



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE AGRONOMÍA**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE RECURSOS SUELO Y AGUA  
EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE  
POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO  
FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”.**

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

**Autoras:**

Achig Pilapaña Katherine Alexandra  
Aimacaña Jami Stefany Noemi

**Tutor:**

Chasi Vizquete Wilman Paolo

**LATACUNGA – ECUADOR  
AGOSTO 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Achig Pilapaña Katherine Alexandra, con cédula de ciudadanía No. 1724940380 y Aimacaña Jami Stefany Noemi, con cédula de ciudadanía No. 1753514650, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”**, siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 06 de agosto del 2024



Katherine Alexandra Achig Pilapaña  
C.C: 1724940380  
**ESTUDIANTE**



Stefany Noemi Aimacaña Jami  
C.C: 1753514650  
**ESTUDIANTE**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ACHIG PILAPAÑA KATHERINE ALEXANDRA**, identificada con cédula de ciudadanía **1724940380** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”** 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: mayo 2020 – septiembre 2020

Finalización de la carrera: abril – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Chasi Vizquete Wilman Paolo, Mg.

Tema: **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LOS RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”**.

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

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

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

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

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

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

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

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

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en 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 06 días del mes de agosto del 2024.



Katherine Alexandra Achig Pilapaña  
**LA CEDENTE**

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

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **AIMACAÑA JAMI STEFANY NOEMI**, identificada con cédula de ciudadanía **1753514650** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”** 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: mayo 2020 – septiembre 2020

Finalización de la carrera: abril – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Chasi Vizuite Wilman Paolo, Mg.

Tema: **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LOS RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”**.

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

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

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

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

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

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

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

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

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en 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 06 días del mes de agosto del 2024.



Stefany Noemi Aimacaña Jami  
**LA CEDENTE**


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

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”**, de Achig Pilapaña Katherine Alexandra y Aimacaña Jami Stefany Noemi, 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 han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 06 de agosto del 2024



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Mg.

C.C: 0502409725

**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, los postulantes: Achig Pilapaña Katherine Alexandra y Aimacaña Jami Stefany Noemi, con el título del Proyecto de Investigación: **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LOS RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTÓN LATACUNGA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

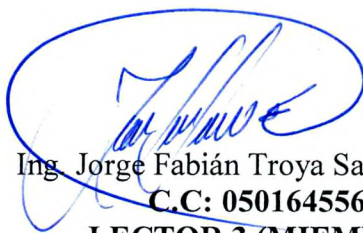
Latacunga, 06 de agosto del 2024



Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.  
**C.C: 0502661754**  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Clever Castillo De La Guerra, MSc.  
**C.C: 0501715494**  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa, PhD.  
**C.C: 0501645568**  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental de este logro.*

*A Dios por acompañarme y cuidarme en todo este trayecto, gracias por iluminar mi mente, fortalecer mi corazón y darme muchas bendiciones.*

*A mis padres por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi ejemplo a seguir, gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la dedicación y la perseverancia, sin ustedes nada de esto sería posible.*

*A mi hermana por ser mi confidente y mi mayor apoyo, gracias por tus palabras de aliento en mis momentos más difíciles y por estar siempre a mi lado.*

*A Javier que a pesar de las situaciones siempre estuvo cuando lo necesitaba, gracias por las palabras de aliento en momentos difíciles y por hacer que este camino sea llevadero.*

*Durante esta etapa en la Universidad, he tenido el placer de conocer a muchas personas, en especial a mis amigos, gracias por los momentos de distracción, las risas compartidas y por creer en mí, su amistad ha sido un pilar esencial en este proceso y me siento afortunada de tenerlos, gracias por formar parte de mi vida.*

*A mi Tutor Ing. Chasi Vizquete Wilman Paolo, por su paciencia y apoyo incondicional que me ha brindado para que se pueda culminar de la mejor manera este proyecto.*

*Finalmente, a la Ing. Alexandra Isabel Tapia, Clever Castillo y Fabián Troya, por ayudarnos y guiarnos en este proyecto, sus capacidades para simplificar conceptos complejos fueron cruciales para mi comprensión y avance de este proyecto. Agradezco sinceramente su generosidad y profesionalismo.*

***Achig Pilapaña Katherine Alexandra***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco primeramente a Dios por darme la fuerza y sabiduría necesaria para superar los retos a lo largo de este camino. Su guía divina ha sido luz y fortaleza en mis momentos de debilidad.*

*A mis padres Carlos y Lucila, gracias por su apoyo incondicional y sus sacrificios. Todo lo que soy y lo que he logrado se lo debo a ustedes. Gracias por permanecer siempre a mi lado.*

*A mis hermanos, por su compañía y ayuda, especialmente a mi hermano Carlitos y su esposa, que fueron de las primeras personas que me impulsaron desde el primer día a estudiar, e hicieron todos los sacrificios posibles porque yo estudie, me apoyaron incondicionalmente y siempre creyeron en mí.*

*A mis queridas tías Olga y Gladis, gracias por su cariño, sus consejos, y sobre todo sus palabras de ánimo y apoyo hacia mí.*

*A mi abuelita Salvadora (+), quien fue la persona que más me amo y amé en este mundo terrenal, y aún desde el cielo ha sido una guía espiritual en mi vida. Su amor y sabiduría siguen inspirándome y su recuerdo me da fuerzas para seguir adelante. Siempre la llevare en mi corazón.*

*A mi amiga y compañera de tesis Katherine Achig, gracias por tu esfuerzo, tú compromiso y por compartir este trayecto juntas, hemos enfrentado los desafíos y este logro es tan tuyo como mío, mil gracias.*

*A mi docente y tutor Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, gracias por su paciencia, orientación y por ser un faro de conocimiento durante todo este proceso para la realización de este trabajo.*

*Finalmente, agradezco a los lectores de esta tesis Ing. Alexandra Tapia, Clever Castillo y, Fabián Troya por su tiempo, su interés y su crítica constructiva.*

***Aimacaña Jami Stefany Noemi***

## **DEDICATORIA**

*Este proyecto va dedicado a Dios que durante todo este trayecto supo guiar mis pasos, por darme paciencia y la perseverancia necesaria para superar los diferentes desafíos y por brindarme las bendiciones que han hecho posible esto, a mis padres Eusebio y Romelia por ser mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional, su amor, sacrificio y sabiduría han sido el motor que me han impulsado a seguir adelante a pesar de todo siempre estuvieron para mí, a mi hermana Mabelin por sus palabras de aliento, por compartir conmigo cada paso de este camino y por estar siempre dispuesta a darme su apoyo lleno de amor y solidaridad, a Javier por su paciencia, risas compartidas y compañía por siempre estar dispuesto a ofrecerme su mano y su corazón en este viaje, a mi amiga Stefany que siempre me abrió sus brazos por cualquier situación, tu amistad ha sido una fuente constante de alegría y fortaleza en mi vida.*

*Achig Pilapaña Katherine Alexandra*

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis, con todo mi amor y gratitud a mis queridos padres, por ser el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo constante y por enseñarme el valor de la perseverancia, me ayudaron a cumplir mi objetivo y este logro no habría sido posible sin ustedes. Además, dedico a mi querida abuelita, quien me apoyo y confió en mí de manera incondicional, aunque ya no estes físicamente siempre te llevare en mi corazón, gracias por tu amor, tus enseñanzas, y tu ejemplo de vida siguen guiando mis pasos, esta dedicatoria es para ti y por ti, y aún gracias por haberme mostrado el valor de la familia y la fe.*

***Aimacaña Jami Stefany Noemi***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE RECURSOS SUELO Y AGUA EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS DE LECHE DE POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES Y ELOY ALFARO DEL CANTON LATACUNGA”.**

**Autoras:**

Achig Pilapaña Katherine Alexandra  
Aimacaña Jami Stefany Noemi

**RESUMEN**

La producción lechera es uno de los rubros agropecuarios más importantes para el país, esta actividad genera aproximadamente 1 400 millones de dólares al año. Y según el (MAG,2023) la provincia de Cotopaxi produce 737 702 litros de los cuales aproximadamente el 60% proviene de la producción comunitaria que puede incrementarse con un mejor manejo de sus recursos productivos. La presente investigación tuvo como objetivo determinar el estado de los recursos suelo y agua en las zonas productoras comunitarias de leche de Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Ignacio Flores y Eloy Alfaro del cantón Latacunga, los resultados mostraron variaciones significativas entre las diferentes localidades. Por parte, Ignacio Flores se encuentra con mejor escala en estabilidad y agregados de suelo, con un promedio de 0.88 mm, por otro lado, Poaló presento un pH promedio de 8.16, lo que la hace ligeramente alcalina, acercándose al rango óptimo para el cultivo de pastos. En cuanto a la conductividad eléctrica, Once de Noviembre se acercó al rango ideal con un valor de 408 (dS/m). Los niveles de materia orgánica en estas parroquias se encuentran entre los rangos 1 a 3 (meq/100g), con algunos lotes superando los rangos máximos. Las parroquias Once de Noviembre y Belisario Quevedo mostraron niveles de nitrógeno dentro del rango óptimo (500 a 4000 mg/L N), mientras Ignacio Flores presento una concentración de calcio alta con 67.56ppm, valor más alto de lo recomendable. En la parroquia Once de Noviembre el potasio se mantuvo dentro del rango ideal con 32 meq/100. El sodio es el nutriente que más está presente en casi todas las parroquias, Belisario Quevedo está en el límite óptimo con 31.44 PSI de sodio, Eloy Alfaro presento niveles de fósforo dentro del rango ideal, con un valor de 44.88 ppm. Finalmente, el pH del agua de Once de Noviembre es de 8.74, mientras que en Poaló los niveles de oxígeno disuelto y conductividad eléctrica se mantuvieron dentro de los rangos óptimos, con valores de 143.9 (mg/L) y 0.78 (S/m) respectivamente.

**Palabras clave:** pH, sodio, nitrógeno, potasio, conductividad eléctrica, calcio, producción lechera.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “DETERMINATION THE STATUS OF SOIL AND WATER RESOURCE IN COMMUNITY DAIRY PRODUCING AREAS OF POALÓ, ONCE DE NOVIEMBRE, BELISARIO QUEVEDO, IGNACIO FLORES AND ELOY ALFARO IN THE LATACUNGA CANTON”.**

**Authors:**

Achig Pilapaña Katherine Alexandra  
Aimacaña Jami Stefany Noemi

**ABSTRACT**

Dairy production is one of the most important agricultural sectors in the country, this activity generate approximately 1.4 billion dollars annually. According to (MAG 2023), the Cotopaxi province produces 737,702 liters of which approximately 60% comes from community production it could be increased with a better management of productive resources. The aimed of this research was to determine the status of soil and water resources in the community dairy-producing areas of Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Ignacio Flores, and Eloy Alfaro in the Latacunga canton the results showed significant variations between the different locations. On the other hand, Ignacio Flores has a better rating for stability and aggregation of soil, with an average of 0.88 mm. On other hand, Poaló exhibited an average pH of 8.16, which makes it slightly alkaline, approaching the optimal range for pasture cultivation. Regarding electrical conductivity, Once de Noviembre approached the ideal range with a value of 408 (dS/m). The levels of organic matter in these parishes are in the range from 1 to 3 (meq/100g), with some plots exceeding the maximum ranges. The parishes Once de Noviembre and Belisario Quevedo showed nitrogen levels within the optimal range (500 to 4000 mg/L N), while Ignacio Flores presented a high calcium concentration of 67.56 ppm, which is higher than the recommended value. In the Once de Noviembre parish the potassium remained within the ideal range at 32 meq/100g. Sodium is the most prevalent nutrient in nearly all the parishes, with Belisario Quevedo at the optimal limit with 31.44 PSI of sodium. Eloy Alfaro exhibited phosphorus levels within the ideal range, with a value of 44.88 ppm. Finally, the water pH in Once de Noviembre is 8.74, while in Poaló, the levels of dissolved oxygen and electrical conductivity remained within the optimal ranges, with values of 143.9 mg/L and 0.78 S/m, respectively.

**Keywords:** pH, sodium, nitrogen, potassium, electrical conductivity, calcium, dairy production

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
BENEFICIARIOS DIRECTOS .....	3
BENEFICIARIOS INDIRECTOS .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS .....	4
5.1 OBJETIVO GENERAL .....	4
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA TÉCNICA .....	6
7.1 SUELO .....	6

7.1.1	<i>Calidad del suelo</i> .....	6
7.1.2	<i>Muestreo del suelo</i> .....	6
7.1.3	<i>Profundidad de muestreo</i> .....	7
7.1.4	<i>Propiedades Físicas del suelo</i> .....	7
7.1.5	<i>Propiedades químicas del suelo</i> .....	8
7.1.6	<i>Agua</i> .....	12
7.1.7	<i>Pastos</i> .....	13
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS.....	15
9.	METODOLOGÍA.....	15
9.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	15
9.2	GEORREFERENCIACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	16
9.3	MUESTREO DE SUELOS EN ZONAS PRODUCTORAS COMUNITARIAS.....	17
9.4	ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO.....	18
9.4.1	<i>pH (potencial de hidrógeno) en el laboratorio</i> .....	18
9.5	ESTABILIDAD Y AGREGADOS.....	20
9.6	PROPIEDADES QUÍMICAS.....	22
9.6.1	<i>Nutrientes (extracción de pasta saturada)</i> .....	22
9.6.2	<i>Materia Orgánica</i> .....	25
9.7.	ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.....	29
9.7.2.	<i>pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica</i> .....	29
10.	ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	31
10.1	SUELO (PROPIEDADES FÍSICAS).....	31
10.1.1	<i>Estabilidad y Agregados</i> .....	31
10.2	SUELO (PROPIEDADES QUÍMICAS).....	32
10.2.1	<i>pH (Potencial de Hidrogeno)</i> .....	32
10.2.2	<i>Conductividad Eléctrica</i> .....	33
10.2.3	<i>Nitrógeno</i> .....	34
10.2.4	<i>Calcio (Ca)</i> .....	35
10.2.5	<i>Potasio</i> .....	36
10.2.6	<i>Sodio</i> .....	37
10.2.7	<i>Fósforo (P)</i> .....	39
10.2.8	<i>MATERIA ORGÁNICA</i> .....	40

10.3	AGUA.....	41
10.3.1	<i>pH</i> .....	41
10.4	PONDERACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	44
11.	CONCLUSIONES.....	45
12.	RECOMENDACIONES.....	45
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
14.	ANEXOS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1:	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
TABLA 2:	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS pH.....	24
TABLA 3:	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS pH.....	25
TABLA 4:	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS pH.....	29
TABLA 5:	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS pH.....	44
TABLA 6:	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS pH.....	45
TABLA 7:	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS pH.....	52
TABLA 8:	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS pH.....	52
TABLA 9:	NUTRIENTES (EXTRACCIÓN PASTA SATURADA).....	52
TABLA 10:	MATERIA ORGÁNICA.....	52
TABLA 11:	pH, OXÍGENO DISUELTO, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	53

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
FOTOGRAFÍA 2: GEORREFERENCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO (GPS) .....	17
FOTOGRAFÍA 3: LIMPIEZA DEL ÁREA .....	17
FOTOGRAFÍA 4: LIMPIEZA DEL ÁREA .....	18
FOTOGRAFÍA 5: ETIQUETA DE LA MUESTRA.....	18
FOTOGRAFÍA 6: TAMIZ 2 MM .....	19
FOTOGRAFÍA 7:MUESTRA COLOCADA EN EL AGITADOR MAGNÉTICO.....	19
FOTOGRAFÍA 8: IONÓMETRO PARA MEDIR PH.....	20
FOTOGRAFÍA 9:AGREGADOS.....	20
FOTOGRAFÍA 10: APLICACIÓN SLAKES.....	20
FOTOGRAFÍA 11: AGREGADOS SIN AGUA DESTILADA .....	21
FOTOGRAFÍA 12: AGREGADOS CON EL AGUA DESTILADA .....	21
FOTOGRAFÍA 13: RESULTADO DE LA MUESTRA (APP SLAKES) .....	21
FOTOGRAFÍA 14: MUESTRA PESADA.....	22
FOTOGRAFÍA 15: ELABORACIÓN DE LA PASTA SATURADA.....	22
FOTOGRAFÍA 16: PASTA REPOSADA EN EL EMBUDO BUCHNER.....	23
FOTOGRAFÍA 17: TRASLADO DEL MATRAZ A UN VASO DE PRECIPITACIÓN .....	23
FOTOGRAFÍA 18: ANÁLISIS CON LOS IONÓMETROS .....	24
FOTOGRAFÍA 19: RESULTADO DE MUESTRA CE.....	24
FOTOGRAFÍA 20: MUESTRA TAMIZADA .....	25
FOTOGRAFÍA 21: MUFLA A 430°C.....	26
FOTOGRAFÍA 22: COLOCACIÓN DE GUANTES TÉRMICOS .....	26
FOTOGRAFÍA 23: CALCINACIÓN.....	27
FOTOGRAFÍA 24: CRISOLES PESADOS EN LA BALANZA ANALÍTICA.....	27
FOTOGRAFÍA 25: PESAR 5 GR EN LA BALANZA ANALÍTICA.....	28
FOTOGRAFÍA 26: SECAR LOS CRISOLES EN EL DESECADOR .....	28
FOTOGRAFÍA 27: MUESTRAS DE AGUA .....	30
FOTOGRAFÍA 28: MULTIPARÁMETROS.....	30
FOTOGRAFÍA 29: MULTIPARÁMETRO.....	31

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: ÁREA DE ESTUDIO .....	15
GRÁFICA 2: ESTABILIDAD Y AGREGADOS.....	31
GRÁFICA 3: PH .....	32
GRÁFICA 4: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....	33
GRÁFICA 5: NITRÓGENO.....	34
GRÁFICA 6: CALCIO.....	35
GRÁFICA 7: POTASIO .....	36
GRÁFICA 8: SODIO.....	37
GRÁFICA 9: FÓSFORO .....	39
GRÁFICA 10: MATERIA ORGÁNICA.....	40
GRÁFICA 11: POTENCIAL DE HIDRÓGENO.....	41
GRÁFICA 12: OXÍGENO DISUELTO .....	42
GRÁFICA 13: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....	43
GRÁFICA 14: FÓSFORO (INIAP) .....	54
GRÁFICA 15: TEXTURA (INIAP).....	54
GRÁFICA 16: MAPA DEL SODIO .....	55
GRÁFICA 17: MAPA DEL CALCIO .....	55
GRÁFICA 18: MAPA DEL POTASIO.....	56
GRÁFICA 19: MAPA DEL FÓSFORO.....	56
GRÁFICA 20: MAPA DE LA MATERIA ORGÁNICA .....	57
GRÁFICA 21: ESTABILIDAD Y AGREGADOS.....	57
GRÁFICA 22: MAPA PH DEL AGUA.....	58
GRÁFICA 23: MAPA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AGUA.....	58
GRÁFICA 24: MAPA OXÍGENO DISUELTO DEL AGUA.....	59

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“Determinación del estado de recursos suelo y agua en zonas productoras comunitarias de leche de Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Ignacio Flores y Eloy Alfaro del cantón Latacunga”.

**Fecha de inicio:**

Abril 2024

**Fecha de finalización:**

Agosto 2024

**Lugar de ejecución:**

Ciudad de Latacunga – Provincia de Cotopaxi

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica

**Equipo de Trabajo**

Nombres de equipo de investigadores, empezando por el tutor, se anexa hoja de vida resumida de los investigadores, máximo una página, debe estar firmada

**Coordinador del Proyecto:**

**Estudiante 1:** Achig Pilapaña Katherine Alexandra

**Teléfonos:** 0992798308

**Correo electrónico:** [katherine.achig0380@utc.edu.ec](mailto:katherine.achig0380@utc.edu.ec)

**Estudiante 2:** Aimacaña Jami Stefany Noemi

**Teléfonos:** 0981974994

**Correo electrónico:** [stefany.aimacana4650@utc.edu.ec](mailto:stefany.aimacana4650@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:**

Agricultura, Silvicultura y Pesca-Producción Agropecuaria

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y los recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

**Línea de vinculación de la carrera:** Caracterización de la biodiversidad

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El análisis del suelo es una herramienta fundamental para los agricultores ya que esto permite comprender la composición del suelo y la disponibilidad de los nutrientes, factores esenciales para el éxito de los diferentes cultivos. Este análisis proporciona información detallada sobre varios parámetros del suelo como el pH, la textura, materia orgánica y los nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio.

Este tipo de análisis proporciona información detallada sobre parámetros clave del suelo, como el pH, que afecta la solubilidad de los nutrientes y la disponibilidad de las plantas; la estructura del suelo, que afecta la retención de agua y la aireación; y el contenido de materia orgánica, que mejora la estructura del suelo y su capacidad para retener nutrientes. Además, el análisis determina la concentración de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que permiten a los agricultores actualizar sus prácticas de fertilización para optimizar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Así, el análisis de suelos facilita una gestión precisa y eficiente de los recursos, contribuyendo significativamente a la productividad agrícola.

El análisis del agua es fundamental para garantizar la producción agrícola y proteger el medio ambiente. Esto no sólo beneficia a la población local y a los agricultores, sino que también contribuye a la sostenibilidad y el desarrollo económico de la región. Por tanto, es fundamental proporcionar suficiente agua limpia para mantener la salud del ganado y optimizar la producción de leche. Sin embargo, los productores de las zonas de producción de Eloy Alfaro, Poaló, Belisario Quevedo, Ignacio Flores y Once de Noviembre no tienen conocimiento de la calidad del suelo y agua utilizada en el ejercicio productivo. A esto se suma la falta de información sobre las características del recurso en sus áreas y la falta de asistencia técnica para el mejoramiento de la tierra y por ende de su producción.

Los beneficios de la producción lechera, sustento de muchas familias de varias localidades podrían ser mayores con la disponibilidad de más información sobre el estado de la calidad del suelo y del agua. Este conocimiento podría permitir la implementación de estrategias y prácticas sostenibles que eviten su degradación. Los hallazgos encontrados son aportes para los productores, las autoridades de la localidad y para los técnicos de instituciones interesados en la promoción de prácticas sustentables en el sistema de producción lechero.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **Beneficiarios Directos**

En este proyecto de investigación los beneficiarios directos los 107 533 habitantes de la ciudad de Latacunga, lo que la convierte en la vigésima ciudad más poblada del país, de los cuales 51 543 son hombres y 55 990 son mujeres, según el plan de desarrollo territorial del 2015(Cityfacts, 2019).

#### **Beneficiarios Indirectos**

Con el presente estudio serán beneficiados indirectamente la Universidad Técnica de Cotopaxi, sus estudiantes y docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La degradación responde a un proceso de transformación de zonas con vegetación natural hacia cultivos, pastizales y otros usos, lo que afecta seriamente a los ecosistemas. Además, se ha perdido suelo fértil y cobertura vegetal, en parte debido a malas prácticas agrícolas como el uso excesivo de químicos, la deforestación, los monocultivos intensivos y la falta de rotación de cultivos, lo que ha causado perjuicios económicos al sector. Según el Ministerio del Ambiente y la FAO, las pérdidas relacionadas con la degradación 7.6% del valor bruto de la producción agrícola. Este impacto también afecta la disponibilidad de fuentes de agua, aumenta la vulnerabilidad de la agricultura ante eventos climáticos, y pone en riesgo la seguridad alimentaria, limitando las oportunidades de desarrollo para la población (FAO, 2018).

La erosión y degradación del suelo son fenómenos visibles en la provincia de Cotopaxi que va de un 15 % en toda la provincia, por ende, en las parroquias de (Poaló, Belisario Quevedo, Once de Noviembre, Eloy Alfaro e Ignacio Flores) existe una mínima capacidad de

erosión por lo tanto sus tierras son productivas para la siembra ya que son áreas sub utilizadas con un 7%(Cotopaxi, 2018).

Aproximadamente el 70% del agua dulce disponible en el planeta se destina a riego agrícola, y en Ecuador el porcentaje es similar, por lo que en la provincia de Cotopaxi existe, La escasez de agua para riego en Cotopaxi es una preocupación significativa debido a varios factores que afectan la disponibilidad y gestión del recurso hídrico en la región ya que en las parroquias antes mencionadas existe poco caudal debido a que los sistemas de riegos son escasos y poco planificados(Lasso Mendoza et al., 2021).

En Ecuador, la extensión de pastos supera a la de cualquier otro cultivo. Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, el 42,68% corresponde a pastos cultivados y el 14,85% a pastos naturales. Es por eso que en los sitios de esta investigación existe un poco capacidad de siembra de coberturas vegetales (pasto) con 24,16% de la superficie de la provincia, debido a que en algunas áreas no constan con agua de riego y también alguna de estas se dedican al mono cultivo sembrando maíz para la venta y consumo ya que no existe un pasto de buena calidad que podrá dar una buena producción de leche en sus vacas (León et al., 2018).

Cando el pasto crece, aumenta tanto la cantidad de hojas como los minerales disponibles, es altamente digestible y apetitoso, con un contenido de proteína que varía entre el 15 y el 20 %. se puede cultivar en suelos con fertilidad de media a alta, con buen drenaje y no demanda una fertilización excesiva, si se desea obtener una mayor cantidad de forraje, se pueden aplicar dosis moderadas de fertilizantes, ya que responde muy bien a estos tratamientos (Mena, 2015).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

- Determinar el estado de los recursos suelo y agua en zonas productoras comunitarias de leche de Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Ignacio Flores, y Eloy Alfaro del cantón Latacunga.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las características físicas y químicas del suelo en zonas productoras comunitarias.

- Determinar el pH, CE, OD de las fuentes hídricas utilizadas en las zonas productoras de Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Ignacio Flores, y Eloy Alfaro del cantón Latacunga.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

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

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medio de verificación</b>
Analizar las características físicas y químicas del suelo en zonas productoras comunitarias.	Georreferenciación de la zona de estudio.	Zonificación de la zona de estudio.	Mapa de zona de estudio.
	Identificación de productores comunitarios.	Número de productores comunitarios para el estudio.	Lista de productores.
	Muestreo de suelos en zonas productoras comunitarias.	135 muestras de suelo	Muestras recolectadas y etiquetadas.
	Analizar las características físicas y químicas del suelo	Suelos caracterizados con análisis físicos y químicos.	Tabla de características físicas y químicas por muestra.
<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medio de verificación</b>
Determinar el pH, CE, OD de las fuentes hídricas utilizadas en las zonas productoras de Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Ignacio Flores, y Eloy Alfaro del cantón Latacunga.	Seleccionar los puntos de muestreo.	Análisis de 3 parámetros de calidad de agua para riego.	Comparación de los parámetros con la norma TULSMA.
	Determinar el pH, CE, OD en 135 puntos correspondientes a la zona de muestreo.		
	Analizar los parámetros evaluados para el agua de riego.		

*Elaborado por: (Achig K, Aimacaña S. 2024).*

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **7.1 Suelo**

El suelo es un recurso indispensable para la vida que permite el desarrollo de las plantas, los animales y el hombre. Sin embargo, no se reconocen todas las funciones que realiza, por lo que el concepto general de suelo fértil suele enfocarse principalmente en sus propiedades químicas, especialmente en la disponibilidad de los macro elementos primarios como nitrógeno, fósforo y potasio (García et al., 2012).

Las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física del suelo influye en su rigidez y capacidad del soporte, en la facilidad con la que las raíces pueden penetrar, en la aireación, en la capacidad de drenaje y almacenamiento de agua, así como en la plasticidad y la retención de nutrientes. Es fundamental que quienes trabajan con la tierra comprenden estas propiedades físicas del suelo para entender cómo y en qué medida afectan el crecimiento de las plantas y como la actividad humana las puede influenciar, logran alternarlas, y reconocer la importancia de preservar las mejores condiciones físicas del suelo posibles (L et al., 2004).

#### **7.1.1 Calidad del suelo**

Un suelo fértil y saludable proporciona a las plantas los nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo, mientras que sus características físicas, como la estructura y los agregados, facilitan que el agua y el oxígeno lleguen a las raíces. Los suelos también se describen como “suelos sanos o suelos de calidad”, porque describen suelos que no solamente son fértiles, sino que también tienen propiedades físicas y biológicas para sostener la productividad, mantener la calidad del medio ambiente y promover la sanidad de plantas y de animales. La calidad del suelo quiere decir la capacidad de un tipo específico de suelo de funcionar para sostener la productividad de las plantas y de los animales, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire y también de mantener la sanidad y la vivienda de los humanos (PennState Extension, 2023).

#### **7.1.2 Muestreo del suelo**

El muestreo de suelo, entendido como la actividad de colecta en un tiempo y en un lugar particular de una cantidad de suelo para fines de análisis de laboratorio, es realizado en campo

para fines predefinidos. En términos generales, una muestra de suelo refleja las condiciones específicas del suelo en el momento en el que se recolectó. La calidad de la muestra del suelo se refiere al proceso de recolección que optimiza la selección de la cantidad de muestras y los sitios de muestreo, de acuerdo con el objetivo de estudio. Esto permite reducir costos para el productor o usuario y garantiza resultados de laboratorio de mayor calidad y mejor interpretación, independientemente del método empleado (Mendoza & Espinoza, 2017).

### **7.1.3 Profundidad de muestreo**

El análisis químico del suelo debe llevarse a cabo cada uno o dos años, con suficiente anticipación para poder determinar las medidas de manejo de cultivo. Se recomienda realizarlo unos dos meses antes de la siembra o de cada fertilización. En el caso de forrajes en producción, es ideal hacerlo después de un periodo de pastoreo intensivo o tras el corte. No se debe tomar muestras justo después de una quema, ni después de aplicar fertilizantes o cal, ya que esto podría alterar los resultados. En cultivos intensivos, la frecuencia debería ser anual. Se recomienda realizar el muestreo cuando el suelo tiene un nivel de humedad similar a su capacidad de campo (aproximadamente un día después de una lluvia o riego intenso), para facilitar la mezcla de las submuestras y obtener una muestra compuesta homogénea. Se recomienda que las submuestras se tomen a la misma profundidad. Para cultivos anuales, se recomienda muestrear a una profundidad de 0 a 20cm; en el caso de forrajes, de 0 a 15 cm. En frutales o forestales, debido a la mayor profundidad de sus raíces, se sugieren dos niveles de muestreo: de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm (Schweizer, 2011).

### **7.1.4 Propiedades Físicas del suelo**

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases de este (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas. La condición física del suelo afecta su capacidad de soporte, la facilidad con que las raíces penetran, la circulación del aire, la capacidad de almacenamiento de agua, el drenaje y la retención de nutrientes, entre otros aspectos (Intagri S.C, 2001).

#### **7.1.4.1 Textura**

La textura del suelo es una de las propiedades más determinantes, ya que influye en muchas otras características y propiedades del suelo. En el riego y el drenaje, la textura del suelo es crucial para calcular las láminas de riego y lavado, así como para el diseño de sistemas

de riegos y drenaje. Por esta razón, se ofrecerá una descripción detallada de esta propiedad. La textura del suelo se refiere a las proporciones porcentuales de los diferentes tamaños de partículas en una muestra de suelo, específicamente la arcilla, el limo y las arenas de menos de 2 mm de diámetro. Si hay una cantidad significativa de partículas mayores de 2mm, se añadirá el término “gravoso” o “pedregoso” al nombre de la textura, según corresponda (Cisneros, 2020).

La textura del suelo está determinada por los minerales que lo componen, lo que nos lleva a clasificarlo como arenoso o arcilloso. Los suelos en los que predomina la fracción arena son permeables al agua y al aire y fácilmente trabajables (lo que se considera que son buenas propiedades físicas). Son suelos relativamente sueltos, livianos, pero de baja fertilidad. En cambio, los suelos arcillosos son pegajosos cuando están húmedos y se vuelven muy duros al secarse. Solo se pueden trabajar dentro de un rango específico de humedad. Por lo tanto, contienen malas propiedades físicas, pero son los más fértiles. Se les conoce como suelos pesados. Entre dos extremos, existe una amplia variedad de situaciones, dependiendo del porcentaje de las distintas fracciones minerales que forman el suelo. Cuando las tres fracciones (arena, limo, y arcilla) están equilibradas, se refiere a suelos francos o texturas medias. Estos son suelos equilibrados entre sus propiedades físicas y fertilidad (INIA, 2015).

#### **7.1.4.2 Estabilidad y agregados del suelo**

Es un indicador clave de la calidad física del suelo para evaluar como las prácticas agronómicas y los sistemas de cultivo afectan al suelo. La EA es un atributo asociado al contenido de materia orgánica, a la actividad biológica y al ciclado de nutrientes en el suelo. El porcentaje de agregados estables al agua muestra la cantidad que resiste la perturbación causada por el flujo de agua. Una mayor cantidad de agregados estables indica una mejor calidad física del suelo (Urinovsky et al., 2018).

### **7.1.5 Propiedades químicas del suelo**

#### **7.1.5.1 Intercambio catiónico**

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de la cantidad de cargas negativas en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (como arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y refleja la capacidad de estas superficies para retener cationes (como Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub>, entre otros). Estos cationes serán reemplazados por otros cationes o iones de hidrógeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El

nivel de CIC refleja la capacidad del suelo para retener cationes, lo que afecta la disponibilidad y cantidad de nutrientes para las plantas, así como su pH potencial, entre otros factores. La unidad de medición de la CIC es centimoles de carga por kilogramo de suelo (cmolc/kg) o miliequivalentes por 100 gramos de suelo (meq/100g) (FAO, 2024).

#### **7.1.5.2 Materia orgánica**

El suelo consta de cuatro componentes principales: la fracción mineral, la fracción orgánica, el aire y el agua. La fracción mineral está compuesta por partículas de arena, limo y arcilla, que definen la textura básica del suelo. La fracción orgánica (materia orgánica) incluye restos de plantas y animales en diversos estados de descomposición. Cuando los animales muertos y los restos vegetales caen al suelo o se añaden, empiezan a descomponerse de inmediato. La macro y meso fauna comienza a descomponer estos restos, mientras que la población de microorganismos crece rápidamente. Estos microorganismos descomponen los restos vegetales y animales, y luego mueren, contribuyendo a la formación de la materia orgánica del suelo (MOS). Por parte de la materia orgánica se descompone más rápidamente que otras, el producto final de esta descomposición es el humus. Este es un tipo de materia orgánica de color negro o marrón oscuro que es muy resistente a la descomposición (Docampo, 2019).

Un proceso en el que intervienen la temperatura, el agua y determinados organismos vivos (lombrices, insectos, microorganismos, etc.) y del que se obtiene lo que se denomina humus: un complejo de macromoléculas en estado coloidal, está formado por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, entre otros, y está en un constante proceso de degradación y síntesis. Es decir, un conjunto de sustancias necesarias para tener un suelo fértil que permita el desarrollo y conservación de la vida. Pese a su importancia, la cantidad de materia orgánica en el suelo es generalmente baja y no suele exceder el 2% del peso seco. Este porcentaje disminuye aún más en suelos sometidos a explotación agrícola, lo que lleva a una pérdida de fertilidad. Por esta razón, se ha buscado tradicionalmente agregar materia orgánica adicional a los suelos de cultivo mediante prácticas como la incorporación de rastrojos, rotaciones de cultivos, el uso de abonos verde, cubiertas vegetales, así como la producción y aplicación de compost, estiércol y purines (Genia Bioenergy, 2018).

### **7.1.5.3 pH (potencial hídrico)**

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo, y afecta la disponibilidad de los nutrientes, la actividad de microorganismos, y la solubilidad de minerales del suelo. Factores clave que influyen en el pH del suelo son la temperatura y las precipitaciones, ya que regulan la intensidad del lixiviado y la meteorización de los minerales del suelo. La acidez por lo general está asociada con suelos lixiviados; la alcalinidad mayormente aparece en regiones más secas. Sin embargo, prácticas agrícolas como el encalado o la adición de fertilizantes de amonio pueden modificar el pH del suelo. La medición del pH en realidad evalúa la actividad del ion  $[H^+]$  en la solución del suelo (Agrónomos, 2024).

El pH es una de las variables más cruciales en los suelos agrícolas, ya que influye directamente en la capacidad de las plantas para absorber nutrientes y en la ocurrencia de muchos procesos químicos en el suelo (Agropal, 2015).

### **7.1.5.4 Nitrógeno (N)**

El nitrógeno es importante para las plantas y su presencia en el suelo es esencial para su crecimiento y desarrollo, la fertilización nitrogenada es una práctica muy utilizada en la agricultura para suplementar la cantidad de nitrógeno en el suelo y mejorar la productividad de los cultivos. A través de la aplicación de los fertilizantes ricos en nitrógeno, se suplementa la cantidad de este nutriente en el suelo y se mejora la calidad y cantidad de la producción agrícola. La fertilización nitrogenada, simplemente aumenta la productividad de los cultivos, también ayuda a mejorar la calidad de los alimentos que produce, además la fertilización nitrogenada también puede mejorar la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas (Verde, 2024).

### **7.1.5.5 Potasio (k)**

El potasio es esencial para la fotosíntesis, activa más de 60 enzimas y regula el agua en los tejidos vegetales. aunque está presente en abundancia en los suelos, solo una pequeña parte esta disponible para las plantas. Este nutriente no causa problemas ambientales cuando sale del sistema suelo, ya que no es tóxico y no causa complicaciones en los sistemas acuáticos, pero hay que tener en cuenta que es de los nutrientes que más demanda tiene por parte de los cultivos de fruto. El Potasio (K) es uno de los nutrientes primarios requeridos para el correcto crecimiento y desarrollo de las plantas. Este elemento participa en diferentes procesos bioquímicos y fisiológicos de los vegetales, desempeñando funciones esenciales con la

actividad enzimática, las proteínas, y la fotosíntesis, la osmorregulación, la actividad estomática, la transferencia de energía, el transporte en el floema, el equilibrio anión-cation y en la resistencia al estrés biótico y abiótico (DFGRUPO, 2020).

#### **7.1.5.6 Calcio (Ca)**

El calcio es uno de los nutrientes más esenciales para el óptimo crecimiento y desarrollo de los cultivos, su presencia en el suelo y su absorción eficiente por parte de las plantas son factores clave para asegurar una producción agrícola exitosa y de alta calidad. Uno de los principales roles de calcio en los cultivos es su contribución a la formación y fortalecimiento de la estructura celular. Participa en la síntesis y estabilidad de la pared celular, proporcionando rigidez y resistencia a los tejidos vegetales. Esto es clave para mantener la integridad de las plantas, prevenir enfermedades y soportar condiciones ambientales adversas. Además, el calcio desempeña un papel fundamental en la regulación de procesos fisiológicos clave en las plantas, participa en la activación de enzimas y la transmisión de señales bioquímicas, lo que influye en la absorción y transporte de otros nutrientes. El calcio mejora la firmeza y textura de los frutos, haciéndolos más resistentes al manejo y transporte, y reduciendo las pérdidas post cosecha, por ende, el calcio favorece la retención de sabor, color y valor nutricional en los alimentos, lo que resulta en productos más atractivos para los consumidores (Nostoc Biotech, 2023).

#### **7.1.5.7 Fósforo (P)**

El fósforo (P) es el segundo nutriente mineral más importante en la agricultura global debido a su alta reactividad en el suelo, lo que lo convierte en formas complejas difíciles de absorber por las plantas. Esto significa que muchas áreas agrícolas retienen mucho fósforo, ya que se une firmemente en las partículas del suelo o se fija en la materia orgánica, reduciendo su disponibilidad para los cultivos. El fósforo orgánico de los residuos de cosecha, el estiércol o la materia orgánica del suelo pueden contribuir en gran medida al fósforo de la solución del suelo. El fósforo orgánico de los residuos de cosecha, estiércol o materia orgánica del suelo puede incrementar significativamente el fósforo disponible en la solución del suelo. La temperatura y humedad del suelo influyen en la descomposición de la materia orgánica y, por lo tanto, en la disponibilidad del fósforo. La gallinaza es una de las fuentes orgánicas que más fósforo aporta (Intagri, 2021).

### **7.1.6 Agua**

El agua garantiza la sostenibilidad de los cultivos y el suministro de alimentos para una creciente población mundial, ya que es necesaria para el riego de los cultivos, la nutrición de las plantas, la regulación de la temperatura, el control de plagas y enfermedades, y la conservación de suelos. Sin un suministro adecuado de agua, la producción agrícola se vería seriamente afectada (Revista Agua, 2023).

#### **7.1.6.1 Calidad del agua**

La calidad del agua de riego depende de factores como una muestra representativa, su origen, problemas de salinidad (afectando suelo y cultivos), infiltración y toxicidad específica (cloruros, sodio y boro), mantenimiento de los sistemas de riego localizado, riesgo de obstrucciones, etc. (Molinos, 2022).

La calidad y composición del agua no deben subestimarse, ya que afectan el desarrollo de las plantas, la estructura del suelo y el sistema de riego. La calidad del agua para riego se basa en su composición química y física, incluyendo su mineralización y la presencia de sólidos u orgánicos. Las propiedades químicas y físicas, como la turbiedad y las algas, determinan su adecuación para el riego. Los criterios de calidad del agua para riego difieren a los de agua potable y pueden variar según el tipo de cultivo, ya que diferentes plantas tienen distintas sensibilidades a ciertos minerales o propiedades del agua. Para evaluar las características del agua, es necesario realizar análisis químicos en laboratorio (SAB, 2020).

#### **7.1.6.2 pH (Potencial de Hidrogeno) del agua**

El pH del agua de riego, al igual que la conductividad eléctrica, es otro parámetro muy importante en especial para la fertirrigación, la disponibilidad de nutrientes y la precipitación de fertilizantes están estrechamente relacionados a este parámetro, mediante este parámetro se busca analizar el efecto que produce el pH del agua de riego sobre los cultivos y como mejorar este parámetro para llevarlo a niveles óptimos. El pH del agua de riego está muy influenciado por su fuente y por los fertilizantes añadidos durante el fertirriego. Si el agua proviene de un pozo profundo que atraviese suelos calcáreos o roca calcita, es probable que tenga un pH alto y sea muy alcalina. En cambio, si el agua se obtiene un río que pasa por una zona industrial con emisiones de gases sulfurosos, el pH del agua será ácido (Hernández, 2017).

### **7.1.6.3 Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica del agua es una medida para conducir corriente eléctrica, influenciada por la presencia de iones disueltos como sales minerales, este parámetro es crucial en estudios ambientales y científicos, ya que proporciona información sobre la salinidad y la contaminación del agua. Valores altos de conductividad pueden indicar la presencia de contaminantes o la influencia de actividades humanas como la agricultura o la minería. Por otro lado, bajos niveles de conductividad son típicos en aguas puras y sin contaminación significativa, la medición precisa de la conductividad eléctrica del agua es fundamental para evaluar la calidad del recurso hídrico y tomar decisiones informadas en la gestión y conservación de los ecosistemas acuáticos. La amenaza del cambio climático global preocupa a los científicos porque factores climáticos esenciales para el crecimiento de los cultivos, como la precipitación y la temperatura, se verán gravemente alterados, lo que afectará la producción agrícola (Altieri & Nicholls, 2009).

La conductividad eléctrica se mide con frecuencia en los sistemas acuícolas y se toma como un indicador del grado de mineralización (concentración iónica total) del agua (Claude, 2017).

### **7.1.6.4 Oxígeno Disuelto**

Para los cultivos, el agua proporciona oxígeno a las raíces, y generalmente se recomienda un nivel mínimo de 3-4 mg/L de oxígeno disuelto en la solución nutritiva para cultivos hortícolas y ornamentales. La falta de oxigenación en la rizosfera se manifiesta en síntomas como el oscurecimiento de las raíces, un aumento en el crecimiento de raíces adventicias y un crecimiento deficiente (HANNA, 2022).

### **7.1.7 Pastos**

Los pastos pueden ser caracterizados como primordial fuente de componentes nutricionales para la alimentación del ganado bovino en todas las regiones, ayudan con el suministro de grandes cantidades de proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino, fundamentalmente si este está destinado para la producción de leche y carne (Pintado & Vásquez, 2016).

El pasto son plantas herbáceas que crecen en los potreros y se utilizan para alimentar al ganado, mientras que el forraje se cosecha y se proporciona a los animales como alimento, ya sea en estado verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo) (Agro Rural, 2020).

#### **7.1.7.1 Pastos cultivados**

El sector ganadero ocupa la mayor parte de las tierras agrícolas para pastoreos y cultivos forrajeros, y juega un papel trascendental en el cambio climático, la gestión de la tierra, el agua y la biodiversidad. Actualmente, busca que los sistemas de producción agropecuarios desarrollen tecnologías sostenibles. Para alcanzar este objetivo, se deben considerar aspectos como la salud y el bienestar animal, la utilización responsable de los recursos genéticos animales, la nutrición y la alimentación animal sostenibles (FAO, 2024).

#### **7.1.7.2 Nutrientes esenciales para el pasto**

Para mejorar la producción en praderas, los factores clave son la cantidad de brotes por unidad de superficie y el contenido de materia seca. Los altos rendimientos se logran optimizando el número de hojas y tallos, manteniendo la masa foliar verde y alcanzando un alto nivel de materia seca en las plantas. Un programa de nutrición equilibrado, que incluya todos los macro y nutrientes, es fundamental para gestionar estos componentes esenciales. El nitrógeno es el nutriente más importante e influye en la producción de pasturas, las necesidades de potasio, fósforo, azufre, calcio y magnesio están relacionadas con la cantidad de nitrógeno aplicado. Durante el crecimiento temprano en primavera, hay una demanda de estos macronutrientes, para evitar limitaciones en la producción, esencial que los nutrientes se suministren en cantidades adecuadas para que las plantas puedan absorberlos. La producción de nutrientes y la producción de pasturas dependen de la intensidad de producción, ya sea mediante corte o pastoreo (Yara, 2024).

#### **7.1.7.3 Zonas productoras de leche**

La producción lechera es un sector bueno para la generación de empleo en el ámbito agrícola y en la economía del Ecuador, particularmente en la región andina. Más de 600 000 personas, incluyendo muchas mujeres campesinas, dependen directamente de la producción de leche. Los productores de leche garantizan el autoabastecimiento del Ecuador y contribuyen

fundamentalmente a la seguridad y soberanía alimentaria del país. La leche es el único producto tradicional que ha proporcionado los pequeños productores un ingreso relativamente seguro y en crecimiento en los últimos años (Brassel et al., 2010).

## 8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS

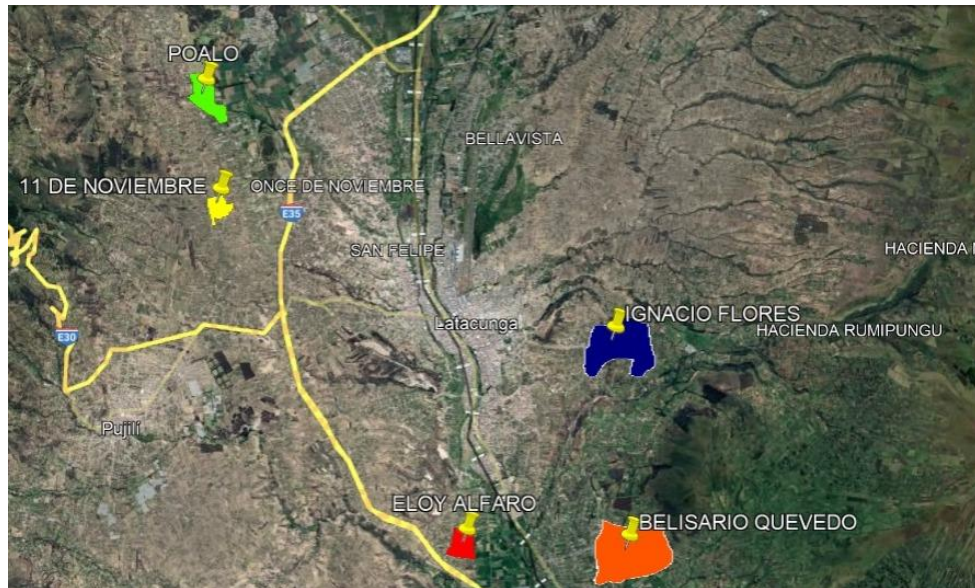
¿Se podrá determinar el estado de los recursos suelo y agua de zonas comunitarias productoras de leche con los parámetros físicos y químicos?

## 9. METODOLOGÍA

### 9.1 Área de estudio

Para recolectar las muestras de suelo los lugares son Once de Noviembre, Poaló, Belisario Quevedo, Ignacio Flores y Eloy Alfaro perteneciente a la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga.

*Gráfica 1: Área de estudio*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

#### a. Fase Bibliográfica

Mediante la revisión bibliográfica de tesis, artículos científicos, libros se determinó tipos de muestreo, parámetros físicos y químicos en el laboratorio.

### **b. Fase de campo**

Se realizó la zonificación del lote con la herramienta del GPS, se tomaron los puntos para delimitar el área de estudio.

Mediante la técnica de muestreo en zig-zag, con la ayuda del barreno se recolecto 6 muestras de suelo, se mezcla y se obtiene una muestra representativa de 1 kilo en la funda ziploc, procedemos a etiquetarlas según el protocolo del laboratorio.

### **c. Fase Laboratorio**

Dentro del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi se realizó el análisis de suelo con los parámetros físicos y químicos de acuerdo con el protocolo establecido en el laboratorio.

## **9.2 Georreferenciación de la zona de estudio**

- El número de muestras total fue 135.

*Fotografía 1: Identificación del área de estudio*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Para la georreferenciación de la zona se utilizará un GPS (sistemas de posicionamiento global) con el cual se determinó las coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo de suelo y agua de los productores comunitarios de leche.

*Fotografía 2: Georreferencia de la zona de estudio (GPS)*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

### 9.3 Muestreo de suelos en zonas productoras comunitarias

- Se reconoció las áreas donde se recolectaron las muestras.
- Se procede a usar un azadón o una azada para poder remover la capa superficial de los residuos orgánicos como hojas, ramas, hierva, etc.

*Fotografía 3: Limpieza del área*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Con la ayuda de un barreno se extrajo 6 sub muestras a una profundidad de 15 – 20 cm de 1 kg cada área, en total se recogerán 135 muestras.

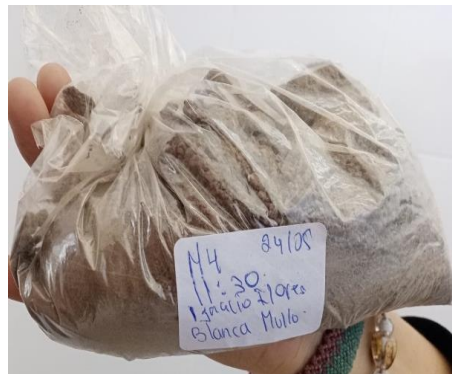
**Fotografía 4: Limpieza del área**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Se mezcla en un balde para obtener una muestra representativa. Se etiqueta cada muestra con la fecha, ubicación y hora.

**Fotografía 5: Etiqueta de la muestra**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Se recomienda mantener las muestras en un lugar fresco y seco, es necesario transportar las muestras lo más pronto para evitar cambios en las propiedades del suelo.

## **9.4 Análisis de características físicas y químicas del suelo**

### **9.4.1 pH (potencial de hidrógeno) en el laboratorio**

La disponibilidad de macro y micronutrientes en el cultivo de plantas depende del pH del suelo y las soluciones nutritivas, un pH de 4.0 y 5.0 indica suelos fuertemente ácidos, donde

la solubilidad de minerales como aluminio, hierro y manganeso aumenta, pudiendo ser tóxicos para las plantas.

### **Procedimiento**

- Dejar secar de 2 a 3 días un 1Kg de muestra de suelo
- Se procede a tamizar (tamiz 2mm) 10 gr de muestra suelo previamente secado, luego se colocó en un vaso de precipitación de 50 ml con 25 ml de agua destilada

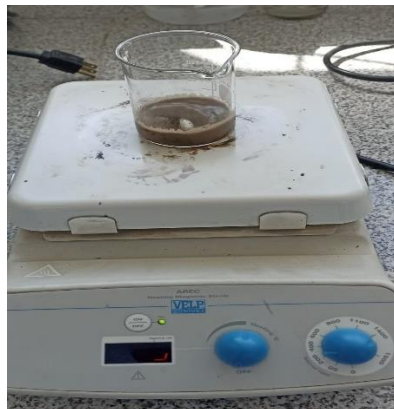
*Fotografía 6: Tamiz 2 mm*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Se colocó en el agitador magnético durante 30 min.

*Fotografía 7: Muestra colocada en el agitador magnético*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Dejar reposar por 10 min para lograr un equilibrio iónico.
- Colocar máximo 3 gotas de muestra en el ionómetro para determinar el pH

**Fotografía 8:** Ionómetro para medir pH



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

### 9.5 Estabilidad y agregados

Para este parámetro se utilizó la aplicación Slakes.

#### Procedimiento

- Dejar secar las muestras de suelo de 2 a 3 días.
- Elegir 3 agregados de suelo, previamente secos, y se ubica en cada una de las cajas Petri.

**Fotografía 9:** Agregados



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Utilizar la aplicación Slakes y tomar una foto de los agregados ajustando el color, pero solo en la base que corresponda a estos.

**Fotografía 10:** Aplicación Slakes



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

*Fotografía 11: Agregados sin agua destilada*

**Initial Image**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Para la segunda foto aplicar con ayuda de la pipeta el agua destilada, y que cubra por completo los agregados, donde cambiara su forma por el contacto con el agua.

*Fotografía 12: Agregados con el agua destilada*

**Final Image**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

*Fotografía 13: Resultado de la muestra (app Slakes)*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

## 9.6 Propiedades Químicas

### 9.6.1 Nutrientes (*extracción de pasta saturada*)

Conocer los nutrientes en el suelo es fundamental para asegurar el crecimiento saludable de las plantas, mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos, prevenir problemas de nutrición, fomentar prácticas agrícolas sostenibles y optimizar el uso de recursos agrícolas, para este proceso se extrae una pequeña fracción de los nutrientes presentes en el suelo.

#### Procedimiento

Según el protocolo del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Para la preparación de la muestra se tamizo 200 gr de muestra de suelo (tamiz 60mm), se realizó una pasta saturada con agua destilada, la mezcla debe estar homogénea

*Fotografía 14: Muestra pesada*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

*Fotografía 15: Elaboración de la pasta saturada*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Tapar la mezcla con film transparente y dejar reposar por 2 horas.
- Pasadas las 2 horas colocar un papel filtro de la medida del embudo, este papel evitara perdidas en el proceso de extracción, verter la pasta previamente reposada en el embudo buchner y colocar la bomba al vacío.

*Fotografía 16: Pasta reposada en el embudo buchner*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Trasladar la muestra del matraz a un vaso de precipitación.

*Fotografía 17: Traslado del matraz a un vaso de precipitación*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Por último, colocar 3 gotas de la muestra en los ionómetros para así determinar cada uno de los parámetros.

**Fotografía 18:** Análisis con los ionómetros



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

**Fotografía 19:** Resultado de muestra CE



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

**Tabla 2:** Interpretación de resultados pH

<b>pH</b>	
5.6 – 6.4	Ligeramente ácido
6.5 – 7.5	Prácticamente neutro
7.6 – 8.4	Ligeramente alcalino
8.0	Alcalino

**Tabla 3:** Interpretación de resultados pH

Nutrientes	Niveles en ug/ml		
	Bajo	Medio	Alto
<b>Potasio (k)</b>	<76	76 - 150	>150
<b>Calcio (Ca)</b>	<41	41 -140	>140
<b>Sodio (Na)</b>	<16 cmol/kg o meq/100gr	16 -30 cmol/kg o meq/100gr	>31 cmol/kg o meq/100 gr
<b>Conductividad eléctrica</b>	<500 dSm – 1	500 – 1000 dSm - 1	>1000 dSm - 1

**Elaborador por:** (Protocolo del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi).

### 9.6.2. Materia Orgánica

La materia orgánica es importante porque ayuda a mejorar su estructura, fertilidad y capacidad de retención de agua, esto reduce la necesidad de riego y mejora la resistencia a la sequía. Además, la descomposición de la materia orgánica libera nutrientes esenciales que son importantes para el crecimiento de las plantas, a su vez favorece la actividad biológica del suelo. Para este procedimiento se usa la técnica de calcinación.

#### Procedimiento

1. Preparación de la muestra
  - Pesar 100gr de suelo y posteriormente tamizar a 2 mm.
  - Dejar secar los 100 gr de suelo tamizado.

**Fotografía 20:** Muestra tamizada



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

## 2. Preparación de los crisoles

- Colocar los crisoles en el interior de la mufla durante 15 min a 430°C, inmediatamente colocar en el desecador hasta que se encuentre a temperatura ambiente para tallarlos con la espátula, esto nos ayudara a limpiar los crisoles.
- Introducir los crisoles durante 2 horas a una temperatura de 430°C, esto nos ayuda a eliminar la humedad de los crisoles.

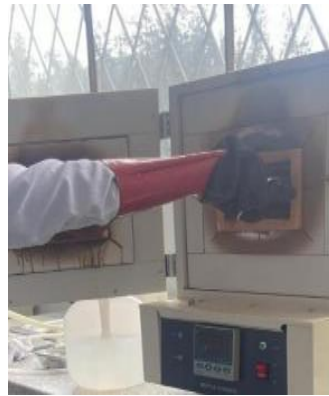
***Fotografía 21: Mufla a 430°C***



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Pasadas las 2 horas sacar los crisoles con ayuda de las pinzas.

***Fotografía 22: Colocación de guantes térmicos***



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Colocar los crisoles directo al desecador hasta que se encuentre a temperatura ambiente.

**Fotografía 23:** *Calcinación*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- A continuación, se pesan los crisoles en la balanza analítica de precisión.

**Fotografía 24:** *Crisoles pesados en la balanza analítica*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Anotar el peso de cada crisol.
  - Finalmente, marcar con un lápiz cada crisol, ya que cada una de ellas tiene un peso diferente.
3. Procedimiento final
- Pesar 5 gr de suelo ya tamizado en la balanza analítica y colocar en los crisoles.

**Fotografía 25:** *Pesar 5 gr en la balanza analítica*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Ubicar dentro de la mufla a 430°C por 2 horas.
- Transcurrido este tiempo, sacar los crisoles cuidadosamente y colocar en el desecador hasta que se encuentre a temperatura ambiente.

**Fotografía 26:** *Secar los crisoles en el desecador*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Pesar nuevamente los crisoles y anotar el peso.

### **Fórmula**

$$\text{Peso } 105^{\circ}\text{C (gr)} = \text{Peso crisol total (gr)} + \text{Peso suelo seco (gr)}$$

$$\% \text{ materia organica} = \frac{(\text{Peso } 105^{\circ}\text{C (gr)} - \text{Peso } 430^{\circ}\text{C (gr)})}{\text{Peso } 430^{\circ}\text{C (gr)}} * 100$$

### **Dónde**

- Peso 105°C (gr)
- Peso crisol total (gr)= Peso sin humedad del crisol

- Peso suelo seco= 5 gr de suelo seco
- Peso 430°C (gr)= pérdida de peso que sufra la muestra en la mufla es decir la calcinación de la materia orgánica.

### Interpretación de resultados

*Tabla 4: Interpretación de resultados pH*

Interpretación de resultados (materia orgánica)

Contenido %	Categoría	Puntuación
<1.0	Bajo	0
1.0 – 3.0	Medio	1
>3.0	Alto	2

**Elaborador por:** (Protocolo del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi).

## 9.7. Análisis de características químicas del Agua

### 9.7.2. pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica

Para este procedimiento se utilizó el multiparámetro HANNAH198194.

El pH es fundamental ya que este parámetro define su nivel de acidez o alcalinidad. En la agricultura el pH tiene una gran relevancia porque influye en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y en la salud del suelo. La escala de pH varía de 0 a 14, con 7.0 como neutro.

### Procedimiento

1. Ubicación del muestreo
  - Seleccionar el punto geográfico para la toma de muestra de agua con el GPS, tomando en cuenta el inicio del reservorio, la dirección del agua y el final del reservorio.
2. Procedimiento
  - Tomar muestras de agua con ayuda de los vasos desechables, tomando en cuenta que los vasos están estériles, y ubicar en la hielera previamente colocado el hielo, y se transporta al laboratorio (UTC), hay que tener en cuenta que la muestra solo dura 2 horas.

*Fotografía 27: Muestras de agua*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Cada muestra de agua se marca dependiendo la zona con hora, fecha y lugar.
- En el laboratorio (UTC), se coloca las muestras sobre el mesón y con la ayuda del multiparámetro se mide el Ph, Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica

*Fotografía 28: Multiparámetros*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

- Para medir las diferentes muestras de cada zona, se debe limpiar el multiparámetro con ayuda de agua destilada.
- Anotar resultados.

**Fotografía 29: Multiparámetro**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

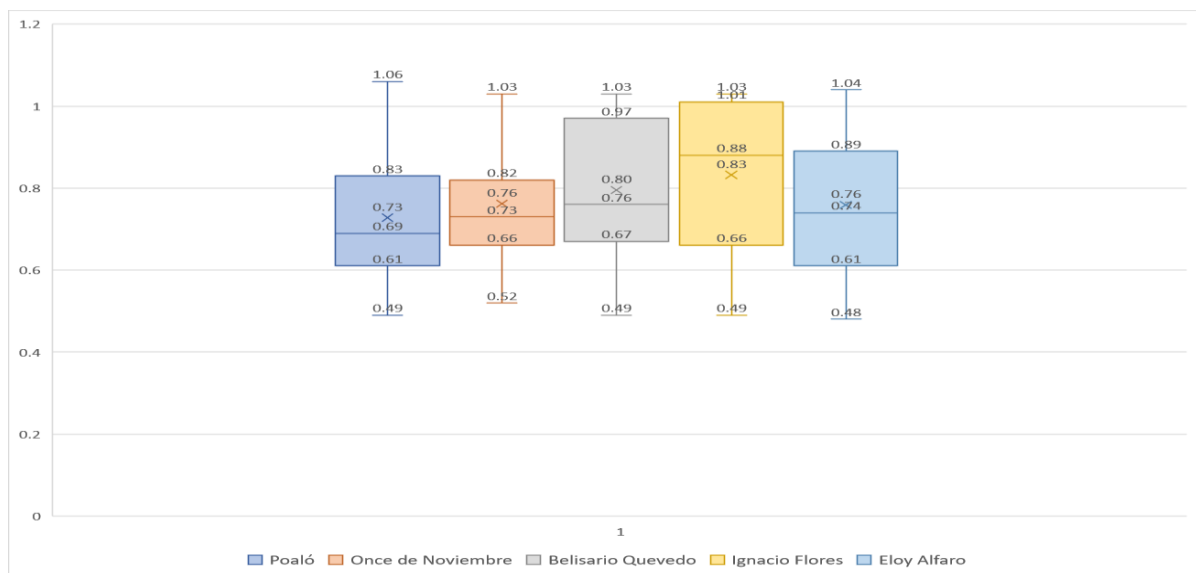
Para realizar el análisis de los datos obtenidos de las 135 muestras de suelo se realizará con la estadística descriptiva.

## 10. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 10.1 SUELO (PROPIEDADES FISICAS)

#### 10.1.1 Estabilidad y Agregados

**Gráfica 2: Estabilidad y Agregados**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

En el gráfico 2 se puede observar que Ignacio Flores sobresale como la localidad con mejor condición de estabilidad y agregados con un promedio de 0.88 y una mediana de 0.83, Eloy Alfaro muestra un rango de valores y una mediana relativamente equilibrados, mientras que Poaló y Once de Noviembre tienen valores medianos y promedios más bajos en comparación con otras localidades, es decir que tienen una menor estabilidad y agregados.

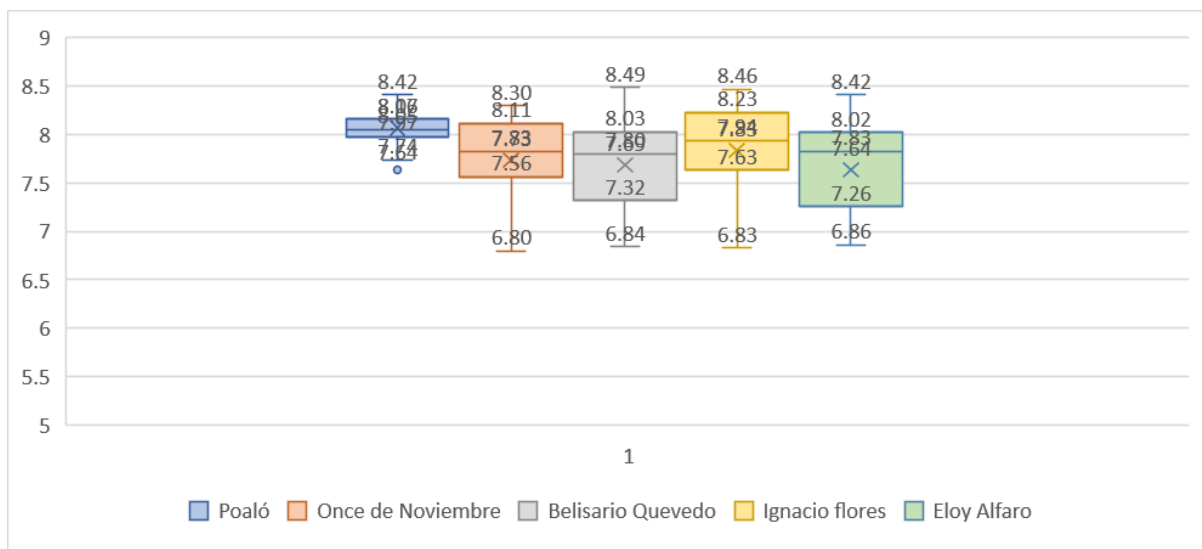
Según Ramírez & Figueroa (2011) nos menciona, que el comportamiento alto y espacioso entre partículas, debido al valor numéricamente alto estaría asociado con el contenido de MO, ya que, esto genera una reconfiguración en el espacio poroso y un incremento de humedad respecto a la superficie.

Según Ortiz (2016) nos cita que, los resultados más bajos de agregados afectan a las variables y son las primeras en perderse cuando se humedecen los suelos generando reducción de la infiltración del agua, incrementando el escurrimiento y la erosión edáfica, lo cual resulta poco uso eficiente.

## 10.2 SUELO (PROPIEDADES QUÍMICAS)

### 10.2.1 pH (Potencial de Hidrogeno)

Gráfica 3: pH



Elaborado por: (Achig K, Aimacaña S. 2024).

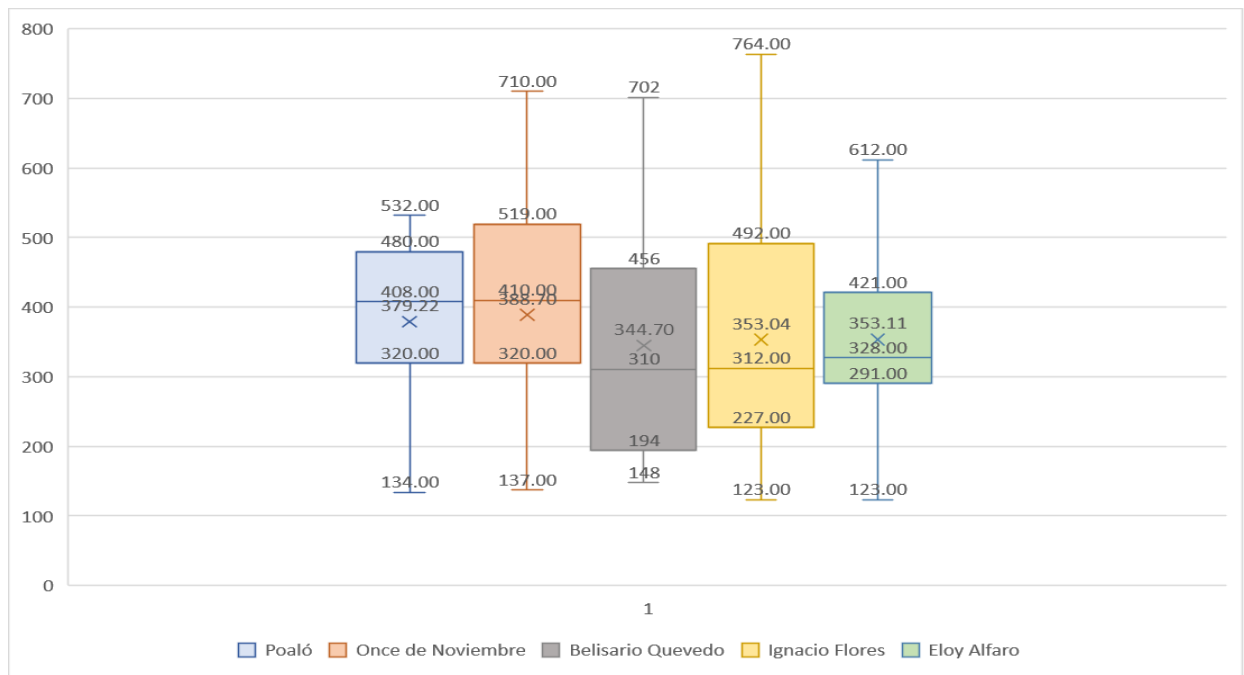
De acuerdo con los valores de los pH obtenidos en las diferentes parroquias, se observó en Poaló que se encuentra entre los rangos de 7.64 y 8.42, la mediana del pH es 7.97, esto indica que tiene un pH moderadamente alcalino, a comparación de las parroquias Once de noviembre, Belisario Quevedo, Ignacio Flores y Eloy Alfaro que se encuentra entre los rangos de 6.80 y 8.49 con una mediana de 7.89, que se muestran con un pH ligeramente alcalino.

Según Osorio & Haro (2022) indica que un pH alto por sí mismo no impacta significativamente a la mayoría de los cultivos, peor las plantas en suelos alcalinos enfrentan principalmente problemas relacionados con la disponibilidad de nutrientes. A medida que el pH del suelo aumenta, la solubilidad de muchos nutrientes se reduce. Consecuentemente, estos nutrientes precipitan como sales u otros compuestos sólidos que las plantas no puedan utilizar.

Según Rivera & Sánchez (2018) indica que la acidificación de los suelos reduce el crecimiento de las plantas al disminuir la disponibilidad de ciertos nutrientes, como el Ca(calcio), Mg (magnesio), K (potasio) y P(fósforo), en el cual, esto favorece la solubilidad de elementos tóxicos en el suelo, perjudicando las plantas, estos elementos pueden ser como el Al (aluminio) y Mn (manganeso).

### 10.2.2 Conductividad Eléctrica

**Gráfica 4: Conductividad Eléctrica**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

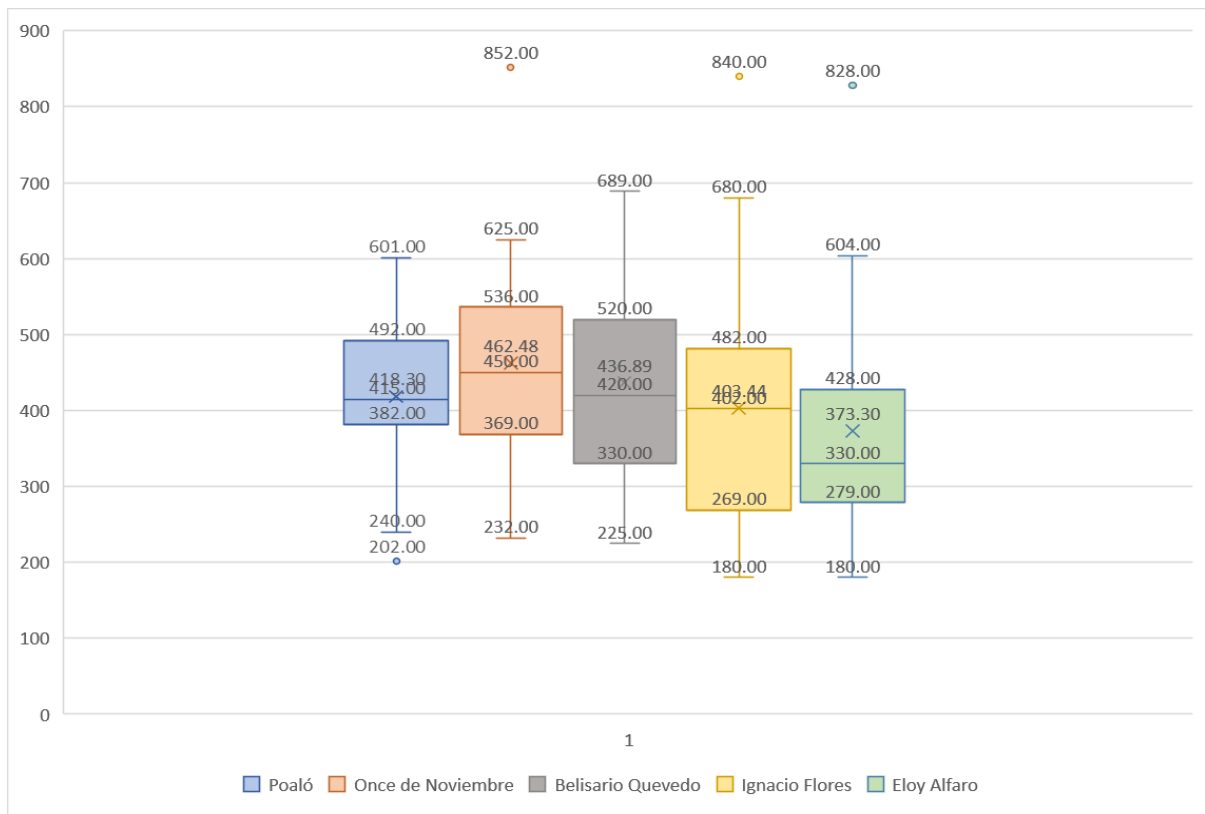
Todas las zonas tienen conductividad eléctrica, sin embargo, hay ciertos lotes que tienen valores medios, pero son pocos, en promedio Once de noviembre tiene una mediana de 388.70 que se encuentra en un valor óptimo de conductividad y la más baja es Belisario Quevedo porque tiene una mediana de 310. Sin embargo, si hay 2 lotes que están sobre los 700 pero la mayoría de los suelos tienen baja conductividad eléctrica.

Según Soto & Desamparados (2018), los suelos con alta conductividad eléctrica dificultan el desarrollo de las plantas debido a su elevado contenido de sales. Cada cultivo puede sobrevivir en rangos variados de conductividad, según el tipo de sales presentes en el suelo, aunque se pueden establecer algunas pautas generales.

Según Alberto (2009), nos indica que cuando un suelo es nuevo y se empieza a fertilizar, el interior de los terrones, siempre es más pobre en nutrientes y por ende más baja su conductividad, por lo que es más probable el uso de más fertilizantes o solución nutritiva o mayor frecuencia de riego.

### 10.2.3 Nitrógeno

Gráfica 5: Nitrógeno



Elaborado por: (Achig K, Aimacaña S. 2024).

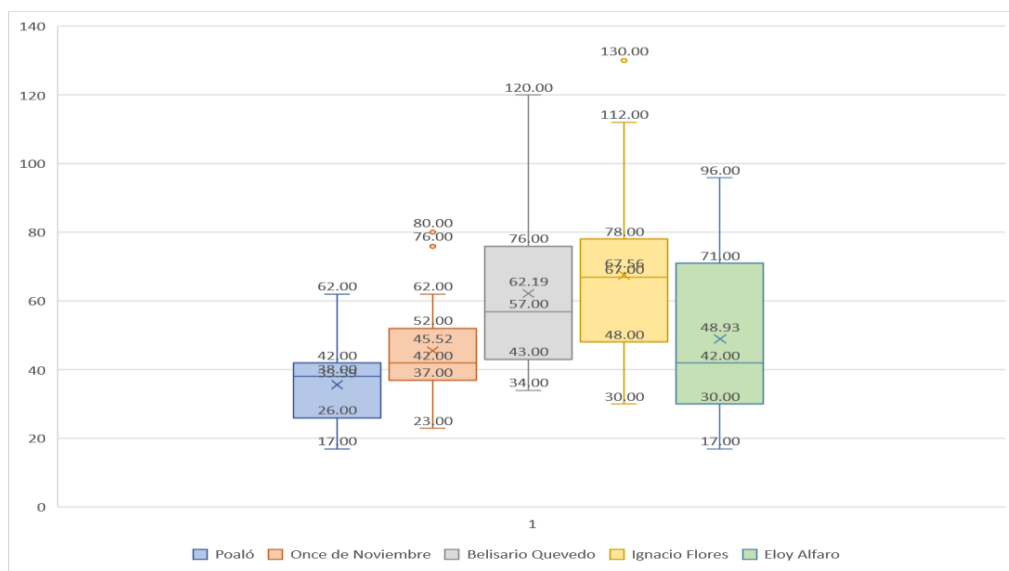
De acuerdo con los valores obtenidos en estas zonas Once de Noviembre y Belisario Quevedo tienen una mediana similar sobre el valor medio, es decir se ubican entre el rango de 500 a 4000, mientras que Poaló, Ignacio Flores y Eloy Alfaro se encuentran sobre el valor bajo de nitrógeno, sin embargo, hay dos lotes que encuentran en un rango óptimo, por lo tanto, los niveles de nitrógeno varían en cada lugar, con algunos mostrando mayor uniformidad y otros con niveles más desiguales.

Según Ulibarry (2019). El nitrógeno es uno de los nutrientes primarios, siendo la principal limitante para la productividad agrícola, porque el nitrógeno es un componente esencial de enzimas, proteínas, ADN y clorofila. No obstante, un exceso de nitrógeno en el suelo puede causar efectos perjudiciales en los cultivos como: la acumulación de masa verde en el deterioro de la floración y la fructificación, además también un riesgo excesivo puede acidificar significativamente el suelo, y esta a su vez provoca la pudrición de la raíz.

Según Costa (2010) menciona, que, si el suelo tiene deficiencia de nitrógeno, las plantas se vuelven altas y débiles, raquílicas y pálidas. Como suele aparecer en relativamente pequeñas cantidades en el suelo de los bosques, el nitrógeno junto con el fósforo, a menudo se convierte en el nutriente que limita el crecimiento de las plantas, y, por consiguiente, limita la productividad vegetal.

#### 10.2.4 Calcio (Ca)

**Gráfica 6: Calcio**



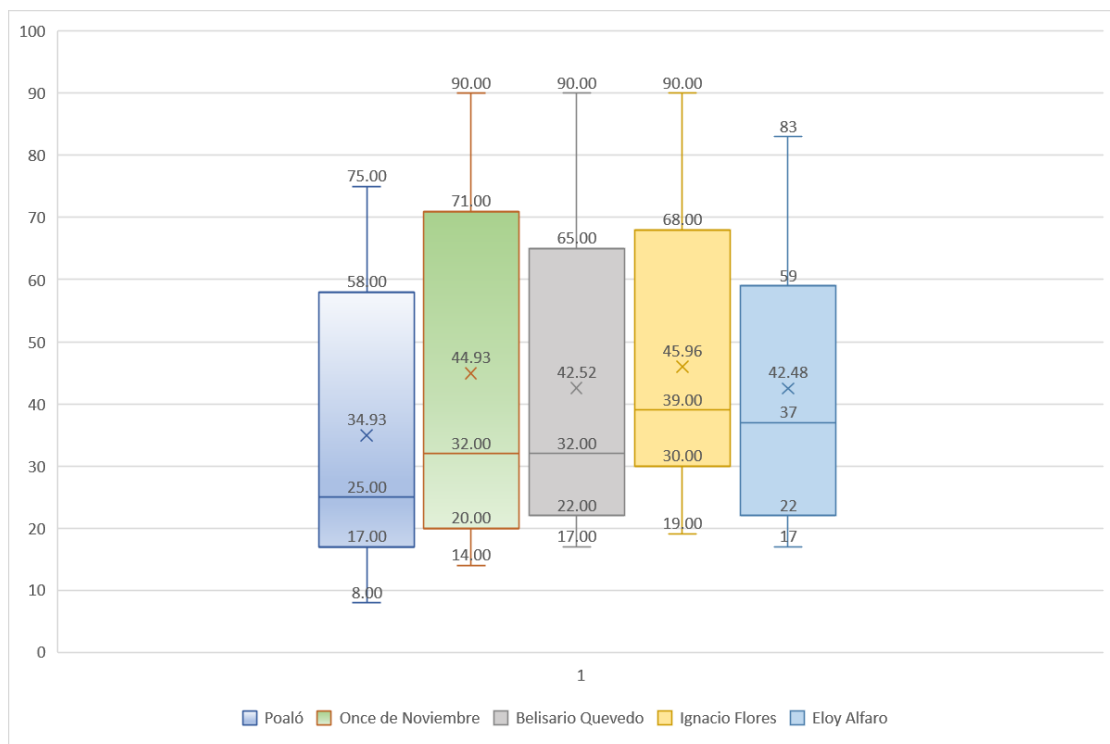
**Elaborado por: (Achig K, Aimacaña S. 2024).**

En el gráfico se observa que Ignacio Flores presenta una alta concentración de calcio ya que se encuentra en un rango entre 30 y 112 con una mediana de 67, Belisario Quevedo y Eloy Alfaro también nos muestran una proporción significativa de datos dentro del rango es decir que tiene concentraciones moderadas a altas en estas áreas, Once de Noviembre varían entre 23 y 62 con una mediana de 42 que nos indica que tiene una parte menor de sus datos dentro del rango mientras que Poaló se encuentra entre los rangos 17 y 62 con una mediana de 35 que nos indica que tiene concentraciones bajas de calcio.

Según Villegas et al (2016) nos menciona que, si el déficit de calcio en el suelo absorbe muy lentamente el agua, es difícil de labrar, debido a su contenido pobre en calcio. Además, la falta de calcio reduce la acumulación de masa seca en las raíces, lo cual está relacionado con la influencia de este nutriente en la actividad de las auxinas en las raíces, por ende, la sintomatología de las plantas deficientes en calcio incluye la deformación de las hojas, reducción de tamaño, disminución en el número de hojas.

### 10.2.5 Potasio

**Gráfica 7: Potasio**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

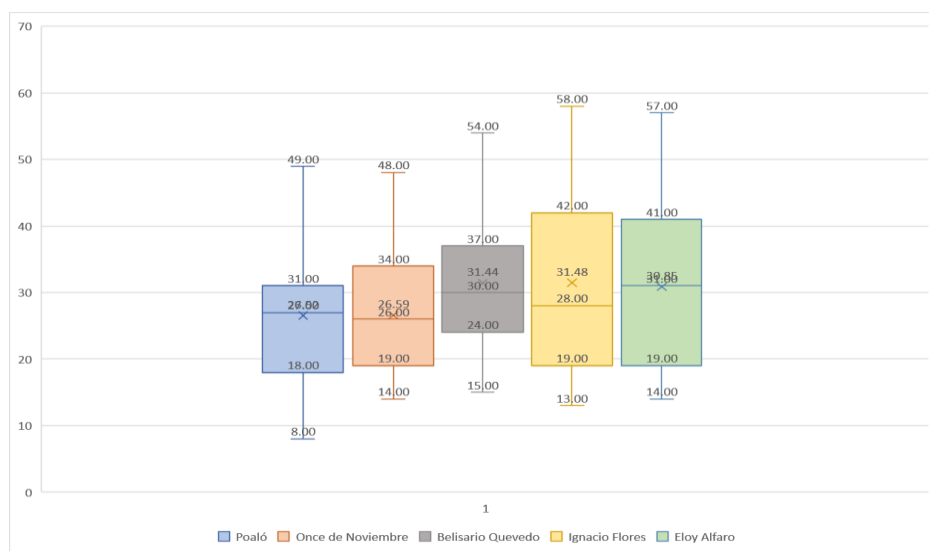
El presente grafico muestra que Poaló tiene bajo contenido de potasio ya que se encuentra entre los rangos de 8 y 75 con una mediana de 25, mientras que Once de Noviembre varía entre los valores de 14 y 90 con una mediana de 32, el valor máximo es 90 es decir que se encuentra dentro del rango pero la mayoría de los datos están por debajo de 76, en Ignacio Flores el potasio varía entre 19 y 90 con una mediana de 39, el valor máximo 90 se encuentra dentro del rango de 76 a 150 mientras que el resto de los datos se encuentran por debajo de 76 y los valores de Eloy Alfaro oscilan entre 17 y 83 con una mediana de 37, el valor máximo 83 se acerca al límite de 76 a 150 pero no lo supera, la mayoría de las concentraciones de potasio en esta ubicación están por debajo del rango.

Según Larriva (2010) menciona que los síntomas de exceso de potasio en las plantas presentan síntomas de deficiencia de Mg,Ca y los tallos de cultivos ornamentales son quebradizos (vidriosos), con hojas muy duras y sin brillo.

Según Labiser (2023), si se detecta un déficit de potasio en un análisis de suelo o foliar, es necesario corregirlo aplicando fertilizantes minerales u orgánicos. La forma de aplicación y las cantidades deben determinarse adecuadamente teniendo en cuenta estas analíticas y el tipo de cultivo y de terreno, ya que en algunos suelos no sería adecuada la fertilización directamente al suelo.

### 10.2.6 Sodio

**Gráfica 8: Sodio**



**Elaborado por: (Achig K, Aimacaña S. 2024).**

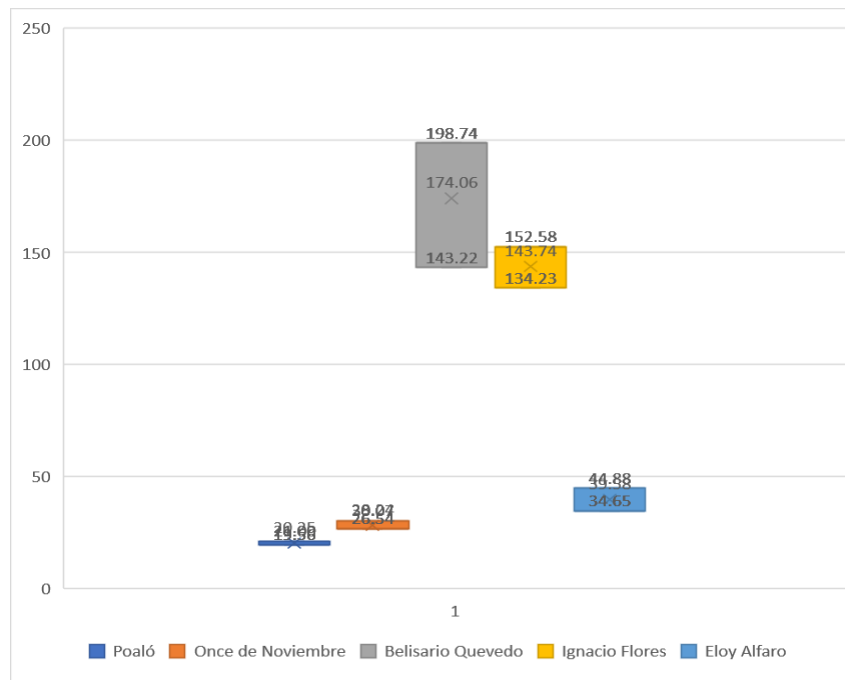
En el gráfico 8 Poaló se encuentra dentro del rango de 16 a 31 lo que indica que la mayoría de las muestras están dentro de un nivel aceptable de sodio, Once de Noviembre se encuentra dentro del rango pero tiene un valor mínimo de 14 y un valor máximo de 48, Belisario Quevedo está justo en el límite del rango especificado, lo que significa que tienen niveles de sodio estables, Ignacio Flores su mediana es 31.48 también se encuentra en el límite superior del rango y Eloy Alfaro con una mediana de 30.86 también se encuentra dentro del rango pero al igual que las demás muestran una dispersión mínima de 14 y máxima de 57, podemos observar que todas las localidades muestran una gran variabilidad en los niveles de sodio con muchas que se encuentran fuera del rango 31 lo que podría indicar problemas de acumulación de sodio que podrían afectar la salud del suelo y las plantas, por otro lado, también hay valores por debajo del límite inferior a 16 lo que podría indicar un déficit de sodio en ciertas áreas.

Según Lamz & González (2013), nos cita que las altas concentraciones de sodio en los suelos no sólo perjudican las plantas directamente, sino también degradan la estructura del suelo, disminuyendo la porosidad y la permeabilidad del agua, además la alta concentración de sales sódicas, son capaces de sufrir hidrólisis alcalino, de tipo carbonato y bicarbonato de sodio.

Según Courel (2019), menciona que el déficit de sodio en el suelo, las plantas C4 (de las familias *amaranthaceae*, *chenopodiaceae* y *cyperaceae*), puede causar clorosis y necrosis, mal crecimiento y mala formación de flores.

### 10.2.7 Fósforo (P)

**Gráfica 9: Fósforo**



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

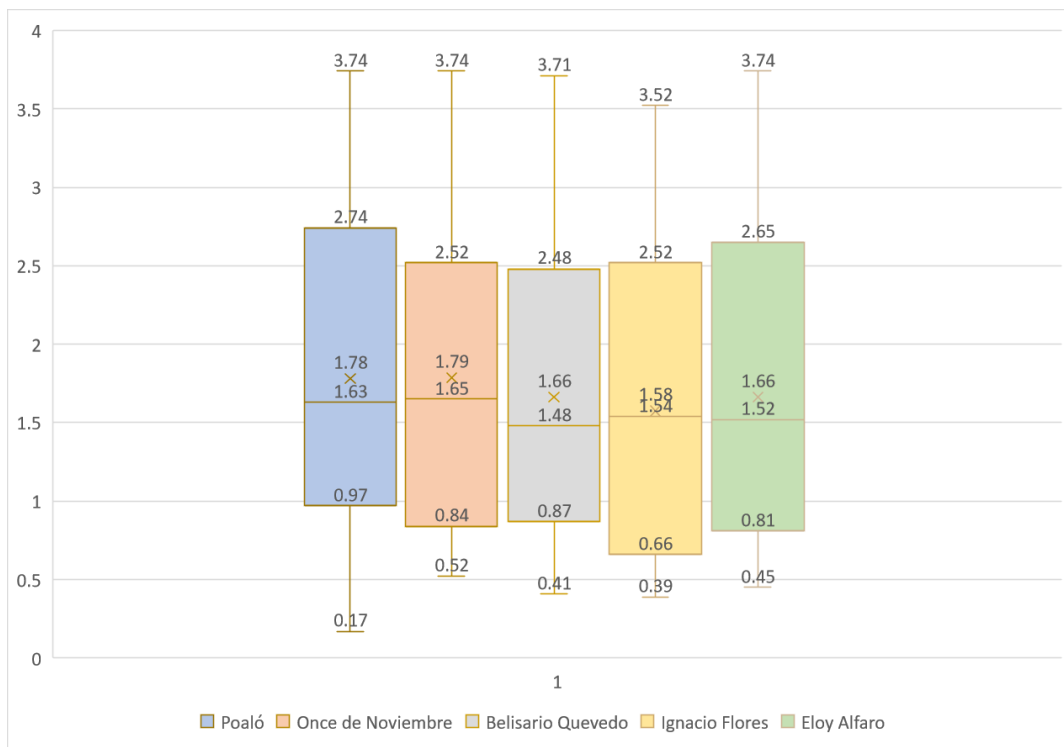
En el gráfico 9 muestra que Poaló y Once de Noviembre tienen valores significativamente por debajo del rango, en Poaló la mediana es de 20.86 y en Once de Noviembre es de 28.24, lo que indica la deficiencia de fósforo. Estos niveles bajos pueden afectar negativamente la productividad agrícola ya que el fósforo es esencial para el crecimiento de las plantas. Belisario Quevedo e Ignacio Flores presentan niveles de fósforo muy superiores, en Belisario los valores oscilan entre 143.22 y 198.74 con una mediana de 174.06. En Ignacio Flores los valores varían entre 134.23 y 152.58 con una mediana de 143.74. Estos niveles altos pueden llevar a la contaminación ambiental y afectar la disponibilidad de otros nutrientes esenciales para las plantas.

Fernández (2010), menciona que el déficit de fósforo es muy común en la naturaleza, causa principalmente al alargamiento del tallo de las plantas produciendo plantas enanas, lo que provoca un retardo de la maduración, bajo rendimiento, mala calidad y elevada humedad del grano, además de la decoloración de hojas y retraso en el crecimiento de la planta. Un caso de deficiencia de fósforo es el trigo y otros cultivos de grano pequeño, la hace más susceptible las raíces a las enfermedades; produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes.

Según Alejandra Novoa et al. (2018), menciona que uno de los síntomas del exceso de fósforo en el suelo es la deficiencia de manganeso, y esto se afirma que el estrés por deficiencia de Mn disturba severamente el transporte de electrones o genera un daño en la estructura de la membrana tilacoidal.

### 10.2.8 MATERIA ORGÁNICA

*Gráfica 10: Materia Orgánica*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

En el gráfico 10 el contenido de materia orgánica es muy similar. Poaló tiene un rango de 0.17 a 3.74 y una media de 1.78 y una mediana de 1.63, Once de Febrero tiene un rango de 0.52 a 3.74 y una media de 1.79 y una mediana de 1.65, Belisario Quevedo tiene un rango de 0.41 a 3.71 y una media de 1.66 y una mediana de 1.48, Ignacio Flores tiene un rango de 0.39 a 3.52 y una media de 1.58 y una mediana de 1.54, Eloy Alfaro tiene un rango de 0.45 a 3.74 y una media de 1.66 y una mediana de 1.52, todas las localidades muestran una considerable variabilidad en los niveles de materia orgánica.

Según Garro Alfaro (2016), indica que la materia orgánica del suelo no solo proporciona un hábitat para microorganismos y otros organismos más grandes, sino que también sirven como alimento para ellos, sin embargo, el exceso de MO, puede llegar a un nivel de toxicidad,

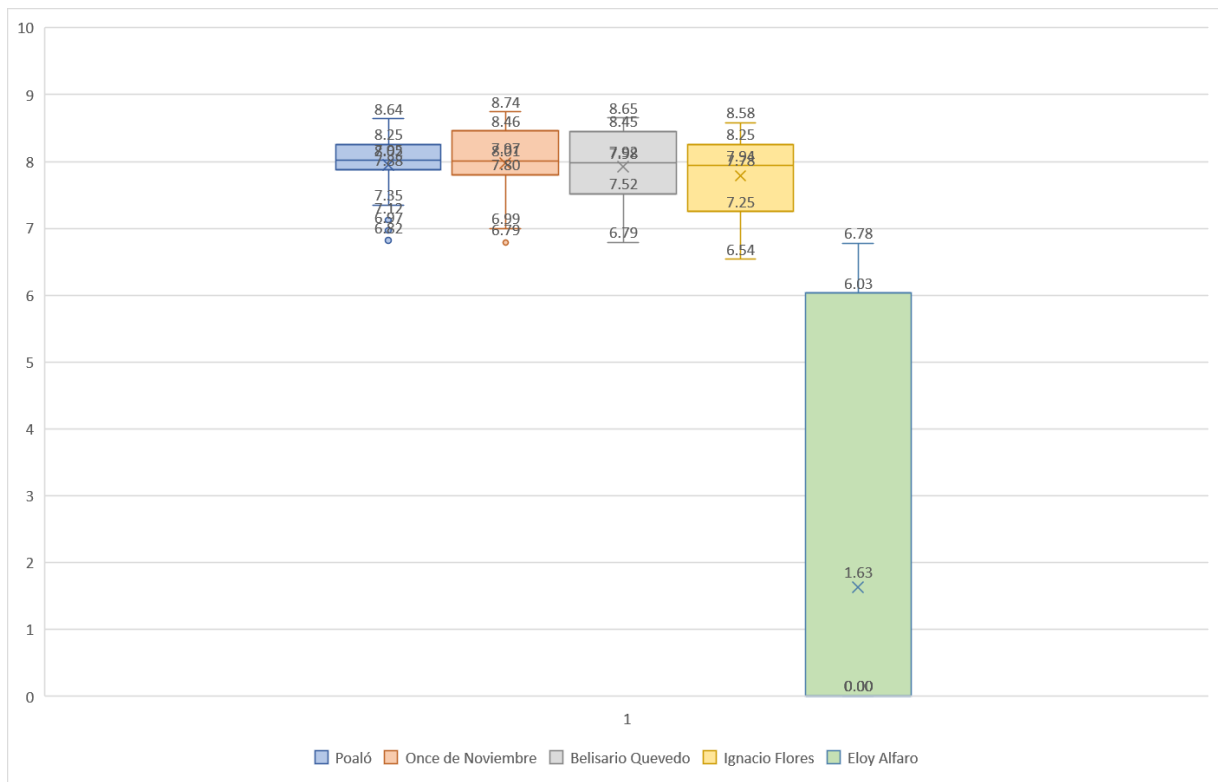
indicando así la presencia de lombrices en la superficie, además de la retención de compuestos orgánicos tóxicos en el suelo, siendo así q los hongos o bacterias salgan a la superficie y eso afecte a los cultivos.

Sadeghian Khalajabadi (2010), menciona que la pérdida continua de materia orgánica, causa una serie de efectos negativos que sobresaltan la productividad del suelo, químicamente disminuye la capacidad de intercambio catiónico y el pH tiende a incrementarse, debido a que le la materia orgánica habitualmente extiende a acidificar el suelo. Además, la actividad microbiana (hongos, bacterias, etc.) mengua debido a la disminución del carbono en el suelo, principal combustible de los microorganismos.

### 10.3 AGUA

#### 10.3.1 pH

*Gráfica 11: Potencial de Hidrógeno*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

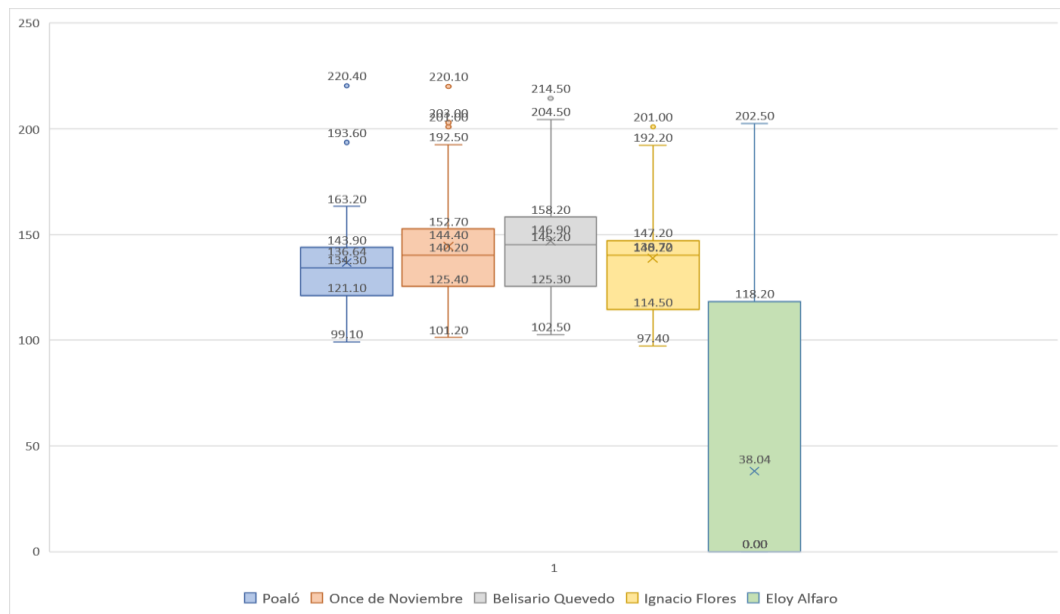
De acuerdo a los valores obtenidos Poaló se encuentra en un rango de 7.12 y 8.64 con una mediana de 8.02 esto quiere decir que se encuentra en un pH ligeramente alcalina, con una variación relativamente pequeña, Once de Noviembre en un rango de 6.99 y 8.74 con una mediana de 7.97 muestra un rango similar al de Poaló, aunque incluye valores ligeramente bajos, Belisario Quevedo se encuentra en un rango de 6.79 y 8.65 que se encuentra en un pH bastante ácido y alcalino, Ignacio Flores en un rango de 6.54 y 8.58 presentan un pH ligeramente alcalino, Eloy Alfaro en un rango de 0 a 6.78 con un promedio mucho más bajo.

(Castellón Gómez et al., 2015), menciona que el pH afecta netamente en el cultivo principalmente en su crecimiento y calidad de la planta, por ende, si el pH es alto (alcalino), puede afectar reduciendo la disponibilidad de varios nutrientes esenciales como el zinc, fósforo, hierro, afectando su crecimiento, contribuyendo a la acumulación de sales en el suelo, particularmente en condiciones donde la evaporación es alta.

Según (Medina Valdovinos et al., 2016), nos indica que, el pH es esencial para determinar su nivel de acidez o alcalinidad, sin embargo, si el nivel es bajo, afecta principalmente al deterioro de la estructura del suelo, causando la dispersión de partículas de arcilla en los suelos, lo que lleva a la reducción de permeabilidad y problemas de drenaje, afectando principalmente la capacidad del suelo para retener agua y aire.

### 10.3.2 Oxígeno Disuelto

*Gráfica 12: Oxígeno Disuelto*



**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

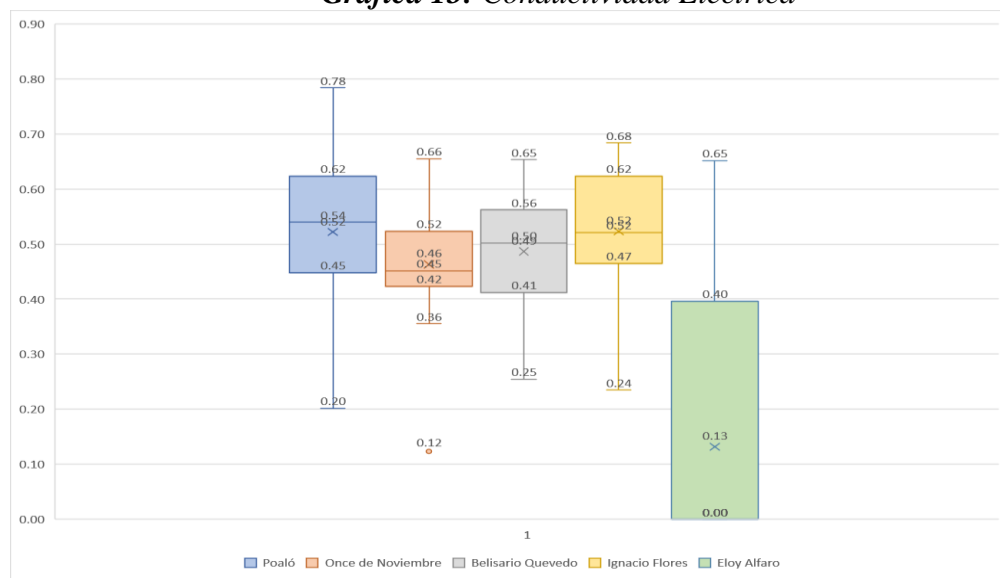
En el presente gráfico nos indica que Poaló se encuentra entre los rangos de 99.10 y 163.20 con una mediana de 136.64 está justo por debajo del rango máximo 101, Once de Noviembre e Ignacio Flores y Belisario Quevedo muestran niveles altos ya que se encuentran entre los rangos de 101.20 a 204.50, mientras que Eloy Alfaro presenta niveles muy altos dentro del rango.

Según Groho Garden (2024), el agua de buena calidad con un alto contenido de oxígeno disuelto es crucial para el éxito de la agricultura, el beneficio más significativo del agua con un alto contenido de oxígeno disuelto es la estimulación de organismos aeróbicos beneficiosos. La mayoría de los microorganismos beneficiosos que viven en y alrededor de la rizosfera de una planta solo sobrevivirán, se desarrollarán y se reproducirán en un ambiente rico en oxígeno. Muy poco oxígeno disuelto crea un efecto compuesto negativo: a medida que los organismos benéficos mueren debido a la falta de oxígeno disuelto, también se crean las condiciones ideales para los patógenos anaeróbicos. Casi todas las enfermedades patógenas relacionadas con la rizosfera de la planta son anaeróbicas y pueden prevenirse proporcionando niveles suficientes de oxígeno disuelto.

Según Espejo Forero et al. (2013) menciona que la falta de oxígeno disuelto en el agua tiene como consecuencia la aparición de metabolitos potencialmente tóxicos, como dióxido de carbono, amoníaco, entre otros. Además del oscurecimiento de las raíces y el crecimiento de raíces adventicias. Si el oxígeno disuelto es muy bajo, las raíces de las plantas comienzan a morir y el crecimiento de las plantas se atrofia.

### 10.3.3 Conductividad eléctrica

*Gráfica 13: Conductividad Eléctrica*



Elaborado por: (Achig K, Aimacaña S. 2024).

En el gráfico 13 se muestra que los valores de conductividad oscilan entre aproximadamente 0 y 0.78 lo que quiere decir es que está por debajo de los rangos, estos sugieren que el agua en estas ubicaciones no es altamente conductiva es decir que tienen niveles bajos de sales disueltas.

(Guadarrama, 2015) menciona que una CE baja en el agua de riego, indica una baja concentración de sales disueltas, esto afecta a los suelos y cultivos que requieren ciertos niveles de nutrientes, la deficiencia de calcio, magnesio y potasio, y esto afectando principalmente el crecimiento de la planta.

(Espejo Forero et al., 2013), menciona que una alta conductividad eléctrica en el agua de regadío, no permite la absorción de agua por las raíces y esto causa un estrés osmótico en las plantas, haciendo que los cultivos deben gastar más energía para absorber el agua, lo que puede reducir el crecimiento y desarrollo de la planta. Otro factor que influye es la acumulación de sales en el suelo (salinización), esto deteriora la estructura del suelo y reduce la capacidad de retener agua y nutrientes, bajo este factor llega los problemas de infiltración.

#### 10.4 Ponderación de resultados obtenidos

*Tabla 5: Interpretación de resultados pH*  
Ponderación de resultados del suelo

	<b>Poaló</b>	<b>Once de Noviembre</b>	<b>Belisario Quevedo</b>	<b>Ignacio Flores</b>	<b>Eloy Alfaro</b>
pH	8.16	8.11	8.03	8.23	8.02*
Conductividad Eléctrica (dS/m)	480	519*	456	492	421
Nitrógeno (mg/L N)	492	536*	520	482	428
Calcio (ppm)	42	52	76	78*	71
Potasio (meq/100)	58	71*	65	68	59
Sodio (PSI)	31*	94	37	42	41
Fósforo (ppm)	21	28.24	198.74	152.58	39.57*
Materia Orgánica (meq/100 g)	2.74*	2.52	2.48	2.52	2.65
Estabilidad y Agregados (mm)	0.83	0.82	0.97	1.01*	0.89
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024)

\*Significa que se encuentra dentro de los rangos aceptables, de acuerdo con la normativa TULSMA ANEXO 2 LIBRO VI para suelo de uso agrícola y de acuerdo al Manual de fertilización y nutrición de pastos del International Plant Nutrition Institute IPNI (2003).

**Tabla 6:** Interpretación de resultados pH

Ponderación de resultados del agua

	<b>Poaló</b>	<b>Once de Noviembre</b>	<b>Belisario Quevedo</b>	<b>Ignacio Flores</b>	<b>Eloy Alfaro</b>
pH	8.25*	8.46	8.45	8.25	6.03
Oxígeno Disuelto (mg/L)	143.9	152.7	158.2	154.5	118.2*
Conductividad Eléctrica (S/m)	0.62*	0.52	0.56	0.62	0.4
<b>TOTAL</b>	2	0	0	0	1

**Elaborado por:** (Achig K, Aimacaña S. 2024).

\*Significa que se encuentra dentro de los rangos aceptables, de acuerdo con la normativa TULSMA ANEXO 1 LIBRO VI para la calidad de agua de uso agrícola.

## 11. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en la investigación determinan que los suelos de la parroquia Once de Noviembre obtuvo mejores características físicas y químicas, con una conductividad eléctrica de 519 (dS/m), nitrógeno con un valor de 536 (mg/L), y el potasio con 71 (meq/100 g), por lo tanto, da como resultado un suelo fértil que puede sustentar un crecimiento saludable y productivo de las plantas de pastoreo.
- Se determinó que el agua de la parroquia de Poaló, obtuvo un rango de 7.12 de pH, en Oxígeno disuelto de 99.10 (mg/L), y conductividad eléctrica de 0.62 (S/m), por ende, el agua es de buena calidad, promoviendo un ambiente óptimo para el crecimiento y producción de pastos.

## 12. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar sistemas de producción lechera en la parroquia Once de Noviembre, dado que los recursos suelo y agua presentan los mejores parámetros para la producción lechera y son favorables para la producción de pastos.

- Implementación de prácticas de conservación de suelos como rotación de cultivos que incluya leguminosas y gramíneas para mejorar la estructura del suelo, incorporar compost o abonos verdes para incrementar la materia orgánica, esto ayudara a mejorar los índices de estabilidad y agregados, esto es relevante para las localidades con valores bajos como Poaló y Belisario Quevedo.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Agro Rural. (2020). *Minagri recomienda para un manejo adecuado de pastos y forrajes – AGRO RURAL*. <https://www.agrorural.gob.pe/minagri-recomienda-cuidados-y-mantenimiento-para-un-buen-pasto-y-forraje/>
- Agronomos. (2024). *pH del suelo: qué es, interpretación, rangos por cultivos - Agrónomos*. <https://agronomos.org/que-es-ph-del-suelo/>
- Agropal. (2015). *El pH del suelo en la agricultura - Agropal*. <https://agropal.com/es/el-ph-del-suelo/>
- Alberto, H. (2009). *EL MANEJO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN FERTIRRIEGO*.
- Alejandra Novoa, M., Miranda, D., & Marina Melgarejo, L. (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)*. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.8092>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). *Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas Sistemas diversificados bajo agroforestería y cultivos de cobertura resilientes al huracán Mitch en Honduras*.
- Brassel, Hidalgo, Gondard, & Pierre. (2010). *Libre comercio y lácteos : la producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización*.
- Castellón Gómez, J. J., Bernal Muñoz, R., & De Lourdes Hernández Rodríguez, M. (2015). *Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala Irrigation water quality in greenhouse in Tlaxcala*. 19(1).
- Cisneros. (2020). *¿Qué es la Textura del Suelo, cómo se clasifica? - InfoAgronomo*. <https://infoagronomo.net/que-es-la-textura-del-suelo-como-se-clasifica/>
- Cityfacts. (2019). *Latacunga - Población y Demografía - DatosCiudad*. <https://es.cityfacts.com/latacunga-cotopaxi/population#:~:text=%C3%81rea%20de%20Latacunga%20234%2C7%20km%C2%B2%20Poblaci%C3%B3n%20107%20533,%2847%2C9%20%25%29%20Poblaci%C3%B3n%20femenina%2055%20990%20%2852%2C1%20%25%29>

- Claude, E. (2017). *Conductividad eléctrica del agua, parte 2 - Defensor del Marisco Responsable*. <https://www.globalseafood.org/advocate/conductividad-electrica-del-agua-parte-2/>
- Costa, J. (2010). *Microsoft Word - nitratos en el suelo.doc | Enhanced Reader*.
- Cotopaxi. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025*.
- DFGRUPO. (2020). *POTASIO - DFGRUPO*. <https://www.dfgrupo.com/convencionales/potasio/>
- Docampo, R. (2019). *LA IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Y SU MANEJO EN PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA*.
- Espejo Forero, J. S., Rodríguez Lombana, L. F., Escobar Escobar, N., Saavedra Montañéz, G. F., Rodríguez Molano, C. E., Fonseca Lopez, D. A., Nova Velasco, A. M., Holguin, V. A., Cuchillo, M., & Martens, S. (2013). *Alternatives of fertilization on potential forage crops in the Municipality of Pasca (Cundinamarca) Analysis of sheep production on the farm Tunguavita based on pasture management Acidification of Tithonia diversifolia's fodder to silage by inoculation of native strains and commercial additives*.
- FAO. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Condiciones climáticas y la actividad humana impactan en la degradación de la tierra, comprometiendo la seguridad alimentaria. | FAO en Ecuador | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/>
- FAO. (2024a). *Propiedades Químicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
- FAO. (2024b). *Revisión del sistema de medición, notificación y verificación. Revisión Del Sistema de Medición, Notificación y Verificación*. <https://doi.org/10.4060/CD0958ES>
- Fernández, M. (2010). *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223114970009>

- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso Soil quality indicators: A new way to evaluate this resource. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 125–138.
- Garro Alfaro, J. E. (2016). *EL SUELO Y LOS ABONOS ORGÁNICOS*.
- Genia Bioenergy. (2018). Principales beneficios de la materia orgánica en el suelo | Genia Bioenergy. [Https://Geniabioenergy.Com/](https://Geniabioenergy.Com/). <https://geniabioenergy.com/principales-beneficios-de-la-materia-organica/>
- Groho Garden. (2024). *Oxígeno disuelto: la necesidad oculta | GroHo Hidroponía - Tienda Oficial*. <https://www.groho.es/post/oxigeno-disuelto>
- HANNA. (2022). *La importancia del oxígeno disuelto en la agricultura*. <https://www.hannainst.es/blog/1568/La-importancia-del-ox%C3%ADgeno-disuelto-en-la-agr>
- Hernández, F. (2017, April 26). *El pH del Agua de Riego - Universidad Agrícola*. <https://universidadagricola.com/el-ph-del-agua-de-riego/>
- INIA. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas INIA Tacuarembó 20 de mayo de 2015 Semana de la Ciencia y Tecnología-2015*.
- Intagri. (2021). *Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura | Intagri S.C.* <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-eficiente-del-fosforo-en-la-agricultura>
- Intagri S.C. (2001). *Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas | Intagri S.C.* <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- L, R., F, G., A, K., & J, P. de L. (2004). *FACULTAD DE AGRONOMÍA Propiedades Físicas del Suelo*.
- Labiser. (2023). *La importancia del Potasio (K) en el Suelo Agrícola| Labiser*. <https://labiser.es/la-importancia-del-potasio/>
- Lamz, M., & González, A. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(4), 31–42.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Larriva, N. (2010). *Enhanced Reader*.

Lasso Mendoza, G., Manrique Miranda, G., Rojas Bustamante, O., Tiaguaro Rea, Y., Silva Bastidas, R., Tiaguaro, Y., Silva, R., Arteaga, M., Pozo, D., Ramos, A., José Calero, J., & Osorio Sánchez, R. (2021). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica PRESIDENTE GUILLERMO LASSO Equipo de elaboración*.

León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador Siembra y producción de pasturas*.

Medina Valdovinos, E. K., Raúl, O., Villa, M., Larios, M. M., Darío Guevara Gutiérrez, R., Luis, J., López, O., & Barreto García, O. A. (2016). *Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco Quality water for irrigation and agricultural land in Tuxcacuesco, Jalisco*.

Mena, M. (2015). *Pastos Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente y forrajes*.

Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). *Guía Técnica para Muestreo de Suelos ASA AGUA Y SUELO PARA LA AGRICULTURA*.

Molinos. (2022). *Calidad del Agua de Riego en la Agricultura*.  
<https://es.linkedin.com/pulse/calidad-del-agua-de-riego-en-la-agricultura->

Nostoc Biotech. (2023). *Calcio en los cultivos: beneficios, deficiencias y solución Nostoc*.  
<https://nostoc.es/el-secreto-detras-de-cultivos-mas-fuertes-y-frutos-mas-sabrosos-el-calcio/>

Osorio, M., & Haro, J. (2022). *Enhanced Reader*.

PennState Extension. (2023). *Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos*.  
<https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos>

Pintado, J., & Vásquez, C. (2016). *UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA*.

- Ramírez, C., & Figueroa, B. (2011). *Efecto del sistema de labranza cero en un Vertisol Terra Latinoamericana*. 24(1), 109–118.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311494013>
- Revista Agua. (2023). *Agua y Agricultura: Sostenibilidad en el Cultivo – Agua Chile*.  
<https://www.revistagua.cl/agua-y-agricultura-sostenibilidad-en-el-cultivo/>
- Rivera, E., & Sanchez, M. (2018). *Vista de pH como factor de crecimiento en plantas*.  
<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1829/2639>
- SAB. (2020). *La calidad del agua para riego - SAB spa*. <https://www.sabspa.com/es/la-calidad-del-agua-para-riego/>
- Sadeghian Khalajabadi, S. (2010). *LA MATERIA ORGÁNICA*.
- Schweizer, S. (2011). *INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA*.
- Soto, S., & Desamparados, M. (2018). *Conductividad eléctrica del suelo Apellidos, nombre*.
- Ulibarry, P. G. (2019). *Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes Autor Resumen*. <http://bcn.cl/28ziq>
- Urinovsky, I., Acosta María, Contreras Leiva Stella, & Toledo Diana M Director. (2018). *XXIII REUNIÓN DE COMUNICACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS Estabilidad de Agregados como Indicador de Calidad en Suelos del Chaco Semiárido*.
- Verde. (2024). *Importancia del nitrógeno en la agricultura - Colombia Verde*.  
<https://colombiaverde.com.co/geografia/agricultura/importancia-del-nitrogeno-en-la-agricultura/>
- Villegas, D. A., Miranda, D., & Miranda, F. (2016). SINDY LORENA DUSSÁN 1. *CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 10(1), 40–52.  
<https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4277>
- Yara. (2024). *Incrementar la producción en pasturas | Yara Argentina*.  
<https://www.yara.com.ar/nutricion-vegetal/pasturas/rendimiento-pasturas/>