantes de la Carrera de Agronomía

4 PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACION

El índice de sostenibilidad ambiental evalúa cómo los países están preparados para preservar y proteger el medio ambiente a largo plazo, considerando su capacidad para enfrentar desafíos ambientales futuros, así mismo tanto el volumen y la clase de agua que se utiliza son factores que constituyen este sistema. La ONU establece cientos indicadores para establecer el concepto de avance ecológico responsable. Esto resalta la importancia de realizar investigaciones en sistemas fluviales, ya que estas áreas son fundamentales para comprender y mejorar la sostenibilidad ambiental. (Caicedo-Camposano et al., 2019).

Al mismo tiempo, esa agricultura requiere agua. Para (Caicedo-Camposano et al., 2019), es crucial analizar el estado del agua destinada al regadío y así prevenir la degradación del suelo, proteger los cultivos y evitar posibles riesgos para la salud humana.

El riego con agua de baja calidad puede generar problemas como salinización del suelo, reducción de las propiedades del suelo para retener humedad y la toxicidad que afecta directamente a los cultivos, comprometiendo así su crecimiento y productividad. (Bonet y Calzadilla, 2011). Por lo que se debe entender que el mantenimiento del elemento tierra es crucial para la vida en nuestro planeta ya que sustenta la agricultura y la ganadería. Además de proporcionar un medio para la producción de alimentos, tiene la capacidad de descomponer materia orgánica, reciclar nutrientes y renovarse de manera continua, manteniendo así su funcionalidad y salud. (García et al., 2012). Para garantizar una productividad sostenible del sistema, es necesario preservar sus características tanto materiales como sus propiedades químico biológicas.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar agrónomicamente los parámetros de agua y suelo de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande, periodo 2024.

5.2 Objetivo Especifico

- Evaluar la calidad de agua para uso agrícola y de riego en la junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.
- Analizar la calidad de suelo en el sistema de riego para la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.
- Determinar los cultivos en los sistemas de producción en la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.

6 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1:

Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES (TAREA)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Evaluar la calidad de agua para uso agrícola y de riego en la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.	La toma de muestras se realizará la recolección de muestras de agua en 4 puntos diferentes de la comunidad, tanto en la boca toma, reservorio y dos puntos al azar de los diferentes ramales.	Las muestras se analizarán en los laboratorios del (LANCAS). Se tomará en cuenta la normativa TULSMA 2017 e INEMHI.	Reporte por medio de resultados de análisis de agua enviados a los laboratorios del (LANCAS)
OBJETIVO 2	ACTIVIDADES (TAREA)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Analizar la calidad de suelo en el sistema de riego para la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.	Identificación del área de estudio tanto presencialmente como QGis. Tomar muestras de suelo en los diferentes ramales de la comunidad, los cuales tengan agua de riego.	Se realizará gráficos en QGis para determinar la ubicación, y las pendientes de los terrenos para tener una mejor visión de la comunidad. Las muestras se analizarán en los laboratorios del (LANCAS).	Reporte por medio de resultados de análisis de suelo enviados a los laboratorios del (LANCAS), pH, N, P, K, Ca, Mg y Arsénico.

		Se tomará en cuenta la normativa TULSMA 2017 e INEMHI.	Mapa de pendientes
OBJETIVO 3	ACTIVIDADES (TAREA)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Determinar los cultivos en los sistemas de producción en la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas.	Se realizarán una visita y recorridos por la comunidad para tener una mejor visualización de los productos y saber en qué cantidad de porcentaje se dividen los cultivos, identificar su cultivo más importante.	Encuesta elaborada Datos del sistema de producción de la comunidad	Reposte por medio de datos recolectados en la libreta de campo

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

7 FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA

7.1 Agua

Para Ramírez (2016) el agua es un líquido estructurado las moléculas están formadas por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno mediante, compartimiento de electrones formando así enlaces covalentes. Esta estructura permite que el agua sea altamente versátil, existiendo en diferentes estados como líquido, hielo o vapor debido a los puentes de hidrógeno entre las moléculas.

7.1.1 Calidad del Agua

El suelo y los cursos de agua, tanto en la superficie como bajo tierra, contienen diversas sustancias como materia orgánica, excreciones humanas o animales, y desechos industriales, que se integran en el ciclo hidrológico de la atmósfera. Baque-Mite et al., (2016) nos dice que el nivel de calidad del agua no tiene un carácter absoluto y siempre se evalúa en relación con su uso previsto, como el agua potable o la destinada al riego. El estado del agua y su tipo dependen de su condición natural, y su deterioro se mide en función de cuánto se aparta de este estado. La calidad del agua puede verse comprometida y no ser adecuada para usos específicos. Se han determinado rangos en nuestro país en cuanto al estado de los afluentes de agua según las necesidades y las características acorde a lo acordado por la OMS.

7.1.2 Importancia del Agua

Entre los principales desafíos globales actuales, como los recursos energéticos, la alimentación, la salud, la tranquilidad y la seguridad, el agua emerge como un factor común. La correcta administración del agua puede minimizar el riesgo de catástrofes como sequías e inundaciones. La cooperación en la gestión de las áreas de drenaje fluvial transfronterizas y los sistemas de reservas de agua subterránea de casi la mitad de la superficie terrestre, son esenciales para mantener la tranquilidad y la seguridad entre los países que comparten estos recursos hídricos.(González & Isabel, 2013)

7.1.3 Criterio del Agua para Uso Agrícola

En los regadíos es determinante analizar los niveles de concentración de sal o el contenido de sodio intercambiable en áreas de riego. Para Dunán-Avila et al., (2022) lo que componen estas sustancias solubles en el agua de riego son igualmente significativas, por lo que se puede entender que la calidad de este elemento se debe principalmente a la existencia de sustancias tóxicas como el boro, y, en algunas circunstancias, la relación entre bicarbonatos y calcio más

magnesio. Estas son algunas de las características fundamentales para evaluar la idoneidad del agua en aplicaciones agrícolas.(Dunán-Avila et al., 2022)

Tabla 2:

Normativa TULSMA para aguas de uso agrícola (TULSMA.pdf, s. f.)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1
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
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

Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial hidrógeno	de pH		6_9
Plomo	PB	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos		mg/l	3000
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
Coliformes	nmp/100 ml		1000
Huevos de parásitos	Huevos por litro		cero
Zinc	Zn	mg/l	2

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

Elaborador por: Murillo Brayán (2024)

7.2 SUELO

7.2.1 Calidad del Suelo

El término calidad es funcional e incluye variables para evaluar los indicadores de este en el suelo (ICS). Estos Indicadores son herramientas esenciales para saber los atributos, procesos y características que afectan su productividad y funcionalidad. Estos indicadores permiten monitorearlo, permaneciendo constante o deteriorándose en respuesta a las condiciones ambientales. Es muy importante tener basta información sobre cómo los cambios en el uso del suelo y los métodos de cultivo impactan la deterioración o el rendimiento del suelo puesto que no existe un Indicador de Calidad del Suelo (ICS) que sea adecuado para todos los contextos y objetivos. (Estrada-Herrera et al., 2017)

7.2.2 Tratamientos de Suelos Contaminados

El término calidad es funcional e incluye variables para evaluar sus indicadores (ICS), mismos que son fundamentales para identificar la respuesta del suelo dentro de sus factores ambientales y métodos de cultivo. Sin embargo, debido a la variabilidad en contextos y objetivos, no existe un único ICS que sea universalmente aplicable (Crespin et al., 2022).

7.2.3 Conservación del Suelo

Para prevenir la erosión y mantener las condiciones originales del suelo, es crucial emplear herramientas adecuadas para su preparación por medio de la investigación de manera experimental y de esta manera entender los beneficios y desventajas de las nuevas herramientas disponibles. Las técnicas de preparación conservacionista intermedias ofrecen un equilibrio entre el cultivo sin labranza y siembra tradicional, demostrando efectos intermedios en la preservación del suelo (Albiero et al., 2011). La preservación del suelo, similar a la medicina, ha estado orientada hacia la rehabilitación y restauración de suelos deteriorados o gravemente afectados. Sin embargo, creemos que el manejo del suelo debería centrarse en la prevención, al igual que el cuidado de la salud humana (Tobasura Acuña et al., 2015).

7.2.4 Suelo Agrícola

Se debe tener muy en claro que el suelo desempeña múltiples funciones ambientales como la participación de sus importantes elementos bioquímicos en la transferencia de sistemas vivos a inertes a través de la energía que disponen. El progreso hacia prácticas agrícolas sostenibles está vinculado al suelo y su excelencia. Es por ello que las prácticas que le suelen dar muestran principalmente el nivel y la orientación de los cambios en cuanto a su calidad a través del tiempo y en diferentes ubicaciones (Zúñiga et al., 2018).

7.2.5 Uso Agrícola del Suelo

La importancia de la correcta manera de emplear el suelo para las actividades agrícolas, tiene como principal objetivo obtener rendimientos óptimos y mantener la salud del ecosistema. La capa superior de la corteza terrestre proporciona soporte y nutrientes a plantas, animales y seres humanos. También el fomento de actividades primarias como el cultivo agrícola y cría de ganado, abarcan tanto tierras naturales como agrícolas, mismos que ofrecen hábitats para especies de animales residentes y migratorios.

7.2.6 *Textura de Suelo*

El fósforo es un elemento importante, mismo que se pierde en aguas superficiales por lixiviación está influenciado por los componentes del suelo y del sistema de drenaje utilizado. Además, si se llega a perder la presencia de minerales solubles pueden incrementar la pérdida de este importante elemento en suelos destinados a la agricultura (Flores Márgez et al., 2013). La solidez de los conglomerados del suelo resulta un factor crucial para entender sus afectaciones, tales como: la infiltración de agua, la capacidad de retención, la aireación, la capacidad de resistencia a la introducción de las raíces y la formación de capas superficiales selladas (Taboada-Castro et al., 2011).

7.2.7 *Muestreo y Análisis del Suelo*

El muestreo y análisis del suelo son cruciales porque proporcionan datos muy importantes sobre los elementos que componen el suelo. En TULSMA se expresa que, para garantizar una caracterización precisa del suelo, se debe recoger una muestra combinada cada 100 hectáreas, utilizando entre 15 y 20 muestras parciales georreferenciadas con un peso mínimo de 0,5 kg cada una. Las submuestras se mezclarán y homogeneizarán para obtener resultados significativos de 0,5 a 1,0 kg para su análisis. Para proyectos menores de 100 ha, se tomará muestras agrupadas, siguiendo las mismas pautas. En áreas con diversos tipos de suelo, se receptorá dicho muestreo según su tipo. El muestreo se realizará mediante una cuadrícula con submuestras aleatorias y será gestionado por un laboratorio acreditado jurisdiccionalmente.

7.2.8 *Arsénico en el Suelo*

El suelo es el resultado tanto de procesos geoquímicos naturales como de actividades humanas, como la minería, el uso de pesticidas agrícolas, sustancias con químicos para la conservación de madera, vertederos ilegales de sustancias químicas y procesos geoquímicos (Hernández Ordáz et al., 2013).

Tabla 3:

Normativa TULSMA, calidad admisible para suelos de uso agrícola (TULSMA.pdf, s. f.)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limites máximos permisibles
Arsénico	As	mg/kg	5
Potencial de hidrogeno	pH		7
Nitrógeno	N	mg/kg	<75 - <60
Fosforo	P	mg/kg	<15 - 30
Potasio	K	mg/kg	<75 - >150
Calcio	Ca	mg/kg	140
Magnesio	Mg	mg/kg	80

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

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

7.2.9 Arsénico en la Salud

El arsénico en la salud se refiere a los efectos a su exposición y las consecuencias que repercute en el bienestar humano. Esto se basa en las investigaciones epidemiológicas que vinculan el consumo de arsénico a través del agua potable con el cáncer de piel, así como en investigaciones que asocian la exposición de este peligroso elemento con el cáncer de pulmón (Carabantes & Fernicola, 2003).

La toxicidad del arsénico está principalmente influenciada por su forma química además de aspectos tales como: la cantidad, frecuencia de la exposición, tipo de organismo, edad, género, sensibilidad personal, genética y aspectos dietéticos. En el cuerpo humano, el arsénico pasa por diversos procesos de reducción, oxidación y metilación, resultando en la formación de diferentes metabolitos que afectan su toxicidad (Medina-Pizzali et al., 2018).

7.3 Sistemas de Producción

La actividad agrícola y otros usos que se le da al suelo superan al cultivo de madera sostenible, por lo que es importante comprender cómo el ente productor decide adoptar sistemas agrícolas de manera voluntaria. Por lo tanto, los esquemas de manejo deben adaptarse a las formas en

que los pequeños productores administran voluntariamente los sistemas productivos. (Romero-Mora et al., 2024)

7.3.1 Producción en Papas

Las papas nativas del género *Solanum*, especialmente aquellas cultivadas en los Andes, han sido seleccionadas durante siglos por agricultores para prosperar en condiciones ambientales extremas. La biodiversidad de la papa en Ecuador es notable, con 23 especies silvestres y variedades cultivadas de *Solanum tuberosum* en diferentes niveles de ploidía (diploides, triploides y tetraploides), lo que demuestra la adaptación y resistencia de estas variedades en entornos difíciles (Pallo Paredes et al., 2021). Además de ser el alimento más consumido, su suelo requiere de mucho cuidado para que el producto sea de calidad.

7.3.2 Producción de Maíz

El maíz, o sara/Kuri sara, es un cultivo ancestral de los Andes que se ha cultivado desde tiempos prehispánicos y es originario de México (Iglesias Abad et al., 2018). Evaluar la producción de biomasa del maíz es crucial para maximizar su rendimiento y mejorar los beneficios para los productores. En un estudio realizado se analizaron algunos híbridos de maíz para determinar su absorción de nutrientes post-cosecha. Esto puede ayudar a reducir la desigualdad entre su producción actual y el potencial máximo del cultivo.

7.3.3 Producción de Habas

Es un cultivo común en las montañas de Ecuador, generalmente se cultiva solo o en conjunto con otras especies, el ambiente, la planta y la semilla. La inclusión de los campesinos en la selección de los diferentes cultivos de haba es fundamental para entender el proceso de generación y transmisión de conocimientos agrícolas. Este enfoque destaca la importancia del conocimiento tradicional en el uso, manejo y conservación de las semillas, subrayando su rol crucial en la preservación y mejora de los diferentes tipos de procesos agrícolas (Díaz-Bautista et al., 2008).

7.3.4 Pastos

La relevancia de la generación de pasto radica en su papel fundamental en la alimentación del ganado, lo que a su vez afecta la generación de productos animales como carne, leche y lana. Es así que el pasto es el principal usuario de terrenos dedicados a la agricultura a nivel mundial. De hecho, casi el 80 por ciento de este tipo de tierras se destinan a la generación de productos alimenticios enfocados en la ganadería, reflejando su predominante uso de este sector

(Gutiérrez et al., 2018). Es así que bastos territorio agrícola se trabaja en pie de la producción ganadera.

7.4 Evaluación de la Normativa

7.4.1 Calidad del Agua

Las características propias del agua determinan su composición y su capacidad para asegurar su estabilidad ecológica. Para garantizarlo, se deben aplicar diversos métodos de análisis, recopilaciones de muestras y supervisiones de descargas, así como de desechos y sus receptáculos siguiendo las directrices detalladas en la explicación del Anexo I. El organismo regulador ambiental encargado tiene la facultad de exigir al responsable de tales actividades y así asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.

Todas las actividades humanas deben tomar medidas preventivas como la buena gestión de preservación del líquido vital, así como la educación y conciencia para la promoción de prácticas de uso responsable del agua es vital en pro de la protección enfocada en desarrollar factores de su calidad y cantidad en las cuencas hídricas. Cualquier cambio en su estructura tanto en lo físico-químico y en lo biológico causado por descargas, vertidos o disposición de desechos, dará como resultado serias sanciones correspondientes (*TULSMA*, s. f.).

7.4.2 Tipos de Calidad

La calidad de agua se divide en:

7.4.3 Aguas de Consumo

El agua que se puede consumir es aquella que puede ser usada sin riesgos para la salud, ya que la composición de los elementos químicos en ella, está libre de agentes infecciosos (Pérez-López, 2016).

7.4.4 Aguas de Riego

Sus altos rendimientos dependen estrictamente de la calidad de agua utilizada. Su importancia está en aumento debido a la reducción de los suministros hídricos y la sobreexplotación de los acuíferos (Pérez y Calzadilla, 2011b). El riego permite aumentar la producción agrícola, garantizar la estabilidad alimentaria y mejorar los rendimientos de las cosechas para el consumo humano y animal.

7.4.5 Aguas Residuales

Las aguas residuales representan una fuente principal de contaminación que pueden afectar negativamente el ecosistema y afectar a la población. Los microorganismos encontrados pone en riesgo la salud pública (Jacobo García, 2018). Sin embargo, estas aguas en la agricultura se pueden manejar de manera sostenible a través de varias estrategias, tales como: el tratamiento para depurar las aguas residuales antes de su uso, el sistema de riego por goteo para aplicar aguas residuales de manera eficiente.

Su funcionamiento se rige por principios de sostenibilidad de los recursos hídricos, y los servicios proporcionados en la justa distribución del agua. Las autoridades establecerán reglamentariamente las condiciones en el proceso para establecer nuevos comités de gestión del agua potable

7.4.6 Definición de Juntas Administrativas de Agua

Las juntas administradoras de agua potable son organizaciones comunitarias sin fines de lucro que tienen como objetivo proporcionar el servicio de agua potable para el público en general. Se basa en estándares de eficiencia económica para actuar, la sostenibilidad del recurso hídrico, la calidad de los servicios ofrecidos y la equidad en el reparto del agua.

La Autoridad Única del Agua establecerá reglamentariamente los requisitos y el proceso para establecer nuevas juntas administradoras de agua potable.

En un cantón donde el gobierno autónomo descentralizado municipal preste el servicio directamente o a través de una empresa pública de agua potable y esta cubra los servicios que por ley le corresponden, no se podrán establecer juntas administradoras de agua potable y saneamiento en toda la jurisdicción. (*Ley-Orgánica-de-Recursos-Hídricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf*, s. f.)

7.4.7 Registro Público del Agua

En este registro se debe inscribir diversas autorizaciones, planes, estudios, inventarios, directivas y resoluciones vinculadas con la gestión y utilización de los recursos de agua. Este registro centralizado asegura que los datos más importantes sobre la gestión del agua estén documentada y accesible, permitiendo a la autoridad emitir certificaciones oficiales cuando sea necesario.

7.4.8 *Derechos Colectivos Sobre el Agua*

Las comunas, colectivos de pueblos y grupos indígenas, así como el pueblo afroecuatoriano y montubio, tienen los siguientes derechos como organización, relacionados con el agua desde su propia cosmovisión:

- a) Preservación y conserva del agua que fluye.
- b) Participación en el uso, disfrute y administración local del agua que fluye por sus tierras y que es esencial para su colectividad.
- c) Mantenimiento y protección de las prácticas tradicionales de administración y control del agua en beneficio de generar un vínculo directo con sus derechos vitales.
- d) Fortalecimiento de la conexión cosmogónica y ritual con el agua;
- e) Salvaguardar y compartir sus conocimientos emparentados con la ciencia y la tecnología con los saberes ancestrales relacionados con el agua.
- f) Ser consultados dentro de un tiempo adecuado sobre cualquier resolución acorde normativas estatales que pueda influir en la administración del agua en sus áreas.
- g) Involucramiento en los diferentes estudios de efectos ambientales y en actividades que alteren su organización ancestral sobre el manejo del agua en su población.
- h) Tener acceso a información veraz y actualizada sobre el correcto manejo del agua.

7.4.9 *Caudal Ecológico*

El agua que se permite fluir en un sistema ecológico de los ríos y afluentes, o el caudal liberado en él con el fin de mantener o mejorar la condición del ecosistema, se denominan caudal ecológico. En diversas partes del mundo, muchos ríos han experimentado un deterioro en su estructura y funcionamiento (o salud) debido a una gestión inadecuada de estos caudales. La variabilidad del agua que se reserva para mantener los servicios ambientales y la integridad de los ecosistemas acuáticos y terrestres, es esencial para mantener las funciones, procesos y capacidad de recuperación de los ecosistemas que dependen de diferentes factores como los hidrológicos y geomorfológicos (Valdés & García, 2018).

7.4.10 Déficit Hídrico

El déficit hídrico no solo ocurre debido a la escasez de agua en el ambiente, es la condición del suelo afectando así la disponibilidad de agua para los organismos (Moreno, 2009). Esto conduce a pérdidas importantes en el ecosistema, deteriorando los hábitats tanto acuáticos y terrestres

7.4.11 Infraestructura Hidráulica

Las obras o infraestructuras hidráulicas son esenciales para la gestión integral del agua, ya que permiten su captación, almacenamiento, regulación y conducción, así como su depuración, procesamiento y reciclaje. Además, incluyen estructuras para la recarga de acuíferos y la protección contra inundaciones, abarcando presas, embalses, y canales, entre otras, que son fundamentales para su control.

Las obras o infraestructuras hidráulicas, independientemente de si han sido construidas y financiadas por entidades públicas, privadas o comunitarias, estarán bajo la titularidad correspondiente, pero deben registrarse por la ley siempre que su uso sea de interés público. Esto asegura que, sin importar el origen de la titularidad, dichas infraestructuras se gestionen de manera que beneficien al bien común.

8 PREGUNTA CIENTIFICA

¿Es posible realizar la evaluación agronómica de agua y suelo en la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24?

9 METODOLOGIA

9.1 Área de Estudio

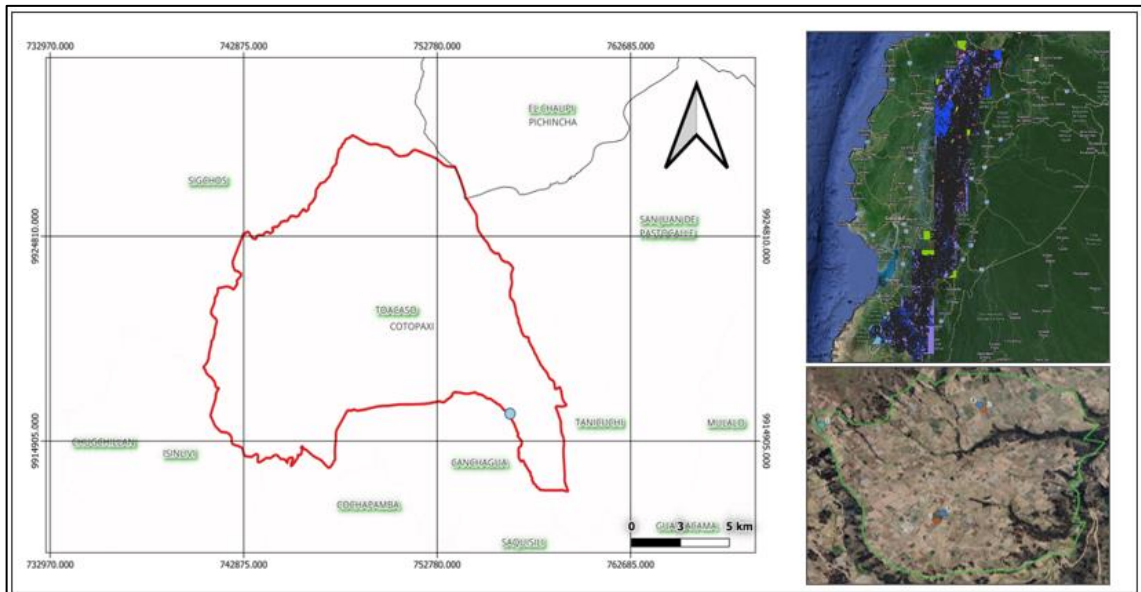
Parroquia: Canchagua

Cantón: Saquisilí

Comunidad Chilla Grande

Gráfico 1:

Área de estudio Mapa en Qgis



Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

9.2 TIPO DE INVESTIGACION

9.2.1 Investigación Aplicada

La presente investigación se caracteriza por la utilización de conocimientos que han sido adquiridos en el transcurso de la carrera universitaria, la cual nos enseñó los conocimientos necesarios sobre el uso del software libre QGIS, Topografía (interpretar mapas de canales de riego). En este tipo de investigaciones se toma en cuenta un marco teórico para obtener resultados y de igual manera las respectivas recomendaciones, donde se toman en cuenta los conocimientos técnicos adquiridos.

9.2.2 Investigación de Campo

La presente investigación se realizó entrevistas, cuestionarios, encuestas y diferentes observaciones, la siguiente información se pudo obtener con los socios de la junta de agua de riego canal Toacaso comuna chilla grande, de igual manera las diferentes recolecciones de muestras fueron enviadas al laboratorio indicado.

9.3 Canal de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.

La bocatoma se encuentra localizada en 3600 msnm de la parroquia Toacaso en las faldas de los Ilinizas. La bocatoma está conectada directamente al reservorio sin ningún tipo de procesamiento, la estructura de la tubería está formada por una tubería que se unen a todos los Ramales, por lo tanto, el sedimento de arsénico llega a los cultivos sin ningún tipo de control

En un área de 440 hectáreas, las cuales están destinadas para la ganadería y agricultura de la provincia de Cotopaxi cantón Lasso, en conjunto con la pregunta de agua, Generación de las Gascas se encuentra en una altitud de 3500 y 3600 msnm, a partir de los siguientes datos:

- Ramales: En la comuna Chilla Grande existen de 3 Ramales que están divididos en todo su territorio para abastecer el mismo. Se tomaron 4 muestras para su posterior análisis.
- Riego: El riego se lo realiza mediante aspersion en todos los terrenos de los beneficiarios de la Junta de Riego, para ellos se utiliza un aspersor Xcel-Wobbler, cada socio tiene derecho a poner un máximo de 4 aspersores de dicha marca. Se utiliza una manguera de una pulga para conectar del canal central a los terrenos. Se riega cada tercer día y de esta manera poder abastecer a todos los socios (125).

9.3.1 Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.

La comuna Chilla Grande se encuentra ubicada a 2800-3200 msnm, es considerada una de las principales productoras tanto de habas, papas y maíz, de igual manera es una zona ganadera. Senaguas realizo el proyecto de regadío hace 15 años para la comunidad y así de esta manera aprovechar el recurso hídrico de la zona al máximo. La comunidad tiene como cultivos principales el maíz, papas y habas, siendo estos los de mayor importancia, de igual manera dichos productos son la fuente de ingresos de la comunidad.

De igual manera, tiene una gran extensión en pastos, los cuales son utilizados para la crianza de ganado, borregos y otros animales.

Gráfico 2:

Mapa de distribución del Sistema de Riego de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas



Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

9.4 Multiparámetros, análisis de agua

El potenciómetro, o medidor multiparámetro, es un dispositivo impermeable que mide diversos parámetros del agua. Se empleará la Normativa Tulsma para evaluar las variables de pH, CE y Tds recomendadas para el análisis de la calidad del agua de riego.

Materiales:

- Agua destilada
- Registro
- Muestras
- Vasos esterilizados

Equipo:

Multiparámetro HANNA H1988194

Procedimiento:

1. Se recopilaron las muestras de los cuatro puntos de muestreo para su análisis correspondiente en el laboratorio.
2. Con ayuda del multiparámetro se podrá obtener los diferentes valores, pero para ellos debemos remojarlo para calibrar en cero.
3. Los datos Se registran con las unidades de estudio.



Parámetros a Evaluar.

Tabla 4:

Multiparámetros parámetros de estudios

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)	Arsénico	As (mg/l)	0,1

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

Elaborador por: Murillo Brayán (2024)

Puntos de Muestreo

Para realizar los análisis respectivos de la Junta de Riego comuna Chillá Grande se realizó en diferentes puntos de mayor importancia en cuanto al almacenamiento de agua de riego, tanto en la boca toma, reservorio y en dos diferentes Ramales R01 y R03

IMAGEN

1. Boca Toma



2. Reservorio



3. Ramal 03



9.5 Análisis de la Calidad del Agua Para Riego

- **Boca Toma**

Para la toma de muestra de la boca toma se llenó un recipiente para realizar los tres lavados y de esta manera poder contener los residuos a estudiar como lo son arsénico y otros parámetros.

- **Reservorio**

Se realizó la toma de muestra del reservorio, la cual la tomamos directamente del lugar, para ellos debemos tomar la muestra alejada de 1 metro a 2 metros de la orilla para obtener una muestra sin muchos contaminantes externos tales como tierra, malezas, entre otros.

- **Ramales R (01) R (03)**

Las muestras que fueron elegidas al azar en este caso en el ramal R01 y R03, para ello llenamos tachos independientes como lo realizamos en la boca toma.

Las muestras de laboratorio se mandaron a analizar en los laboratorios del INCA ubicados en la ciudad de Quito.

Parámetros de estudio:

- Arsénico As
- Coliformes totales NMP
- Conductividad CE
- Dureza total
- Potencial de hidrogeno (pH).

a)



b)



c)



9.6 Análisis de la Calidad del Suelo para Uso Agrícola

9.6.1 Muestreo de Suelos en Ramales R (01), R (03)

Para analizar el suelo se tomaron las muestras necesarias, en las cuales se utilizó el método zigzag, comenzamos por un terreno aleatorio con diferentes pendientes el cual se encuentra en el ramal (R01) y para finalizar se utilizó un terreno al azar del ramal (R03), el proceso de recolección de muestra se inicia con:

- Limpiar el área tanto de malezas como de estiércol de la superficie.
- En los terrenos del R01 y R03: Para la toma de la muestra de suelo se deben realizar en un terreno aleatorio que contengan riego y de esta manera tomaremos la muestra. Para ello cavaremos un agujero del ancho de una pala o de un azadón con una profundidad de 25-30 cm, cabe recalcar que los terrenos deben ser de producción de maíz, papas y habas, ya que son los cultivos relevantes de la zona.
- Para obtener la primera muestra de suelo realizamos la toma de 6 submuestras en todo el terreno.
- Para recoger las muestras respectivas con una pala debe ser de 3 a 5 cm del borde del agujero y debemos tomar una lasca de tierra hasta llegar al final de la profundidad, así debemos realizar todas las submuestras que vayamos a utilizar.
- Después de tener las 6 submuestras necesarias, debemos mezclarlas homogéneamente para tener una sola muestra hasta tener una consistencia limpia de piedras y malezas.
- Por último, se toma 1 kilogramo de la muestra final, posteriormente se coloca en los envases previamente seleccionados para su análisis futuro.
- Las muestras de laboratorio se mandaron a analizar en los laboratorios del INCA ubicados en la ciudad de Quito.
 - Parámetros de muestreo
 - pH
 - Nitrógeno N
 - Fosforo P
 - Potasio K
 - Calcio Ca
 - Magnesio Mg
 - Arsénico As



9.7 Determinación de Pendientes y Zonas Agroecológicas.

Se realizó un sistema de información geográfica (QGis) para determinar las variables. También analicé los metadatos de “pendientes Ecuador” y “Zonificación Agroecológicas” y apliqué datos geográficos e información específica de la zona de estudio. Comparé los datos con la tabla de pendientes del MAGAP 2011 de Ecuador.

Tabla 5:

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).

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

9.8 Análisis del Sistema Productivo de la Junta de Riego

9.8.1 Análisis de sistemas de producción

Se determinó el sistema de producción agrícola mediante encuestas y entablando conversaciones con los diferentes socios sobre su actividad agrícola.

Consecutivamente, se realizó la respectiva tabulación de datos de las encuestas para así determinar los diferentes sistemas de producción y saber cuales son los más comunes dentro de la comunidad.

Procedimiento.

1. En la comunidad identificamos comerciantes ganaderos y agrícolas en los diferentes módulos.
2. Se realizó la encuesta a los agricultores mediante el método de diálogo con informantes claves.
3. Determinar los cultivos más relevantes y conocer su posterior destino.
4. Los datos recopilados serán archivados en tablas de Excel.

a)



b)



c)



9.8.2 *Dialogo con Informantes Claves*

Para obtener información de los principales productos de comercialización se utilizó el siguiente método de investigación, “diálogos con informantes claves”, el cual consiste en tener un diálogo con una persona de la localidad. Además, se realizó un recorrido a nivel de Ramales.

Se informó a los señores representantes de la comunidad el porqué de nuestra presencia al visitar los ramales, se les platicó nuestro plan de investigación y de manera consecutiva al resto de la población para que no exista confusión entre los mismos. Dentro del diálogo con el informante clave se trató: temas referentes a cultivos más relevantes de la comunidad y de la afectación por la mala calidad del agua, en especial del arsénico.

De igual manera, en el recorrido; también, se incluyó no solo el área de riego, conducción y bocatoma, que nace en las faldas de los Ilinizas. El almacenamiento del agua antes de la distribución es en reservorio que se encuentra cerca de la comunidad, el agua no pasa por ningún tratamiento y por ello la preocupación de los pobladores al ser ellos los únicos que utilizan el agua en actividades agrícolas.

Para la obtención de datos sobre los cultivos más importantes de la comunidad se realizó una encuesta a todos los socios y así de esa manera pudimos identificar en que porcentaje que se cultivan los diferentes productos. Por lo tanto, se pudo identificar los diferentes cultivos de la comuna; papas, habas, maíz, entre otros.

9.8.3 MATERIALES Y EQUIPOS

- Computadora
- Cuaderno
- Esfero
- Palas
- Azada
- Fundas
- Frascos esterilizados (toma de muestras)
- Hielera
- Ácido nítrico
- Guantes de látex
-

10 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Calidad de agua de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.

10.1.1 Potencial de Hidrogeno (pH)

En la tabla 6, se analiza los resultados de pH de los cuatro puntos (Bocatoma, Reservorio, Ramal 1, Ramal 3) están entre 6-9; lo que significa que se encuentran en los rangos permisibles de acuerdo al a Norma TULSMA anexo 1, tabla 6, por lo tanto, el agua puede ser utilizada sin ningún problema para el uso y aprovechamiento en el sector agrícola.

Tabla 6:

Resultados del análisis de pH

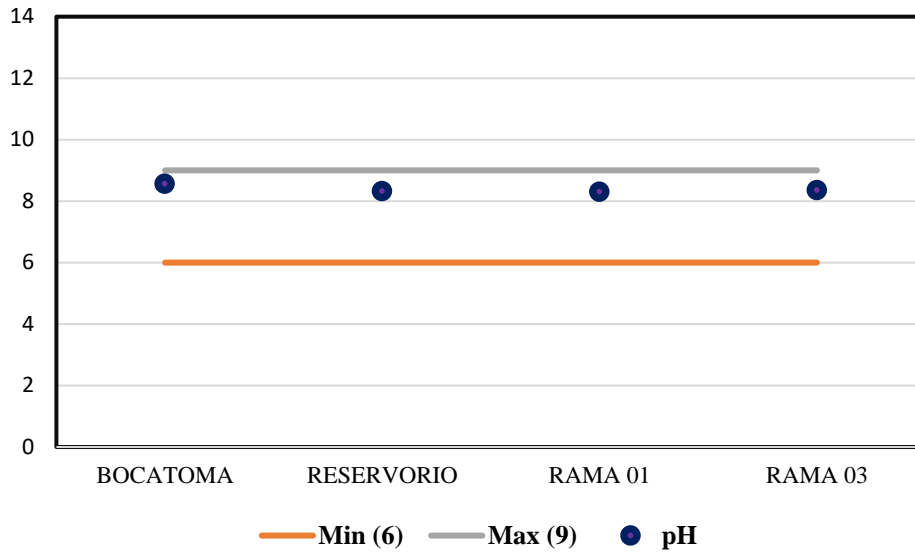
Puntos	pH	Limites Máximo Permisibles Normas Tulsma	Interpretación
Bocatoma	8,56	6 – 9	Aceptable
Reservorio	8,32		Aceptable
Ramal 01 30			Aceptable
Ramal 03	8,36		Aceptable

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

El agua de riego, que es alcalina, según (Frutícola, 2020), contiene bicarbonatos, y mientras más bicarbonatos, mayor es la alcalinidad. Por lo general no afecta a los cultivos directamente, en el suelo se van acumulando los bicarbonatos que contiene el agua alcalina.

Gráfico 3:

Contenido de pH



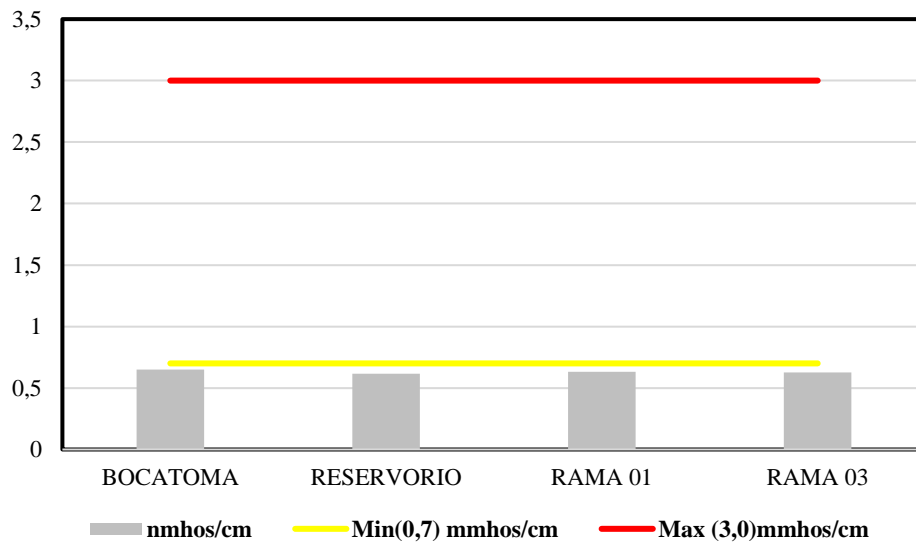
Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

10.1.2 Resultados del Análisis de Conductividad Eléctrica (CE)

La Tabla 7, muestra que en todos los sitios de recopilación de muestras fue muy baja, por lo tanto, no existen restricciones en el uso de riego agrícola de acuerdo con los parámetros estándar de las pautas de clase de calidad del agua de riego de agua subterránea Norma TULSMA anexo 1, indica que el rango normal es de 0,7 a 3,0. Es decir, el agua es baja salinidad, lo que significa que la salinidad en el agua puede aportar iones cruciales como cloruro, sodio, magnesio y sulfato, los cuales favorecen el desarrollo de las plantas. (Lamz Piedra & González Cepero, 2013)

Tabla 7:*Resultados del análisis de conductividad electica.*

Puntos	mmhos/cm ²	Límites Máximos Permisibles Normas Tulsman mmhos/cm ²	Interpretación
Bocatoma	0,651	0,7 - 3,0	Bajo la norma
Reservorio	0,617		Bajo la norma
Ramal 01	0,631		Bajo la norma
Ramal 03	0,627		Bajo la norma

*Elaborador por: Murillo Brayan (2024)***Gráfico 4:***Conductividad electica.*

10.1.3 Resultados del Análisis de Coliformes (NMP)

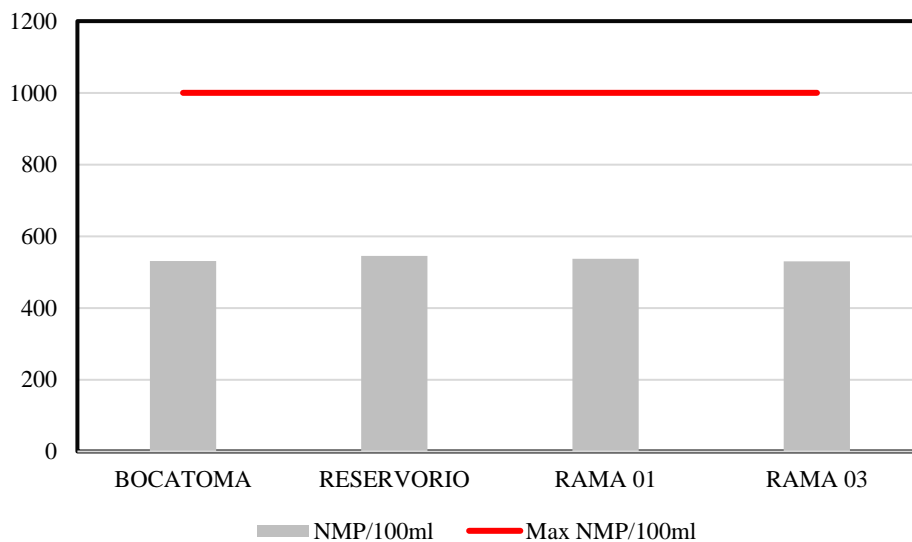
En el análisis de la tabla 8, se encuentra la cantidad de coliformes totales (NMP) que no existen restricciones al uso de riego agrícola de acuerdo con Norma TULSMA anexo 1, sobre parámetros de nivel de indicadores de calidad del agua para riego. La normativa indica que solo existe un máximo de 1000 NMP/100 ml, a su vez el agua puede ser usada en riego en la comunidad de Chilla Grande sin restricciones, ya que no sobrepasa el máximo permisible.

Tabla 8:*Resultados del análisis de coliformes totales (NMP)*

Puntos	NMP/100ml	Límite máximo permisible Tulsma NMP/100ml	Interpretación
Bocatoma	531	1000	Bajo la norma
Reservorio	545		Bajo la norma
Ramal 01	537		Bajo la norma
Ramal 03	530		Bajo la norma

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

La presencia de coliformes en el agua de riego que se utiliza mediante aspersores puede contaminar los cultivos en la zona de eficiencia, especialmente en los cultivos que se consumen crudos, como frutas y verduras, lo que puede causar enfermedades transmitidas por alimentos que contengan coliformes (Silva et al., 2004).

Gráfico 5:*Coliformes Totales en el agua**Elaborador por: Murillo Brayan (2024)*

10.1.4 10.1.4 Resultados del Contenido de Arsénico (As) en el Agua

En los análisis de agua realizados en los laboratorios del INAMHI sobre el Arsénico, los resultados en la Tabla 9, se observa que el límite máximo permisible es sobrepasado por el

contenido de arsénico que contiene el agua de la comunidad, sobrepasando 0,01 que es su límite permitido.

Tabla 9:

Resultados del análisis del agua con arsénico realizados en los laboratorios del INAMHI

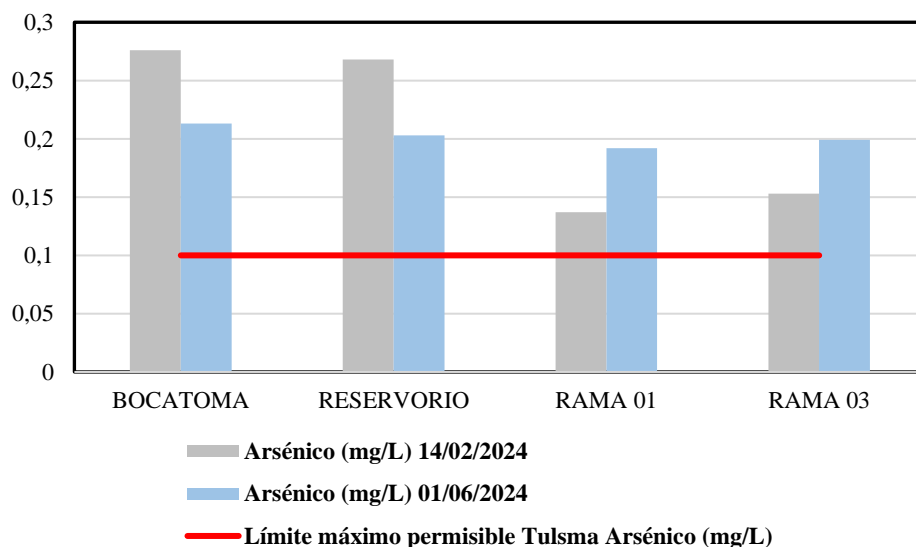
Puntos	Arsénico (As) 14/02/2024	Arsénico (As) 01/06/2024	Límite máximo permisible Tulsma Arsénico (As) mg/L	Interpretación
Bocatoma	0,276	0,213	0,1	Supera la tolerancia
Reservorio	0,268	0,203		Supera la tolerancia
Ramal 01	0,137	0,192		Supera la tolerancia
Ramal 03	0,153	0,199		Supera la tolerancia

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

En el punto de la bocatoma del sistema de riego Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas, para las dos fechas de evaluación el arsénico en el agua de riego supera 2,7 y 2,1 veces superior a la normativa ecuatoriana respectivamente. De la misma manera, en el reservorio supera 2,6 y 2,0 veces respectivamente. Para el caso del ramal 01 son de 1,3 y 1,9 superiores respectivamente al igual a la normativa, al igual que el ramal 03 (1,5 y 1,9), no existe una mayor variación en el arsénico como se evidencia en la siguiente figura.

Gráfico 6:

Arsénico en el agua



Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

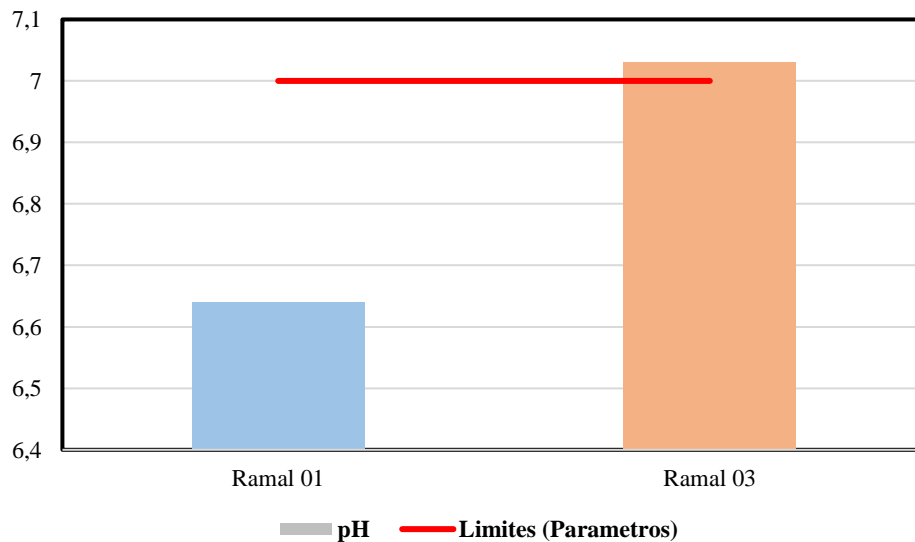
10.2 Resultados de los Análisis de suelo de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas 23-24.

10.2.1 Resultados de Contenido de pH en el Suelo

En la Gráfica 7, podemos evidenciar que en el Ramal 01 presento en suelo medianamente ácido según (Calva et al., 2017) la disminución del pH, el ramal 03 presento un suelo neutro demostrando que esta zona está en óptimas condiciones para la agricultura y el desarrollo óptimo de las plantas.

Gráfico 7:

pH en el suelo



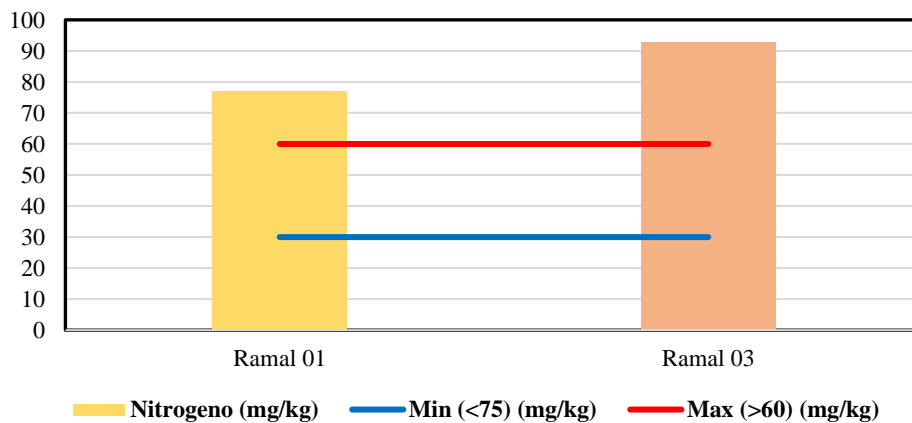
Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

10.2.2 Resultados del Contenido de Nitrógeno en el Suelo

En los resultados de la Tabla 10, en los Ramales 01 y 03 se identificó que la presencia de nitrógeno en los suelos de la población es relativamente alta según (Coraspe-León et al., 2009) ocasionando que las plantas presenten hojas oscuras, un crecimiento abundante, menos flores, las plantas por consecuencia son más susceptibles a plagas y enfermedades y de igual manera al estrés hídrico. En el Ramal 03 presenta una mayor problemática de nitrógeno, como se observa en la gráfica 8.

Tabla 10:*Resultados del análisis de Nitrógeno en suelo*

Lugar	Nitrógeno N (mg/kg)	Límite máximo permisible Min (<75) (mg/kg) Max (>60) (mg/kg)	Interpretación
Ramal 01	76,85	30 – 60	Ligeramente alto
Ramal 03	92,62		Ligeramente alto

*Elaborador por: Murillo Brayan (2024)***Gráfico 8:***Nitrógeno en suelo.**Elaborador por: Murillo Brayan (2024)*

10.2.3 Resultados del Contenido de Fósforo en el Suelo

En los resultados de la Tabla 11, se identifica la presencia en niveles altos de fósforo en los Ramales 01 y 03, en ambos puntos el fósforo sobrepasa los límites máximos permisibles dada la Normativa Ecuatoriana, según (Afif et al., 2013), el fósforo afecta a las plantas de manera directa causando la inhibición del crecimiento, ya que puede interferir con la absorción de nutrientes esenciales, de igual manera el desbalance nutricional, al tener suelos excesivamente cargados de fósforo tiende a desplazar a otros nutrientes esenciales del suelo.

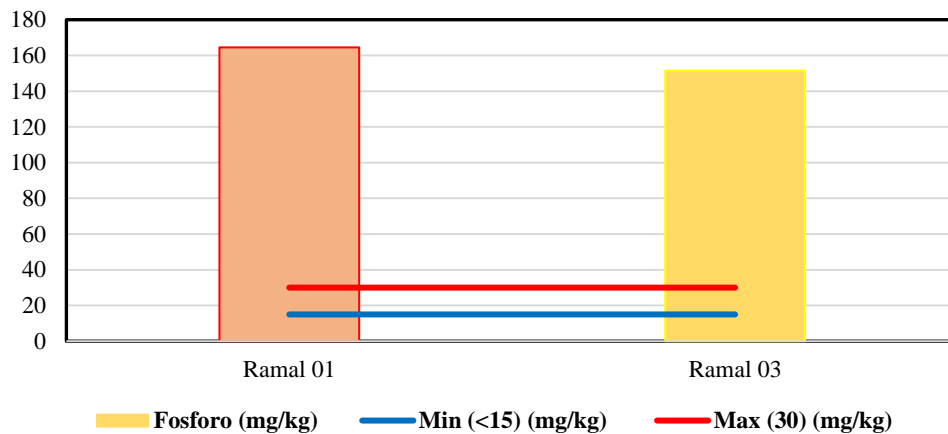
El fósforo daña las raíces de las plantas, reduciendo su capacidad para absorber agua y nutrientes. Donde se encuentra esta mayor problemática es el Ramal 01 con una pequeña diferencia sobre el Ramal 02 como se observa en la gráfica 9.

Tabla 11:*Resultados del análisis de Fosforo en suelo.*

Lugar	Fosforo (mg/kg)	Límite máximo permisible		Interpretación
		Min (<15) (mg/kg)	Max (30) (mg/kg)	
Ramal 01	164,50	15 – 30		Alto
Ramal 03	151,51			Alto

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

Varios estudios han demostrado que el arsénico tiene efectos sobre el crecimiento y la germinación de las plantas, causa estrés oxidativo, reduce la absorción de fósforo, impide la elongación de las raíces y reduce la proliferación celular y la producción de biomasa (Rodríguez et al., 2016).

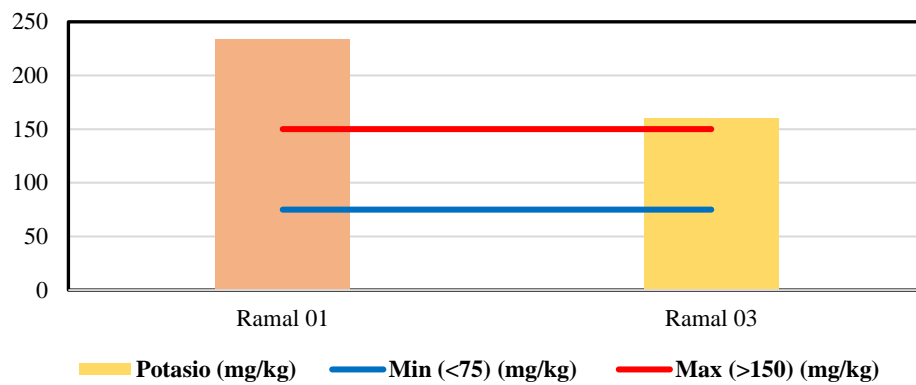
Gráfico 9:*Fósforo en suelo**Elaborador por: Murillo Brayan (2024)*

10.2.4 Resultados del Contenido de Potasio en el Suelo

Generalmente, las plantas deben absorber y extraer el potasio luego de una cosecha, debería disminuir dicha concentración en el suelo. Sin embargo, al no realizar rotación de cultivos o realizar descansos entre cosechas y existe una producción continua basados en el uso de fertilizantes basados en nitrógeno, potasio, fósforo y materia orgánica, dichos materiales pueden acumularse en los suelos provocando saturaciones nutricionales (Coitiño-López et al., 2016).

Tabla 12:*Resultados del análisis de Potasio en suelo*

Lugar	Potasio (mg/kg)	Límite máximo permisible Min (<75) (mg/kg) Max (>150) (mg/kg)	Interpretación
Ramal 01	233,87	75 – 150	Alto
Ramal 03	159,68		Ligeramente alto

*Elaborador por: Murillo Brayan (2024)***Gráfico 10:***Potasio en suelo**Elaborador por: Murillo Brayan (2024)*

10.2.5 Resultados del Contenido de Calcio en el Suelo

En los resultados de la Tabla 13, existe en los dos Ramales 01 y 03 un exceso de calcio, en el Ramal 03 se observa una mayor cantidad acumulación de calcio sobrepasando ambos Ramales los límites máximos permisibles dada la Normativa Ecuatoriana.

En los Ramales 01 y 03, al existir una gran concentración de calcio, puede afectar a los cultivos de la junta de agua, ya que es perjudicial para las plantas que frena el crecimiento y de igual manera provoca el oscurecimiento de las plantas.

Tabla 13:*Resultados del análisis de Calcio en suelo*

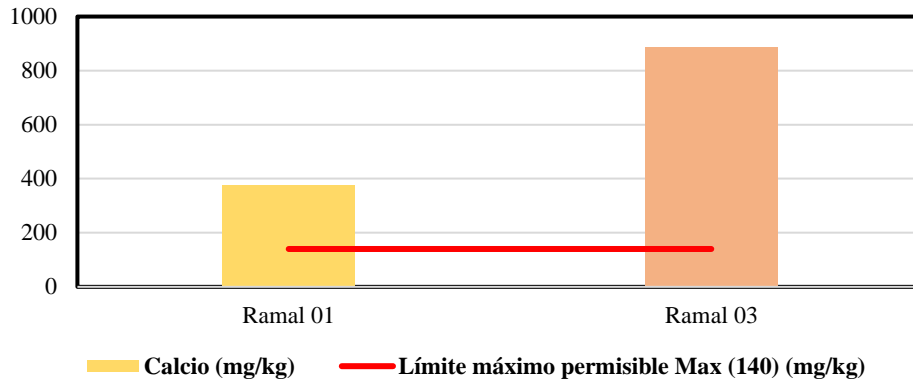
Lugar	Calcio Ca (mg/kg)	Límite máximo permisible Max (140) (mg/kg)	Interpretación
Ramal 01	376,14	140	ALTO
Ramal 03	887,32		ALTO

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

En este sentido Rincón et al., (2003) señala que el exceso de calcio en el suelo puede provocar la formación de fosfatos cálcicos a partir del fósforo, lo que constituye uno de los principales problemas al fertilizar con fosfatos en suelos con alto contenido de este elemento.

Gráfico 11:

Calcio en suelo



Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

10.2.6 Resultados del Contenido de Magnesio en el Suelo

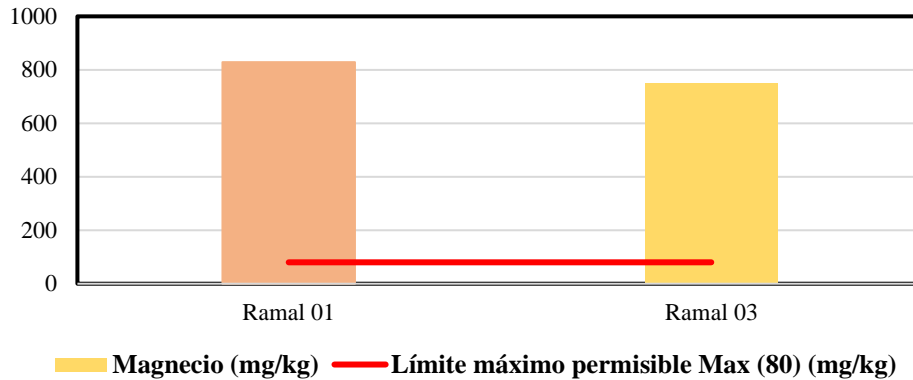
El magnesio en los cultivos de la junta es afectado con crecimiento lento y una coloración oscura de sus hojas (Anexo 13), según (Rodríguez-Rodríguez et al., 2022), un exceso de magnesio, puede que esté dificultando la absorción de nutrientes lo que podría llevar a deficiencias de estos elementos y crear un desequilibrio nutricional en mis plantas. De igual manera, se existen síntomas de crecimiento anormal, como hojas que se vuelven frágiles, presentan bordes curvados o muestran manchas decoloradas.

Tabla 14:

Resultados del análisis de Magnesio en suelo

Lugar	Magnesio Mg (mg/kg)	Límite máximo permisible Max (80) (mg/kg)	Interpretación
Ramal 01	828,64	80	ALTO
Ramal 03	750,76		ALTO

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

Gráfico 12:*Magnesio en suelo*

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

10.2.7 Resultados del Contenido de Arsénico en el Suelo

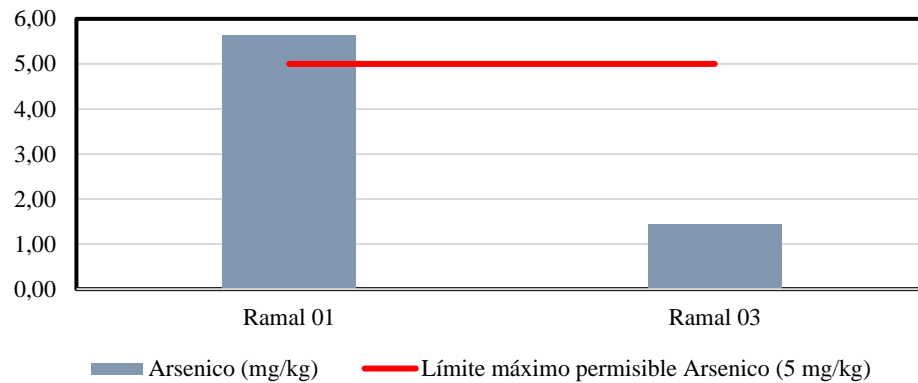
En los resultados se observa el contenido de arsénico sobrepasa en el Ramal 1, caso contrario del Ramal 02 que indica el libro 6 TULSMA el cual señala que el límite máximo permisible es de 5 mg/kg y esto corresponde al agua que se utiliza en labores agrícolas. En los dos Ramales 01 y 03 indica que no existen problemas con el arsénico en los suelos de las juntas de agua.

Tabla 15:*Resultados del análisis de Arsénico en suelo*

Lugar	Arsénico As (mg/kg)	Arsénico As (mg/kg)	MEDIA (mg/kg)	Límite máximo permisible Max (80) (mg/kg)	Interpretación
Ramal 01	1,60	9,74	5,67	5	Aceptable
Ramal 03	1,33	1,52	1,43		Bajo

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

Al tener un pH neutro y ácido en la junta, las plantas son más susceptibles a la absorción de arsénico, ya que dicha materia reduce la absorción de fósforo, afecta el crecimiento de los cultivos. Las plantas al absorber al arsénico mediante las raíces, lo que causa que el arsénico ingrese a las plantas y afecte a sus frutos, hojas, raíz y tallo. El fruto tendrá residuos en pequeñas cantidades de arseniato, de igual manera las plantas con arseniato comenzarán a marchitarse, ya que afecta a las hojas, tallos y raíz, causando la marchitez y posteriormente la muerte de la misma (Prieto García et al., 2010)

Gráfico 13:*Arsénico en suelo*

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

En el Ramal 01 se puede evidenciar la presencia de arsénico en los suelos de la comunidad, según (Prieto García et al., 2010), la acumulación del arsénico es mayor en las raíces, que en las semillas y los frutos. En algunos casos, niveles de arsénico mayores a los 0,1 mg kg pueden reducir el rendimiento de los cultivos en 50%.

10.3 Pendiente y agroecológico

10.3.1 Pendientes del área de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande /

Generación de las Gascas

En los resultados de la tabla 16 se estudió las pendientes en el área y los porcentajes de la junta de riego de la comunidad Chilla Grande/Generación de la Gascas fueron realizados en QGis Desok 3.28.0. Donde indica según la tabla de comparación de pendientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGAP, (2011) del Ecuador, el área que mayor rango presenta es 12-5 de pendiente moderadamente ondulado con un área de 966,980 m con un porcentaje total de 32,10% (color café).

Tabla 16:

Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas

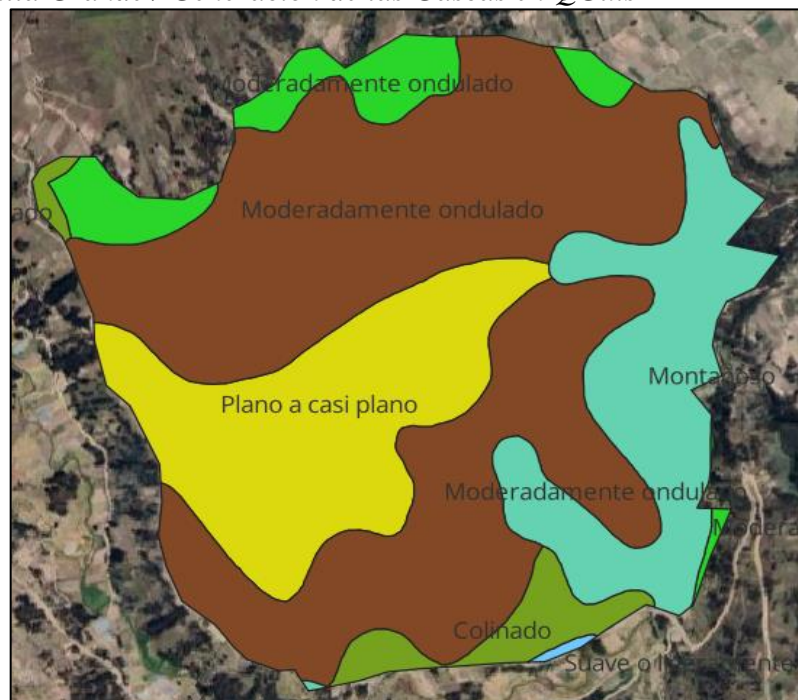
RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	%	COLOR
0-5	Plano a casi plano	598.487	19,86%	Yellow
5-dic	Suave o ligeramente ondulada	5.036	0,17%	Light Green
12-25	Moderadamente ondulado	648932	21,54%	Brown
12-25	Moderadamente ondulado	966.980	32,10%	Light Green
12-25 (m)	Moderadamente ondulado	193.359	6,68%	Brown
25-50	Colinado	104.105	3,96%	Dark Green
>70	Montañoso	471.489	15,69%	Cyan
TOTAL		3.012.785	100%	

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

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

Gráfico 14:

Resultados de la pendiente en área y porcentaje de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas en QGuis



Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

10.3.2 Agroecológico del área de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla

Grande / Generación de las Gascas

Por lo tanto, en la tabla 17 del agroecológico existen dos porcentajes más relevantes con un 22,27% de tierras aptas para conservación de vida silvestre y con un 32,10% con tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación de clase III e IIIr (*Esquema FAO*, s. f.) nos dice que el suelo de las cuatro primeras categorías se consideran tierras cultivables y, si se gestionan correctamente, pueden producir cultivos comunes, especies silvestres y ganaderas, o pastos naturales, como en el caso de los canales donde se cultivan hortalizas, entre otros productos de ganadería y consumo.

Tabla 17:

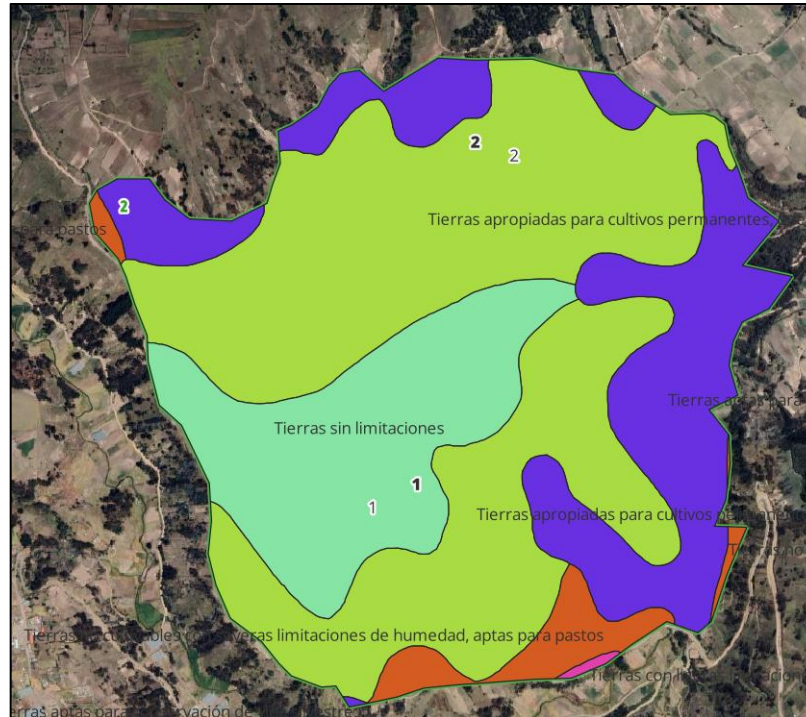
Resultados del agroecológico en área y porcentaje de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas

CLASE	SUBCLASE	DESCRIPCIÓN	ÁREA m	%	COLOR
I	Ir	Tierras sin limitaciones	598.487	19,86%	
II	IIs	Tierras con ligeras limitaciones o con moderadas prácticas de conservación	5.036	0,17%	
III	IIIr	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación	966.980	32,10%	
III	IIIr	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación	648932	21,54%	
V	V	Tierras no cultivables con severas limitaciones de humedad, aptas para pastos	104.105	4,07%	
VIII	VIII	Tierras aptas para conservación de vida silvestre	669.611	22,27%	
TOTAL			3.012.785	100%	

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

Gráfico 15:

Resultados del agroecológico en área y porcentaje de la Junta de agua de riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas QGIS








Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

10.4 Análisis de los Sistemas de Producción

Los porcentajes fueron analizados con los respectivos presidentes de la comunidad y de la junta de riego. Los tres productos más cultivados se los comercializa a ferias dentro y fuera de la Provincia de Cotopaxi, y son su mayor fuente de ingreso mientras dure la época de cosecha. De los siguientes cultivos existen una asociación de cultivos tanto como lo son, maíz y habas porque pertenecen a familias botánicas totalmente diferentes, el haba pertenece a la especie *Vicia*, de la familia de las Leguminosas, *tribu de las Viceas*. La asociación de cultivos es de gran ayuda para los suelos que se encuentren erosionados por el mono cultivo de otros productos agrícolas. Los sistemas de producción de la comuna son diversos como lo son:

Tabla 18:

Resultados en porcentaje de los cultivos más representativos de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas

CULTIVOS			
Papas		<i>Solanum tuberosum</i>	35%
Maíz		<i>Zea mays</i>	28%
Habas		<i>Vicia faba</i>	27%
Pastos		<i>Pastus</i>	5%
Otros			5%

Elaborador por: Murillo Brayan (2024)

Estos productos agrícolas en especial las papas y maíz son cultivados para venderlos a mercados a nivel del cantón de Saquisilí o Latacunga, por lo general las papas en Saquisilí son vendidas los días miércoles y jueves en la plaza 18 de Octubre y en Latacunga son vendidas en la plaza de San Felipe. Los demás cultivos también son vendidos, pero en menor cantidad, ya que dentro de la comunidad realizan trueques entre agricultores. Los pastos son utilizados para fines ganaderos como para la alimentación de ganado lechero o el engorde de bovinos.

Para obtener estos resultados se realizó, encuestas (Anexo 19) a los todos los productores de la comunidad (125) para determinar cuáles con los cultivos más importantes y saber en qué cantidades son cultivadas.

11 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 19:

Presupuesto de la evaluación agronómica de la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas

Ítems	Cantidad	Unidad	C. Unitario \$	Total \$
Servicios de transporte				
fletes	4	carreras	\$ 5,00	\$ 20,00
Sub total				\$ 20,00
Insumos				
cuaderno	1	unidades	\$ 1,35	\$ 1,35
lápiz	2	unidades	\$ 0,30	\$ 0,60
esferos	1	unidades	\$ 0,65	\$ 0,65
Sub total				\$ 2,60
Material agrícola				
pala	1	unidades	\$ 20,50	\$ 20,50
azada	1	unidades	\$ 19,50	\$ 19,50
Sub total				\$ 40,00
Materiales (conservación de muestras)				
guantes	2	unidades	\$ 0,25	\$ 0,50
hielo	2	unidades	\$ 1,00	\$ 2,00
Sub total				\$ 2,50
Análisis de Agua Quito				
arsénico	4	unidades	\$ 14,90	\$ 59,60
coliformes	4	unidades	\$ 16,09	\$ 64,36
conductividad eléctrica	4	unidades	\$ 5,22	\$ 20,88
dureza total	4	unidades	\$ 6,98	\$ 27,92
Sub total				\$ 172,76
I.V.A 12%				\$ 20,73
Sub total				\$ 193,49
Análisis de Suelo Quito				
calcio	2	unidades	\$ 6,98	\$ 13,96
magnesio	2	unidades	\$ 6,98	\$ 13,96
potasio	2	unidades	\$ 12,93	\$ 25,86
pH	2	unidades	\$ 4,92	\$ 9,84
Sub total				\$ 63,62
I.V.A 12%				\$ 7,63
Sub total				\$ 71,25
Análisis de Agua Ambato				
arsénico	4	unidades	\$ 24,00	\$ 96,00
Sub total				\$ 96,00
I.V.A 15%				\$ 14,40
Sub total				\$ 110,40
Análisis de Suelo Ambato				
Análisis (arsénico, fosforo, nitrógeno)	2	unidades	\$ 62,00	\$ 124,00
Sub total				\$ 124,00
I.V.A 15%				\$ 18,60
Sub total				\$ 142,60
TOTAL				\$ 582,85

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones

- La evaluación referente a la calidad de agua en la Junta de Agua de Riego de la Comunidad Chilla Grande / Generación de las Gascas evidencia niveles altos de contaminación de arsénico tanto en la boca tomo como en el reservorio los niveles de arsénico sobrepasan los límites máximos permisibles (0,1), hasta por una diferencia de 2 a 3 veces sobre su límite. En los dos ramales utilizados de referencia el arsénico en el agua sobrepasa los límites máximos permisibles con una diferencia de 1 a 2 veces su límite, evidenciando que la el arsénico se está almacenando en la bocatoma y reservorio, a los diferentes cultivos de los ramales existe de referencia existe presencia de arsénico los cual nos indica que el arsénico está llegando a las parcelas y cultivos de la junta.
- La calidad de suelo en relación al arsénico en el Ramal 01 (5,67 mg/kg) sobrepasa los límites máximos permisibles para la agricultura, pero existiendo otros factores que afectan al suelo como en el Ramal 01 presenta un pH ácido (6,64) y de textura arenosa se debe al uso excesivo de fertilizantes y abonos orgánicos, esto ha significado que los minerales como el nitrógeno (84,73 mg/kg), fósforo (158,00 mg/kg), potasio (196,77 mg/kg), calcio (631,73 mg/kg) y magnesio (789,70 mg/kg) aumenten significativamente.
- Los principales sistemas de cultivo, tales como: papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), habas (*Vicia faba*), pastos (*Pastus*), entre otros son los cultivos principales de la comunidad y son los más comercializados.

12.2 Recomendaciones

- Promover la creación de plantas de tratamientos o la implementación de filtros en la bocatoma para el arsénico, ya que se está acumulando en el reservorio y llegando los ramales y así poder combatir el exceso de arsénico en el agua.
- Realizar periódicamente análisis y estudios en diferentes épocas del año, ya que se realizó dos análisis en diferentes fechas por cada punto de muestreo (boca toma, reservorio, ramal 01 y 03) y existieron una variación de datos en dichos puntos, esto se pudo deber a que fueron tomadas en diferentes épocas como lo son invierno y verano.
- Realizar más análisis en relación con el arsénico en la parte vegetal debido a que los suelos donde se realizó el muestreo no contienen una cantidad mayor a los niveles máximos aceptados, por efecto los productos de la junta de agua deben tener arsénico.

13 BIBLIOGRAFÍAS

Afif, E., Palencia, P., & Oliveira, J. A. (2013). Aplicación de fuentes de fósforo al suelo en diferentes cortes de césped cultivado. *Agrociencia*, 47(6), 553-566.

- Albiero, D., Silva-Maciel, A. J. da, & Tunussi, R. D. (2011). Características Del Suelo En Respuesta Al Uso De La Herramienta De Labranza Conservacionista Paraplow Rotatorio. *Agrociencia*, 45(2), 147-156.
- Aveiga Ortiz, A. M., Noles Aguilar, P. J., Macías, F. P., Herrera, E. M., Aveiga Ortiz, A. M., Noles Aguilar, P. J., Macías, F. P., & Herrera, E. M. (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>
- Baque-Mite, R., Simba-Ochoa, L., González-Ozorío, B., Suatunce, P., Díaz-Ocampo, E., & Cadme-Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia Unemi*, 9(20), 109-117.
- Bonet Pérez, C., & Ricardo Calzadilla, M. P. (2011a). Calidad del agua de riego y su posible efecto en los rendimientos agrícolas en la Empresa de Cultivos Varios Sierra de Cubitas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(3), 19-23.
- Bonet Pérez, C., & Ricardo Calzadilla, M. P. (2011b). Calidad del agua de riego y su posible efecto en los rendimientos agrícolas en la Empresa de Cultivos Varios Sierra de Cubitas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(3), 19-23.
- Braz, A. M., García, P. H. M., Pinto, A. L., Chávez, E. S., & Oliveira, I. J. de. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: Posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra*. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69-85.
- Caicedo-Camposano, O. G., Balmaseda-Espinosa, C. E., Tandazo-Garcés, J. E., Layana-Bajaña, E. M., Sánchez-Vásquez, V. L., Caicedo-Camposano, O. G., Balmaseda-Espinosa, C. E., Tandazo-Garcés, J. E., Layana-Bajaña, E. M., & Sánchez-Vásquez, V. L. (2019). Calidad para el riego de las aguas del río San Pablo, cantón Babahoyo,

- Ecuador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542019000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Calva, C., Espinosa, J., Calva, C., & Espinosa, J. (2017). Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo de Loreto, Orellana. *Siembra*, 4(1), 110-120. <https://doi.org/10.29166/siembra.v4i1.505>
- Carabantes, A. G., & Fernicola, N. A. G. G. de. (2003). Arsénico en el agua de bebida: Un problema de salud pública. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 39, 365-372. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322003000400003>
- Clasificación Pendientes Magap / PDF*. (s. f.). Scribd. Recuperado 23 de febrero de 2024, de <https://es.scribd.com/document/447428187/clasificacion-pendientes-magap>
- Coitiño-López, J., Barbazán, M., & Ernst, O. (2016). Fertilización con potasio en soja: Asociación de la respuesta del cultivo con características edáficas y topográficas. *Agrociencia (Uruguay)*, 20(2), 109-120.
- Coraspe-León, H. M., Muraoka, T., Ide Franzini, V., Contreras Espinal, F. S., & Ocheuze Trivelin, P. C. (2009). Absorción de formas de nitrógeno amoniacal y nítrica por plantas de papa en la producción de tubérculo-semilla. *Agronomía Tropical*, 59(1), 45-58.
- Díaz-Bautista, M., Herrera-Cabrera, B. E., Ramírez-Juárez, J., Aliphath-Fernández, M., & Delgado-Alvarado, A. (2008). Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (vicia faba L.) en la Sierra Norte de Puebla México. *Interciencia*, 33(8), 610-615.
- Dunán-Avila, P. L., Fernández-Rodríguez, M., Riverón-Zaldívar, A. B., & Bassas-Noa, P. R. (2022). Evaluación de la calidad de las aguas del río Yamanigüey para el riego agrícola. *Minería y Geología*, 38(1), 83-98.

Esquema FAO. (s. f.). Recuperado 26 de julio de 2024, de

http://edafologia.ugr.es/programas_suelos/practgest/olivar/suelos/soil12/fao.htm

Estrada-Herrera, I. R., Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Suárez, J. J. A., Navarro-

Garza, H., & Etchevers-Barra, J. D. (2017). Indicadores De Calidad De Suelo Para Evaluar Su Fertilidad. *Agrociencia*, *51*(8), 813-831.

Flores Márgez, J. P., Valero Córdoba, C., Osuna Ávila, P., Corral Díaz, B., Shukla, M. K.,

Salazar Sosa, E., Flores Márgez, J. P., Valero Córdoba, C., Osuna Ávila, P., Corral

Díaz, B., Shukla, M. K., & Salazar Sosa, E. (2013). Textura del suelo y tipo de agua de riego en la disponibilidad de fósforo de estiércol bovino. *Terra Latinoamericana*, *31*(3), 211-220.

Fruticola, P. (2020, julio 31). *¿Por qué el agua que utilizas para el riego puede afectar el pH*

del sustrato? <http://www.agrositio.com.ar/noticia/211586-por-que-el-agua-que-utilizas-para-el-riego-puede-afectar-el-ph-del-sustrato.html>

García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: Una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, *35*(2), 125-138.

González, G., & Isabel, M. (2013). Un futuro a favor de la protección del agua. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, *51*(2), 126-128.

Gutiérrez, F., Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A., Bonifaz, N., Gutiérrez, F.,

Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A., & Bonifaz, N. (2018).

MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE LA PROTEINA DE LOS PASTOS EN BOVINOS DE LECHE UTILIZANDO CUATRO FORMULACIONES DE

BALANCEADOS. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, *28*(2), 115-122.

<https://doi.org/10.17163/lgr.n28.2018.09>

Hernández Ordáz, G., Segura Castruita, M. A., Álvarez González Pico, L. C., Aldaco Nuncio,

R. A., Fortis Hernández, M., González Cervantes, G., Hernández Ordáz, G., Segura

- Castruita, M. A., Álvarez González Pico, L. C., Aldaco Nuncio, R. A., Fortis Hernández, M., & González Cervantes, G. (2013). Comportamiento del arsénico en suelos de la región lagunera de Coahuila, México. *Terra Latinoamericana*, 31(4), 295-303.
- Iglesias Abad, S., Alegre Orihuela, J., Salas Macías, C., & Egüez Moreno, J. (2018). El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 25-32. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.03>
- Jacobo García, F. del R. (2018). Aguas residuales urbanas y sus efectos en la comunidad de Paso Blanco, municipio de Jesús María, Aguascalientes. *Revista de El Colegio de San Luis*, 8(16), 267-293. <https://doi.org/10.21696/rcsl9162018760>
- Lamz Piedra, A., & González Cepero, M. C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: La mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(4), 31-42.
- Ley-Orgánica-de-Recursos-Hídricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf*. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2024, de <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADdricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- 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.
- Medina-Pizzali, M., Robles, P., Mendoza, M., & Torres, C. (2018). Ingesta de arsénico: El impacto en la alimentación y la salud humana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(1), 93-102. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3604>

- Montúfar, G. H. V., Acosta, L. A. C., Zamora, D. V. V., & Mora, F. D. S. (2021). Producción de biomasa en cultivos de maíz: Zona central de la costa de Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(Esp.3), 417-431.
- Moreno F., L. P. (2009). Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 179-191.
- Novoa, M. A., Miranda, D., Melgarejo, L. M., Novoa, M. A., Miranda, D., & Melgarejo, L. M. (2018). Efecto de las deficiencias y excesos de fósforo, potasio y boro en la fisiología y el crecimiento de plantas de aguacate (*Persea americana*, cv. Hass). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(2), 293-307.
<https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.8092>
- Pallo Paredes, E. L., Guapi Auquillas, A. P., Mullo Paucar, V. M., Pallo Paredes, E. L., Guapi Auquillas, A. P., & Mullo Paucar, V. M. (2021). Agrobiodiversidad de papa nativa en la provincia de Tungurahua. *Siembra*, 8(1).
<https://doi.org/10.29166/siembra.v8i1.2273>
- PDOT_TOACASO_2020.pdf*. (s. f.). Recuperado 10 de julio de 2024, de https://toacaso.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/02/PDOT_TOACASO_2020.pdf
- Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 3-14.
<https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Prieto García, F., Prieto Méndez, J., Callejas Hernández, J., Román Gutiérrez, A. D., & Méndez Marzo, M. A. (2010). Bioacumulación de arsénico en las etapas de desarrollo de la cebada maltera (*Hordeum distichon* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(1), 37-44.

- Rincón, J. J., Gallardo, Y., Leal, M., & Rojas, Y. (2003). Efecto de la relación calcio:fósforo en el suelo sobre el crecimiento y nodulación de plantas jóvenes de acacia mangium (willd)¹. *Bioagro*, 15(2), 97-105.
- Rodríguez, M., Alvarez Gonçalvez, C. V., Fernández Cirelli, A., & Pérez Carrera, A. (2016). Efecto del arsénico sobre plantas forrajeras de importancia pecuaria en la Argentina*. *InVet*, 18(1), 05-11.
- Rodríguez-Rodríguez, D. M., Checa-Coral, Ó. E., Ruiz-Eraso, H., Muriel-Figueroa, J., Yepes-Chamorro, B., Rodríguez-Rodríguez, D. M., Checa-Coral, Ó. E., Ruiz-Eraso, H., Muriel-Figueroa, J., & Yepes-Chamorro, B. (2022). Niveles de fertilización con calcio, magnesio y azufre en genotipos de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en Nariño. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(2).
<https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.1847>
- Romero-Mora, M., Meza-Picado, V., Barrantes-Rodríguez, A., Camino-Velozo, R. de, Romero-Mora, M., Meza-Picado, V., Barrantes-Rodríguez, A., & Camino-Velozo, R. de. (2024). Factores que influyen en la adopción de sistemas agrícolas y forestales en fincas de subsistencia: Estudio de caso en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 58(1). <https://doi.org/10.15359/rca.58-1.6>
- Saldaña-Robles, A., Saldaña-Robles, N., Saldaña-Robles, A., Ana-Zanor, G., Ruiz-Aguilar, G. M. de la L., Gutiérrez-Vaca, C., Saldaña-Robles, A., Saldaña-Robles, N., Saldaña-Robles, A., Ana-Zanor, G., Ruiz-Aguilar, G. M. de la L., & Gutiérrez-Vaca, C. (2018). Efecto del fósforo en la acumulación de arsénico en cebada (*Hordeum vulgare* L.) por riego con agua contaminada. *Agrociencia*, 52(3), 407-418.
- Silva, J., Ramírez, L., Alfieri, A., Rivas, G., & Sánchez, M. (2004). Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego,

- estado Carabobo, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 24(1-2), 46-49.
- Taboada-Castro, M. M., Rodríguez-Blanco, M. L., Taboada-Castro, M. T., & Oropeza-Mota, J. L. (2011). Vulnerabilidad estructural en suelos de textura gruesa bajo cultivo y huerta. *Terra Latinoamericana*, 29(1), 11-21.
- Tobasura Acuña, I., Obando Moncayo, F. H., Moreno Chavez, F. A., Morales Londoño, C. S., & Henao Castaño, A. M. (2015). DE LA CONSERVACIÓN DEL SUELO AL CUIDADO. *Ambiente & Sociedade*, 18, 121-136. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC802V1832015>
- TULSMA.pdf*. (s. f.). Recuperado 16 de enero de 2024, de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Valdés, Y. M., & García, V. M. V. (2018). *A 10 años de la declaración de Brisbane: Mirada a los caudales ecológicos y ambientales. 2*.
- Zúñiga, F., Huertas, J., Guerrero, G., Sarasty, J., Dörner, J., & Orjuela, H. B. (2018). Propiedades morfológicas de los suelos asociadas a los ecosistemas de Páramo, Nariño, Sur de Colombia. *Terra Latinoamericana*, 36(2), 183-196.