

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EFFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA
CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL
DISTRITO DE ILAVE 2023**

PRESENTADA POR:

JUAN CARLOS QUENTA LAYME

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



10.38%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 11 OCT 2024, 5:10 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
2.95%

● CHANGED TEXT
7.43%

Report #23199891

JUAN CARLOS QUENTA LAYME // EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL DISTRITO DE ILAVE 2023 RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la contaminación por la aplicación de fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de Solanum tuberosum durante el 2023. Para lograr el objetivo planteado se determinó la metodología de investigación, que consistió en recoger muestras de suelos en espacios y puntos identificados de cultivos de Solanum Tuberosum con fertilizantes químicos y muestras de suelos sin fertilizante químico, posteriormente las muestras se envió al laboratorio para su análisis a nivel físico y químico, cuyos resultados de los análisis de las muestras remitidas por el laboratorio permitió evaluar y determinar el efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad del suelo.

4 Asimismo, determinar las características físicas y químicas del suelo de cultivo de Solanum Tuberosum en el distrito de Ilave durante el 2023, donde el uso de fertilizantes químicos inciden en la alteración física y química del suelo de cultivo de Solanum Tuberosum, identificando la variación en los porcentajes de fósforo, nitrógeno y potasio en el suelo y la variación del pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica, para lo cual se utilizó un enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental, de carácter longitudinal, el uso de fertilizantes químicos

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**EFFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA
CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL
DISTRITO DE ILAVE 2023**

PRESENTADA POR:

JUAN CARLOS QUENTA LAYME

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 

Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

: 

Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

: 

Dr. RONNY ALEXANDER GUTIERREZ CASTILLO

ASESOR DE TESIS

: 

Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Líneas de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 15 de octubre del 2024.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo. A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, a pesar de muchas circunstancias, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Juan Carlos.

AGRADECIMIENTOS

- Por medio de la presente, hago un cordial agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos, por brindarme una formación profesional para el desarrollo de mi región.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y a mis maestros que me enseñaron y guiaron en mi formación profesional.
- A los miembros del jurado calificador, por ser parte de esta investigación y por sus aportes de sus conocimientos en la elaboración de esta tesis.
- A mi asesor Dr. Esteban Isidro León Apaza, por brindarme el apoyo y la orientación para la culminación de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. Problema General.-	16
1.1.2. Problemas específicos	16
1.2. ANTECEDENTES	17
1.2.1. Antecedentes Internacionales	17
1.2.2. Antecedentes Nacionales	21
1.2.3. Antecedentes Locales	22
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	24
2.1.1. Naturaleza del suelo	24
2.2. MARCO CONCEPTUAL:	34
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	35
2.3.1. Hipótesis general	35
2.3.2. Hipótesis específicas	35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	37
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	38
3.2.1. Población	38
3.2.2 Muestra	38
3.2.3. Muestreo de suelo	40
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.3.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	42
3.3.2. Técnicas de Análisis de Datos	45
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	46
3.4.1. Operacionalización de variable	46
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	46
3.5.1 Tipo y diseño de investigación.	47
3.5.2 Diseño de investigación.	47
3.5.3 Método de investigación	48

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL DISTRITO DE ILAVE 2023”	49
4.1.1. Evaluación del efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de Solanum tuberosum.	55
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Resultados del laboratorio efecto de contaminación con fertilizantes químicos en las características físicas del suelo.	51
Tabla 02: Resultados de la evaluación del efecto de la contaminación por fertilizantes químicos.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación geográfica del área de estudio	38
Figura 02: Ubicación geográfica del área de muestreo	39
Figura 03: Ubicación geográfica del productor A	39
Figura 04: Ubicación geográfica del productor B	40
Figura 05: Ubicación geográfica del productor B	40
Figura 06: Imagen recolectando muestra de suelo	44
Figura 07: materiales empleados para la toma de muestra.	45
Figura 08: Análisis de textura Arcilla	51
Figura 09: Análisis de textura Arena	52
Figura 10: Análisis de textura Limo.	52
Figura 11: Promedio de Potasio en suelo para cultivo de Solanum tuberosum.	57
Figura 12: Promedio de Nitrógeno en suelo para cultivo de Solanum tuberosum	58
Figura 13: Promedio de Fósforo en suelo para cultivo de Solanum tuberosum.	59
Figura 14: Promedio de pH en suelo para cultivo de Solanum tuberosum	60
Figura 15: Promedio de Conductividad Eléctrica en suelo para cultivo de Solanum tuberosum	60
Figura 16: Promedio de Materia Orgánica en suelo para cultivo de Solanum tuberosum.	61

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	69
Anexo 02: Resultados del laboratorio (Suelo sin fertilizante)	70
Anexo 03: Resultados de laboratorio (Muestra de suelo sin fertilizante)	71
Anexo 04: Resultados de laboratorio (Muestra de suelo sin fertilizante)	72
Anexo 05: Resultados de laboratorio (Muestra de suelo con fertilizante)	73
Anexo 06: Resultados de laboratorio ensayo físico químico (Muestra de suelo con fertilizante)	74
Anexo 07: Resultados de laboratorio informe de ensayo (Muestra de suelo con fertilizante)	75
Anexo 08: Imagen donde se toma la muestra de suelo.	76
Anexo 09: Imagen midiendo la profundidad del suelo para tomar la muestra.	76
Anexo 10: Imagen de toma de muestra de suelo	77
Anexo 11: Imagen envasando la muestra de suelo en bolsa hermética.	77
Anexo 12: Imagen muestra de suelo	78

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la contaminación por la aplicación de fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* durante el 2023. Para lograr el objetivo planteado se determinó la metodología de investigación, que consistió en recoger muestras de suelos en espacios y puntos identificados de cultivos de *Solanum Tuberosum* con fertilizantes químicos y muestras de suelos sin fertilizante químico, posteriormente las muestras se envió al laboratorio para su análisis a nivel físico y químico, cuyos resultados de los análisis de las muestras remitidas por el laboratorio permitió evaluar y determinar el efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad del suelo. Asimismo, determinar las características físicas y químicas del suelo de cultivo de *Solanum Tuberosum* en el distrito de llave durante el 2023, donde el uso de fertilizantes químicos inciden en la alteración física y química del suelo de cultivo de *Solanum Tuberosum*, identificando la variación en los porcentajes de fósforo, nitrógeno y potasio en el suelo y la variación del pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica, para lo cual se utilizó un enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental, de carácter longitudinal, el uso de fertilizantes químicos generó mayor impacto en suelos, produciendo infertilidad y acidez edáfica. Por otro lado, al evaluar el uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos es posible concluir que ambos fertilizantes pueden llegar a niveles altos de fósforo, nitrógeno y potasio en 1.8%, 2.17% y 3.8% respectivamente utilizando fertilizantes químicos; 7.1%, 6.7% y 3.91% respectivamente utilizando abonos orgánicos.

Palabras clave: Contaminación, Calidad de suelo, Eertilización, Eertilizante, *Solanum tuberosum*.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of contamination from the application of chemical fertilizers on the quality of *Solanum tuberosum* cultivation soil during 2023. To achieve the proposed objective, the research methodology was determined, which consisted of collecting soil samples in identified spaces and points of *Solanum tuberosum* crops with chemical fertilizers and soil samples without chemical fertilizer, then the samples were sent to the laboratory for analysis at a physical and chemical level, whose results of the analysis of the samples sent by the laboratory allowed to evaluate and determine the effect of contamination by chemical fertilizers in soil quality. Likewise, to determine the physical and chemical characteristics of the *Solanum tuberosum* cultivation soil in the district of Ilave during 2023, where the use of chemical fertilizers affects the physical and chemical alteration of the *Solanum tuberosum* cultivation soil, identifying the variation in the percentages of phosphorus, nitrogen and potassium in the soil and the variation in pH, density, cation exchange capacity and organic matter, for which a quantitative approach was used, of quasi-experimental design, of longitudinal nature, the use of chemical fertilizers generated a greater impact on soils, producing infertility and edaphic acidity. On the other hand, when evaluating the use of chemical fertilizers and organic fertilizers, it is possible to conclude that both fertilizers can reach high levels of phosphorus, nitrogen and potassium in 1.8%, 2.17% and 3.8% respectively using chemical fertilizers; 7.1%, 6.7% and 3.91% respectively using organic fertilizers.

Keywords: Pollution, Soil quality, Fertilization, Fertilizer, *Solanum tuberosum*.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial en la actualidad se identifica como uno de los factores que causa la degradación del suelo es el uso indebido de fertilizantes químicos, en los cultivos de *Solanum tuberosum* existiendo un desconocimiento total de los niveles de contaminación o su correcto manejo ambiental en la producción de cultivos, es por ello que la presente investigación tuvo como objetivo general evaluar el uso de fertilizantes químicos y abonos orgánico frente a la contaminación de suelos en el cultivo de papa, buscando determinar el uso excesivo de fertilizantes químicos puede tener un impacto perjudicial en la calidad del suelo y, en consecuencia, en la producción de cultivos. Estos fertilizantes pueden contaminar tanto el suelo como el agua, provocando efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente. También pueden provocar quemaduras por sal en ciertas partes de las plantas, con la consiguiente deshidratación y desecación de los tejidos. Los efectos negativos de los fertilizantes químicos se deben principalmente a su uso excesivo e ineficaz. Además, el uso inadecuado de estos fertilizantes puede provocar cánceres y otras consecuencias neurológicas, inmunológicas y reproductivas.

En la zona del altiplano peruano específicamente en el sur del país está muy presente el cultivo de *Solanum tuberosum* comúnmente conocida como papa, la población por los escasos conocimientos de agricultura hace uso de fertilizantes y demás medios para realizar el cultivo de papa pero sin tener en cuenta los procedimientos necesarios para no contaminar el suelo, esto se aprecia de forma clara alrededor de las ciudades donde es más fácil y accesible el abastecimiento de fertilizantes los cuales muchas veces no son administrados de forma correcta y gran parte de ella termina en el suelo de cultivo, por ello la investigación busca mejorar esta realidad.

En la Provincia de El Collao llave departamento de Puno, el 80% de porcentaje de la población se dedica a la actividad agrícola de diferentes productos como: papa, quinua,

habas, cebada, cañihua, etc. Sin embargo desde el inicio y durante todo el cultivo los agricultores utilizan en grandes cantidades diferentes tipos de fertilizantes químicos como: insecticidas, plaguicidas, herbicidas, nematicidas con la finalidad de obtener productos de gran tamaño así mismo exterminar las plagas, debido al uso indiscriminado de estos fertilizantes químicos trae consecuencias como la contaminación del suelo a pesar del cuidado que puede tener en su manejo, a través de la radiación solar, por las corrientes de aire y por la lluvia estos compuestos ingresan al suelo dañando, alterando y matando la fauna, los microorganismos.

Esta investigación logró evaluar el efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el distrito de Ilave 2023. Se analizaron la variación de los porcentajes de fósforo, nitrógeno y potasio en el suelo, así como los cambios en el pH, la densidad, la capacidad de intercambio catiónico y la materia orgánica. Además, se proponen posibles soluciones para minimizar los efectos adversos de los fertilizantes químicos en la calidad del suelo.

El suelo donde crecen las plantas puede sufrir a causa de los niveles excesivos de nutrientes que contienen ciertos fertilizantes químicos. Estos nutrientes sobrecargan el suelo, haciendo ineficaces otros nutrientes esenciales. Como resultado, el suelo se vuelve infértil. Los fertilizantes químicos también pueden aumentar la acidez del suelo, provocando esterilidad. Esto se debe a que muchos de estos fertilizantes contienen ácido sulfúrico y clorhídrico. Si se utilizan en exceso, estos ácidos pueden tener un impacto perjudicial sobre los microorganismos del suelo y los niveles de pH, afectando en última instancia al desarrollo de las plantas.

En general, el uso de fertilizantes químicos debe vigilarse y controlarse cuidadosamente para evitar efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana.

La presente investigación está compuesta por cuatro capítulos principales:

CAPÍTULO I: Donde se aborda el planteamiento del problema de la investigación, los antecedentes internacionales, nacionales y locales que guardan relación con el tema de investigación y objetivos de investigación.

CAPÍTULO II: Donde se expone el marco teórico que sustenta la investigación a través de principales conceptos y plantear las hipótesis para ser evaluadas y validar las supuestas conclusiones del estudio.

CAPÍTULO III: Espacio donde se llevó a cabo la parte metodológica, la cual aborda el tipo de estudio, métodos y técnicas que son necesarias para la operacionalización de las variables, también está conformado el tamaño de la muestra y los métodos estadísticos.

CAPÍTULO IV: Donde se exponen los resultados de la investigación enfocados en los objetivos planteados, los cuales se presentan en tablas y figuras que muestran los valores estadísticos obtenidos para demostrar lo que se ha planteado. Finalmente se incluyen las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tierra es uno de los recursos más valiosos, pero las nuevas condiciones de calidad y la contaminación del suelo, junto con la creciente necesidad de una agricultura rentable, han creado problemas de recursos. La calidad del suelo disminuye. Las funciones del suelo incluyen: producir la mayor parte de la biomasa, mantener la calidad del agua, el hábitat biológico, las materias primas para uso humano y el mantenimiento del patrimonio cultural (Labrador, 2008). El suelo es un recurso limitado; cualquier daño a la misma puede ser irreversible. Esto afecta los alimentos que se consumen, el agua que se bebe, el aire que se respira y la salud de toda la vida en el planeta. Se estima que el 95% de los alimentos se produce directa o indirectamente en el suelo. Sin esta condición vital, no se puede producir ningún alimento. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (Ambiente, 2015).

Si tomamos en cuenta al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), nos dan a conocer que el 26% de los suelos de América Latina están degradados, por lo que es el tercero más alto del mundo. Este porcentaje se puede relacionar con un aumento del área agrícola, donde un mayor uso de recursos conduce a la desertificación. Esto, sumado al crecimiento exponencial de la población en las últimas décadas, ha ejercido presión sobre el suelo y sus recursos, lo que ha llevado a una mayor

degradación y el uso excesivo de plaguicidas agrícolas ha aumentado el daño al suelo y en consecuencia reducido los rendimientos. En vista de esto, la gente presta más atención a la dirección de investigación del suelo y la conservación (López, et..al, 2007).

En términos agrícolas, es de suma importancia mantener la calidad del suelo (Valdés, 2010), intentado no generar cambios drásticos en su composición sino ir migrando a un enfoque más sostenible y dejando de utilizar productos químicos de maneras desmesuradas. (Reyes, 2016)

Existe una grave amenaza para la salud de nuestros suelos, incluso si no se pueden ver. Esta fuerza invisible está dañando nuestros suelos y los muchos beneficios que brindan. Estos beneficios incluyen filtrar el agua, brindar resistencia a sequías e inundaciones, producir alimentos, mantener un crecimiento saludable de las plantas y mucho más. Si no actuamos pronto para revertir este daño, no tendremos un futuro sostenible. La contaminación del suelo conduce a un ciclo de retroalimentación, lo que provoca mayores cambios en la biodiversidad del suelo. Esto incluye la reducción de la materia orgánica y la disminución de la capacidad para filtrar los contaminantes del suelo. Esta condición se conoce como degradación del suelo (FAO, 2018).

Debido a que los agricultores dependen tanto de los fertilizantes químicos así como plaguicidas, una de las principales causas del deterioro del suelo es su mal uso. En consecuencia, los agricultores cada vez menos utilizan fertilizantes orgánicos y plaguicidas ancestrales como la ceniza. Esto se debe a que carecen de los conocimientos adecuados sobre cómo gestionar adecuadamente el proceso de fertilización. La degradación del suelo resultante es una de las preocupaciones ambientales más comunes en la producción de cultivos. (Fondo para la Protección del Agua FONAG, 2010).

En la zona del altiplano peruano específicamente en el sur del país está muy presente el cultivo de *Solanum tuberosum* comúnmente conocida como papa, la población por los

escasos conocimientos de agricultura hace uso de fertilizantes y demás medios para realizar el cultivo de papa pero sin tener en cuenta los procedimientos necesarios para no contaminar el suelo, esto se aprecia de forma clara alrededor de las ciudades donde es más fácil y accesible el abastecimiento de fertilizantes los cuales muchas veces no son administrados de forma correcta y gran parte de ella termina en el suelo de cultivo, por ello la investigación busca mejorar esta realidad.

En la Provincia de El Collao llave departamento de Puno, el 80% de porcentaje de la población se dedica a la actividad agrícola de diferentes productos como: papa, quinua, habas, cebada, cañihua, etc. Sin embargo desde el inicio y durante todo el cultivo los agricultores utilizan en grandes cantidades diferentes tipos de fertilizantes químicos como: insecticidas, plaguicidas, herbicidas, nematocidas con la finalidad de obtener productos de gran tamaño así mismo exterminar las plagas, debido al uso indiscriminado de estos fertilizantes químicos trae consecuencias como la contaminación del suelo a pesar del cuidado que puede tener en su manejo, a través de la radiación solar, por las corrientes de aire y por la lluvia estos compuestos ingresan al suelo dañando, alterando y matando la fauna, los microorganismos.

1.1.1. Problema General.-

¿Cuál es el efecto contaminante por la aplicación de fertilizantes químicos en la calidad de suelo cultivado con *Solanum tuberosum* en el distrito de llave 2023?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características físicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* aplicado con fertilizante en el distrito de llave 2023?
- ¿Cuáles son las características químicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* aplicado con fertilizante en el distrito de llave 2023?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Puetate (2019), “en su estudio evaluó las alternativas de biofertilización en el rendimiento de papa en condiciones de campo abierto. El estudio utilizó Superchola variedad *Solanum Tuberosum* L. y un diseño experimental de bloques completamente al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Estos tratamientos incluyeron fertilizante de síntesis química 100% NPK (135, 335 o 225 kg ha⁻¹) dosis promedio utilizada en la zona y con reducciones de fósforo (75%, 50% o 25%) combinado con Safer-mycorrhizae, microorganismos solubilizadores de fósforo (fosfotic) y BiolParaphrase. Los resultados obtenidos se basaron en un análisis estadístico utilizando la prueba de Tukey $p < 0.05$ y el programa Infostat 2014 junto con las variables que se enumeran a continuación. Estos fueron evaluados en orden; costos de producción, altura de planta, número de tubérculos, peso fresco de tubérculos, costos de producción, análisis bromatológico de tubérculos y hojas, y desarrollo vegetativo. Cada variable fue evaluada y cambiada en forma de porcentaje. El mayor rendimiento provino de la combinación de fertilizante químico más Safer-mycorrhiza el nombre de este tratamiento es T3. Aumentó la eficiencia del fertilizante químico al mejorar el desarrollo de las plantas, la solubilización, el uso de minerales y las propiedades biológicas del suelo”.

Moya y Farinango (2020) mencionan que “las diferencias en la composición química entre suelo no fertilizado y suelo que contiene abono verde, así como entre fertilizantes minerales y orgánicos. El análisis se realizó mediante la asignación aleatoria de 16 parcelas de prueba al diseño Latin Square. Sembradas con papas de la variedad super-chola, cada parcela arrojó un resultado específico. Los resultados mostraron que la aplicación de fertilizantes ayudó al suelo a retener los nutrientes, lo que condujo a mayores rendimientos de papa”.

Herrera y Lozano (2022) “en su estudio para evaluar el comportamiento agronómico de

una variedad de papa en condiciones de campo abierto, se adiciona ácido húmico al suelo del sector El Deseo del cantón Pangua en Cotopaxi, Ecuador. El estudio incluyó cuatro tratamientos y cinco bloques, cada uno con cinco repeticiones. Se incorporó fertilizante de síntesis química al 100% NPK en combinación con lo que el cultivo necesitaba. Para el análisis de los datos se utilizaron las pruebas Infostat 2018 y Tukey. Se utilizó el programa Infostat para determinar cuántos cultivos se podían sembrar por planta y peso de tubérculo. También se evaluó el diámetro del tallo, el número de tubérculos por planta, el rendimiento del cultivo y la altura de la planta. Se compararon dos variables entre sí: peso y diámetro de tubérculos. Cuanto mayor sea la prueba de Tukey $p < 0,05$, mayor será el rendimiento de las papas. Además, el rendimiento más alto para el tratamiento 1 parece ser T1 con NPK 100 % + AHE 100 %. La fertilización del suelo con productos químicos se puede reemplazar agregando ácidos húmicos a la mezcla. Esto hace que el cultivo de papa sea más sostenible ya que aumenta la eficiencia y el uso de minerales de las plantas. También permite un mejor crecimiento de las plantas y la absorción de minerales a través del suelo”.

Obando (2022) “optó por un diseño de bloques completamente al azar para examinar las alternativas de biofertilización para papa variedad superchola. El objetivo fue evaluar alternativas de biofertilización en el cultivo de papa variedad superchola utilizando microorganismos. Para ello se utilizaron cinco tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 20 unidades experimentales. Estos incluyeron micorrizas comerciales (Safer Mycorrhizae), micorrizas autóctonas, vermicompost, bacterias solubles en fósforo (Fosfatic) y 100% NPK Chemical. Las variables evaluadas fueron peso de tubérculo, altura de planta, diámetro de tallo, número de tallos, porcentaje de germinación y clasificación por categorías (1ra, 2da o 3ra). Las variables que se pueden calcular se consideraron al realizar un análisis de costo-beneficio. Se utilizó Statistix 8 para el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% para la comparación de medias. Al calcular el

costo-efectividad de usar varios tratamientos, se determinó que usar T1 (Vermicompost) y T0 (100% NPK) era la mejor opción. Esto se debió al hecho de que brindaban mayores rendimientos y ganancias y, al mismo tiempo, eran más baratos que las opciones alternativas. Una vez hecho esto, se comparó peso, diámetro de tallo y rendimiento. Se determinó que el tratamiento T0 (100% NPK) fue más efectivo que el tratamiento T1 (Vermicompost)”.

Narváez (2019) Mencionan que, “el suelo degradado produce muchos efectos en las regiones andinas. Estos efectos incluyen la pérdida de importantes cultivos de papa, como *Solanum tuberosum* L. Incluso el arrastre de sedimentos y la acumulación de nutrientes dañan los recursos hídricos. Los cultivos alternativos tienen el potencial de proporcionar a los productores de papa una opción ecológica y económica. Esta fue la razón de una asociación entre guisantes (*Pisum sativum*), cebolla (*Allium fistulosum*), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y haba (*Vicia faba*). El objetivo fue determinar cómo esta asociación afectaba la fritura y fertilización de la papa en El Ángel, Carchi, Ecuador. En un estudio de febrero a septiembre de 2018 se incluyeron cinco tratamientos: cebolla, haba, quinua, arveja y un testigo. En este estudio se utilizaron tres repeticiones, que evaluaron varios aspectos del experimento. Estos aspectos incluyen el contenido de nutrientes de la planta de papa en las hojas y el tubérculo, así como otras partes del tubérculo cuando se estaba cosechando. Adicionalmente, también se evaluó la producción total, por categoría de tubérculo y estimaciones de calidad de fritura. Los expertos también buscaron comprender cualquier vínculo entre las variables a través del análisis estadístico y el programa SAS 9.3. Ninguna asociación significativa de papa con cultivos alternativos tiene efectos positivos en ninguna de las variables evaluadas ($p > 0.1$). Se esperaba un mayor uso de N en asociación con guisantes y habas debido a la fijación biológica. Sin embargo, no se observó un aumento en el uso de N. Las papas compiten con otras plantas por luz, agua y nutrientes. Esto reduce las tasas de éxito de

otros cultivos, lo que dificulta obtener ingresos adicionales. Además, las papas no pueden generar ingresos adicionales debido a la falta de tasas de éxito de otros cultivos. Esto se debe a que las papas necesitan otros cultivos para producir ingresos económicos; sin estas relaciones, no podrían producir ningún tubérculo. La relación entre el N en el suelo y la producción de papa es vital. R2 indica que hay una correlación de 0,46 entre la disponibilidad de N en el suelo y la tuberización; esto se debe a que las papas necesitan N en el suelo para crecer”.

Quilca (2018) Mencionan que el suelo y el material vegetal (hojas y tubérculo) en el cultivo de papa se analizan para determinar el contenido de nitrato para determinar los niveles de referencia de óxido de nitrógeno, utilizando el software estadístico descriptivo Statgraphics. Esto se utiliza para crear ecuaciones lineales sobre el contenido de óxido de nitrógeno mediante el uso de modelos de regresión y correlación múltiple. Los tubérculos de papa se predicen con base en estas ecuaciones. Además, la ecuación muestra cómo se relaciona el tubérculo con las variables independientes X: hojas y suelo. Esta ecuación usa muestras de la planta y del suelo para calcular el contenido de nitrato. Después de obtener los materiales vegetales y de suelo, un instituto nacional agrario llamado INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) utilizó una técnica de muestreo aleatorio simple. A continuación, un laboratorio químico de la PUCESI (Universidad Politécnica de Castilla-La Mancha) realizó el análisis de los materiales recuperados. Posteriormente, procesaron el tubérculo para extraer una solución acuosa utilizando agua destilada. Luego midieron el NO_3^- y el NO_3^- con el método del kit de fotómetro Spectroquant® Nova 60. Los valores de estas mediciones luego se usaron para calcular la concentración del producto en miligramos por litro o kilogramos por kilogramo, ambos denominados NO_3^- . Usando el modelo de regresión múltiple, se calculó un valor de Tuber de $41.26 - 0.15 \times \text{HOJA} - 0.041 \times \text{SUELO}$: mg/kg. Se calculó un valor de Tuber de $82.51 - 0.153 \times \text{HOJA} - 0.041 \times \text{SUELO}$ usando el modelo de regresión simple; este resultado es

para el resultado mg/kg. El valor de Tuber calculado con un modelo polinomial fue $54,47 - 0,43 \times \text{HOJA} + 0,0010 \times \text{HOJA}^2$; esto se calculó para el resultado de mg/l y se usó para la predicción del contenido de nitrato en los tubérculos de papa únicamente. Es importante señalar que el tubérculo no debe exceder los 350 mg/kg al momento de determinar los tubérculos frescos debido a la Norma CE; la misma norma dicta que el tubérculo solo puede tener entre 175 mg/kg y 350 mg/kg de contenido de nitrato en el tubérculo.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Longa (2021) menciona que, "evaluó el impacto de los fertilizantes químicos y orgánicos en la fertilidad del suelo. Como propósito general se buscó determinar la variación de pH, materia orgánica, densidad, capacidad de intercambio catiónico y acidez edáfica del suelo de papa. Emplearon un enfoque cuantitativo con un propósito aplicado al emplear un diseño cuasi-experimental, de carácter longitudinal y obteniendo que al final del cultivo de papa, la fertilidad disminuye al usar fertilizantes químicos. Por el contrario, el uso de fertilizantes orgánicos aumentó la fertilidad en un 1,8 %, 2,17 % y 3,8 % de fósforo, nitrógeno y potasio, respectivamente: 7,1 %, 6,7 % y 3,91 % en comparación con los fertilizantes químicos.

Briones (2020) menciona que, "la investigación busca determinar las variaciones de pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica de los cultivos de papa junto con los porcentajes de fósforo, nitrógeno y potasio en sus suelos. Esto se debe a que el uso indiscriminado de fertilizantes químicos provoca la degradación del suelo. Además, los fertilizantes orgánicos se ignoran en gran medida en la producción de cultivos; debido a esto, se hace poco esfuerzo para gestionar adecuadamente el entorno que rodea al fertilizante. El uso de fertilizantes químicos aumenta los problemas de fertilidad y acidez del suelo en los cultivos de papa. Sin embargo, las pruebas de rendimiento de fertilizantes orgánicos y químicos muestran que ambos producen altos

niveles de fósforo, nitrógeno y potasio. El fertilizante orgánico produce niveles más altos de potasio, nitrógeno y fósforo en un 7%, 6% y 3%, respectivamente. El fertilizante químico provoca niveles más altos de potasio, nitrógeno y fósforo en un 7%, 6% y 3%, respectivamente”.

Alvaro y Cárdenas (2020), su objetivo fue determinar los efectos del uso de agroquímicos en el suelo agrícola peruano. Utilizaron un enfoque cualitativo narrativo con una metodología aplicada a sus estudios. Usando una revisión sistemática, encontraron que los agroquímicos cambiaron drásticamente las propiedades físicas y químicas de los componentes del suelo. Sus hallazgos también mostraron que el uso excesivo de agroquímicos en los suelos peruanos provocó suelos ácidos y erosión. En un estudio realizado por Suárez & Palacio (2014), el 85% de los pesticidas aplicados directamente al suelo lo dañan. Este es uno de los muchos estudios revisados que registran el impacto de los agroquímicos en el suelo. Los resultados de cinco encuestas registradas indican que entre el 50% y el 95% de los impactos en el suelo provienen de los pesticidas. Esto demuestra que los pesticidas se vuelven parte activa del ecosistema del suelo, el cual sufre degradación como resultado. Teniendo en cuenta que la papa "Solanum tuberosum L" tiene una cantidad importante de parásitos o virus durante su ciclo de crecimiento, se necesita el uso de agroquímicos. También se recomienda hacer esto con el equipo adecuado y las dosis adecuadas para disminuir la necesidad de agroquímicos mientras se usan alternativas orgánicas.

1.2.3. Antecedentes Locales

Andrade et. al (2020) “Realizó una investigación para determinar la presencia de cadmio, plomo y cobre en suelo agrícola y suelo de cultivo de Solanum Tuberosum. Las muestras se analizaron utilizando el método de espectrometría de emisión óptica ICP-OES para cuantificar los elementos trazados. Los resultados indican que los suelos contienen 505,2 mg/kg de Plomo, 40,19 mg/kg de Arsénico y 0 mg/kg de Cadmio, por encima de los

parámetros establecidos por el ECA para suelos DSN° 011 - 2017 MINAM y el CCME. Esto indica que estas muestras están contaminadas por actividad antropogénica, que muy probablemente proviene de estanques de oxidación y sistemas de riego cercanos. Como resultado, estos suelos necesitan una remediación inmediata para evitar una mayor acumulación de metales traza en el medio ambiente”.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto contaminante por la aplicación de fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el distrito de Ilave 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* aplicado con fertilizante en el distrito de Ilave 2023.
- Determinar las características químicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* aplicado con fertilizante en el distrito de Ilave 2023.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Naturaleza del suelo

La capa superior de la tierra, también conocida como suelo, es una mezcla compleja de minerales, materia orgánica y agua que favorece el crecimiento de las plantas y sustenta la vida en nuestro planeta. Esta mezcla se crea mediante una combinación de erosión, procesos químicos y actividad biológica que da lugar a un conjunto rico y diverso de materiales.

El contenido mineral del suelo es vital para la salud de las plantas y los microorganismos que residen en él. Proporciona nutrientes esenciales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, imprescindibles para el crecimiento y desarrollo de las raíces y las hojas de las plantas. La materia orgánica, por su parte, se compone de materiales vegetales y animales muertos que se descomponen con el tiempo. Este proceso de descomposición devuelve nutrientes y minerales al suelo, convirtiéndolo en un entorno increíblemente rico y fértil.

El agua también es un componente esencial del suelo, ya que ayuda a transportar nutrientes y minerales por todo el perfil del suelo. Es absorbida por las raíces de las plantas y utilizada en la fotosíntesis, que es el proceso por el que las plantas convierten la luz solar en energía. Además, el agua ayuda a regular la temperatura del suelo y evita

que se caliente o enfríe demasiado, lo que puede ser perjudicial para los microorganismos que viven en él.

En conjunto, la capa superior de la tierra es un sistema complejo y dinámico esencial para la salud y la vitalidad de nuestro planeta. A través de su intrincada mezcla de minerales, materia orgánica y agua, proporciona los cimientos de los que depende toda la vida en la Tierra. Es un testimonio del poder de la naturaleza y de la increíble resistencia del mundo natural. (Vargas et al., 2014)

2.1.1.1 Composición del suelo

El suelo se compone de tres fases dinámicas. La primera es la fase gaseosa, donde los gases descomponen el suelo y penetran su superficie. La segunda es la fase líquida, que incluye agua en el suelo. La fase final es la fase sólida, que contiene un 95% de materia inorgánica como coloides minerales. Este material proviene de la descomposición de materia orgánica y sedimentos mientras se procesa la roca madre. En la corteza se pueden encontrar minerales como calcio, magnesio, potasio, sodio y oxígeno en combinación con otros compuestos. Otros minerales comunes incluyen hierro, sílice y óxido de calcio. Otros componentes comunes de la corteza son materia orgánica como restos de plantas y animales. Aproximadamente el 5% de la corteza consiste en materia inanimada como aluminio y materia orgánica. Sin embargo, es posible encontrar aminoazúcares en la corteza que indiquen vida vegetal o animal (Vargas et al., 2014)

El suelo es una capa delgada formada durante muchas décadas, siglos e incluso milenios. Está hecho de aire, agua, minerales, materia orgánica de plantas y animales. Esta mezcla se transforma a través de la descomposición por microorganismos en pequeños organismos y plantas. Todo lo que se puede ver a simple vista es una pequeña porción del suelo (Thompson y Troeh, 1980).

- Los minerales naturales se erosionan lentamente desde la base de roca sólida. Este proceso es acelerado por el viento y el agua, que arrastran los minerales de otras regiones que ya están desgastados.
- Las plantas y los animales muertos producen materia orgánica, que contiene grandes cantidades de minerales y agua.
- Además de descomponer la materia orgánica en nutrientes para las plantas, las lombrices y otros microorganismos ayudan a pulverizar las rocas. Los hongos y las bacterias descomponen la materia orgánica en nutrientes. Viven dentro del suelo y viven unos de otros para reutilizar los materiales de la tierra. Algunas especies de insectos pueden perforar las raíces de las plantas para dejar entrar el aire, el agua y crear nuevas raíces (Valdés y Cano-Santana, 2005).
- El suelo se puede describir de muchas maneras, pero dos de los enfoques más comunes son el tamaño y la ubicación de los poros. Los poros más grandes y más intrincados facilitan la absorción de nutrientes y agua en el suelo, mientras que los poros más pequeños producen suelos densos y pesados que no drenan bien. Las plantas que requieren agua difícil de obtener tienen problemas para retenerla ya que sus poros aumentan de tamaño. Los poros más grandes se secan más rápido que los poros más pequeños, lo que hace necesaria la apertura de poros grandes para que las plantas absorban adecuadamente la humedad del suelo (Dalzell, 1991).
- Las plantas y las criaturas que habitan en la tierra requieren agua para vivir. Este líquido esencial mantiene sus hojas, facilita el transporte de nutrientes y oxígeno y les permite respirar. Las plantas utilizan la humedad de la tierra para realizar la fotosíntesis. Al descomponer los minerales y la materia orgánica en el agua, se pueden absorber más fácilmente en sus sistemas (Navarro y Navarro, 2014).
- Cuando la humedad limitada del suelo desalienta el crecimiento de las plantas, las plantas finalmente mueren si no pueden compensarlo con la brotación. El agua que

se desborda reduce el movimiento del aire en el suelo. El nitrógeno es transformado por bacterias en una forma que las plantas pueden usar. Esto se debe a que las raíces productoras de oxígeno lo liberan en el suelo.

a. La calidad del suelo

En general, los estudios relacionados con la calidad del suelo han obtenido un importante reconocimiento público empleando una metodología adecuada. Cuando se recopila nueva información, reina la confusión en cuanto a lo que significan estos estudios y por qué deben realizarse. Otra preocupación es determinar cómo medir estos resultados, ya que la gente pregunta "¿Calidad del suelo para qué?" y otras preguntas relacionadas. ¿Qué unidad estaban evaluando? ¿Qué tamaño de área es mejor para realizar la evaluación?" Cuando se considera el contexto de la calidad del suelo, es común asociarlo con la agricultura o la productividad. Pero para que la productividad sea sostenible, es necesario tomar medidas para cuidar el suelo. Entonces, la calidad del suelo se puede considerar como su capacidad para sustentar la vida en el medio ambiente, sustentar la vida vegetal e animal e incluso sustentar el crecimiento demográfico. (Cuadrado, 2014)

Estudiar el contenido de metales pesados del suelo en un área inalterada revela información sobre el material del suelo original; no se necesita intervención humana. Esto indica que la calidad del suelo es la capacidad que tiene para sustentar la vegetación. Un proyecto puede reducir la calidad del suelo al afectar las cualidades innatas del suelo. Estas características pueden verse afectadas por materiales que excedan una cierta concentración y deben considerarse indeseables (Valeria et al., 2017).

Los metales pesados como el plomo, el mercurio, el cadmio, el cobre, el zinc, el aluminio, el vanadio y el selenio tienden a alterar la calidad del suelo. Pueden ingresar al suelo a través de operaciones mineras, granjas ganaderas y procesos industriales. Estos metales pesados también pueden provenir de la atmósfera como resultado de procesos industriales. Además, los metales pesados pueden ingresar a los suelos a través de las aguas residuales utilizadas para el riego, disposición de residuos industriales y urbanos, agroquímicos utilizados en exceso, entre otras (Zúñiga, 1999).

En relación a la calidad del suelo, en esta se evalúa las características físicas, químicas y biológicas; y los criterios para la selección de indicadores de calidad del suelo están en función del uso del suelo y son dinámicos en el tiempo. Considerando esto, la calidad del suelo debe ser evaluada basada en sus funciones específicas, entendiendo cada función como el resultado de la interacción de las diversas propiedades del suelo, de modo que los mejores indicadores serán aquellas propiedades que influyan significativamente sobre la capacidad del suelo para proveer cada función, los usos a los cuales se destine este y el ecosistema en el cual se está realizando la evaluación (Sarandón et al., 2002)

b. Textura del suelo

La textura de un suelo varía con el tamaño de sus partículas individuales. La textura típica de una planta está determinada por los componentes predominantes de su suelo, que son arcilla, limo y arena. El tamaño máximo de estos componentes es de 2 micrómetros o 2 milímetros o 0,001 pies, respectivamente. En el mundo de los minerales y las rocas existen elementos mayores de 2 milímetros. Estos son comúnmente fragmentos de rocas o minerales. Sustancialmente más pequeños que 2 milímetros se denominan arena. Tiene un área específica alta y se erosiona fácilmente. La presencia de arena sugiere que los organismos del lugar tienen un bajo suministro de nutrientes y carecen de almacenamiento de agua. (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León, y Hill, 2004)

Densidad aparente

La densidad aparente del suelo se determina calculando el porcentaje de poros llenos de agua en el suelo. Un suelo suelto, poroso y rico en materia orgánica tendrá una baja densidad aparente. Por el contrario, un suelo compactado y menos poroso tendrá una alta densidad aparente. Este parámetro se ve afectado tanto por la textura del suelo como por la materia orgánica del suelo. La nitrificación y la amonificación, dos procesos del suelo, dependen de procesos biológicos en el suelo. El 60% de este valor porcentual afecta la respiración de los organismos que realizan el ciclo bioquímico del nitrógeno. Más del 80% provoca una respiración mínima, desnitrificación y otras complicaciones negativas, como que el gas nitrógeno abandone el suelo y entre en la atmósfera. Esto sucede porque la respiración de los organismos que realizan estos procesos se vuelve mínima. Esto conduce a una disminución de la producción de cultivos debido a la ausencia de nitrógeno y a mayores costos de los fertilizantes que contienen nitrógeno. (Molina, 2016)

El manejo del suelo vivo

El suelo nos proporciona alimento y sustenta la vida vegetal y animal. También sostiene nuestras actividades y funciones cotidianas como sustrato para nuestros cuerpos y ecosistemas. Algunas personas consideran que el sustrato es un ser vivo que mantiene el ecosistema a través de un ciclo de procesos físicos, químicos y biológicos. En términos actuales, el suelo se define como el subsuelo debajo de toda la vida vegetal. Sin embargo, la comprensión popular del suelo ha cambiado. Ahora se entiende por suelo un entorno habitado por millones de microorganismos de numerosos grupos taxonómicos. Estos microbios se alimentan de materia orgánica y ayudan a crear nueva vida a través de innumerables etapas intermedias. Se cree que estos cambios tardan décadas en ocurrir naturalmente en el suelo. Si no se mantiene correctamente, este proceso puede revertirse rápidamente. (Molina, 2016)

El mantenimiento de la vida en el suelo requiere la adición de macro y microorganismos al ecosistema. Además de esto, mantener la humedad es esencial para sostener la vida en el suelo. Esto ayuda a crear espacio para nuevos organismos al mantener la humedad en el suelo, lo que fomenta el desarrollo de nuevos organismos. Además, la materia orgánica ayuda a mantener la humedad y mantener nuevos organismos en el suelo. Este cumple la función de retener la humedad en los suelos, para que puedan crecer nuevos organismos (Colmeiro, 2007)

La rehabilitación del suelo es el proceso de mejorar la calidad del suelo mediante el análisis de los métodos de labranza actuales en una región determinada y luego implementar cambios que demuestran resultados positivos al mismo tiempo que se incorporan cultivos de cobertura y abonos verdes. Primero, se debe discutir la conservación del suelo debido a los efectos del bajo contenido de materia orgánica. Hacer estos cambios ayudará a mejorar la cantidad de nutrientes y la estructura del suelo (Aguirre, Torres, y Velasco, 2013)

Indicadores de calidad del suelo

Los indicadores son parámetros que hacen que las observaciones sean más claras y fáciles de entender. A menudo se utilizan para simplificar la información o hacer visible un fenómeno. Los indicadores pueden ser cualitativos o cuantitativos; es preferible que sean cuantitativos. Si la cuantificación es imposible, se pueden utilizar indicadores ordinales, nominales o de rango en su lugar. Los indicadores que utilizamos poseen las siguientes características. Son fáciles de recolectar, varían en términos de sensibilidad, miden múltiples aspectos del medio ambiente, tienen una amplia gama de medidas físicas, químicas y biológicas, son multidisciplinarios, reducen la cantidad de herramientas necesarias, son menos sensibles a los cambios en el medio ambiente y permitir la comparación entre diferentes situaciones. Muchas de sus funciones se superponen entre

sí y se utilizan para evaluar objetivos, evaluar condiciones, predecir condiciones y realizar comparaciones transversales. (Aguirre et al., 2013)

Principales factores y efectos del uso de fertilizantes químicos

Los fertilizantes son esenciales cuando se cultivan cultivos. Aumentan la calidad de los cultivos y los hacen seguros para comer. También ayudan a proporcionar nutrientes a las plantas para que los agricultores puedan producir más cultivos. Hay muchos tipos diferentes de fertilizantes en el mercado. Algunos de los más populares son los fertilizantes de P, K y N, también conocidos como NPK. Estos contienen (potasio, fósforo y nitrógeno) en un solo elemento combinado o en varios elementos individuales agregados al suelo. Los fertilizantes se pueden usar de manera responsable para evitar la degradación de la tierra al extender la vida útil de los cultivos más allá del tiempo en que necesitan ser replantados según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO., 1992). Esto también ayuda a los agricultores a administrar el uso de fertilizantes para que no tengan que buscar nuevas tierras para cultivar. También se debe prestar la debida consideración al tipo de cultivo que se está cultivando, su condición al momento de la siembra, la textura del suelo al aplicar los fertilizantes, actividades culturales que se llevan a cabo o se llevaron en campañas anteriores, el tipo de riego, entre otros. Las demandas actuales de calidad y producción de alimentos significan que la mayoría de los agricultores utilizan paquetes tecnológicos que tienen un alto impacto en el suelo, con los consiguientes cambios en las propiedades del suelo que conducen a una disminución de la calidad del suelo (Sheng, 1990).

Fertilizantes químicos

Los fertilizantes proceden de la síntesis química o de origen mineral. Necesitan al menos un elemento químico para crecer en el ciclo de vida de la planta. Pueden estar en forma sólida o líquida, y varían según el estado físico. (GINES, 2014).

Tipos de fertilizantes

- Fertilizantes nitrogenados

Los fertilizantes de todo tipo requieren muchos pasos para producir. Estos incluyen convertir el nitrógeno del aire en hidrógeno utilizando gas natural o metano. Se requiere calor y presión elevados para crear amoníaco, también llamado nihoto en japonés. Los productos fertilizantes intermedios se oxidan para crear ácido nítrico, también conocido como HNO₃. Este proceso crea nitrato de amonio y urea. Se crean tipos adicionales de fertilizantes a base de nitrógeno mezclando nitrato de amonio con urea derivada de CO₂ y agua (Finck, 2021).

- Fertilizantes fosforados

El ácido fosfórico se produce cuando se aplica ácido sulfúrico, H₂SO₄, a la roca de fosfato que se ha extraído. La gente mezcla ácido fosfórico con amoníaco para crear MAP o DAP. También pueden crear fertilizante TSP concentrando aún más el ácido fosfórico o concentrando la mezcla de amoníaco y ácido fosfórico. (Llorente, 1892).

- Fertilizantes a base de potasio

La potasa se extrae de la roca de potasio mezclándola con ácido o ácido sulfúrico. Luego se mezcla con ácido nítrico para producir nitrato de potasio, se mezcla con ácido sulfúrico para producir sulfato de potasio o se mezcla con ácido para producir cloruro de potasio. Este proceso produce muchos fertilizantes diferentes (Llorente, 1892).

Clasificación de los fertilizantes

Podemos destacar cuatro tipos de fertilizantes:

- **Fertilizantes inorgánicos.** Como su nombre indica, son productos que no están fabricados a partir de materia orgánica, sino que se producen de forma industrial, transformando algunos componentes en una solución nutritiva para el cultivo mediante un proceso químico. Su principal ventaja es que los nutrientes que aportan pueden ser utilizados de forma inmediata por la planta. (AEFA - 2005).

- **Fertilizantes orgánicos.** En este caso, hablamos de productos derivados mayoritariamente de restos de otros organismos como plantas o animales. Entre sus principales ventajas encontramos su efecto positivo en la composición y estructura del suelo. (AEFA - 2005)
- **Abonos orgánico-minerales.** Su elaboración se realiza a partir de materia orgánica, pero durante la fabricación se añaden también nutrientes de origen mineral. Como indica la AEFA, su principal beneficio es que permiten proporcionar al cultivo materia orgánica y nutrientes con un solo producto. (AEFA - 2005).
- **Aminoácidos,** algas marinas y extractos húmicos. Los aminoácidos están compuestos principalmente por oxígeno, carbono, nitrógeno e hidrógeno. Tienen como principal beneficio su contribución a la mejora de los cultivos que se encuentran en situaciones de estrés, facilitando su nutrición con menor utilización de energía. Las algas son un fertilizante de tipo orgánico que puede mejorar el suelo y estimular el cultivo de forma sostenible. Por último, los extractos húmicos, son también compuestos orgánicos que estimulan la fertilidad del suelo. (AEFA - 2005)

Remediación de suelos.

La remediación consiste en un conjunto de técnicas que tienen como objetivo hacer la recuperación de suelos o cuerpos de agua contaminados, lo anterior con miras a restaurar las características de ciertas propiedades de la matriz ambiental, de tal modo que se conserven o se mejoren sus características,, manteniendo el equilibrio ecosistémico y evitando que se genere un peligro para animales, plantas y seres humanos; en algunos casos se debe realizar un tren de tratamientos para alcanzar el objetivo principal de la remediación.

Para llevar a cabo la remediación de un suelo es necesario conocer las condiciones que tiene, pues estas varían de acuerdo a la zona en que se encuentre localizado, además de aspectos climáticos y meteorológicos tales como: pluviosidad, radiación solar, etc.,

variables que son relevantes para caracterizar la zona que se va a intervenir, así como las condiciones de los procesos que se van a usar, también es importante conocer el contaminante a tratar, ya que esto es significativo teniendo en cuenta que no todos poseen las mismas características fisicoquímicas y es preciso saber sobre el comportamiento de este frente al medio en el que se presenta la contaminación y afectación, una vez culminada esta fase de análisis preliminares de condiciones del territorio y de características de las sustancias, se puede tomar la decisión del método de remediación adecuado. la efectividad del tratamiento empleado se encuentra ligada tanto a las características del suelo como a las del contaminante, por ello es conveniente caracterizarlos al iniciar una intervención (Volke y Velasco, 2002)

2.2. MARCO CONCEPTUAL:

Calidad de suelo. Se define como la “capacidad de funcionar de un específico tipo de suelo”. Donde se evalúa mediante muestras las propiedades del suelo con la finalidad de mantener la productividad, regular y reparar agua, detectar contaminantes y almacenar nutrientes. (USDA, 1999).

Cultivo. Se entiende como “la acción de sembrar una semilla a cierta profundidad debajo de la tierra y aplicar las distintas labores de mantenimiento”. Con la finalidad de producir alimentos para distintos fines (estas pueden ser frutos, tallos, hojas entre otros), que estas antes de obtenerlas, tiene que pasar por procesos de mejora, transformación y preparación de la tierra.

Contaminación del suelo.

Suelo contaminado: Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el (D.S. N° 002-2013-MINAM).

Evaluación de suelos:

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. (D.S. N° 002-2013-MINAM).

Fertilizante. Son aquellos productos que contienen nutrientes que benefician a los cultivos agrícolas. En la actualidad, los avances tecnológicos en materia de fertilización ha permitido que estos sean más efectivos y que mejoren la productividad de las plantas, por lo que se busca mejorar la calidad del suelo para obtener resultados óptimos y devolver al suelo los nutrientes que se han estado perdiendo a consecuencia de los cambios climáticos y actores de la misma naturaleza.

Solanum tuberosum. Conocida también comúnmente como papa, de tipo tubérculo que contiene nutrientes y micronutrientes para el beneficio de la alimentación, que aporta proteínas, vitaminas C, complejo B; rica en minerales como potasio, fósforo, azufre, magnesio y hierro; contiene fenoles, que actúan como antioxidantes. (<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/314/1/ficha%20tecnica%20papa.pdf>)

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en la calidad del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el distrito de Ilave 2023.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en las características físicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el distrito de Ilave 2023

- Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en las características químicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el distrito de Ilave 2023

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se realizó en el distrito de Llave perteneciente a la provincia de El Collao en el departamento de Puno al sur del Perú. Ubicada en coordenadas (-16.101505, -69.611136). En la zona circundante existe gran cantidad de áreas de cultivo de papa.

Durante los meses designados del área de estudio, la precipitación generalmente cae entre noviembre y marzo. Sin embargo, disminuyen durante abril a octubre. Durante mayo, junio y julio, las temperaturas nocturnas descienden hasta 6 grados Fahrenheit y 19 grados Celsius. Esto da como resultado un clima seco y semiseco con una suave brisa refrescante del Titicaca que ayuda a mantener bajas las temperaturas nocturnas.



Figura 01: Ubicación geográfica del área de estudio

Fuente:

https://earth.google.com/web/search/ilave+puno+peru/@-16.10042903,-69.62025465,3865.96274089a,5108.89026108d,30y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCTRDWRIYjyIAEUBARn3sUjzAGeDlor2P2uM_Id4N1qR611vA

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población de estudio estuvo constituida por las áreas de cultivo de la comunidad de Pallallaque de la ciudad de Ilaye con un área de 2 km² que se dedican al cultivo de papa y durante todo el proceso de cultivo utilizan fertilizantes químicos. .

3.2.2 Muestra

En el presente trabajo de investigación se tomó muestras que permitan caracterizar el suelo en estudio, se realizará en áreas de cultivo de la comunidad de Pallallaque de la ciudad de Ilaye, para ello se tomarán muestras representativas de tres productores: PRODUCTOR A: (en un área de: 519.59 m²), PRODUCTOR B: (en un área de: 223.43 m²), PRODUCTOR tomando 4 puntos de muestreo para de suelos agrícolas y suelos para cultivos de *Solanum tuberosum*.



Figura 02: Ubicación geográfica del área de muestreo



Figura 03: Ubicación geográfica del productor A

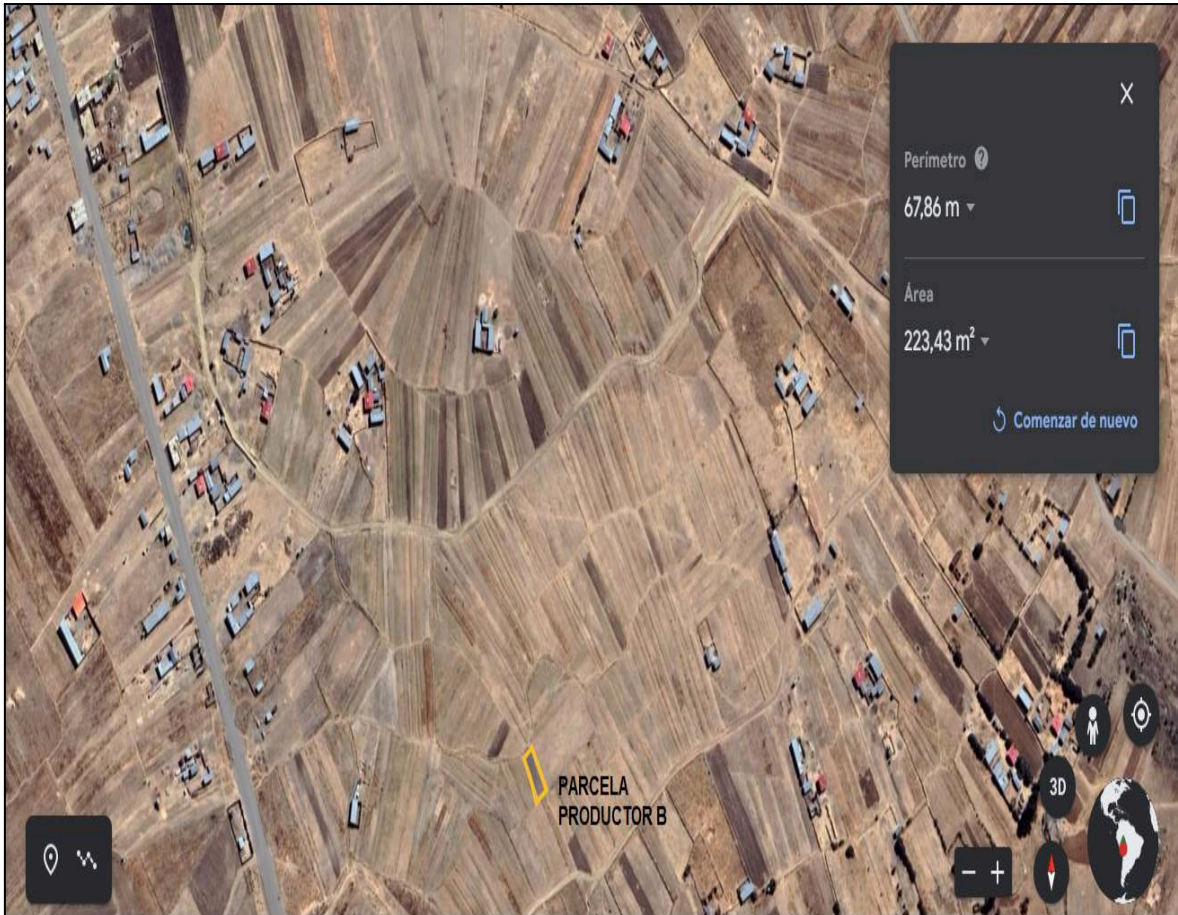


Figura 04: Ubicación geográfica del productor B

3.2.3. Muestreo de suelo

En el presente estudio se aplicó el tipo de muestreo no probabilístico, la muestra estuvo seleccionada por cumplimiento de características específicas para el estudio (Lacort, 2014).

- Cada muestra será obtenida empleando la metodología ZigZag.
- Cultivo de *Solanum tuberosum* del presente año
- Uso de fertilizantes durante el proceso de cultivo
- El cultivo sea exclusivo de *Solanum tuberosum*

Asimismo, se aplicó en el muestreo las consideraciones del DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM, con la finalidad de realizar la comparación y determinar la hipótesis

planteada, se analizó los estándares de calidad ambiental para suelo de acuerdo a los parámetros establecidos:

Parámetros en mg/kg PS	Usos del Suelo			Métodos de ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				

Bifenilos policlorados PCB	- 0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-W EF 4500 CN F o ASTM D7237 y/ó ISO 17690:2015

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

El diseño de investigación es no experimental de tipo descriptivo transversal y método deductivo analítico

Técnicas de muestreo de suelo.- Las muestras fueron tomadas a una profundidad de 30 centímetros utilizando el método de zigzag como lo indica la guía de muestreo de suelos (MINAN 2013).

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRA

Se realizó una inspección visual del terreno, determinando y demarcando las áreas y puntos, en el área del terreno de cultivo de *Solanum tuberosum* demarcada se realizó un recorrido en zig-zag para determinar e identificar los puntos para la recolección de muestras, la técnica de muestreo que se empleó fue ZIG ZAG.

Para tomar las muestras de suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, se empleó diferentes herramientas: una pala, con la que se realizó cortes de forma de uve, retirando parte del suelo, obteniendo una profundidad de 30 cm, seguidamente se recolectó de las paredes del hoyo una capa de 3 cm de espesor, luego se eliminó con un cuchillo el tercio de cada lado, finalmente se depositó en un recipiente limpio y seguro. Después de obtener varias submuestras se mezclaron dentro de un balde y de allí obtuve mediante la técnica del cuarteo una cantidad equivalente 1000 gramos, deposité en una bolsa plástica hermética, adecuadamente identificada, luego envié la muestra de suelo al laboratorio.

Se obtuvo:

Muestra 1 (M1): suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* sin fertilizante.

Muestra 2 (M2): Suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* con fertilizante.



Figura 06: Imagen recolectando muestra de suelo

Materiales: Las herramientas y materiales utilizados se encontraban completamente limpias, libres de superficies oxidadas, que no tengan residuos de otros materiales.

Pico, pala

Balde limpio

Bolsas plásticas herméticas

Hola de información

Mapa de ubicación del terreno

Cuchillo

Marcadores

Hojas para identificar las muestras.

Cinta métrica.

Guantes quirúrgicos.

Cinta adhesiva

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. Operacionalización de variable

Variable	Definición	Tipo de variable según la naturaleza	Tipo de variable según su relación	Indicador o definición operativa
Calidad de Suelo de cultivo	La calidad del suelo es fundamental para las prácticas agrícolas. Un suelo saludable y fértil le da a las plantas los nutrientes que necesitan para crecer y estar saludables. También crea las condiciones físicas apropiadas para el suelo, como sus agregados y estructura. Esto permite que el oxígeno y el agua lleguen a las raíces de la planta.	Cuantitativa	Independiente	Macronutrientes Parámetros físicos Parámetros químicos
Contaminación por fertilizantes	La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos.	Cuantitativa	Dependiente	Micronutrientes Presencia de contaminación en suelo de cultivos Ausencia de contaminación en suelo de cultivos

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Se desarrolló mediante la técnica de sistematización de datos en tablas y gráfico de interpretación utilizando la estadística inferencial, coeficiente de correlación de Spearman

para encontrar las relaciones entre los resultados y contrastación de las hipótesis la cual es una medida no paramétrica de la correlación de rango.

coeficiente de correlación de Spearman

$$r_R = 1 - \frac{6\sum_i d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

n = número de puntos de datos de las dos variables

di = diferencia de rango del elemento «n»

El Coeficiente Spearman, ρ , puede tomar un valor entre +1 y -1 donde,

- Un valor de +1 en ρ significa una perfecta asociación de rango
- Un valor 0 en ρ significa que no hay asociación de rangos
- Un valor de -1 en ρ significa una perfecta asociación negativa entre los rangos.

Si el valor de ρ se acerca a 0, la asociación entre los dos rangos es más débil.

3.5.1 Tipo y diseño de investigación.

La técnica de investigación se considera descriptiva debido a que facilitan la organización de datos de diferentes fuentes secundarias en información que es fácil de manejar y comprender. (Arandes & Antonio, 2013).

3.5.2 Diseño de investigación.

No experimental

Los diseños de investigación no experimentales no tienen determinación aleatoria, manipulación de variables o grupos de comparación. el investigador observa lo que ocurre de forma natural, sin intervenir de manera alguna. Existen muchas razones para realizar este tipo de estudio (Sousa et al., 2007)

3.5.3 Método de investigación

El método de investigación es deductivo consiste en un conjunto de actividades secuenciales, tiene tres momentos: la aplicación, la comprobación y la demostración (Mandamiento Ortiz & Ruiz Aponte, 2017).

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL DISTRITO DE ILAVE 2023”

Contrastación de la hipótesis específica 1

H₀: Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en las características físicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum en el distrito de Ilave 2023.

H₁ : Los fertilizantes químicos NO tienen efectos contaminantes en las características físicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum en el distrito de Ilave 2023.

Regla de decisión de Spearman

Nivel de significancia = 0,05

Regla de decisión: Si p valor <0,05 en este caso se acepta **H₀**

Si p valor > 0,05 en este caso se rechaza la **H₁**

Correlaciones				
			Suelo sin Fertilizante	Suelo con Fertilizante
Rho de Spearman	Suelo sin Fertilizante	Coefficiente de correlación	1.000	,943**

	Sig. (bilateral)		0.005
	N	6	6
	Coeficiente de correlación	,943**	1.000
Suelo con Fertilizante	Sig. (bilateral)	0.005	
	N	6	6

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Según la tabla hay una **relación directa** entre; Suelo sin Fertilizante y Suelo con Fertilizante.

Intervalo de confianza al 95%

Intervalos de confianza de la rho de Spearman

Rho de Spearman	Significance(2-tailed)	95% de intervalos de confianza (bilateral) ^{a,b}		
		Inferior	Superior	
Suelo sin Fertilizante - Suelo con Fertilizante	0.943	0.005	0.536	0.994

a. La estimación se basa en la transformación de r a z de Fisher

b. La estimación de error estándar se basa en la fórmula propuesta por Fieller, Hartley y Pearson.

Tabla 01: Resultados del laboratorio efecto de contaminación con fertilizantes químicos en las características físicas del suelo.

Textura	Suelo sin fertilizante	Suelo con fertilizante
Arcilla	2%	21%
Arena	80	67%
Limo	18%	12%
	Arenoso Franco	Franco Arcilloso arenoso

Tabla 01. Resultados del laboratorio por parámetros

La tabla 01, muestra los resultados del laboratorio efecto de contaminación en las características físicas (textura) del suelo con fertilizantes químicos, en cuanto a Arcilla a resultado 21%, Arena 67%, Limo 12%, estos valores se encuentran fuera de los rangos del valor óptimo del suelo agrícola, determinando a un suelo Franco arcilloso arenoso.

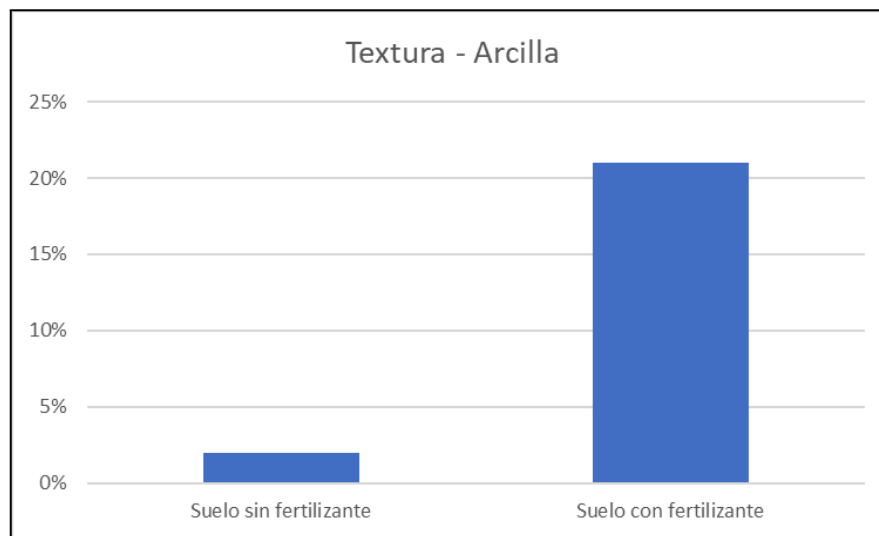


Figura 08: Análisis de textura Arcilla

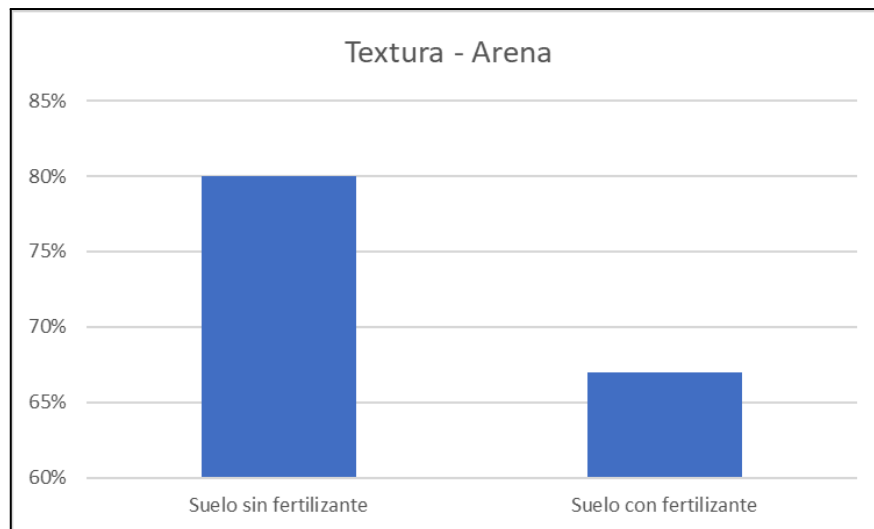


Figura 09: Análisis de textura Arena

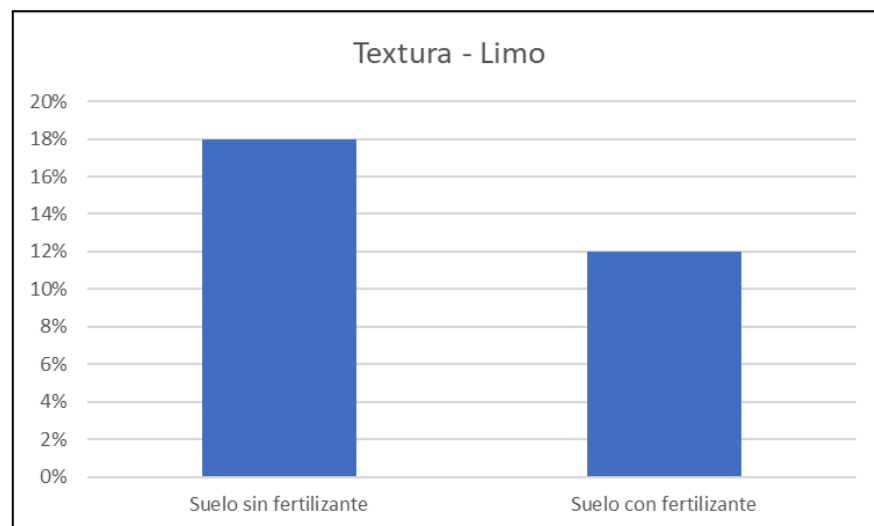


Figura 10: Análisis de textura Limo.

Los gráficos 01, 02, 03 muestran los resultados comparativos sobre el efecto de contaminación por fertilizantes químicos en las características físicas (textura) del suelo, donde se observa una variación en los resultados, en suelo con fertilizante químico, la textura en Arcilla con parámetro de 21%, en la textura de Arena con un parámetro de 67 % y en la textura de Limo de 12 %, determinando a nivel de textura a un suelo Franco arcilloso arenoso, la cual tiene efecto contaminador a nivel físico en el suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*. Así mismo se observa que el coeficiente de correlación de Rho de Spearman fue de 0.994, el valor p es menor a 0.05, cuyo resultado es un indicador que sí

existe una relación entre las variables determinando el efecto contaminador. aceptando la hipótesis alterna por lo que se determina el efecto contaminador por fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el Distrito de Ilave 2023, por consiguiente los resultados obtenidos analizando la M.O. que considera su valor óptimo para suelo agrícola en rango de (3 - 5 %), se evidencia el efecto contaminante, bajo en M.O. con un valor de 2,08 %, provocando degradación y desequilibrio en suelo de cultivo de *solanum tuberosum*, concordando con: (Álvaro y Cárdenas 2020), donde su objetivo fue determinar los efectos del uso de agroquímicos en el suelo agrícola peruano. Utilizaron un enfoque cualitativo narrativo con una metodología aplicada a sus estudios. Usando una revisión sistemática, encontraron que los agroquímicos cambiaron drásticamente las propiedades físicas y químicas de los componentes del suelo. Sus hallazgos también mostraron que el uso excesivo de agroquímicos en los suelos peruanos provocó suelos ácidos y erosión. Coincidiendo con el estudio realizado por Suárez & Palacio (2014), el 85% de los pesticidas aplicados directamente al suelo lo dañan. Este es uno de los muchos estudios revisados que registran el impacto de los agroquímicos en el suelo. Los resultados de cinco encuestas registradas indican que entre el 50% y el 95% de los impactos en el suelo provienen de los pesticidas. Esto demuestra que los pesticidas se vuelven parte activa del ecosistema del suelo, el cual sufre degradación como resultado. Teniendo en cuenta que la papa "*Solanum tuberosum*" tiene una cantidad importante de parásitos o virus durante su ciclo de crecimiento, se necesita el uso de agroquímicos. También se recomienda hacer esto con el equipo adecuado y las dosis adecuadas para disminuir la necesidad de agroquímicos mientras se usan alternativas orgánicas.

Contrastación de la hipótesis específica 2

H₀: Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en las características químicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el distrito de Ilave 2023.

H_1 : Los fertilizantes químicos NO tienen efectos contaminantes en las características químicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* en el distrito de Ilave 2023.

Regla de decisión de Spearman

Nivel de significancia = 0,05

Regla de decisión: Si p valor <0,05 en este caso se acepta H_0

Si p valor > 0,05 en este caso se rechaza la H_1

Correlaciones				
			Suelo sin Fertilizante	Suelo con Fertilizante
Rho de Spearman	Suelo sin Fertilizante	Coeficiente de correlación	1.000	,943**
		Sig. (bilateral)		0.005
	Suelo con Fertilizante	N	6	6
		Coeficiente de correlación	,943**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.005	
		N	6	6

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Según la tabla hay una **relación directa** entre; Suelo sin Fertilizante y Suelo con Fertilizante.

Intervalo de confianza al 95%

Intervalos de confianza de la rho de Spearman				
Rho de Spearman	Significance(2-tailed)	95% de intervalos de confianza (bilateral) ^{a,b}		
		Inferior	Superior	
Suelo sin Fertilizante - Suelo con Fertilizante	0.943	0.005	0.536	0.994

a. La estimación se basa en la transformación de r a z de Fisher

b. La estimación de error estándar se basa en la fórmula propuesta por Fieller, Hartley y Pearson.

4.1.1. Evaluación del efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*.

Los resultados obtenidos en el laboratorio, fueron minuciosamente analizados y comparados de acuerdo al D.S. N° 011 – 2017 MINAM. Asimismo, las muestras realizadas fueron seleccionadas para determinar en ellas la presencia de elementos químicos (K, N y P), basándonos en sus características físicas y químicas.

Tabla 02: Resultados de la evaluación del efecto de la contaminación por fertilizantes químicos.

Parámetros	Valor óptimo para suelo agrícola	Suelo sin fertilizante	Suelo con fertilizante
Potasio (mg/Kg)	80 - 156	110	815
Nitrógeno (mg/Kg)	800 - 1000	500,3	1040
Fósforo (mg/Kg)	13 - 20	8,19	48,7
pH (Unidad de pH)	5,5 - 7,0	7,341	6,31
C.E. (μ S/cm)	250 - 750	240,0	2686
M. O. (%)	3 - 5	1,00	2,08

Tabla 02. Resultados de laboratorio por parámetros.

La tabla 02, muestra los resultados del laboratorio, donde los suelo con fertilizantes, en cuanto a Potasio a resultado 815 mg/kg, Nitrógeno 1040 mg/kg, Fósforo 48,7 mg/Kg, pH 6.31 Unidad de pH (ácido), CE 2686 (μ S/cm), M.O. 2.08 %, estos valores se encuentran fuera de los rangos del valor óptimo del suelo agrícola. .

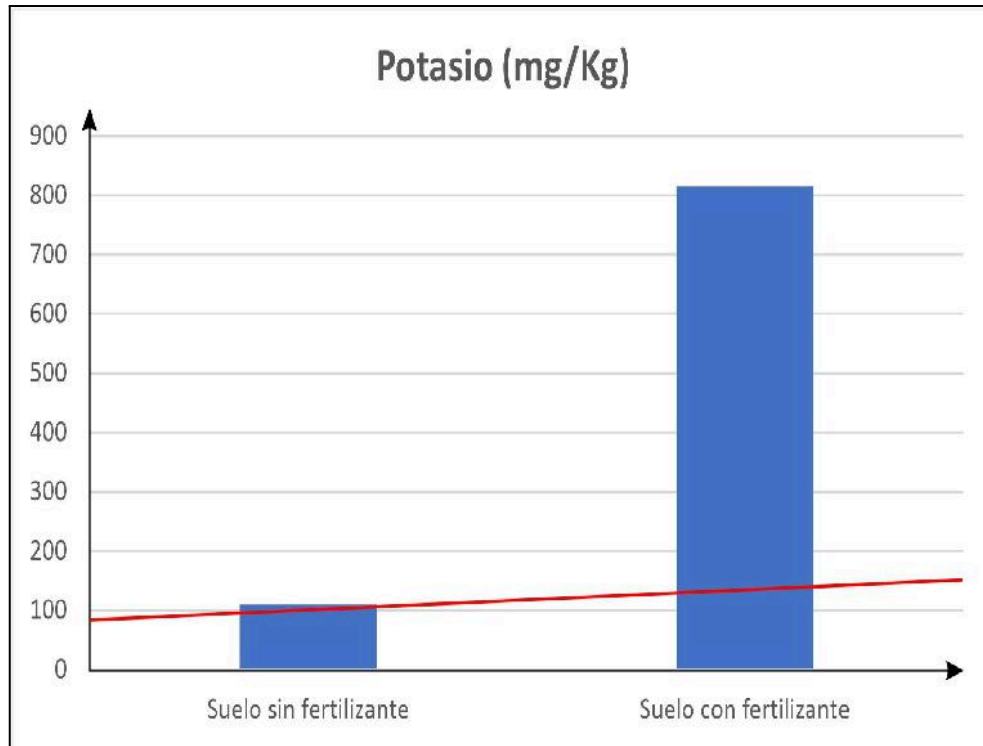


Figura 11: Promedio de Potasio en suelo para cultivo de *Solanum tuberosum*.

En la figura 11, Se observa como resultado que el suelo con fertilizante químico, tiene una significancia negativa, con efectos contaminantes, porque presenta como resultado exceso de Potasio (815 mg/Kg), generando desequilibrio en el suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, considerando que los valores óptimos para cultivo son de: (80 - 156 mg/Kg).

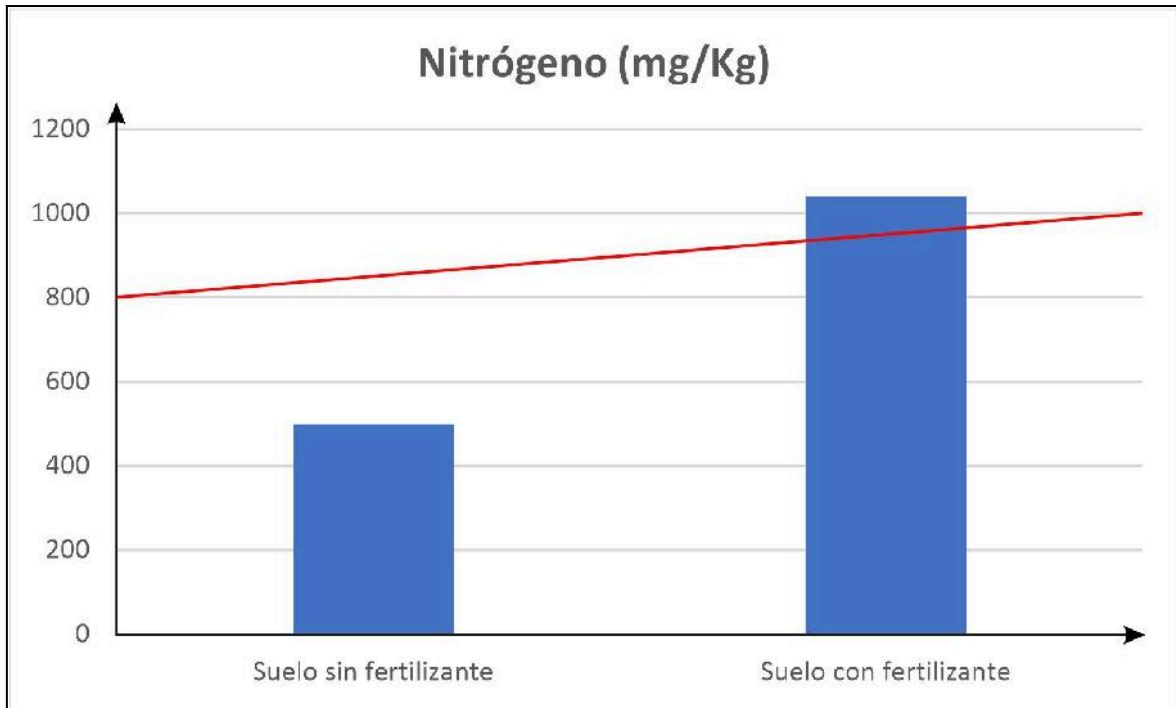


Figura 12: Promedio de Nitrógeno en suelo para cultivo de *Solanum tuberosum*

En la figura 12, Se observa como resultado que el suelo con fertilizante químico, tiene una significancia negativa, con efectos contaminantes, porque presenta como resultado exceso de Nitrógeno (1040 mg/Kg), generando desequilibrio en el suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, considerando que los valores óptimos para cultivo son de: (800 - 1000 mg/Kg).

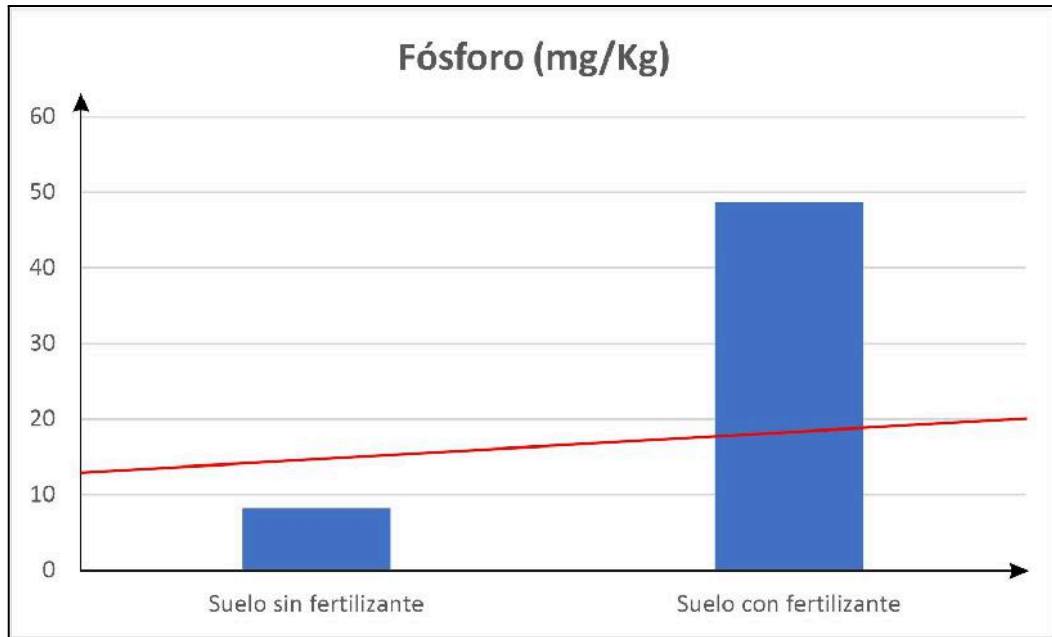


Figura 13: Promedio de Fósforo en suelo para cultivo de *Solanum tuberosum*.

En la figura 13. Se observa como resultado que el suelo con fertilizante químico, tiene una significancia negativa, con efectos contaminantes, por que presenta como resultado exceso de Fósforo (48.7 mg/Kg), generando desequilibrio en el suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, considerando que los valores óptimos para cultivo son de: (13-20 mg/Kg)..

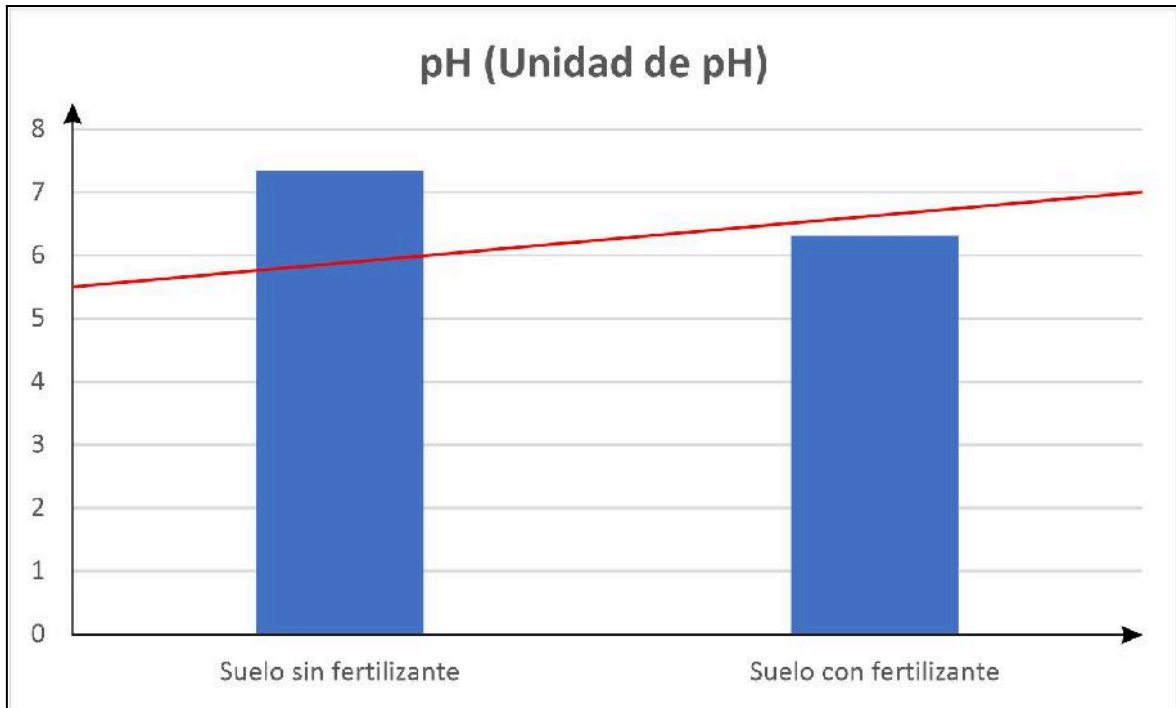


Figura 14: Promedio de pH en suelo para cultivo de *Solanum tuberosum*

En la figura 14. Se observa como resultado que el suelo con fertilizante químico, tiene una significancia negativa, tiene efectos contaminantes, por que presenta como resultado exceso de pH (6.31 Unidad de pH) convirtiéndolo en suelo Ácido, generando desequilibrio en el suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, considerando que el valor óptimo para cultivo es de: (7.0 Unidad de pH).

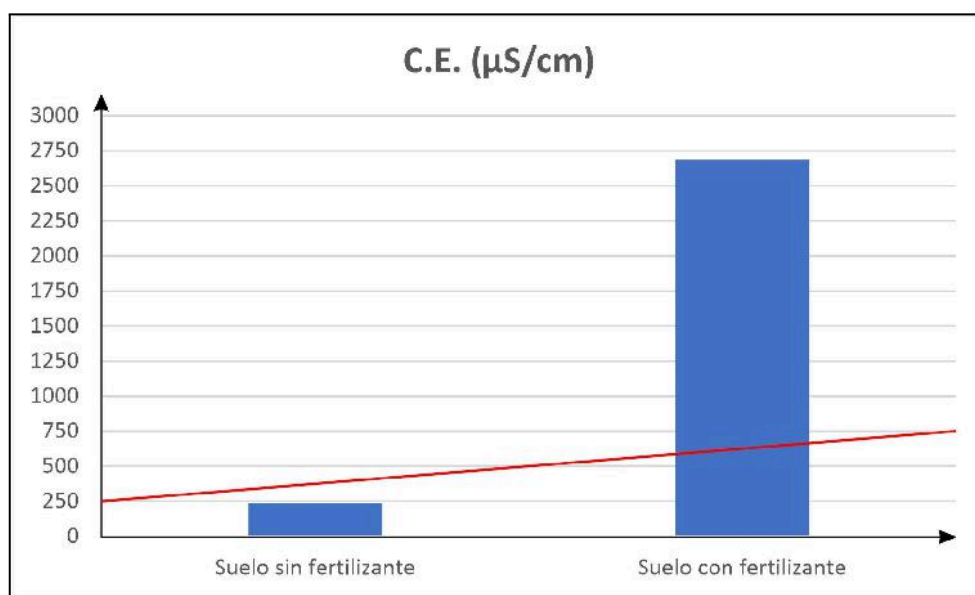


Figura 15: Promedio de Conductividad Eléctrica en suelo para cultivo de *Solanum tuberosum*

En la figura 15, Se observa como resultado que el suelo con fertilizante químico, tiene una significancia negativa, tiene efectos contaminantes, por que presenta como resultado exceso de C.E. Conductividad Eléctrica (2686 $\mu\text{S}/\text{cm}$), generando desequilibrio en el suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, considerando que los valores óptimos para cultivo son de: (250 - 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ microsiemens por centímetro).

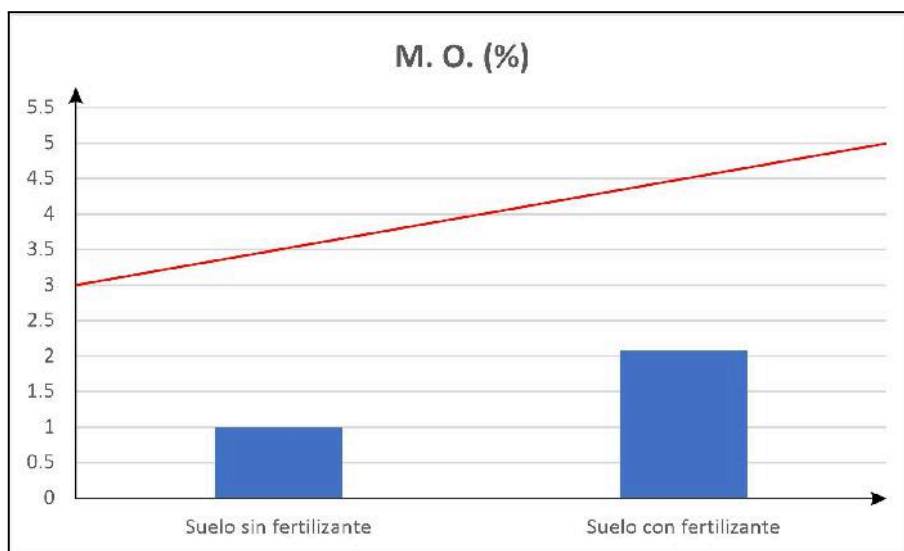


Figura 16: Promedio de Materia Orgánica en suelo para cultivo de *Solanum tuberosum*.

En la figura 16. Se observa como resultado que el suelo con fertilizante químico, tiene una significancia negativa, tiene efectos contaminantes, por que presenta como resultado bajo en M.O. materia orgánica (2.08 %), generando desequilibrio en el suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, se determina que el suelo está enfermo, considerando que los valores óptimos para cultivo son de: (3 - 5 % de materia orgánica).

Estos resultados de suelos con fertilizantes químicos, en cuanto a Potasio que ha resultado de 815 mg/kg, Nitrógeno 1040 mg/kg, Fósforo 48,7 mg/Kg, pH 6.31 Unidad de pH (ácido), CE 2686 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), M.O. 2.08 %, estos valores se encuentran fuera de los

rangos del valor óptimo del suelo agrícola. Así mismo se observa que el coeficiente de correlación de Rho de Spearman fue de 0.994, el valor p es menor a 0.05, cuyo resultado es un indicador que sí existe una relación entre las variables determinando el efecto contaminador por fertilizantes químicos, aceptando la hipótesis alterna. El uso indiscriminado de fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en la calidad de suelo de cultivo de *solanum tuberosum*, degradando y desequilibrando las características físicas y químicas de los suelos, concordando con Briones (2020) donde la investigación busca determinar las variaciones de pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica de los cultivos de papa junto con los porcentajes de fósforo, nitrógeno y potasio en sus suelos. Esto se debe a que el uso indiscriminado de fertilizantes químicos provoca la degradación del suelo. Además, los fertilizantes orgánicos se ignoran en gran medida en la producción de cultivos; debido a esto, se hace poco esfuerzo para gestionar adecuadamente el entorno que rodea al fertilizante. El uso de fertilizantes químicos aumenta los problemas de fertilidad y acidez del suelo en los cultivos de papa. Sin embargo, las pruebas de rendimiento de fertilizantes orgánicos y químicos muestran que ambos producen altos niveles de fósforo, nitrógeno y potasio. El fertilizante orgánico produce niveles más altos de potasio, nitrógeno y fósforo en un 7%, 6% y 3%, respectivamente. El fertilizante químico provoca niveles más altos de potasio, nitrógeno y fósforo en un 7%, 6% y 3%, respectivamente. Así mismo de los resultados obtenidos se deduce la degradación de las propiedades del suelo de cultivo de *solanum tuberosum* a nivel físico, químico y biológico. Coincidiendo con el estudio realizado por Suárez & Palacio (2014), el 85% de los pesticidas aplicados directamente al suelo lo dañan. Este es uno de los muchos estudios revisados que registran el impacto de los agroquímicos en el suelo. Los resultados de cinco encuestas registradas indican que entre el 50% y el 95% de los impactos en el suelo provienen de los pesticidas. Esto demuestra que los pesticidas se vuelven parte activa del ecosistema del suelo, el cual sufre degradación

como resultado. Teniendo en cuenta que la papa "*Solanum tuberosum*" tiene una cantidad importante de parásitos o virus durante su ciclo de crecimiento, se necesita el uso de agroquímicos. También se recomienda hacer esto con el equipo adecuado y las dosis adecuadas para disminuir la necesidad de agroquímicos mientras se usan alternativas orgánicas.

CONCLUSIONES

PRIMERA.- El objetivo fundamental es evaluar el efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad de suelo de *Solanum tuberosum*, Se concluye que existen efectos contaminantes por la aplicación de fertilizantes químicos en los suelos de cultivo de *Solanum tuberosum*, determinando que a nivel de Potasio con magnitud de valor óptimo para suelo agrícola es (80 - 156 mg/Kg) variando con el uso de fertilizante químico a una escala de 815 mg/Kg., así mismo en Nitrógeno con su valor óptimo para suelo agrícola es (800 - 1000 mg/Kg) variando su composición a un valor de 1040 mg/kg, lo propio sucede en Fósforo considerando su valor óptimo para suelo agrícola (13 - 20 mg/kg), resaltando el valor en suelo con fertilizante 48,7 mg/Kg variando su composición, a nivel del pH el parámetro y valor óptimo para suelo agrícola se considera (5,5 - 7,0 unidad de pH), contribuyendo a su alteración convirtiéndose en suelo ácido con un valor de 6.31 unidad de pH. en C.E. El rango de valor óptimo para suelo agrícola se considera de (250 - 750 μ S/cm), variando la C.E. con el uso de fertilizantes químicos a 2686 μ S/cm (microSiemens por centímetro), analizando la M.O. que considera su valor óptimo para suelo agrícola en rango de (3 - 5 %), se evidencia un valor negativo bajo en M.O. con un valor de 2,08 %.

SEGUNDA.- Al realizar el análisis de suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* aplicado con fertilizantes químicos, se concluye que tiene efecto contaminador sobre las propiedades físicas (textura) del suelo, en cuanto a Arcilla a resultado con 21%, Arena 67%, Limo 12%, estos valores se encuentran fuera de los rangos del valor óptimo del

suelo agrícola, determinando a un suelo Fracno arcilloso arenoso, alterando su composición, generando infertilidad y acidez a nivel del pH, considerando que el parámetro y valor óptimo para suelo agrícola es de (5,5 - 7,0 unidad de pH), de acuerdo a los resultados se determina que el suelo es ácido con un valor de 6.31 unidad de pH, disminuyendo su composición en materia orgánica.

TERCERA.- De acuerdo a los resultados sobre el análisis del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* aplicado con fertilizantes químicos se llega a la conclusión de que tiene un efecto contaminador en las propiedades químicas del suelo, en cuanto a Potasio a resultado 815 mg/kg, Nitrógeno 1040 mg/kg, Fósforo 48,7 mg/Kg, pH 6.31 Unidad de pH (ácido), CE 2686 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), M.O. 2.08 %, estos valores se encuentran fuera de los rangos del valor óptimo del suelo agrícola, excediendo los parámetros de manera abismal, debilitando la materia orgánica, así mismo el Nitrógeno tiene una significancia negativa en suelo de cultivo de *solanum tuberosum*.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA.- Revertir el efecto contaminador por fertilizantes químicos en la calidad del suelo, evitando el uso de fertilizantes químicos en la agricultura, re utilizando abonos orgánicos obtenidos mediante el compostaje, la lombricultura, las cuales permitirán la restauración de los suelos de cultivo de *Solanum tuberosum* reduciendo la contaminación por la injerencia de fertilizantes químicos.
- SEGUNDA.- Para evitar el efecto contaminador en las propiedades físicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum* se recomienda a los agricultores fertilizar los suelos con técnicas de abonado utilizando fertilizantes orgánicos y de esta manera elevar la fertilidad del suelo, cambiando la acidez a nivel del pH, a un valor óptimo neutro para suelo agrícola (5,5 - 7,0 unidad de pH), reestructurando su composición en materia orgánica.
- TERCERA.- Con el fin de mitigar el efecto contaminador por fertilizantes químicos en las propiedades químicas del suelo de cultivo de *Solanum tuberosum*, se recomienda plantear, elaborar y ejecutar proyectos relacionados a la restauración, biorremediación y recuperación de la calidad de los suelos de cultivo de *Solanum tuberosum*.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, N., Torres, J., y Velasco, P. (2013). Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana. *Volumen I, 9-13 pp. Quito, Ecuador: Fondo de protección del agua FONAG.*
- Colmeiro, R. F. (2007). *Agrosistemas sostenibles y ecológicos: La reconversión agropecuaria.* Univ Santiago de Compostela.
- Cuadrado Bernardo, S. (2014). *Caracterización de clases de ocupación de suelo y usos agrícolas en un área de la provincia de Toledo (Talavera de la Reina) a partir de imágenes de satélite de media resolución.*
- Dalzell, H. W. (1991). *Manejo del suelo: Producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales* (Vol. 56). Food & Agriculture Org.
- FAO. (1992). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1992.* Food & Agriculture Org.
- Finck, A. (2021). *Fertilizantes y fertilización.* Reverté.
- GINES, N. G. (2014). *Fertilizantes: Química y acción.* Ediciones Mundi-Prensa.
- Kolbe, H., Stephan-Beckmann, S. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. leaf and stem. *Potato Res* 40, 111–129 (1997). <https://doi.org/10.1007/BF02407567>
- Llorente, A. (1892). *Los abonos.* sucesor de Arnaiz.
- Molina, C. E. C. (2016). *Análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas destinados al cultivo de arroz en la cuenca baja del río Jequetepeque.* Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru).
- Navarro García, G., y Navarro García, S. (2014). *Fertilizantes: Química y acción.* Ediciones Mundi-Prensa.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. *Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo,*

Uruguay.

Sarandón, S. J., Abril, A., Acciaresi, H., Altieri, M. A., Astier Calderón, M., Bezus, R., ...

Chiappe, M. (2002). *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*.

Sheng, T. C. (1990). *Conservación de suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas*. Food & Agriculture Org.

Thompson, L. M., y Troeh, F. R. (1980). *Los suelos y su fertilidad*. Reverte.

Valdés, T. V., y Cano-Santana, Z. (2005). *Ecología y medio ambiente*. Pearson Educación.

Valeria, S., Vanesa, R., Ortiz, J., Mónica, F., Cristian, R., y Baigorria, T. (2017).

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO ORGÁNICO SOBRE PARÁMETROS BIOLÓGICOS DEL SUELO. *El suelo como reactor de los procesos de regulación funcional de los agroecosistemas*, 107.

Vargas, R., GARDI, C., ANGELINI, M., BARCELÓ, S., COMERMA, J., CRUZ GAISTARDO, C., ... MENDONÇA SANTOS BREFIN, M. (2014). *Atlas de suelos de américa latina y el caribe*. Luxembourg: Comisión Europea, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea

Zúñiga, F. B. (1999). *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados* (Vol. 1). Uady.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

“EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL DISTRITO DE ILAVE 2023”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	RECOLECCIÓN DE DATOS
¿Cuál es el efecto contaminante por la aplicación de fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de Solanum tuberosum en el distrito de Ilave 2023? Problemas específicos ¿Cuáles son las características físicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum aplicado con fertilizante químico en el distrito de Ilave 2023?	Evaluar el efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de Solanum tuberosum en el distrito de Ilave 2023 Objetivos específicos Determinar las características físicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum aplicado con fertilizante químico en el distrito de Ilave 2023. Determinar las características químicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum aplicado con fertilizante químico en el distrito de Ilave 2023.	Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en la calidad del suelo de cultivo de Solanum tuberosum en el distrito de Ilave 2023. Hipótesis específicas Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en las características físicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum en el distrito de Ilave 2023 Los fertilizantes químicos tienen efectos contaminantes en las características químicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum en el distrito de Ilave 2023	VI Calidad de suelo de cultivo del Solanum tuberosum. VD Contaminación por fertilizantes químicos.	Macronutrientes. N,P,K Micronutrientes. pH DBO	Muestreo de suelo. Análisis de laboratorio. ECA del suelo. Estadística descriptiva. Guía MINAM	Campo. Laboratorio.
¿Cuáles son las características químicas del suelo de cultivo de Solanum tuberosum aplicado con fertilizante químico en el distrito de Ilave 2023?						

Anexo 02: Resultados del laboratorio (Suelo sin fertilizante)



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : 88E5983E

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-23-00055

Fecha de emisión: 25/10/2023

Página 1 de 3

Señores : JUAN CARLOS QUENTA LAYME
Dirección : JR. TACNA N° 305 - PUNO
Atención : JUAN CARLOS QUENTA LAYME

Proyecto : EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES EN LA CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL DISTRITO DE ILAVE 2023

Muestreo realizado por : Cliente : JUAN CARLOS QUENTA LAYME

Fecha de recepción : 18/10/2023

Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 029-23

Fecha de ensayo : 18/10/2023

Número de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
SD23000133	SUELO SIN FERTILIZANTE	Suelo - Agrícola	COMUNIDAD CAMPESINA DE PALLALLAQUE / ILAVE / EL COLLAO / PUNO	432567.90, 8220944.50	16/10/2023	14:00
Condiciones de recepción de la muestra						
Al ambiente						
Observación						
-						

Firmado por: JIMARIEZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES S.M.S., Ingeniero Químico CIP 114435, Emisor de certificado: LAMM, PE, 25/10/2023, 19:40:40

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web

Anexo 03: Resultados de laboratorio (Muestra de suelo sin fertilizante)



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : 88E5983E

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-23-00055

Fecha de emisión: 25/10/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*7095								
		C E	K	M. O.	N	P	pH	Textura - Arcilla	Textura - Arena	Textura - Clase textural
		µS/cm	mg/Kg	%	mg/Kg	mg/Kg	Unidad de pH	%	%	%
SD23000133	SUELO SIN FERTILIZANTE	240,0	110	1,00	500,3	8,19	7,34	2	80	Arenoso Franco

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*7095
		Textura - Limo
		%
SD23000133	SUELO SIN FERTILIZANTE	18

Firmado por: JUÁREZ SOTO OMAR ALFREDO GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico Cpt 14426. Emisor de certificado: L.L.M.A. PE. 25/10/2023. 19:40:40



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M.Sc. Ingeniero Químico OP 114426

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)444562.



Anexo 04: Resultados de laboratorio (Muestra de suelo sin fertilizante)



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : 88E5983E

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-23-00055

Fecha de emisión: 25/10/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - C E	[1.5 - 24800] µS/cm
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - K	[5 - 1000] mg/Kg
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - M O.	[0.01 - 100] %
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - N	[10 - 1000] mg/Kg
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - P	[1 - 100] mg/Kg
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - pH	[0 - 14] Unidad de pH
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Arcilla	[1 - 100] %
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Arena	[1 - 100] %
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Clase textural	[0 - 0] <SIN UNIDAD>
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Limo	[1 - 100] %

Firmado por: JUAN PÉREZ SOTO OMAÑA ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M. Sc. Ingeniero Químico CIP: 114436. Emisor de certificado: L.L.M.A. PE. 25/10/2023 19:40:40

* : Límite de detección

° : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"* <Valor numérico" = Límite de detección del método, "° <Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)444582.

Validar el informe
vía web



Anexo 05: Resultados de laboratorio (Muestra de suelo con fertilizante)



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : FFE2A8A8

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-23-00054

Fecha de emisión: 25/10/2023

Página 1 de 3

Señores : JUAN CARLOS QUENTA LAYME
Dirección : JR. TACNA N° 305 - PUNO
Atención : JUAN CARLOS QUENTA LAYME

Proyecto : EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES EN LA CALIDAD DE SUELO DE CULTIVO DE SOLANUM TUBEROSUM EN EL DISTRITO DE ILAVE 2023

Muestreo realizado por : Cliente : JUAN CARLOS QUENTA LAYME Fecha de recepción : 18/10/2023

Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 029-23 Fecha de ensayo : 18/10/2023

Número de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Provi/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
SD23000132	SUELO CON FERTILIZANTE	Suelo - Agrícola	COMUNIDAD CAMPESINA DE PALLALLAQJE / ILAVE / EL COLLAO / PUNO	432567.50, 8220233.00	18/10/2023	14:00

Condiciones de recepción de la muestra

Al ambiente

Observación

-

Firmado por: JUAN PÉREZ SOTO OMAH ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.S., Ingeniero Químico CP 114438, Email de contacto: LUAMA.PE.20102023.194112

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*<Valor numérico>=Limite de detección del método, *<Valor Numérico>=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web

Anexo 06: Resultados de laboratorio ensayo físico químico (Muestra de suelo con fertilizante)



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : FFE2A8A8

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-23-00054

Fecha de emisión: 25/10/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*7095								
		CE	K	M. O.	N	P	pH	Textura - Arcilla	Textura - Arena	Textura - Clase textural
		µS/cm	mg/Kg	%	mg/Kg	mg/Kg	Unidad de pH	%	%	<SIN UNIDAD>
SD23000132	SUELO CON FERTILIZANTE	2686	815	2,08	1040	48,7	6,31	21	67	Franco Arcillo arenoso

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*7095	
		Textura - Limo	%
		SD23000132	SUELO CON FERTILIZANTE

Firmado por: JUÁREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CP 114426, Emisor de certificado: L.V.M.M. PE 26102023194112



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CP 114426

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*"Valor numérico"=Limite de detección del método, "Valor Numérico"=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>, Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú, (054)443294 - (054)444582.



Anexo 07: Resultados de laboratorio informe de ensayo (Muestra de suelo con fertilizante)



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Clave generada : FFE2A8A8

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-23-00054

Fecha de emisión: 25/10/2023

Página 3 de 3

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - C E	[1.5 - 24800] µS/cm
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - K	[5 - 1000] mg/Kg
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - M. O.	[0.01 - 100] %
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - N	[10 - 1000] mg/Kg
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - P	[1 - 100] mg/Kg
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - pH	[0 - 14] Unidad de pH
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Arcilla	[1 - 100] %
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Arena	[1 - 100] %
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Clase textural	[0 - 0] <SIN UNIDAD>
*7095	Paquete pH, MO, CE, N P K, Textura en suelos - Textura - Limo	[1 - 100] %

* : Límite de detección

Ⓢ : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Firmado por: LUMINEZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.S., Ingeniero Químico CP 114426, Emisor de certificado: LUMIN PE 20102023 194 112

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"*<Valor numérico">=Límite de detección del método, "Ⓢ<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú, (054)443294 - (054)444582.

Validar el informe
vía la web



Anexo 08: Imagen donde se toma la muestra de suelo.



Anexo 09: Imagen midiendo la profundidad del suelo para tomar la muestra.



Anexo 10: Imagen de toma de muestra de suelo



Anexo 11: Imagen envasando la muestra de suelo en bolsa hermética.



Anexo 12: Imagen muestra de suelo

