



**UPA** Universidad  
Politécnica Amazónica

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS**

**Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**AUTOR**

**Bachiller: Chasquero Salazar, Jimy**

**ORCID: 0000-0001-5124-9963**

**ASESORES:**

**Mg. Azabache Cubas, Elvia Elizabeth**

**ORCID: 0000-0002-0027-4349**

**Dr. Alejandría Alejandría, Ysidoro**

**ORCID: 0000-0003-4766-2370**

Registro: UPA- PITIA 0070

**Bagua Grande – Perú**

**2023**



**UPA** Universidad  
Politécnica Amazónica

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS**

**Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO**  
**AGRÓNOMO**

**AUTOR**

**Bachiller: Chasquero Salazar, Jimmy**

**ORCID: 0000-0001-5124-9963**

**ASESORES:**

**Mg. Azabache Cubas, Elvia Elizabeth**

**ORCID: 0000-0002-0027-4349**

**Dr. Alejandría Alejandría, Ysidoro**

**ORCID: 0000-0003-4766-2370**

Registro: UPA- PITIA 0070

**Bagua Grande – Perú**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mis padres, a mis hermanas, a mis docentes, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, su amor y su sabiduría a lo largo de mi vida.

**Jimmy**

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de alguna manera a la realización de este trabajo de tesis.

En primer lugar, a mi asesora, la Mg. Elvia Elizabeth Azabache Cubas, por su orientación constante, su apoyo inquebrantable y sus valiosos conocimientos que fueron fundamentales en cada etapa de este proceso. Su compromiso con mi éxito fue un motor que me impulsó a dar lo mejor de mí.

Mi gratitud se extiende a mis profesores y a todo el personal de la Facultad de Ingeniería, que contribuyeron a mi formación académica. Cada lección, cada consejo y cada recurso proporcionado fueron invaluable.

No puedo dejar de mencionar a mis padres, hermanas y amigos, quienes siempre estuvieron ahí para impulsarme a dar lo mejor de mí. Su amor y aliento fueron mi fuente de inspiración.

Finalmente, agradezco a todas las personas que participaron en la investigación, a los sujetos de estudio y a quienes colaboraron de diversas maneras para que este proyecto fuera una realidad.

**El Autor**

## **Autoridades universitarias**

---

**Dr. Ever Salomé Lázaro Bazán**  
Rector

---

**Mg. Juan José Castañeda León**  
Coordinador de Carrera

### **Visto bueno del Asesor de Especialidad**

Yo, Mg. Elvia Elizabeth Azabache Cubas, identificada con DNI N° 16785502, con domicilio en Jr. Santa Rosa N° 047 Gonchillo - Bagua, docente de la facultad de Ingeniería, dejo constancia de estar asesorando al tesista, Bachiller Jimmy Chasquero Salazar, en su tesis titulada "Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022"; asimismo, dejo constancia de que ha levantado las observaciones señaladas en la revisión previa a esta presentación.

Por lo indicado, doy fe y visto bueno.

Bagua Grande, 13 de octubre del 2023.



---

Mg. Elvia E. Azabache Cubas

DNI N° 16785502

### **Visto Bueno del Asesor Metodológico**

Yo, *Ysidoro Alejandría Alejandría*, identificado con **DNI N° 27709828** con domicilio en Jr. Santa Rosa N° 047 – Gonchillo Bajo, Bagua Grande, director del Instituto de Investigación, dejo constancia de estar asesorando al tesista *Jimmy Chasquero Salazar*, en su tesis titulada "*Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (Coffea arabica), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022*". Asimismo, dejo constancia que ha levantado las observaciones señaladas en la revisión previa a esta presentación.

Por lo indicado, doy fe y visto bueno.

Bagua Grande, 13 de octubre del 2023



---

Dr. Ysidoro Alejandría Alejandría

DNI. 27709828

## **Jurado**

---

Dr. Ever Salomé Lázaro Bazán  
Presidente

---

Mg. Jacquelin Yvoon Guarnis Vidarte  
Secretario

---

Mg. Juan José Castañeda León  
Vocal



### **Declaración Jurada de no Plagio**

Yo, Jimmy Chasquero Salazar, identificado con DNI N° 42866533, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: "Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022". La misma que presento para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.
6. Se ha respetado las consideraciones éticas en la investigación.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la Universidad Politécnica Amazónica en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias o sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Bagua Grande, 12 de octubre del 2023



Jimmy Chasquero Salazar

DNI: 42866533

## Resultado del análisis

Archivo: Informe Yimi Chasquero.docx



### Estadísticas

**Sospechosas en Internet: 9,97%**

Porcentaje del texto con expresiones en internet [Δ](#).

**Sospechas confirmadas: 7,67%**

Confirmada existencia de los tramos en las direcciones encontradas [Δ](#).

**Texto analizado: 80,88%**

Porcentaje del texto analizado efectivamente (no se analizan las frases cortas, caracteres especiales, texto rolo).

**Éxito del análisis: 100%**

Porcentaje de éxito de la investigación, indica la calidad del análisis, cuanto más alto mejor.

### Direcciones más relevantes encontradas:

Dirección (URL)	Ocurrencias	Semejanza
<a href="https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_51365206c58218fc4aa20aee99b53d7e/Details">https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_51365206c58218fc4aa20aee99b53d7e/Details</a>	36	3,71 %
<a href="https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSS_2223ded5afd0149c07d456eaeddc71ed/Details">https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSS_2223ded5afd0149c07d456eaeddc71ed/Details</a>	24	3,26 %
<a href="https://library.co/document/yn4gmjz-efecto-persistencia-glifosato-cultivo-cacao-sucumbios.html">https://library.co/document/yn4gmjz-efecto-persistencia-glifosato-cultivo-cacao-sucumbios.html</a>	17	9,12 %
<a href="https://anda.inec.gob.ec">https://anda.inec.gob.ec</a>	16	0,79 %
<a href="https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3070/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3070/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	15	13,6 %
<a href="http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/510/CASTRO%20SALDARRIAGA,%20BERNARDINO%20(1).pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/510/CASTRO%20SALDARRIAGA,%20BERNARDINO%20(1).pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	15	9,63 %

### Texto analizado:

018415

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS

Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (Coffea arabica), en distrito La Coipa, San Ignacio Cajamarca 2022

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR  
Bachiller: Chasquero Salazar, Jimmy  
ORCID: 0000-0001-5124-9963  
ASESORES:

Mg. Azabache Cubas, Elvia Elizabeth  
ORCID: 0000-0002-0027-4349

Dr. Alejandría Alejandría, Ysidoro  
ORCID: 0000-0003-4766-2370

Registro: UPA- PITIA 0070

Bagua Grande Perú  
2023

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS

Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (Coffea arabica), en distrito La Coipa, San Ignacio Cajamarca 2022

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR  
Bachiller: Chasquero Salazar, Jimmy  
ORCID: 0000-0001-5124-9963  
ASESORES:

Mg. Azabache Cubas, Elvia Elizabeth  
ORCID: 0000-0002-0027-4349

Dr. Alejandría Alejandría, Ysidoro  
ORCID: 0000-0003-4766-2370

Registro: UPA- PITIA 0070

Bagua Grande Perú  
2023

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Autoridades universitarias .....	iv
Visto bueno del Asesor.....	v
Jurado.....	vi
Declaración Jurada de no Plagio .....	viii
Tabla de contenidos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Índice de tablas o cuadros.....	xii
Índice de figuras o gráficos .....	xiii
RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT .....	XVII
I. Introducción .....	18
1.1 Realidad problemática .....	18
1.2 Formulación del problema .....	19
1.3 Justificación del problema .....	19
1.4 Hipótesis .....	20
1.5 Objetivo General.....	20
1.6 Objetivos Específicos.....	20
II. Marco Teórico .....	21
2.1 Antecedentes de la investigación .....	21
2.1.1 A nivel internacional .....	21
2.1.2 A nivel nacional.....	23
2.1.3 A nivel regional o local .....	23
2.2 Bases teóricas.....	24
2.3 Definición de términos básicos .....	33

III.	Material y métodos .....	35
3.1	Diseño de investigación .....	35
3.2	Población, Muestra y Muestreo .....	35
3.3	Determinación de variables.....	36
3.4	Fuentes de información.....	36
3.5	Métodos.....	37
3.6	Técnicas e Instrumentos.....	38
3.7	Procedimiento .....	38
3.8	Análisis estadístico.....	39
3.9	Consideraciones éticas .....	40
IV.	Resultados.....	42
V.	Discusión.....	51
	Conclusiones.....	52
	Recomendaciones .....	53
	Referencias bibliográficas .....	54
	Anexos .....	59

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del café .....	33
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos y dosis .....	38
Tabla 3. Propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes de la aplicación del glifosato .....	42
<b>Tabla 4.</b> Promedio de los resultados Nitrógeno (en %) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo....	43
<b>Tabla 5.</b> Promedio de los resultados de Fósforo (P en partes por millón, ppm) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo .....	44
<b>Tabla 6.</b> Promedio de los resultados de Potasio (K en partes por millón, ppm) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo .....	45
<b>Tabla 7.</b> Promedio de los resultados de pH (potencial de hidrógeno) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo.....	46
<b>Tabla 8.</b> Promedio de los resultados de CE en dS/m antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo....	48
<b>Tabla 1.</b> ....	33
<b>Tabla 2</b> .....	38
<b>Tabla 3</b> .....	42
<b>Tabla 4</b> .....	43
<b>Tabla 5</b> .....	44
<b>Tabla 6</b> .....	45
<b>Tabla 7</b> .....	46
<b>Tabla 8</b> .....	48
<b>Tabla 9</b> .....	49

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Estructura molecular del glifosato. ....	25
<b>Figura 2.</b> Vías de descomposición del glifosato en el suelo.....	27
<b>Figura 3.</b> Promedio de los resultados Nitrógeno (en %) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo....	43
<b>Figura 4.</b> Promedio de los resultados de Fósforo antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo....	44
<b>Figura 5.</b> Promedio de los resultados de Potasio antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo....	46
<b>Figura 6.</b> Promedio de los resultados de pH antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo.....	47
<b>Figura 7.</b> Promedio de los resultados de CE en dS/m antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo....	48

## RESUMEN

El estudio surge de la necesidad de comprender el impacto de herbicidas, especialmente el glifosato, en suelos de cultivos de café (*Coffea arabica*), en el distrito de la Coipa, San Ignacio, un área de gran importancia económica y ambiental. La muestra incluyó 120 plantas de café, seleccionadas aleatoriamente y distribuidas en tres tratamientos proporcionales: T1 (testigo), T2 (10 ml/L de glifosato) y T3 (15 ml/L de glifosato). El objetivo consistió en determinar el efecto de la aplicación de glifosato en las propiedades químicas en suelos cultivados de café, para esto se realizaron muestreos antes y después de la aplicación de glifosato en tres momentos distintos (4 días, 15 días y 33 días), realizando detalladamente propiedades químicas como nitrógeno, fósforo, potasio, pH y conductividad eléctrica. El instrumento utilizado para la recolección de datos fue una guía de observación diseñada para registrar in situ los cambios en las propiedades químicas del suelo. Los resultados revelan que, la aplicación de glifosato no tuvo efectos significativos en la mayoría de las propiedades químicas del suelo. Sin embargo, se observó una disminución notable en los niveles de fósforo y un aumento moderado en los niveles de potasio. En conclusión, los hallazgos obtenidos indican que el impacto del glifosato en los suelos destinados al cultivo de café en la región de La Coipa es insignificante.

**Palabras clave:** glifosato, suelos cultivados, propiedades químicas, agricultura sostenible, herbicidas

## ABSTRACT

The study arises from the need to understand the impact of herbicides, especially glyphosate, on coffee (*Coffea arabica*) cultivation soils in the La Coipa district, San Ignacio, an area of great economic and environmental importance. The sample included 120 randomly selected coffee plants, distributed across three proportional treatments: T1 (control), T2 (10 ml/L of glyphosate), and T3 (15 ml/L of glyphosate). The objective was to determine the effect of glyphosate application on the chemical properties of cultivated coffee soils. Soil samples were taken before and after glyphosate application at three different times (4 days, 15 days, and 33 days), with detailed analyses of chemical properties such as nitrogen, phosphorus, potassium, pH, and electrical conductivity. The instrument used for data collection was an observation guide designed to record on-site changes in soil chemical properties. The results reveal that glyphosate application had no significant effects on most soil chemical properties. However, a notable decrease in phosphorus levels and a moderate increase in potassium levels were observed. In conclusion, the findings suggest that the impact of glyphosate on soils dedicated to coffee cultivation in the La Coipa region is insignificant.

**Keywords:** glyphosate, cultivated soils, chemical properties, sustainable agriculture, herbicides.



## I. Introducción

### 1.1 Realidad problemática

En los últimos años, la agricultura moderna ha abusado del uso de herbicidas, siendo el glifosato el más prevalente. La persistencia de este herbicida en los suelos y su capacidad para contaminar los mantos freáticos están respaldadas por evidencia científica sólida, al igual que su toxicidad para numerosos organismos no objetivo. La reciente reevaluación del glifosato por parte de la Organización Mundial de la Salud, que lo cataloga como posiblemente cancerígeno, ha aumentado las preocupaciones. Esto ha impulsado la búsqueda de alternativas para el control de malezas en los cultivos. A pesar de que la exposición al glifosato afecta la biomasa bacteriana del suelo de múltiples maneras, incluyendo cambios genéticos, fisiológicos y poblacionales, algunas especies parecen prosperar en suelos tratados con glifosato, González & Fuentes (2022).

El glifosato también ejerce diversos efectos sobre los hongos, incluida la inhibición de la actividad micorrízica, lo que impacta negativamente en la nutrición vegetal y en la rizosfera. Además, se han reportado resultados contradictorios en cuanto al efecto del glifosato en las especies de lombrices de tierra, lo que sugiere que, bajo el principio de precaución, podría considerarse tóxico para estos anélidos, lo que afectaría su papel crucial en la calidad del suelo y el desarrollo de las plantas. A pesar de estas preocupaciones, la investigación sobre el manejo y control de malezas sin el uso de herbicidas es un campo poco explorado que requiere una mayor atención, dada la diversidad de cultivos, condiciones climáticas y prácticas agrícolas, así como las diferencias socioeconómicas, Ramírez (2021).

A nivel global, la agricultura moderna, caracterizada por su alta productividad y alto consumo energético, ha abrazado el uso intensivo de herbicidas como el método preferido para el control de malezas. Aunque esta práctica ha permitido satisfacer la creciente demanda de alimentos, ha generado una dependencia insostenible. La evolución tecnológica en la fabricación de plaguicidas y otros avances agrícolas ha contribuido al aumento de la producción de alimentos, pero esto se ha logrado a expensas de la salud humana y el medio ambiente. Además, el aumento en la producción de alimentos no ha logrado erradicar el hambre en todo el mundo, Ramírez (2021). Además, la mayoría de los países productores agrícolas se enfrentan al problema de la resistencia de las malezas a los herbicidas, principalmente al glifosato, debido al uso inadecuado, la repetición de principios activos y la falta de rotación de cultivos. En países como Estados Unidos, Australia y Argentina, las

malezas resistentes representan el principal desafío para la producción agrícola, Pedemonte (2017).

En el Perú, la industria del café es esencial en términos económicos y sociales. Es el primer producto agrícola peruano de exportación y el séptimo a nivel mundial, liderando las exportaciones agrícolas y ubicándose entre los 10 principales productos de exportación. Sin embargo, el uso excesivo de glifosato en el cultivo de café plantea preocupaciones significativas. La aplicación repetida del herbicida se realiza para eliminar malezas resistentes y prevenir daños a las plantas. Aunque el glifosato es ampliamente utilizado en el Perú y en el mundo, su constante evaluación es fundamental para garantizar la calidad del producto exportado, AGQ Labs (2019).

En particular, en la provincia de San Ignacio, Cajamarca, el café es la fuente principal de ingresos para los agricultores, a pesar de las dificultades y desafíos asociados desde la siembra hasta la comercialización. El cultivo de café en esta región enfrenta problemas relacionados con la contaminación del suelo debido al uso de glifosato para combatir la roya, una enfermedad que afecta a los cultivos de café. Esta contaminación del suelo tiene efectos en cadena, incluyendo la alteración de la biodiversidad del suelo y la reducción de la materia orgánica y su capacidad para actuar como filtro. Además, contamina el agua almacenada en el suelo y el agua subterránea, perturbando el equilibrio de nutrientes, SENAMHI (2020).

## **1.2 Formulación del problema**

Ante este breve estudio *facto* - perceptible la pregunta de investigación es:

¿En qué medida la utilización de glifosato afectará las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito la Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca?

## **1.3 Justificación**

Esta investigación surgió ante el aumento notable en la aplicación del glifosato en los suelos destinados al cultivo de café en el distrito de La Coipa y regiones similares. Diversos factores, como la escasez de mano de obra y la proliferación de malezas debido a condiciones climáticas específicas, han contribuido a esta tendencia. La dificultad para llevar a cabo el control mecánico de malezas ha llevado a los agricultores a buscar alternativas, siendo el glifosato una opción recurrente.

Es crucial comprender el impacto del glifosato en las propiedades químicas del suelo, ya que los agricultores reconocen la importancia de estas propiedades para el óptimo crecimiento y producción de café. Este estudio tiene como objetivo determinar de manera científica si el uso de glifosato altera estas propiedades químicas.

La relevancia de esta investigación se manifiesta en varios aspectos. En primer lugar, aborda una problemática en constante crecimiento en la agricultura: el uso de herbicidas y su influencia en la calidad del suelo. Además, se enmarca en el contexto de la producción de café, un cultivo esencial en la región. Los resultados de este estudio pueden ofrecer información valiosa para agricultores, autoridades locales e investigadores, facilitando la toma de decisiones informadas sobre prácticas agrícolas sostenibles y la preservación de la calidad del suelo.

En última instancia, esta investigación pretende contribuir al conocimiento existente sobre la relación entre el uso de herbicidas y las propiedades químicas del suelo, centrándose específicamente en el cultivo de café en la región de La Coipa y áreas similares. Los resultados tendrán aplicaciones tanto a nivel local como en el contexto más amplio de la agricultura sostenible y la conservación del suelo para las generaciones futuras.

#### **1.4 Hipótesis**

La utilización de glifosato afecta en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca

#### **1.5 Objetivo General**

Determinar el efecto de la aplicación de glifosato en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*) en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca 2022.

#### **1.6 Objetivos Específicos**

- Identificar las propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes de aplicar glifosato.
- Aplicar glifosatos en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*) en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca
- Identificar las propiedades químicas de los suelos cultivados de café después de aplicar glifosato.

## **II. Marco Teórico**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1 A nivel internacional**

Escobar (2022) llevó a cabo un estudio titulado "Evaluación de impacto de glifosato en propiedades físicas y químicas del suelo andisol mediante análisis cuantitativo". Este estudio se centró en la evaluación de los efectos del glifosato en el suelo andisol, considerado uno de los recursos más cruciales para la vida debido a su importancia ecológica y su papel en la subsistencia de especies vegetales y animales, incluyendo a los seres humanos. La investigación se realizó en el contexto de la contaminación del suelo por agentes contaminantes, como herbicidas, fungicidas y plaguicidas, con un enfoque particular en el glifosato, conocido como Roundup. El objetivo del estudio era comprender cómo el glifosato afecta las propiedades físicas y químicas del suelo andisol. La investigación se llevó a cabo en Colombia, donde se utilizan grandes cantidades de glifosato en programas de erradicación de cultivos ilícitos, lo que ha llevado a la contaminación de extensas áreas de suelo. El enfoque metodológico de este estudio involucró análisis cuantitativo para evaluar el impacto del glifosato en el suelo andisol. Se recopilaron datos sobre la dosificación, tiempos de aplicación y áreas de aplicación del glifosato en Colombia. Los principales resultados del estudio indicaron que el glifosato tenía efectos negativos en el suelo andisol, lo que planteaba preocupaciones sobre su impacto en la calidad del suelo y su capacidad para mantener la vida vegetal y animal. Además, se encontró que este contaminante afectaba a diversas formas de vida, incluyendo hongos, bacterias y animales. En conclusión, el estudio subrayó la necesidad de revisar los programas de erradicación de cultivos ilícitos en Colombia para minimizar los impactos negativos del glifosato en el suelo y la biodiversidad. También resaltó la importancia de la divulgación de investigaciones científicas para informar y tomar decisiones sobre el uso de herbicidas como el glifosato.

González & Fuentes (2022) llevaron a cabo una investigación titulada "Dinámica del glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota". Este estudio se centró en el glifosato, uno de los herbicidas más ampliamente utilizados en todo el mundo, que interfiere en la síntesis de aminoácidos esenciales en las plantas, lo que lleva a la eliminación de las plantas sensibles. Su uso aumentó significativamente con la introducción de cultivos genéticamente modificados tolerantes al glifosato y su aplicación como desecante de cultivos anuales.

Además, el glifosato ha sido clasificado como probablemente cancerígeno y ha generado efectos adversos en la salud humana. Además, ha ejercido presión de selección, lo que ha dado lugar al desarrollo de plantas resistentes a este herbicida. Las formulaciones comerciales de glifosato suelen contener moléculas como polioxietilenaminas y metales pesados. A pesar de la falta de datos precisos sobre la cantidad de glifosato empleado en la agricultura en México, se ha detectado la presencia de este herbicida en suelos, ríos y mares, así como en personas que están directa o indirectamente expuestas al mismo. El comportamiento del glifosato en el suelo está influenciado por factores como la estructura del suelo, la cantidad y calidad de la materia orgánica, la temperatura, el pH y el tipo de arcilla, entre otros. El estudio reveló una relación biunívoca entre la microbiota del suelo y el glifosato. Algunas especies bacterianas utilizan el glifosato como fuente de carbono y fósforo, degradándolo, mientras que otras experimentan alteraciones adaptativas cuando están expuestas a este herbicida. Además, el glifosato afecta la capacidad de micorrización de los hongos arbusculares y desregula la expresión de genes relacionados con procesos como el metabolismo de aminoácidos y vías de detoxificación. También se observó que afecta a diversas especies de lombrices del suelo, disminuyendo su capacidad para reciclar materia orgánica. El estudio resaltó la importancia de promover la investigación orientada a la producción agrícola sin el uso de agroquímicos altamente tóxicos y persistentes, como el glifosato, debido a sus efectos negativos en la microbiota del suelo y su potencial impacto en la calidad del suelo y la salud ambiental.

Tofino & Carbone (2019) llevaron a cabo una investigación titulada "Efecto del glifosato sobre la microbiota, calidad del suelo y cultivo de frijol biofortificado en el departamento del Cesar, Colombia". El objetivo principal de este estudio fue evaluar el impacto del herbicida glifosato en la fertilidad química y microbiológica del suelo, así como su presencia residual en la semilla de frijol biofortificado cultivado en el departamento de Cesar, Colombia. Los resultados obtenidos en esta investigación revelaron que el uso de glifosato para el control de malezas en los cultivos de frijol estaba asociado con una disminución en el rendimiento de los cultivos debido al aumento en la incidencia de enfermedades en las raíces y a la alteración de las propiedades microbiológicas y químicas del suelo. Sin embargo, se identificó que el tratamiento T2, que incluía la siembra previa de frijol con mulch y la aplicación de glifosato, logró mantener un equilibrio adecuado entre el rendimiento, que se acercaba al promedio regional, y las propiedades químicas favorables

en la rizósfera, como buenos niveles de materia orgánica y conductividad eléctrica. Además, en este tratamiento no se detectó la presencia residual de glifosato en las semillas.

### **2.1.2 A nivel nacional**

Avellaneda (2022) llevó a cabo una investigación titulada "Efecto del glifosato sobre la población de *Azotobacter* spp. presente en el suelo cafetalero de El Dorado, Moyobamba – San Martín". El propósito principal de este estudio fue evaluar cómo el herbicida glifosato afecta la población de *Azotobacter* spp. en el suelo utilizado para el cultivo de café en la comunidad nativa El Dorado, en condiciones de invernadero. Los resultados obtenidos en esta investigación revelaron que, a los 30 días de aplicar el herbicida Octano en el suelo cafetalero de El Dorado, no se detectaron cantidades de glifosato según el método de plaguicidas polares rápidos, que tenía un límite de cuantificación de 0,01 mg/kg de suelo. Además, se llevó a cabo el cultivo de bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Azotobacter* en placas de Petri, utilizando el medio de cultivo Agar Ashby Manitol. Estas bacterias presentaron diversas características, como formas de bacilos y cocos con fluorescencia, reacción positiva a varios azúcares y una identificación bioquímica como Gram negativas.

Rivera (2018) llevó a cabo una investigación titulada "Efecto de la aplicación del glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (*Coffea arabica*) variedad Catimor en San Ignacio- Cajamarca, 2017-2018". El objetivo principal de este estudio fue evaluar cómo la aplicación del herbicida glifosato afecta a la microfauna presente en el suelo utilizado para el cultivo de café de la variedad Catimor en el caserío de Barrio Nuevo, ubicado en el distrito y provincia de San Ignacio, Región Cajamarca, durante el período 2017-2018. Los resultados obtenidos en esta investigación indicaron que la aplicación del glifosato no tuvo una influencia directa sobre la microfauna del suelo en el cultivo de café (*Coffea arabica*) de la variedad Catimor en esta región. Estos resultados llevaron a rechazar la hipótesis inicial de que el glifosato tendría un impacto significativo en la microfauna del suelo. Se mencionó que este fenómeno podría estar relacionado con el factor climatológico de la zona, que se caracteriza por ser bastante lluviosa y húmeda. Se sugirió que la gran cantidad de actividad microbiana y las bacterias estudiadas en el suelo no experimentaron efectos negativos por parte del herbicida, ya que este se lixivió o se diluyó rápidamente debido a las condiciones climáticas prevalecientes.

### **2.1.3 A nivel regional o local**

Rueda & Santos (2020) llevaron a cabo una tesis titulada "Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en el distrito de Chirinos – San Ignacio". El objetivo central de esta investigación fue determinar cómo la aplicación de glifosato afecta las propiedades químicas de los suelos utilizados para el cultivo de café en el distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio. El enfoque metodológico utilizado se encuadra en una investigación aplicada con un diseño preexperimental. La investigación se centró en el estudio de cuatro parámetros que corresponden a la composición química del suelo: Conductividad Eléctrica (C.E), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Potencial de Hidrógeno (pH). Se trabajó con tres parcelas, cada una compuesta por 30 plantas de café, y se incluyó una parcela testigo. En dos de las parcelas se aplicaron dosis diferentes de Bazuka, siendo 7.5 ml de Bazuka por litro de agua en una parcela y 10 ml de Bazuka por litro de agua en la otra. Se tomaron muestras de suelo en diferentes intervalos de tiempo: antes de la aplicación del glifosato, a los 4 días, a los 15 días y a los 33 días posteriores a la aplicación. Las muestras de suelo recopiladas fueron analizadas en laboratorio y los resultados obtenidos revelaron que la Conductividad Eléctrica, el Nitrógeno y el Potencial de Hidrógeno no mostraron una alteración significativa debido a la aplicación de glifosato. Sin embargo, se observó una disminución significativa en los niveles de Fósforo, mientras que los niveles de Potasio experimentaron un incremento moderado. En cuanto a la persistencia del herbicida en el suelo en los diferentes intervalos de tiempo, no se detectaron diferencias significativas durante el estudio. Además, se encontró que solo en las dosis aplicadas se pudo observar un efecto considerable en el contenido de Fósforo del suelo.

## **2.2 Bases teóricas**

### **Glifosato**

El herbicida glifosato, según Guadalupe (2021), es un producto químico fitotóxico utilizado para controlar plantas no deseadas o maleza en cultivos. Rodríguez (2020) señala que el glifosato es un herbicida no selectivo de amplio espectro que actúa inhibiendo una enzima esencial para el crecimiento de las plantas. Es ampliamente utilizado en todo el mundo y se comercializa bajo varios nombres comerciales. El modo de acción del glifosato, como menciona Guadalupe (2021), involucra su absorción por parte de las plantas y su traslocación hacia el sistema radicular, rizomas y estolones, donde inhibe la síntesis de ácido shiquímico, afectando la producción de aminoácidos esenciales. Los síntomas visibles de su

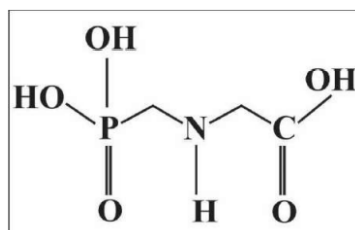
acción incluyen decoloración y marchitamiento de la planta, que se manifiestan en unos pocos días después de la aplicación.

Para ser más específicos los síntomas visibles son una coloración amarillenta y posterior marchitamiento de la planta, el cual se observa en los siguientes 3 a 7 días de la aplicación, el colapso total de la estructura ocurre a los 30 días”. Avigliano (2018) define el glifosato (N-fosfometil-glicina, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P, CAS 1071-83-6) como “un herbicida sistémico no selectivo que puede inhibir eficientemente el crecimiento de plantas, tanto terrestres como acuáticas, interfiriendo con la síntesis de los aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano)”.

Campuzano (2017) agrega que el glifosato se presenta en diversas formulaciones, como sales de isopropilamina, sales de potasio y sales de amonio, y suele contener agentes surfactantes, antiespumantes, biocidas e inorgánicos. Además, tiene una estructura química específica y propiedades físicas, como su peso molecular, solubilidad y densidad aparente.

### **Figura 1**

*Estructura molecular del glifosato.*



*Nota.* Fórmula química tomada de Zhan et al., (2018).

El empleo excesivo de herbicidas en la agricultura, incluyendo el glifosato, es bastante común debido a su rentabilidad en comparación con la mano de obra requerida para el control manual de las malezas, como se mencionó en el estudio de Perea & Tupac (2016). En particular, el glifosato ha experimentado una amplia adopción en la agricultura y ha sido fabricado por numerosas empresas en todo el mundo desde la década de 1970, bajo la marca comercial Roundup, originalmente introducida por Monsanto. Este herbicida se destaca como uno de los más utilizados a nivel mundial en el sector agrícola. Según datos, solo en 2013, la producción global de glifosato se estimó en 630,000 toneladas, superando a otros herbicidas, y esta cifra aumentó a 825,000 toneladas en 2014. En la actualidad, más de 90 fabricantes de herbicidas en alrededor de 20 países se dedican a la producción de glifosato.



**Modo de acción del glifosato.** El glifosato, un herbicida ampliamente utilizado, tiene un mecanismo de acción que implica su absorción por parte de las plantas después de la aplicación. Una vez dentro de la planta, su efecto se extiende a todos los meristemas distantes, lo que gradualmente elimina la maleza. Su acción es sistémica y se manifiesta al interferir en la síntesis de proteínas, provocando la destrucción de las células y promoviendo un crecimiento incontrolado de las hojas. Específicamente, interviene en la degradación de la clorofila, lo que da como resultado un cambio de color en las hojas hacia tonos amarillentos y, finalmente, la necrosis del follaje. Este proceso ha sido detallado por Villalba (2009), quien explicó que el glifosato entra en las células de la planta, inhibe la enzima 5-enopiruvil-shikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS), se desplaza hacia el cloroplasto, se une a una molécula de shikimato-3-fosfato (S3P) junto con una de fosfoenolpiruvato (PEP), ocupando el sitio de la enzima. Debido a su similitud con el PEP, compite con este último y forma un complejo con el shikimato, lo que interrumpe el crecimiento de la planta y, en última instancia, conduce a su muerte.

**Persistencia del glifosato en el suelo.** El glifosato presenta la notable capacidad de movilizarse en el suelo debido a su similitud con varios compuestos naturales. Esta característica se debe a su estructura química, que no es altamente reactiva. Su destino ambiental incluye la formación de complejos con iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) presentes en el agua. Además, puede encontrarse en forma de sedimentos o partículas suspendidas en el agua y el suelo a través del proceso de adsorción. Las plantas también pueden absorber glifosato junto con nutrientes, y algunos microorganismos pueden degradarlo, Paz & López (2011).

Una vez que el glifosato entra en contacto con una planta, se moviliza dentro de ella de manera sistemática y puede desplazarse en el suelo, compitiendo con el fósforo, que es esencial para las plantas no objetivo. La adsorción del glifosato en el suelo se atribuye a la reactividad de su grupo funcional fosfometilo, y su permanencia en el suelo está influenciada por diversas características del mismo, como el potencial de fijación de fósforo, la disponibilidad de hierro para las plantas, el pH, la cantidad de arena, la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico. Además, la presencia de fosfatos y carbono orgánico puede competir con el glifosato debido a la fertilización del suelo (Padilla, 2019).

La persistencia del glifosato en el suelo es significativa, ya que algunos estudios indican que después de 60 días, solo se mineraliza aproximadamente el 12% de esta molécula

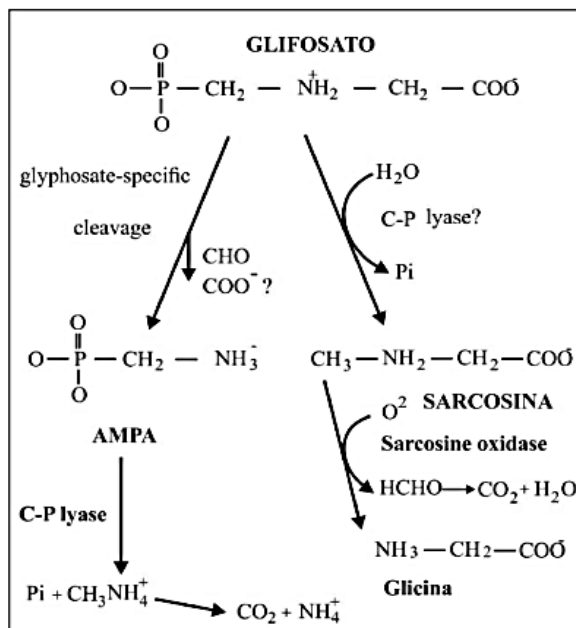
en el horizonte A del suelo. En condiciones climáticas y características de suelo específicas, el glifosato puede permanecer activo durante 315 días debido a su afinidad por la materia orgánica y la arcilla, lo que le permite acumularse con el tiempo (Tevez y Dos Santos, 2015).

La capacidad de adsorción del glifosato varía según la cantidad de materia orgánica en el suelo, siendo mayor en suelos ricos en esta materia y menor en suelos minerales, donde la lixiviación debido a la lluvia puede ser más prominente. Esto plantea un riesgo potencial para los ciclos biológicos del suelo y la acumulación del compuesto en el entorno. En última instancia, dado que el suelo es un ecosistema, los herbicidas, como el glifosato, pueden tener un impacto activo en su calidad y fertilidad, así como contaminar las plantas de cultivo, Ansari & Hatami (2019).

**Descomposición del glifosato en el suelo.** El glifosato, durante su proceso de degradación, sigue dos rutas metabólicas o vías de descomposición (ver Figura 1). La primera vía implica la conversión del glifosato en ácido aminometilfosfónico (AMPA), que posteriormente se metaboliza en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La segunda vía, por otro lado, involucra la transformación del glifosato en sarcosina, dando como resultado una unión C-P que conduce a la formación de fosfato inorgánico y glicina. Esta descomposición del glifosato al final produce carbono, nitrógeno y fósforo, lo que permite que bacterias y hongos puedan utilizarlo como fuente de alimento, Ansari (2019).

**Figura 2.**

*Vías de descomposición del glifosato en el suelo*



*Nota:* fórmula tomada de Zhan et al., (2018).

## **Propiedades químicas del suelo**

Según el Portal de Suelos del Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (2023), las propiedades químicas del suelo se refieren a las características y composición química específicas de un suelo en particular. Estas propiedades son esenciales para comprender la capacidad del suelo para sustentar el crecimiento de las plantas, determinar su fertilidad y su habilidad para retener o liberar los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. Estas características químicas del suelo desempeñan un papel fundamental en la evaluación de su calidad y su aptitud para satisfacer las demandas de las plantas. Agricultores y expertos agrónomos realizan análisis de estas propiedades para tomar decisiones informadas sobre la fertilización y la gestión del suelo, con el objetivo de optimizar la producción de cultivos.

Algunas de las propiedades químicas del suelo más importantes son, FAO (2023), **pH del suelo:** El pH del suelo es una medida de su acidez o alcalinidad. Puede variar de ácido (pH menor a 7) a alcalino (pH mayor a 7). El pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas, ya que algunos nutrientes son más solubles en ciertos rangos de pH.

**Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** La CIC es la capacidad del suelo para retener y liberar cationes (iones con carga positiva) como calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), y otros nutrientes esenciales para las plantas. Una alta CIC generalmente indica una mayor capacidad del suelo para retener nutrientes.

**Contenido de nutrientes:** Esto se refiere a la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), y micronutrientes como hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), entre otros. El contenido de nutrientes varía según el tipo de suelo y su manejo.

**Materia orgánica:** La materia orgánica en el suelo, como el humus, es crucial para la fertilidad del suelo. Ayuda a mejorar la estructura del suelo, retiene agua y nutrientes, y proporciona una fuente continua de nutrientes a medida que se descompone.

**Salinidad:** La salinidad del suelo se refiere a la cantidad de sales disueltas en el suelo. Un alto contenido de sal puede ser perjudicial para las plantas, ya que puede afectar su capacidad para absorber agua y nutrientes.

**Textura del suelo:** La textura del suelo se refiere a la proporción de partículas de arena, limo y arcilla en el suelo. La textura afecta la retención de agua y nutrientes, así como la aireación del suelo.

**Capacidad de retención de agua:** Esta propiedad se relaciona con la capacidad del suelo para retener agua, que depende de su contenido de materia orgánica y textura. Los suelos arcillosos tienden a retener más agua que los suelos arenosos.

**Actividad biológica:** La presencia y actividad de microorganismos en el suelo también son propiedades químicas importantes. Los microorganismos desempeñan un papel clave en la descomposición de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

#### **Los micronutrientes del suelo.**

Conocidos como oligoelementos o elementos traza, son nutrientes esenciales que las plantas necesitan en cantidades muy pequeñas pero que son vitales para su crecimiento y desarrollo saludables. A diferencia de los macronutrientes, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes, los micronutrientes se requieren en cantidades mucho más pequeñas. Los micronutrientes son vitales para el funcionamiento adecuado de las plantas, y las deficiencias pueden afectar significativamente la salud y el rendimiento de los cultivos. Los agricultores y jardineros a menudo realizan análisis de suelos para evaluar los niveles de micronutrientes y, si es necesario, pueden aplicar fertilizantes que contengan estos elementos para corregir deficiencias y promover un crecimiento saludable de las plantas (FAO, 2023).

Los principales micronutrientes del suelo son:

**Hierro (Fe):** El hierro es esencial para la formación de la clorofila, que es necesaria para la fotosíntesis de las plantas. La deficiencia de hierro puede llevar a la clorosis, que se manifiesta como hojas amarillentas.

**Manganeso (Mn):** El manganeso también es importante para la fotosíntesis y la producción de oxígeno en las plantas. Su deficiencia puede resultar en hojas con manchas amarillas o necrosis.

**Zinc (Zn):** El zinc es esencial para la síntesis de proteínas y el crecimiento de las plantas. La deficiencia de zinc puede causar retraso en el crecimiento y deformidades en las hojas.

**Cobre (Cu):** El cobre participa en la formación de clorofila y en la resistencia a enfermedades de las plantas. La deficiencia de cobre puede causar hojas retorcidas y decoloradas.

**Boro (B):** El boro es necesario para el desarrollo de las paredes celulares y la regulación de otros nutrientes. La deficiencia de boro puede resultar en un crecimiento deficiente de las puntas y la muerte de las raíces.

**Molibdeno (Mo):** El molibdeno es esencial para la fijación de nitrógeno en las plantas leguminosas y para la conversión de nitrato en aminoácidos. Su deficiencia puede llevar a la reducción del crecimiento.

**Níquel (Ni):** Aunque se necesita en cantidades extremadamente pequeñas, el níquel es importante para el crecimiento de las plantas y la absorción de otros nutrientes.

### **Los macronutrientes del suelo**

Son elementos químicos esenciales que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes para su crecimiento y desarrollo saludables. Estos nutrientes desempeñan un papel fundamental en la composición de las estructuras celulares de las plantas y en sus procesos metabólicos. Los macronutrientes son esenciales para el funcionamiento adecuado de las plantas y son absorbidos en cantidades significativas desde el suelo. Los fertilizantes y enmiendas del suelo se utilizan a menudo para corregir deficiencias de macronutrientes en el suelo y mejorar la fertilidad para el cultivo de plantas (FAO, 2023).

Los principales macronutrientes del suelo son:

**Nitrógeno (N):** El nitrógeno es esencial para la formación de proteínas, ácidos nucleicos y clorofila en las plantas. Es un componente fundamental en la fotosíntesis y el crecimiento vegetal. La deficiencia de nitrógeno se manifiesta como un crecimiento lento, hojas amarillentas y falta de vigor en las plantas.

**Fósforo (P):** El fósforo es importante para la formación de ATP (adenosina trifosfato), que es la principal fuente de energía celular en las plantas. También es esencial para el desarrollo de raíces, flores y frutos. La deficiencia de fósforo puede resultar en un crecimiento deficiente y un desarrollo inadecuado de las raíces.

**Potasio (K):** El potasio es esencial para la regulación de la apertura y cierre de los estomas, la absorción de agua y la resistencia a enfermedades y estrés. Ayuda a las plantas a mantener su turgencia (rigidez) y a regular el equilibrio hídrico. La deficiencia de potasio puede dar como resultado hojas amarillas o márgenes secos y necróticos.

**Calcio (Ca):** El calcio es un componente importante de las paredes celulares y está involucrado en la división y elongación celular. También juega un papel en la absorción de

otros nutrientes y en la respuesta de las plantas al estrés. La deficiencia de calcio puede causar problemas de desarrollo en las puntas de las raíces y el crecimiento de las hojas.

**Magnesio (Mg):** El magnesio es un componente central de la molécula de clorofila, por lo que es esencial para la fotosíntesis. La deficiencia de magnesio puede manifestarse como amarillamiento de las hojas, especialmente en las hojas más viejas.

**Azufre (S):** El azufre es necesario para la síntesis de proteínas y la formación de aminoácidos esenciales. También juega un papel en la estructura de las proteínas y en la formación de enlaces disulfuro. La deficiencia de azufre puede resultar en hojas amarillas y un crecimiento lento.

### **Unidades de medida de las propiedades químicas del suelo**

Son utilizadas en la agricultura y la jardinería para medir diferentes propiedades y nutrientes en el suelo. Estas unidades de medida son utilizadas en análisis de suelos y pruebas de laboratorio para evaluar la salud y la calidad del suelo, así como para determinar los niveles de nutrientes disponibles para las plantas. Esto ayuda a los agricultores y jardineros a tomar decisiones informadas sobre la fertilización y el manejo del suelo para optimizar el crecimiento de las plantas. Las unidades de medida son (López, Murillo, Benson, López, & Valle, 2002):

**C.E (Conductividad Eléctrica) dS/m:** La conductividad eléctrica se mide en decisiemens por metro (dS/m) y es una medida de la capacidad del suelo para conducir la corriente eléctrica. Refleja la cantidad de sales disueltas en el suelo y se utiliza para evaluar la salinidad del suelo. Valores más altos de C.E indican una mayor concentración de sales y, por lo tanto, un suelo más salino.

**pH 0 – 14:** El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del suelo. El pH se mide en una escala que va de 0 a 14, donde 7 es neutral. Valores por debajo de 7 indican acidez, mientras que valores por encima de 7 indican alcalinidad. Un pH adecuado para la mayoría de las plantas está en el rango de 6 a 7.

**N %:** El símbolo "N" representa al nitrógeno, uno de los macronutrientes esenciales para las plantas. El porcentaje de nitrógeno (%N) se utiliza para indicar la concentración de nitrógeno en una muestra de suelo. Esto es importante porque el nitrógeno es fundamental para el crecimiento vegetal y la producción de proteínas.

**P ppm:** El símbolo "P" representa al fósforo, otro macronutriente esencial para las plantas. Las siglas "ppm" significan partes por millón y se utilizan para indicar la

concentración de fósforo en una muestra de suelo. El fósforo es importante para el desarrollo de las raíces y la floración de las plantas.

**K ppm:** El símbolo "K" representa al potasio, un tercer macronutriente esencial para las plantas. Al igual que con el fósforo, las siglas "ppm" se utilizan para indicar la concentración de potasio en una muestra de suelo. El potasio es esencial para la regulación de la apertura y cierre de los estomas y la resistencia a enfermedades en las plantas.

### **Café**

Las semillas de café provienen del árbol del cafeto, que es miembro de la familia de las Rubiáceas y del género *Coffea*. Las dos variedades más ampliamente cultivadas a nivel mundial son *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora*. Esta planta se desarrolla de manera óptima en regiones tropicales y requiere condiciones específicas de suelo, temperatura, altitud y humedad relativa para prosperar. Según lo indicado, los suelos ricos en materia orgánica son particularmente adecuados para la producción de café, y las condiciones ideales incluyen temperaturas que oscilen entre los 18 y 22 grados centígrados, altitudes de 1200 a 2000 metros sobre el nivel del mar y una humedad relativa que se sitúe entre el 70% y el 85%. En términos generales, es esencial que el suelo tenga una profundidad de al menos 80 centímetros para permitir la penetración adecuada de las raíces (según Díaz, 2014).

**Origen y distribución.** Originalmente, el café proviene de África, específicamente de Sudán y Etiopía. Hace más de un siglo y medio, la variedad Typica, que tiene sus raíces en Etiopía, fue llevada al continente americano y se estableció en áreas de selva, principalmente en el bosque premontano. Esta variedad es la que predomina en términos de extensión de cultivo en países como Perú y Bolivia, y también se encuentra en regiones de América Tropical, Hawái e India. Su introducción en el Perú y su desarrollo comercial en el valle de Chanchamayo datan a partir del año 1876. Hoy en día, el café Typica se cultiva en diversas regiones de todo el mundo, incluyendo África, Asia y el Pacífico, América Central y del Norte, así como América del Sur, según lo mencionado por Díaz en 2014.

**Importancia del café.** La producción de café es una fuente significativa de ingresos para el país, ya que las exportaciones de café constituyen aproximadamente el 40% de los productos de agroexportación. Este sector no solo beneficia la calidad de vida de los agricultores, sino que también desempeña un papel importante en la conservación de suelos en áreas con pendientes, como señala Díaz en su trabajo de 2014.

**Taxonomía del café.** Existe un promedio de mas de 100 especies de café, de las cuales solo tres especies son cultivadas con fines comerciales, *Coffea arabica* L, *Coffea canephora* Pierrees y por último la *Coffea liberica* Bull (Díaz, 2014).

**Tabla 1.**

*Taxonomía del café*

Jerarquía taxonómica	Nombres taxonómicos
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Sub División	Angiospermae
Clase	Magnoliata
Sub Clase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Coffea</i>
Especie	<i>Arabica</i>
Nombre científico	<i>Coffea arabica</i>
Especie(s)	<i>arabica, canephora, iberica</i>

*Nota.* Taxonomía tomada de Diaz (2014)

### 2.3 Definición de términos básicos

**Glifosato:** El glifosato es un herbicida amplio y no selectivo que actúa de manera sistémica en las plantas, lo que significa que puede ser absorbido por cualquier tipo de planta a través de sus tejidos. Su acción química interrumpe la producción de proteínas esenciales para el crecimiento de la planta, lo que finalmente resulta en la muerte de la misma. En esencia, su propósito principal es eliminar las plantas consideradas "malas hierbas" o arvenses, ya que compiten por espacio, luz, agua y nutrientes con los cultivos deseados por los agricultores. Normalmente, se utiliza en la preparación de terrenos para cultivos específicos, con el fin de eliminar la vegetación no deseada y facilitar el crecimiento de los cultivos planificados. Algunos agricultores también lo emplean antes de la cosecha, ya que su efecto de secado facilita la recolección de los cultivos, como lo señala Greenpeace en 2020.

**Propiedades químicas:** Una propiedad química se refiere a cualquier característica de un material que se manifiesta específicamente durante una reacción química, es decir,



cualquier atributo que solo se puede identificar al modificar la identidad química de una sustancia. En otras palabras, para investigar las propiedades químicas de una sustancia, no es suficiente observarla o tocarla; es necesario influir en su estructura interna para evaluar sus propiedades químicas, como se menciona en Quimica.es en 2022.

**Propiedades químicas del suelo.** Las propiedades químicas del suelo son esencialmente los diversos contenidos de sustancias importantes que se denominan como macro y micro elementos y otros para el desarrollo de las plantas (Arguelles 2010)

**Suelo.** El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta (FAO, 2022).

**Café.** El café se refiere a las semillas del cafeto, un árbol que tiene su origen en Etiopía y pertenece a la familia de las rubiáceas. Este árbol, conocido como cafeto, generalmente alcanza una altura de entre cuatro y seis metros y cuenta con hojas verdes dispuestas de manera opuesta. Sus flores son de color blanco y sus frutos se presentan en forma de bayas rojas, (Alegsa, 2020).

### III. Material y métodos

#### 3.1 Diseño de investigación

El estudio se llevó a cabo utilizando un diseño cuasi experimental. Este tipo de diseño se utiliza para examinar y especificar las características, propiedades y perfiles de un fenómeno que está sujeto a un análisis detallado, Hernández et al. (2014).

La estructura del diseño cuasi experimental será la siguiente:

Ge:	O1	x	O2
Gc:	O3	-	O4

#### Donde:

##### Grupo Experimental (Ge):

O1: Observaciones realizadas antes de la aplicación de glifosato en el suelo.

X: Aplicación del estímulo glifosato.

O2: Observaciones realizadas después de la aplicación de glifosato en el suelo.

##### Grupo de Control (Gc):

O3: Observaciones realizadas antes en el grupo de control, donde no se aplicó glifosato.

O4: Observaciones después en el grupo de control, donde no se aplicó glifosato.

#### 3.2 Población, Muestra y Muestreo

**Población.** La población se define como el conjunto de todos los casos que cumplen con ciertas especificaciones (Hernández et al., 2014). En este estudio, la población estuvo compuesta por un área total de 225 m<sup>2</sup> la cual contó con 120 plantas de café.

#### Muestra:

Para determinar la muestra, se utilizó la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

$N$ : Tamaño de la población = 225 m<sup>2</sup>

$Z_{\alpha}$ : Puntuación  $Z$  basada en el nivel de confianza deseado, que para un nivel de confianza del 96% es  $Z_{\alpha} = 1,96$

$p$ : Proporción estimada de plantas de café con una característica o respuesta específica, ma nastro caso se tomo 0,5

$q$ =Complemento de  $p$ , entonces  $q=1- p=0,5$

$e$ : Margen de error,  $e = 0,05$  para un margen de error de 5%

Reemplazando y calculando se obtendra el tamaño de muestra necesario

$$n = \frac{225 \times (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,05^2 \times (225 - 1) + (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = \frac{225 \times 3.8416 \times 0,25}{0,0025 \times (224) + 3.8416 \times 0,25}$$

$$n = \frac{216.09}{0,56 + 0,9604}$$

$$n = \frac{216.09}{1,5204}$$

$$n = 142 \text{ m}^2$$

Encontrada la muestra, estas se distribuirán equitativamente en tres tratamientos, con un área de 47 m<sup>2</sup> en cada uno.

**Muestreo:** El proceso de selección de la muestra se llevó a cabo mediante un muestreo aleatorio simple, garantizando que cada área de la unidad experimental, tuvo la misma posibilidad de ser seleccionada para la toma de datos es decir la toma de datos tuvo la misma probabilidad de ser seleccionada e incluida en la muestra, como se recomienda Otzen & Manterola (2017).

### 3.3 Determinación de variables

**Variable independiente:** Glifosato.

**Variable dependiente:** Propiedades químicas del suelo

### 3.4 Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas para este estudio incluyen:

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC): Se consultaron datos estadísticos sobre la población y características demográficas de los municipios involucrados en la investigación.
- Banco Central de Reserva (BCR): Se obtuvieron datos económicos y financieros relacionados con la actividad agrícola y económica en la región.
- Laboratorio Químico TQC: Se obtuvo información sobre el glifosato, su composición y aplicaciones, incluyendo el nombre comercial "Bazuka."
- Instituciones de investigación: Se recopiló información relevante de instituciones que pudieran haber realizado investigaciones previas relacionadas con la temática del estudio.

### 3.5 Métodos

El presente estudio se llevó a cabo mediante un enfoque metodológico que combina métodos analíticos y deductivos, y se realizó en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca, durante el año 2022.

**Método Analítico.** Arispe & Yangali (2020) acotan que con este método se descompone un objeto de estudio, permitiendo separar cada una de sus partes para facilitar su estudio de una manera individual.

Este método en esta investigación se utilizó para descomponer y analizar la realidad de los productores de café en el distrito de La Coipa. Se dividió el objeto de estudio en sus partes fundamentales, lo que permitió un análisis detallado de las distintas actividades de los productores para identificar el principal problema relacionado con la aplicación de glifosato en los suelos cultivados de café.

**Método Deductivo.** Arispe & Yangali (2020) señalan que este método parte de conclusiones generales, para generar explicaciones particulares. Parte del análisis de los principios, teorías que son válidas para aplicarlos y generar soluciones a hechos que son particulares.

El método deductivo en esta investigación se empleó para partir de conclusiones generales y teorías amplias que son aplicables a la situación particular de los productores de café en La Coipa. Se recopiló información de diversos autores, teorías, revistas y fuentes en línea relacionadas con la utilización del glifosato y sus efectos en las propiedades químicas del suelo. Luego, se seleccionó la información más relevante y aplicable a la realidad de los pequeños productores de café en el distrito.

**Tabla 2***Tratamientos y dosis*

<b>Tratamiento</b>	<b>Nombre</b>	<b>Concentración de glifosato</b>	<b>Tipo de análisis</b>
T1	Tratamiento Testigo	0 ml/l	Químico
T2	Tratamiento dosis baja	10 ml/l	Químico
T3	Tratamiento dosis alta	15 ml/l	Químico

Nota. Tratamientos de la investigación

### **3.6 Técnicas e Instrumentos**

Durante la investigación, la técnica de observación se utilizó para analizar el entorno del estudio, identificar especies de malezas y documentar cambios en los suelos tras la aplicación de glifosato.

La Guía de Observación (Anexo 1), diseñada para analizar el contexto, fue clave en la recopilación de información y proporcionó detalles sobre la presencia de malezas y el estado del suelo. Es importante destacar que la Guía de Observación se sometió a una rigurosa validación mediante juicio de expertos (Anexo 2). Dos ingenieros con experiencia en investigación de suelos y herbicidas participaron en este proceso, asegurando la credibilidad y aplicabilidad del instrumento en el contexto de la investigación. Además, para garantizar la confiabilidad, los ingenieros evaluaron la consistencia interna de la guía y confirmaron que todas las observaciones se alinean con los objetivos de la investigación.

### **3.7 Procedimiento**

#### **3.7.1 Selección y Preparación del Área de Estudio:**

- Se delimitó cuidadosamente un área de estudio que constaba de una parcela dividida en tres lotes.
- Se procedió a obtener una muestra de suelo de cada lote para analizar las propiedades químicas iniciales antes de cualquier intervención.
- Cada muestra de suelo tuvo un peso de 01 kg y se extrajo a una profundidad de 30 cm.

- Las muestras se tomaron al azar, y se asignaron códigos de identificación: M1 para la primera muestra (grupo testigo), M2 para la segunda muestra y M3 para la tercera muestra.

### **3.7.2 Aplicación del Glifosato:**

- Se aplicaron dos dosis diferentes de glifosato en los tres lotes de estudio para evaluar su efecto en las propiedades químicas del suelo.
- La primera dosis consistió en 10 ml/L de glifosato, y la segunda dosis fue de 15 ml/L de glifosato.

### **3.7.3 Muestreo Después de la Aplicación del Glifosato:**

- Se procedió a tomar tres muestras adicionales de suelo después de la aplicación del glifosato, en tres intervalos de tiempo: 4 días, 15 días y 33 días.
- La primera muestra se extrajo del área donde no se aplicó glifosato y se codificó como M1-T1.
- La segunda muestra se tomó del área donde se aplicaron 10 ml/L de glifosato y se codificó como M2-T2.
- La tercera muestra se obtuvo del área donde se aplicaron 15 ml/L de glifosato y se codificó como M3-T3.

### **3.7.4 Trabajo de gabinete.**

- En esta etapa del informe, se realizó un análisis exhaustivo de los datos recopilados en el campo y en los intervalos de tiempo definidos.
- Se llevó a cabo una síntesis de la información y se construyeron gráficos que permitieron comparar y discutir los resultados obtenidos.
- El análisis se basó en investigaciones previas, literatura especializada y otros recursos académicos que respaldaron los hallazgos.

## **3.8 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis estadístico utilizando herramientas como Excel y SPSS para examinar y comprender los datos recopilados. El análisis estadístico se desarrolló de la siguiente manera:

### **3.8.1 Representación Gráfica:**

- Se generaron gráficos y visualizaciones utilizando Excel.

### **3.8.2 Pruebas de Significación Estadística:**

- Se llevaron a cabo pruebas estadísticas para determinar si existían diferencias significativas entre los grupos y los momentos de muestreo.
- Para ello, se utilizaron pruebas de hipótesis, como el análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias.

### **3.8.3 Interpretación de Resultados:**

- Se interpretaron los resultados estadísticos en el contexto de los objetivos de la investigación y las hipótesis planteadas.
- Se identificaron patrones, relaciones y efectos significativos del glifosato en las propiedades químicas del suelo.

## **3.9 Consideraciones éticas**

Se llevaron a cabo consideraciones éticas fundamentales para garantizar la integridad y la responsabilidad moral en todas las etapas del estudio. Estas consideraciones éticas se describen a continuación:

### **3.9.1 Consentimiento Informado:**

- Se obtuvo el consentimiento informado de la propietaria del área experimental donde se llevaron a cabo las investigaciones.
- Se informó a la propietaria sobre la naturaleza de la investigación, sus objetivos y procedimientos, así como cualquier riesgo potencial asociado.
- El consentimiento se obtuvo de manera voluntaria y se respetó la autonomía de la propietaria para participar en el estudio.

### **3.9.2 Integridad de las Muestras:**

- Se garantizó la integridad de las muestras de suelo utilizadas en el estudio.
- Durante la toma de muestras y el análisis de suelo, se siguieron prácticas estándar para evitar la contaminación cruzada y garantizar la representatividad de las muestras.

### **3.9.3 Confidencialidad y Privacidad:**

- Se mantuvo la confidencialidad de los datos recopilados, asegurando que la información personal y cualquier dato sensible se manejara de manera discreta y no se compartiera sin el consentimiento de la propietaria.
- La privacidad de la propietaria y cualquier otra persona involucrada en el estudio se respetó en todo momento.

#### **3.9.4 Uso Responsable de Glifosato:**

- Se utilizó el glifosato de acuerdo con las regulaciones y pautas éticas establecidas para su uso seguro.
- Se tomaron medidas para minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana durante la aplicación de glifosato en el área experimental.



#### IV. Resultados

Se presentan los resultados en tablas y figuras que muestran las propiedades químicas del suelo antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes intervalos de tiempo.

##### 4.1 Identificación de las propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes de la aplicación del glifosato.

**Tabla 3**

*Propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes de la aplicación del glifosato*

Propiedad Química del Suelo	Antes de Aplicar Glifosato
Porcentaje de Nitrógeno (N%)	0.18%
Fósforo (P en ppm)	8.32 ppm
Potasio (K en ppm)	156.29 ppm
pH del Suelo	5.79
Conductividad Eléctrica (CE en dS/m)	0.13 dS/m

*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

En la Tabla 3 se presentan las propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes de la aplicación del glifosato en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca. Los resultados muestran que el porcentaje de nitrógeno (N%) se encontraba en un nivel de 0.18%, lo que indica la concentración de nitrógeno en el suelo antes de la intervención. Además, el contenido de fósforo (P en ppm) era de 8.32 ppm, el potasio (K en ppm) se hallaba en 156.29 ppm, el pH del suelo registraba un valor de 5.79, y la conductividad eléctrica (CE en dS/m) era de 0.13 dS/m. Estos datos proporcionan una visión integral de las condiciones iniciales de las propiedades químicas del suelo, sirviendo como punto de referencia para evaluar los cambios que puedan surgir tras la aplicación de glifosato en el cultivo de café.

#### 4.2 Aplicación de glifosatos en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*) en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca

Una vez identificado las propiedades, se aplicó glifosato en los suelos cultivados de café en el mencionado distrito, y los cambios significativos de algunas propiedades químicas del suelo, observan a continuación.

**Tabla 4**

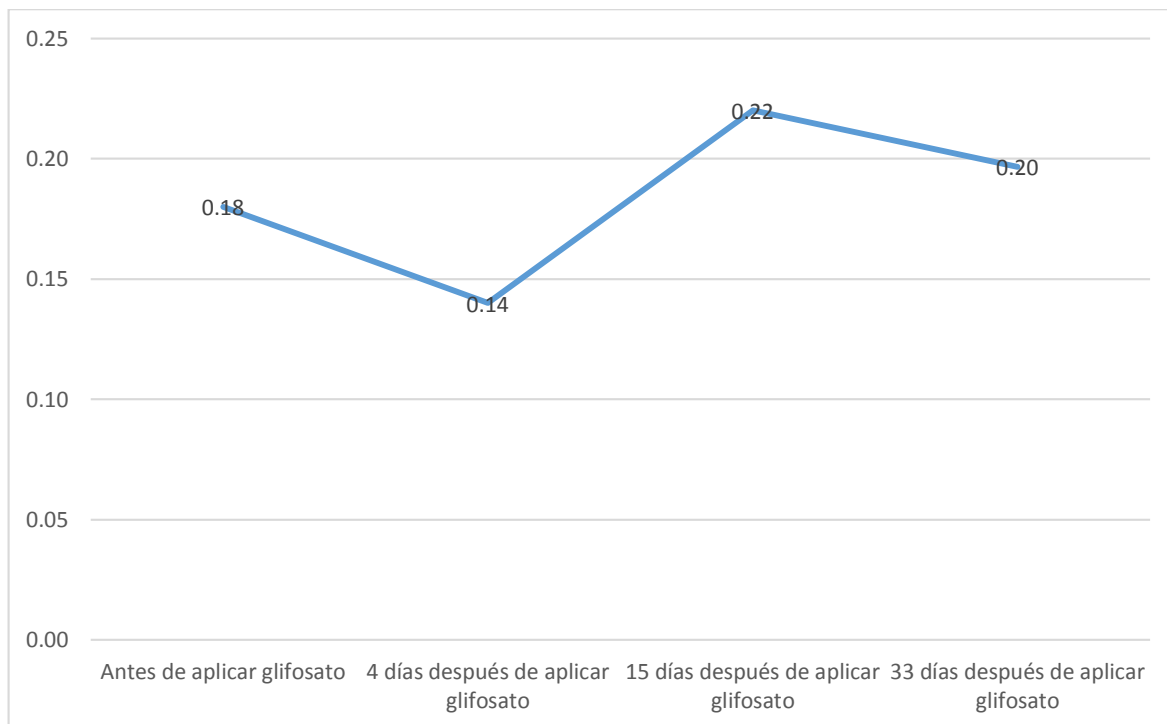
*Promedio de los resultados Nitrógeno (en %) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo*

	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
Nitrógeno				
N en %	0.18	0.14	0.22	0.197

*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

**Figura 3.**

*Promedio de los resultados Nitrógeno (en %) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo.*



*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

En la tabla 4 y la figura 3 se observan variaciones significativas en el contenido de nitrógeno (N%) en el suelo antes y después de la aplicación del glifosato. Antes de la aplicación, el porcentaje de nitrógeno era del 0.18%, pero a los 4 días después de la aplicación, disminuyó a 0.14%. Sin embargo, a los 15 días, se produjo un aumento notorio llegando a 0.22%, y finalmente, a los 33 días, se estabilizó en 0.197%. Estos resultados sugieren una respuesta dinámica en las propiedades químicas del suelo ante la influencia del glifosato, con una disminución inicial seguida de una recuperación parcial y posterior estabilización en el nivel de nitrógeno.

**Tabla 5**

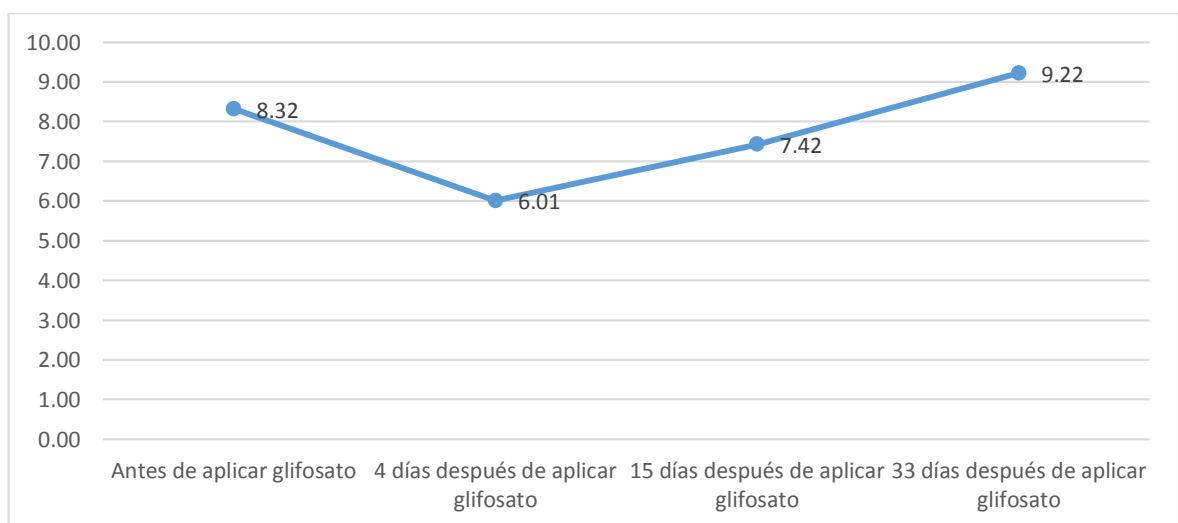
*Promedio de los resultados de Fósforo (P en partes por millón, ppm) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo*

	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
P ppm	8.32	6.01	7.42	9.22

*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

**Figura 4**

*Promedio de los resultados de Fósforo antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo*



*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

En la tabla 5 y la figura 4 se presentan los resultados del contenido de fósforo (P en ppm) en el suelo antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación. Antes de la aplicación, el nivel de fósforo era de 8.32 ppm. Sin embargo, a los 4 días después de la aplicación, se observó una disminución significativa a 6.01 ppm. Posteriormente, a los 15 días después de la aplicación, hubo una ligera recuperación en el nivel de fósforo, alcanzando 7.42 ppm, y finalmente, a los 33 días después de la aplicación, el contenido de fósforo aumentó a 9.22 ppm. Estos resultados indican que la aplicación de glifosato tuvo un efecto negativo inicial en el nivel de fósforo en el suelo, pero con el tiempo se observa una recuperación gradual, llegando incluso a niveles superiores a los iniciales. Este patrón sugiere una dinámica compleja en la respuesta del fósforo a la presencia de glifosato en el suelo.

**Tabla 6**

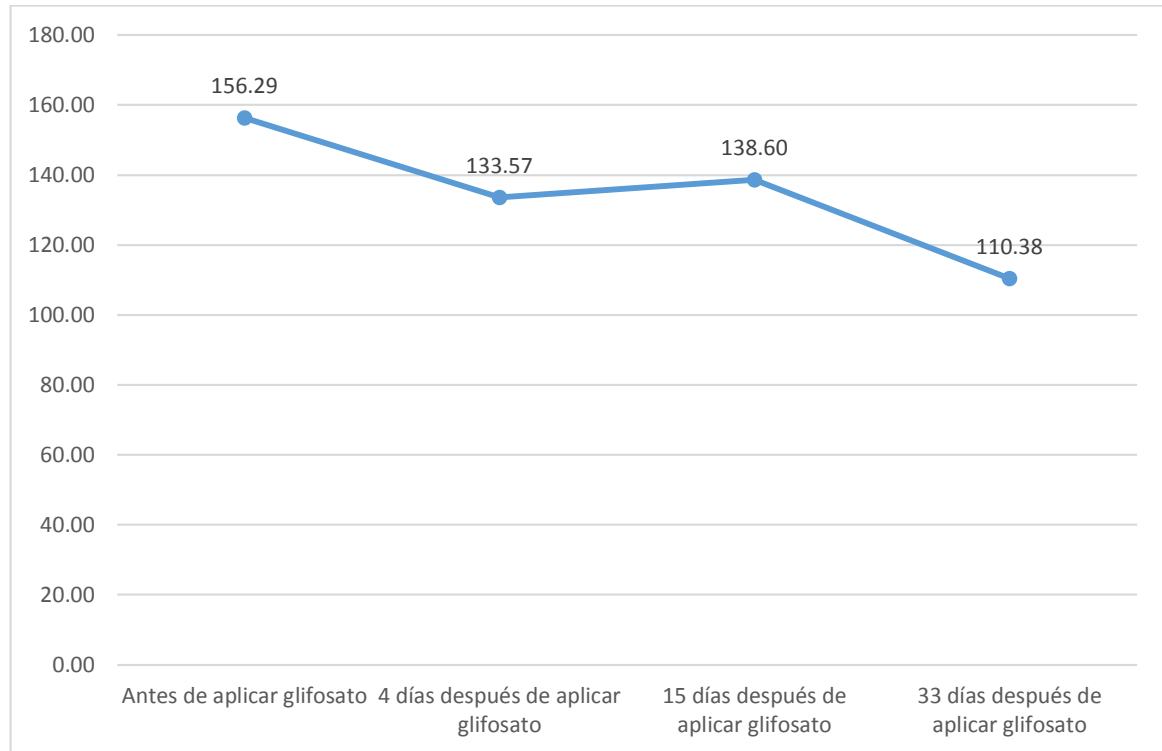
*Promedio de los resultados de Potasio (K en partes por millón, ppm) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo*

	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
K ppm	156.29	133.57	138.60	110.38

*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

**Figura 5**

*Promedio de los resultados de Potasio antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo.*



*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

En la tabla 6 y la figura 5 se presentan los resultados del contenido de potasio (K en ppm) en el suelo antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación. Antes de la aplicación, el nivel de potasio era de 156.29 ppm. Sin embargo, a los 4 días después de la aplicación, se observó una disminución notable a 133.57 ppm. A los 15 días después de la aplicación, el contenido de potasio continuó disminuyendo, alcanzando 138.60 ppm, y finalmente, a los 33 días después de la aplicación, se registró una reducción aún mayor, llegando a 110.38 ppm. Estos resultados indican que la aplicación de glifosato tuvo un efecto negativo en el nivel de potasio en el suelo, y esta disminución fue más pronunciada con el tiempo. La reducción del potasio en el suelo podría tener implicaciones importantes para la disponibilidad de este nutriente para las plantas y, por lo tanto, para la salud general del suelo y los cultivos.

**Tabla 7**

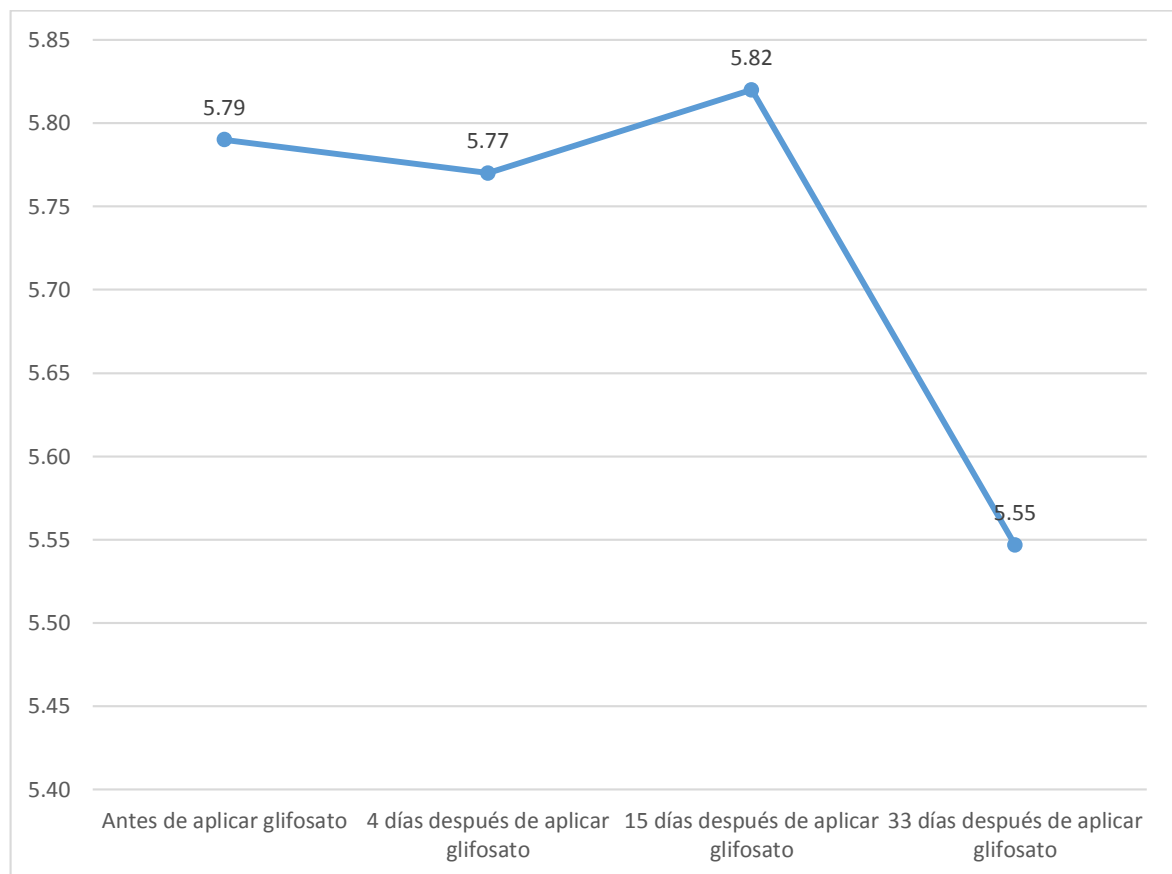
*Promedio de los resultados de pH (potencial de hidrógeno) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo*

Potencial de hidrógeno	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
pH ppm	5.79	5.77	5.82	5.55

Nota: Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

### **Figura 6**

*Promedio de los resultados de pH antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo.*



Nota: Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

En la tabla 7 y la figura 6 se presentan los resultados del pH (potencial de hidrógeno) en el suelo antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de

evaluación. Antes de la aplicación de glifosato, el pH del suelo era de 5.79, y a los 4 días después de la aplicación, el pH apenas disminuyó ligeramente a 5.77. A los 15 días después de la aplicación, el pH aumentó ligeramente a 5.82 y luego, a los 33 días después de la aplicación, se registró una disminución más notable a 5.55. Estos resultados sugieren que la aplicación de glifosato tuvo un efecto mínimo en el pH del suelo en el corto plazo, con algunas fluctuaciones menores. Sin embargo, es importante destacar que, a largo plazo, podría haber efectos acumulativos o cambios más significativos en el pH del suelo, lo que podría tener implicaciones para la disponibilidad de nutrientes y la salud general del suelo.

**Tabla 8**

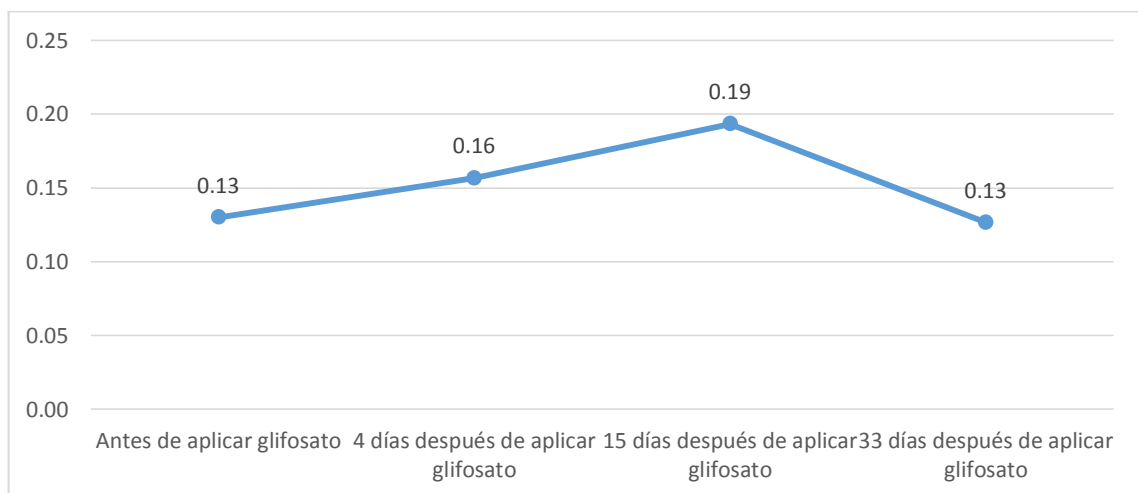
*Promedio de los resultados de CE en dS/m antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo*

	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
CE en dS/m	0.13	0.16	0.19	0.13

*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

**Figura 7**

*Promedio de los resultados de CE en dS/m antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo*



*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio.

La tabla 8 y la figura 7 muestran los resultados de la conductividad eléctrica (CE) en decisiemens por metro (dS/m) antes y después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación en las propiedades químicas del suelo. Antes de la aplicación de

glifosato, la CE era de 0.13 dS/m. Sin embargo, cuatro días después de la aplicación, la CE aumentó a 0.16 dS/m y continuó aumentando a 0.19 dS/m a los 15 días después de la aplicación. Luego, a los 33 días después de la aplicación, la CE volvió a disminuir a 0.13 dS/m. Estos resultados indican que la aplicación de glifosato tuvo un efecto temporal en la conductividad eléctrica del suelo, mostrando un aumento en el corto plazo, posiblemente debido a cambios en la concentración de sales solubles en el suelo. Sin embargo, este efecto parece ser transitorio, ya que la CE regresó a niveles similares a los valores iniciales en un período de tiempo más largo.

Aplicar glifosatos en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*) en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca

#### 4.3 Identificar las propiedades químicas de los suelos cultivados de café después de aplicar glifosato.

**Tabla 9**

*Propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes, durante y después de aplicar glifosato.*

<b>Propiedades químicas</b>	<b>Antes de aplicar glifosato</b>	<b>4 días después de aplicar glifosato</b>	<b>15 días después de aplicar glifosato</b>	<b>33 días después de aplicar glifosato</b>
Nitrógeno N%	0.180	0.140	0.220	0.197
Fósforo P-ppm	8.320	6.007	7.423	9.217
Potasio K-ppm	156.290	133.570	138.600	110.383
Potencial de hidrógeno pH-ppm	5.790	5.770	5.820	5.547

*Nota:* Elaborado a partir de los resultados del laboratorio

En la tabla 9 se muestra los resultados de las propiedades químicas del suelo los cuales experimentaron cambios notables en comparación con los valores iniciales. El porcentaje de nitrógeno (N%), aunque disminuyó inicialmente, se estabilizó alrededor de 0.197%. El fósforo (P en ppm) y el potasio (K en ppm) mostraron variaciones en su contenido, con valores que aumentaron después de la aplicación de glifosato. El pH del suelo



se mantuvo en un rango cercano al valor inicial, y la conductividad eléctrica (CE en dS/m) aumentó temporalmente antes de regresar a niveles cercanos a los iniciales. Estos resultados representan las propiedades químicas del suelo de café después de la aplicación de glifosato en diferentes momentos de evaluación, lo que proporciona información valiosa sobre su evolución y posibles impactos en la agricultura de la región.

#### **4.4 Determinación del efecto de la aplicación de glifosato en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*) en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca 2022.**

La aplicación de glifosato en suelos cultivados de café en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca, condujo a notables cambios en las propiedades químicas del suelo. Se observó una disminución inicial del 22% en el contenido de nitrógeno (N%), pasando de 0.18% a 0.14%, seguida por un aumento significativo a los 15 días, alcanzando un 0.22%, y una posterior estabilización en 0.197% a los 33 días. El fósforo (P en ppm) experimentó una reducción a 6.01 ppm a los 4 días, con una recuperación progresiva a 9.22 ppm a los 33 días. El potasio (K en ppm) mostró una disminución constante, desde 156.29 ppm hasta 110.38 ppm a los 33 días. Las fluctuaciones en el pH se manifestaron, disminuyendo a 5.55 a los 33 días, mientras que la conductividad eléctrica (CE) aumentó temporalmente a 0.19 dS/m a los 15 días antes de retornar a 0.13 dS/m a los 33 días.

## V. Discusión

En este informe de investigación, se discutió los resultados del estudio sobre los efectos del glifosato en el suelo cafetalero de San Ignacio, Cajamarca y se comparó con hallazgos relevantes de investigaciones de las investigaciones indicados en los antecedentes.

Después de la aplicación de glifosato, se observó una disminución inicial en el contenido de nitrógeno (N%) en el suelo, seguida de una recuperación parcial a largo plazo. Este hallazgo es consistente con el estudio de González & Fuentes (2022), que enfatizó cómo el glifosato puede influir en la biodiversidad del suelo y, por lo tanto, en la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno. En relación al fósforo (P-ppm), observamos una disminución a corto plazo después de la aplicación de glifosato, seguida de un aumento significativo a largo plazo. Este patrón es coherente con los resultados de Escobar (2022) en Colombia, lo que respalda la preocupación de que el glifosato podría afectar la disponibilidad de fósforo en el suelo. En cuanto al potasio (K-ppm), observamos una disminución constante después de la aplicación de glifosato, lo que concuerda con el trabajo de Rueda & Santos (2020) en Chirinos, San Ignacio. La pérdida de potasio es relevante debido a su importancia para el crecimiento de las plantas y la calidad de los cultivos.

Además, en este estudio notamos que el pH del suelo mostró fluctuaciones menores, sin un impacto significativo por la aplicación de glifosato. Estos resultados son coherentes con el estudio de Avellaneda (2022) en El Dorado, Moyobamba, donde no se detectaron cantidades significativas de glifosato en el suelo cafetalero. No obstante, es importante destacar que las condiciones climáticas y geográficas en San Ignacio, Cajamarca, pueden influir en la respuesta del suelo al glifosato, como señalado por la investigación de Rivera (2018). En lo que respecta a la conductividad eléctrica (CE), observamos un aumento temporal después de la aplicación de glifosato, seguido de un retorno a niveles cercanos a los iniciales. Estos hallazgos son consistentes con el trabajo de Rueda & Santos (2020) en Chirinos, San Ignacio, que también encontró cambios en la CE del suelo debido al glifosato. A pesar de que este efecto es transitorio en nuestra investigación, podría tener implicaciones a largo plazo en la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la salud general del ecosistema, como han destacado investigaciones previas.

## Conclusiones

- Los resultados de la identificación de las propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes de la aplicación del glifosato establecieron una línea de base crucial. El porcentaje de nitrógeno (N%) se registró en 0.18%, el fósforo (P en ppm) en 8.32 ppm, el potasio (K en ppm) en 156.29 ppm, el pH del suelo en 5.79, y la conductividad eléctrica (CE en dS/m) en 0.13 dS/m. Estos datos proporcionan una comprensión integral de las condiciones iniciales de las propiedades químicas del suelo y servirán como referencia para evaluar los cambios que resulten de la aplicación del glifosato.
- Tras la aplicación de glifosato en los suelos cultivados de café, se observaron cambios significativos en algunas propiedades químicas del suelo. El porcentaje de nitrógeno (N%) disminuyó inicialmente a los 4 días después de la aplicación, pero luego se recuperó y se estabilizó alrededor del 0.197%. El fósforo (P en ppm) y el potasio (K en ppm) experimentaron fluctuaciones, con valores que aumentaron después de la aplicación. El pH del suelo mostró variaciones menores, y la conductividad eléctrica (CE en dS/m) aumentó temporalmente antes de volver a niveles cercanos a los iniciales. Estos resultados indican una respuesta dinámica en las propiedades químicas del suelo a la presencia de glifosato, con cambios notorios en el contenido de nutrientes y otras características químicas.
- Las mediciones adicionales realizadas después de la aplicación de glifosato revelaron cambios notables en las propiedades químicas del suelo en comparación con los valores iniciales. El porcentaje de nitrógeno (N%) se estabilizó alrededor de 0.197%, indicando una respuesta dinámica pero finalmente equilibrada a la presencia del herbicida. Tanto el fósforo (P en ppm) como el potasio (K en ppm) mostraron variaciones positivas en su contenido, sugiriendo una posible influencia beneficiosa a largo plazo en la disponibilidad de estos nutrientes. Aunque el pH del suelo se mantuvo cercano al valor inicial, la conductividad eléctrica (CE en dS/m) experimentó un aumento temporal antes de regresar a niveles cercanos a los iniciales.
- En conjunto, los resultados obtenidos tras la aplicación de glifosato en suelos cultivados de café revelan un impacto significativo en las propiedades químicas del suelo. La respuesta dinámica y compleja del suelo a la presencia de glifosato, evidenciada por variaciones en el contenido de nutrientes y otras características químicas, destaca la importancia de comprender los efectos a corto y largo plazo de este herbicida en la salud del suelo. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para orientar prácticas agrícolas sostenibles y respaldar la toma de decisiones informadas en la gestión de herbicidas en el cultivo de café en la región.

## **Recomendaciones**

- Implementar un programa de monitoreo continuo de las propiedades químicas de los suelos en áreas de cultivo de café que utilizan glifosato. Además, proporcionar educación y capacitación a los agricultores locales sobre el uso responsable de glifosato y prácticas de manejo del suelo.
- Promover la diversificación de prácticas agrícolas, como la rotación de cultivos, para reducir la dependencia de herbicidas como el glifosato y mejorar la salud general del suelo.
- Investigar y promover alternativas al glifosato que sean menos perjudiciales para el suelo y el medio ambiente. Al mismo tiempo, revisar y actualizar las regulaciones locales relacionadas con el uso de herbicidas para garantizar su uso responsable y seguro.

## Referencias bibliográficas

- AGQ.Labs. (2019). *Análisis de glifosato en cultivos de café*. Lima - Perú. Obtenido de <https://agqlabs.pe/2019/04/24/analisis-de-glifosato-en-cultivos-de-cafe/>
- Alegsa, L. (02 de Julio de 2020). <https://www.definiciones-de.com>. Obtenido de <https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/cafe.php>
- Ansari, M., y Hatami, B. (2019). *toxicidad, biodegradabilidad y métodos de detección de glifosato; el herbicida más utilizado: una revisión sistemática*. Iran. Obtenido de <https://publish.kne-publishing.com/index.php/JEHSD/article/view/1053>
- Arispe, C., y Yangali, J. (2020). *La investigación científica, una aproximación para los estudios de post grado*. Ecuador.
- Avellaneda, M. (2022). *Efecto del glifosato sobre la población de Azotobacter spp. presente en el suelo cafetalero de El Dorado, Moyobamba – San Martín*. Rioja - Perú. Obtenido de [https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1568/Avellaneda\\_Marco\\_tesis\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1568/Avellaneda_Marco_tesis_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Avigliano, L. (2018). *Efecto del glifosato sobre el crecimiento y reproducción de crustáceos superiores*. Buenos Aires - Argentina. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/83956>
- Camino, M., y Aparicio, B. (2010). *Aspectos ambientales del uso del glifosato*. Argentina. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aspectos\\_ambientales\\_del\\_uso\\_de\\_glifosato\\_\\_version\\_pa.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-aspectos_ambientales_del_uso_de_glifosato__version_pa.pdf)
- Campusano, C., Feijoó, F., Manzur, P., y Palacio, M. (2017). *Efectos de la intoxicación por glifosato en la población agrícola: revisión de tema*. España. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6176888>
- Centner, T., y Russell, L. (2019). *Viewing evidence of harm accompanying uses of glyphosate-based herbicides under US legal requirements*. Estados Unidos. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718331206>

- Díaz, P. (2014). *Efectos de la altitud sobre la calidad del café torrefactado (Coffea arábica L. Var. Colombia) producido en los municipios de Buesaco y La Union – Nariño, pertenecientes al ecotopo e – 220 A. Bogotá - Colombia.*
- Duke, S. (2017). *The history and current status of glyphosate. Pest Management Scienc.* Estados Unidos. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.4652>
- Escobar Bisbicus, M. F. (2022). *Evaluación de impacto de glifosato en propiedades físicas y químicas del suelo andisol mediante análisis cuantitativo.* Postgrado, Universidad ECCI. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3070/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escobar, M. (2022). *Evaluación de impacto de glifosato en propiedades físicas y químicas del suelo andisol mediante.* San Juan de Pasto - Colombia.
- FAO. (2022). Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- FAO. (2023). *Portal de suelos.* Obtenido de Propiedades del suelo: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
- Gaón, E. (2017). *Efecto y persistencia de glifosato en el cultivo de cacao en Sucumbíos.* Ibarra - Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2079/1/03%20RNR%20165%20TESIS.pdf>
- González Ortega, E., y Fuentes Ponce, M. H. (09 de Noviembre de 2022). Dinámica del glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 38. doi:<https://doi.org/10.20937/rica.54197>
- Greenpeace. (25 de Noviembre de 2020). <https://www.greenpeace.org>. Obtenido de <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9205/glifosato-herbicida-agente-cancerigeno/>
- Guadalupe, J. (2021). *Herbicidas agrícolas: formulaciones, usos, dosis y aplicaciones.* México. Obtenido de <https://www.buscalibre.pe/libro-herbicidas-agricolas-formulaciones-usos-dosis-y-aplicaciones-4-ed/9786071742131/p/53610141>

- Huhn, C. (2018). *Se necesitan más y mejores análisis de glifosato*. Alemania. Obtenido de <https://europepmc.org/article/med/29552731>
- López, R., Murillo, B., Benson, M., López, E., y Valle, G. (2002). Obtenido de Manual de análisis químicos de suelos: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2065/1/MANUAL%20DE%20AN%C3%81LISIS%20QU%C3%8DMICOS%20DE%20SUELOS.PDF
- Menza, F., y Salazar, G. (2018). *Resistencia de Eleusine indica al glifosato en cafetales de la zona cafetera central de Colombia*. Colombia. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057%2802%29146-157.pdf>
- Padilla, J. (2019). *Time-Dependent Sorption and Desorption of Glyphosate in Soils: Multi-reaction Modeling*. Estados Unidos. Obtenido de <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/6719407>
- Paz, M., y López, C. (2011). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14512426010>. Quito - Ecuador. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/282184424\\_Glifosato\\_Genetica\\_Salud\\_y\\_Ambiente](https://www.researchgate.net/publication/282184424_Glifosato_Genetica_Salud_y_Ambiente)
- Pedemonte, F. (2017). *Problemática del uso de glifosato*. Lima Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3011/T10-P4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perea, M., y Tupác, O. (2016). *Efecto del herbicida glifosato en hongos endófitos de raíz y keikis de Epidendrum melinanthum (orchidaceae)*. Costa Rica. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1409-38712016000200269&lng=en&nrm=iso#:~:text=Se%20concluye%2C%20que%20el%20glifosato,hongos%20end%C3%B3fitos%20de%20Epidendrum%20melinanthum](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-38712016000200269&lng=en&nrm=iso#:~:text=Se%20concluye%2C%20que%20el%20glifosato,hongos%20end%C3%B3fitos%20de%20Epidendrum%20melinanthum).
- Quimica.es. (2022). <https://www.quimica.es>. Obtenido de [https://www.quimica.es/enciclopedia/Propiedades\\_qu%C3%ADmicas.html](https://www.quimica.es/enciclopedia/Propiedades_qu%C3%ADmicas.html)
- Ramírez, F. (2021). *El herbicida glifosato y sus alternativas*. Costa Rica. Obtenido de [https://ipen.org/sites/default/files/documents/serie\\_tecnica\\_44\\_glifosato\\_1\\_1.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/serie_tecnica_44_glifosato_1_1.pdf)

- Rivera, L. (2018). *Efecto de la aplicación del Glifosato en la microfauna del suelo de cultivo de café (coffea arabica) variedad Catimor en San Ignacio- Cajamarca, 2017-2018*. Lima - Perú. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21140/Rivera\\_ALT.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21140/Rivera_ALT.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez, A. (2020). *Glifosato repercusiones sobre el hombre, plantas, vegetales y animales*. Ecuador. Obtenido de [https://www.medicosecuador.com/espanol/articulos\\_medicos/repercusiones-glifosato.htm](https://www.medicosecuador.com/espanol/articulos_medicos/repercusiones-glifosato.htm)
- Rueda Garcez, J. A., y Santos Moreno, S. (2020). *Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (Coffea arabica), en el distrito de Chirinos – San Ignacio*. Tesis, Universidad César Vallejo, Ingeniería Ambiental. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/49413>
- Salazar, L., y Aldana, M. (2011). *Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación*. México. SENAMHI. (2020). <https://www.senamhi.gob.pe>. Obtenido de [https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/1918/Caracterizaci%C3%B3n-y-zonificaci%C3%B3n-por-aptitud-agroclim%C3%A1tica-del-cultivo-de-Caf%C3%A9-Coffea-arabica-en-las-provincias-de-Ja%C3%A9n-y-San-Ignacio-Cajamarca\\_2020.pdf?sequence=](https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/1918/Caracterizaci%C3%B3n-y-zonificaci%C3%B3n-por-aptitud-agroclim%C3%A1tica-del-cultivo-de-Caf%C3%A9-Coffea-arabica-en-las-provincias-de-Ja%C3%A9n-y-San-Ignacio-Cajamarca_2020.pdf?sequence=)
- Sousa, S., y Maia, M. (2019). *Chemistry and Toxicology Behind Insecticides and Herbicides*. Estados Unidos. Obtenido de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23396-9\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23396-9_3)
- Tamayo, T., y Tamayo, M. (1997). *Metodología de la Investigación Científica*. España.
- Tévez, H., y Dos Santos, M. (2015). *Dependencia del pH de la adsorción de glifosato en los horizontes del suelo*. Buenos Aires - Argentina. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/289515596\\_pH\\_dependence\\_of\\_Glyphosate\\_adsorption\\_on\\_soil\\_horizons](https://www.researchgate.net/publication/289515596_pH_dependence_of_Glyphosate_adsorption_on_soil_horizons)
- Tofino, A., y Carbono, R. (2019). *Efecto del glifosato sobre la microbiota, calidad del suelo y cultivo de frijol biofortificado en el departamento del Cesar, Colombia*. Valledupar, Colombia. Obtenido de



<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/9f338957-bbae-4717-ae80-757c7598985a/content>

Van Bruggen, A. (2018). *Environmental and health effects of the herbicide glyphosate*.

Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717330279>

Villalba, A. (2009). *Resistencia a herbicidas. Glifosato. Ciencia, Docencia y Tecnología*.

Argentina. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14512426010>

## **Anexos**

### Anexo 1: Instrumentos

<b>Identificar las propiedades químicas de los suelos</b>				
<b>Promedio de resultados N %, antes y después de aplicar el glifosato</b>				
Nitrógeno	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
N en %				
<b>Promedio de resultados P ppm, antes y después de aplicar el glifosato</b>				
Fósforo	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
P ppm				
<b>Promedio de resultados K ppm, antes y después de aplicar el glifosato</b>				
Potasio	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
K ppm				
<b>Promedio de resultados pH, antes y después de aplicar el glifosato</b>				
pH	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
pH				
<b>Promedio de resultados CE en dS/m, antes y después de aplicar el glifosato</b>				
CE en dS/m	Antes de aplicar glifosato	4 días después de aplicar glifosato	15 días después de aplicar glifosato	33 días después de aplicar glifosato
CE en dS/m				

<b>Evaluar el efecto de los glifosatos en las propiedades químicas de los suelos</b>			
<b>Efecto del glifosato en el Nitrógeno(N) del suelo.</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>4 días</b>	<b>15 días</b>	<b>33 días</b>
T1 – Testigo			
T2– 10 ml/L			
T3– 15 ml/L			
<b>Efecto del glifosato en el Fosforo (P) del suelo.</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>4 días</b>	<b>15 días</b>	<b>33 días</b>
T1 – Testigo			
T2– 10 ml/L			
T3– 15 ml/L			
<b>Efecto del glifosato en el Potasio (K)del suelo.</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>4 días</b>	<b>15 días</b>	<b>33 días</b>
T1 – Testigo			
T2– 10 ml/L			
T3– 15 ml/L			
<b>Efecto del glifosato en el Potencial de Hidrogeno (pH), del suelo</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>4 días</b>	<b>15 días</b>	<b>33 días</b>
T1 – Testigo			
T2– 10 ml/L			
T3– 15 ml/L			
<b>el efecto del glifosato en la Conductividad Eléctrica (C.E), del suelo.</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>4 días</b>	<b>15 días</b>	<b>33 días</b>
T1 – Testigo			
T2– 10 ml/L			
T3– 15 ml/L			

## Anexo 2. Validez del Instrumento

### EVALUACIÓN DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo **WILFREDO RUIZ CAMACHO**, con **D.N.I. N°08649187**, de profesión **Ingeniero Agrónomo**, desempeñándome como **DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con el fin de validación del instrumento de la Tesis titulada: **“Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022”**. perteneciente al Bach: Chasquero Salazar Jimy.

Luego de Revisar el instrumento, puedo brindar las siguientes apreciaciones:

**CRITERIO: MA= 5    A= 4                      PA=3    I=2**

N <sup>o</sup>	CRITERIO	MUY ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO	INADECUADO
1	Congruencia de ítems		4		
2	Aptitud de contenido		4		
3	Redacción de ítems		4		
4	Metodología		4		
5	Pertinencia		4		
6	Coherencia		4		
7	Organización		4		
8	Objetividad		4		
9	Claridad		4		
<b>TOTAL</b>			36		

**Calificación: MA (37-45)    A (28-36)    PA (19-27)    I (0-18)**

<b>MUY ADECUADO ( )</b>	<b>ADECUADO ( X )</b>
<b>POCO ADECUADO ( )</b>	<b>INADECUADO ( )</b>

**Conclusión:** El instrumento es: Adecuado.

En señal de conformidad firmo la presente, en la ciudad de Jaén, a los 11 días del mes de Setiembre del 2023.

**Ing. Wilfredo Ruiz Camacho**  
**DNI: 08649187**

### EVALUACIÓN DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo **Marco Tulio Sánchez Calle**, con D.N.I. N° 02807986, de profesión Ingeniero Agrónomo, desempeñándome como **Ing. Agrónomo y docente investigador**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con el fin de validación del instrumento de la Tesis titulada: **“Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café (*Coffea arabica*), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022”**. perteneciente al Bch: Chasquero Salazar Jimy.

Luego de Revisar el instrumento, puedo brindar las siguientes apreciaciones:

**CRITERIO: MA= 5    A= 4                      PA=3    I=2**

N°	CRITERIO	MUY ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO	INADECUADO
1	Congruencia de ítems	X			
2	Aptitud de contenido		X		
3	Redacción de ítems	X			
4	Metodología	X			
5	Pertinencia	X			
6	Coherencia	X			
7	Organización	X			
8	Objetividad	X			
9	Claridad	X			
<b>TOTAL</b>		40	5		

**Calificación: MA (37-45)    A (28-36)    PA (19-27)    I (0-18)**

<b>MUY ADECUADO ( X )</b>	<b>ADECUADO ( )</b>
<b>POCO ADECUADO ( )</b>	<b>INADECUADO ( )</b>

**Conclusión:** El instrumento es: Muy adecuado.

En señal de conformidad firmo la presente, en la ciudad de Bagua a los 11 días del mes de Septiembre del 2023.

**Ing. Marco Tulio Sánchez Calle**  
**DNI: 02807986**

### Anexo 3: Matriz de Consistencia

Autor: Jimy Chasquero Salazar

1. TÍTULO	4. VARIABLES DE ESTUDIO	8. INSTRUMENTOS
Utilización de glifosato y su efecto en las propiedades químicas en suelos cultivados de café ( <i>Coffea arabica</i> ), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca 2022	<b>Variable independiente:</b> Glifosato. <b>Variable dependiente:</b> Propiedades químicas	<b>Instrumento:</b> la Guía de observación. Este instrumento permitirá tomar nota in situ es decir en el mismo lugar de los hechos, de todos los hechos y conocimientos que se pueden observar en todo el proceso de la investigación
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5. HIPÓTESIS GENERAL	
¿En qué medida la utilización de glifosato afectará las propiedades químicas en suelos cultivados de café ( <i>Coffea arabica</i> ), en distrito la Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca?	La utilización de glifosato afecta en las propiedades químicas en suelos cultivados de café ( <i>Coffea arabica</i> ), en distrito La Coipa, San Ignacio – Cajamarca	
3. OBJETIVOS	6. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
<b>3.1. Objetivo general:</b> Determinar el efecto de la aplicación de glifosato en las propiedades químicas en suelos cultivados de café ( <i>Coffea arabica</i> ) en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca 2022.	El estudio se realizará a través de un diseño pre experimental, este diseño busca especificar las característica, propiedades y perfiles de cualquier fenómeno que sea sometido a un análisis” (Hernández et al., 2014).  Ge:            O1        x        O2 Gc:            O3        -        O4  Donde: O1: Observaciones antes de aplicar glifosato.	<b>9. ANÁLISIS DE DATOS</b>  Para el análisis de datos se utilizará la estadística descriptiva utilizando para ello el Programa Excel y SPSS.

<p><b>3.2. Objetivos específicos:</b>  Identificar las propiedades químicas de los suelos cultivados de café antes y después de aplicar glifosato.</p> <p>Aplicar glifosatos en suelos cultivados de café (<i>Coffea arabica</i>) en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca.</p> <p>Evaluar el efecto de los glifosatos en las propiedades químicas de los suelos cultivados de café en el distrito de La Coipa, provincia San Ignacio – Cajamarca</p>	<p>O2: Observaciones después de aplicar glifosato al suelo.  X: aplicación de estímulo glifosato.  -: Sin aplicación de glifosato  O3 y O4: Observaciones del grupo control o testigo</p>	
	<p><b>7. POBLACIÓN Y MUESTRA</b></p>	
	<p><b>7.1. Población:</b>  Hernández et al. (2014) una vez que se ha definido la unidad de análisis, se procederá a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones  La población estará constituida por 174 plantas de café.</p> <p><b>.7.2. Muestra:</b>  Fórmula para una población finita</p> $\frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$ <p>Es en tal sentido después de aplicar la formula, la muestra quedo determinada por 120 plantas de café, las mismas que se distribuirán en 40 plantas por tratamiento:  T1 40 plantas de café  T2 40 plantas de café  T3 40 plantas de café</p> <p><b>7.3. Muestreo:</b>  Otzen y Manterola (2017), Se realizará un muestreo aleatorio simple, en el que cada planta de café tendrá la misma probabilidad de ser seleccionado y ser incluido en la muestra.</p>	



## Anexo 4: Vistas fotográficas

### Área de donde se extrae la muestra



## Empaque de la muestra para enviar al laboratorio



## Parcela testigo: Sin Glifosato



**Parcela testigo: Con baja dosis de glifosato**



# Resultados de análisis de las muestras

MÉTODOS SECUENCIALES EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
INFORME DE ENSAYO N° 524		Página .../...	

**1. DATOS :**  
**Solicitante :** JIMY CHASQUERO SALAZAR  
**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** SAN IGNACIO  
**Distrito :** LA COIPA  
**Casero :** CIDRAS  
**Muestra :** E-01-TESTIGO-00-ANTES DE APLICAR GLIFOSATO.  
**Cod. Muestra :** 524  
**Fecha :** 29/08/2023

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO FERTILIDAD**

Lab	Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K	C %	M.O %	N %
524	E-01	5,79	0,13	8,32	156,29	2,13	3,68	0,18

*Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo no fue recolectada por el personal de LABISAG. Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*



M. Sc. JESÚS BARRION BARRIOS  
RESPONSABLE DE LABISAG



T. C. Eidor Cárdena Vela  
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi conforme

Nombre: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_

Fecha y Hora: \_\_\_\_\_

Firma de Conformidad

Calle Higuero N° 342-358-356 - Calle Universitaria N° 384 - Chachapaya - Amazonas - Perú  
 labirag@unma.edu.pe / labirag@info-cs.unma.edu.pe

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
INFORME DE ENSAYO N° 525		Página .../...	

**1. DATOS :**  
**Solicitante :** JIMY CHASQUERO SALAZAR  
**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** SAN IGNACIO  
**Distrito :** LA COIPA  
**Casero :** CIDRAS  
**N. Parcela :** E-02-M-TI-A 4 días (testigo)  
**Cod. Muestra :** 525  
**Fecha :** 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lab	Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiáveis					Suma de Cationes	Suma de Ses. De Bases	% Ses. De Bases
									Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
525	E-02	5,46	0,12	9,36	151,27	2,18	3,75	0,19	48,9	12,1	4,8	Ar. A.	16,00	3,85	1,20	0,26	0,13	0,00	5,46	5,46	34

*Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio. Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*



M. Sc. JESÚS BARRION BARRIOS  
RESPONSABLE DE LABISAG



T. C. Eidor Cárdena Vela  
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_

Fecha y Hora: \_\_\_\_\_

Firma de Conformidad

Calle Higuero N° 342-358-356 - Calle Universitaria N° 384 - Chachapaya - Amazonas - Perú  
 labirag@unma.edu.pe / labirag@info-cs.unma.edu.pe

**1. DATOS :**  
**Solicitante :** JIMY CHASQUERO SALAZAR  
**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** SAN IGNACIO  
**Distrito :** LA COIPA

**Casero :** CIDRAS  
**N. Parcela :** E-03 -M<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> -a 4 días de aplicar glifosato.  
**Cod. Muestra :** 526  
**Fecha :** 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lib	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup> meq/100g	Mg <sup>2+</sup> meq/100g	K <sup>+</sup> meq/100g	Na <sup>+</sup> meq/100g	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> meq/100g			
526	E-03	6,19	0,17	2,62	153,95	1,82	3,14	0,16	48,9	14,1	37,0	Ar.A.	15,20	3,76	0,85	0,38	0,09	0,00	5,08	5,08	33

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franco ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 RESPONSABLE DE LABISAG

  
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 DNE: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Firma de Conformidad

**1. DATOS :**  
**Solicitante :** JIMY CHASQUERO SALAZAR  
**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** SAN IGNACIO  
**Distrito :** LA COIPA

**Casero :** CIDRAS  
**N. Parcela :** E-04 -M<sub>1</sub>-T<sub>3</sub> -a 4 días de aplicar glifosato.  
**Cod. Muestra :** 527  
**Fecha :** 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lib	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup> meq/100g	Mg <sup>2+</sup> meq/100g	K <sup>+</sup> meq/100g	Na <sup>+</sup> meq/100g	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> meq/100g			
527	E-04	5,88	0,18	6,04	95,49	0,80	1,38	0,07	52,9	16,1	31,0	Fr.Ar.A.	14,40	4,56	0,97	0,21	0,16	0,00	5,91	5,91	41

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franco ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 RESPONSABLE DE LABISAG

  
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 DNE: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Firma de Conformidad

**1. DATOS :**  
**Solicitante :** JIMY CHASQUERO SALAZAR  
**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** SAN IGNACIO  
**Distrito :** LA COIPA  
**Casero :** CIDRAS  
**N. Parcela :** E-05 -M<sub>1</sub>-T<sub>1</sub> - a 15 días (testigo)  
**Cod. Muestra :** 528  
**Fecha :** 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
528	E-05	5,78	0,13	7,39	126,91	1,51	2,61	0,13	48,9	16,1	35,0	Fr.Ar.A.	16,00	5,76	1,21	0,22	0,12	0,00	7,32	7,32	46

A = Arena; A.Fr. = Arena Franco; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 M. SC. JESUS RAMON BARRIOS  
 RESPONSABLE  
 RESPONSABLE DE LABISAG

TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 EIDER CARRERA VILLA  
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 DNI: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Firma de Conformidad

**1. DATOS :**  
**Solicitante :** JIMY CHASQUERO SALAZAR  
**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** SAN IGNACIO  
**Distrito :** LA COIPA  
**Casero :** CIDRAS  
**N. Parcela :** E-05 -M<sub>1</sub>-T<sub>2</sub> - 15 días de aplicar glifosato.  
**Cod. Muestra :** 529  
**Fecha :** 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
529	E-06	6,20	0,26	5,11	163,73	2,89	4,98	0,25	66,9	16,1	17,0	Fr.A.	11,20	5,16	1,04	0,13	0,14	0,00	6,47	6,47	58

A = Arena; A.Fr. = Arena Franco; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 M. SC. JESUS RAMON BARRIOS  
 RESPONSABLE  
 RESPONSABLE DE LABISAG

TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 EIDER CARRERA VILLA  
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 DNI: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Firma de Conformidad

**1. DATOS :**

Solicitante : JIMY CHASQUERO SALAZAR

Departamento : CAJAMARCA  
 Provincia : SAN IGNACIO  
 Distrito : LA COIPA

Casero : CIDRAS  
 N. Parcela : E-07 -M<sub>2</sub> -T<sub>2</sub>- 15 días de aplicar gliosato.  
 Cod. Muestra : 530  
 Fecha : 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
530	E-07	5,48	0,17	9,77	123,16	3,29	5,87	0,28	52,9	16,1	31,0	Fr.Ar.A.	15,20	5,41	1,53	0,19	0,12	0,03	7,29	7,26	48

A = Arena ; A.F. = Arena Franco ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 RESPONSABLE DE LABISAG

  
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

**Recibi Conforme:**  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 DNI: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Firma de Conformidad

**1. DATOS :**

Solicitante : JIMY CHASQUERO SALAZAR

Departamento : CAJAMARCA  
 Provincia : SAN IGNACIO  
 Distrito : LA COIPA

Casero : CIDRAS  
 N. Parcela : E-08 -M<sub>3</sub> -T<sub>1</sub>- 33 días (testigo).  
 Cod. Muestra : 531  
 Fecha : 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
531	E-08	5,71	0,11	7,80	96,03	1,56	2,08	0,13	64,9	14,1	31,0	Fr.Ar.A.	14,40	4,97	1,03	0,15	0,18	0,00	6,31	6,31	44

A = Arena ; A.F. = Arena Franco ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 RESPONSABLE DE LABISAG

  
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

**Recibi Conforme:**  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 DNI: \_\_\_\_\_  
 Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Firma de Conformidad

**1. DATOS :**  
Solicitante : JIMY CHASQUERO SALAZAR

Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : SAN IGNACIO  
Distrito : LA COIPA

Casero : CIDRAS  
N. Parcela : E-09 -M<sub>2</sub>-T<sub>2</sub> - 33 días de aplicar glifosato.  
Cod. Muestra : 532  
Fecha : 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup> mg/100g	Mg <sup>2+</sup> mg/100g	K <sup>+</sup> mg/100g	Na <sup>+</sup> mg/100g	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> mg/100g			
532	E-09	5,62	0,16	7,28	120,03	3,02	5,21	0,28	46,9	16,1	37,0	Ar.A.	17,60	5,98	1,48	0,25	0,15	0,00	7,86	7,86	46

A = Arena ; A.Fr. = Arena Fina ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG  
M. SC. JUAN CARLOS BARRIOS  
RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG  
Eider Chasquero Vela  
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

**Recibi Conforme:**  
Nombre: \_\_\_\_\_  
DNI: \_\_\_\_\_  
Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
Firma de Conformidad: \_\_\_\_\_

**1. DATOS :**  
Solicitante : JIMY CHASQUERO SALAZAR

Departamento : CAJAMARCA  
Provincia : SAN IGNACIO  
Distrito : LA COIPA

Casero : CIDRAS  
N. Parcela : E-10 -M<sub>2</sub>-T<sub>2</sub> - 33 días de aplicar glifosato.  
Cod. Muestra : 533  
Fecha : 29/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup> mg/100g	Mg <sup>2+</sup> mg/100g	K <sup>+</sup> mg/100g	Na <sup>+</sup> mg/100g	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> mg/100g			
533	E-10	5,31	0,11	12,57	114,49	2,36	4,06	0,20	64,9	14,1	21,0	Fr.Ar.A.	14,40	4,81	0,97	0,22	0,12	0,16	8,28	6,12	42

A = Arena ; A.Fr. = Arena Fina ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG  
M. SC. JUAN CARLOS BARRIOS  
RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG  
Eider Chasquero Vela  
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

**Recibi Conforme:**  
Nombre: \_\_\_\_\_  
DNI: \_\_\_\_\_  
Fecha y Hora: \_\_\_\_\_  
Firma de Conformidad: \_\_\_\_\_



